

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Заболотный, Глеб Иванович
Должность: Директор филиала
Дата подписания: 18.06.2023 11:10:38
Уникальный программный ключ:
476db7d4accb36ef8130172be235477473d63457266ce26b7e9e40f733b8b08

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Самарский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор филиала ФГБОУ ВО
"СамГТУ" в г. Новокуйбышевске

_____ / Г.И. Заболотни
" ____ " _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.О.03.07 «Материальные и тепловые расчеты»

Код и направление подготовки (специальность)	18.03.01 Химическая технология
Направленность (профиль)	Технология химических производств
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2022
Институт / факультет	Кафедры филиала ФГБОУ ВО "СамГТУ" в г. Новокуйбышевске
Выпускающая кафедра	кафедра "Химия и химическая технология" (НФ-ХТ)
Кафедра-разработчик	кафедра "Химия и химическая технология" (НФ-ХТ)
Объем дисциплины, ч. / з.е.	108 / 3
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Зачет

Б1.О.03.07 «Материальные и тепловые расчеты»

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) **18.03.01 Химическая технология**, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от № 1005 от 11.08.2016 и соответствующего учебного плана.

Разработчик РПД:

Доцент, кандидат химических
наук

(должность, степень, ученое звание)

О.В Хабибрахманова

(ФИО)

Заведующий кафедрой

О.В. Хабибрахманова,
кандидат химических наук

(ФИО, степень, ученое звание)

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методического совета
факультета / института (или учебно-
методической комиссии)

(ФИО, степень, ученое звание)

Руководитель образовательной
программы

О.В. Хабибрахманова,
кандидат химических наук

(ФИО, степень, ученое звание)

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы	5
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся	5
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	6
4.1 Содержание лекционных занятий	6
4.2 Содержание лабораторных занятий	8
4.3 Содержание практических занятий	8
4.4. Содержание самостоятельной работы	9
5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)	10
6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения	11
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем	11
8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)	12
9. Методические материалы	12
10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)	14

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Общепрофессиональные компетенции			
Профессиональная методология	ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-2.1 Использует математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности в химической технологии	Владеть навыками решения практических задач проектирования и расчета химических производств
			Знать основные понятия и методы математического анализа, линейной алгебры, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики; основы проведения материальных и тепловых расчетов в химической технологии
			Уметь применять знания о теоретических основах процессов химической технологии в профессиональной деятельности при осуществлении материальных и тепловых расчетов
Научные исследования и разработки	ОПК-5 Способен осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные	ОПК-5.2 Выполняет наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности	Владеть навыками наблюдения и описания технологии химических производств

			Знать физико-химические свойства и способы определения качества сырья, реагентов, конечного продукта и их влияние на основные параметры технологического процесса
			Уметь выполнять расчеты по заданной методике основных процессов и аппаратов; применять на практике методы расчета основных процессов с учетом требований техники безопасности

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы: **обязательная часть**

Код компетенции	Предшествующие дисциплины	Параллельно осваиваемые дисциплины	Последующие дисциплины
ОПК-2	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа; Введение в информационные технологии; Математика; Общая и неорганическая химия; Органическая химия; Основы технического регулирования и управления качеством; Основы химического материаловедения; Прикладная механика; Учебная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика; Физика; Электротехника и электроника	Инструментальные методы химического анализа; Катализ в химической технологии; Коллоидная химия	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-5	Введение в информационные технологии; Основы технического регулирования и управления качеством; Учебная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика; Физическая химия	Моделирование химико-технологических процессов	Моделирование химико-технологических процессов; Общая химическая технология; Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов / часов в электронной форме	5 семестр часов / часов в электронной форме

Аудиторная контактная работа (всего), в том числе:	48	48
Лекции	16	16
Практические занятия	32	32
Самостоятельная работа (всего), в том числе:	60	60
подготовка к зачету	8	8
подготовка к практическим занятиям	16	16
составление конспектов	36	36
Итого: час	108	108
Итого: з.е.	3	3

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы				
		ЛЗ	ЛР	ПЗ	СРС	Всего часов
1	Основные понятия стехиометрии. Химические превращения	8	0	12	28	48
2	Расчет аппаратов химической технологии	8	0	20	32	60
	Итого	16	0	32	60	108

4.1 Содержание лекционных занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема лекции	Содержание лекции (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
5 семестр				
1	Основные понятия стехиометрии. Химические превращения	Основные характеристики химических процессов	Стехиометрия и материальные расчеты в химии и химической технологии. Простые и сложные химические превращения. Сочетания сложных химических превращений. Основные характеристики химических процессов. Материальный баланс химического превращения.	2
2	Основные понятия стехиометрии. Химические превращения	Термодинамические расчеты	Термодинамические расчеты в химической технологии. Оценка возможности протекания реакции. Тепловой эффект химической реакции. Расчет теплового эффекта реакции.	2

3	Основные понятия стехиометрии. Химические превращения	Баланс химических процессов	Термодинамические расчеты в химической технологии. Оценка возможности протекания реакции. Тепловой эффект химической реакции. Расчет теплового эффекта реакции.	2
4	Основные понятия стехиометрии. Химические превращения	Энергетический анализ	Энергетический анализ процессов в химии и химической технологии. Энтальпии образования и теплоемкости органических соединений. Тепловой баланс сложных превращений. Энергетические потоки тепловых процессов.	2
5	Расчет аппаратов химической технологии	Тепловой баланс химического реактора	Классификация химических реакторов режимов их работы. Уравнение теплового баланса химического реактора. Общее уравнение теплового баланса химического реактора. Уравнение теплового баланса для химических реакторов, работающих в изотермическом, адиабатическом и промежуточном тепловых режимах. Тепловая устойчивость химических реакторов в случае экзо- и эндотермических реакций. Реактор с обратимой реакцией.	2
6	Расчет аппаратов химической технологии	Задачи и особенности теплового расчета теплообменников	Расчет теплообменных аппаратов. Основы теплового расчета теплообменных аппаратов. Теплогидравлические расчеты. Задачи и особенности теплового расчета теплообменников. Расчет теплового баланса и тепловой мощности, переданной в теплообменнике. Расчет эффективности теплообменника. Расчет поверхности теплообмена. Расчет температуры теплоносителей, стенки и локальных тепловых потоков по длине теплообменника.	2
7	Расчет аппаратов химической технологии	Технологический расчет абсорбционной установки	Расчет абсорбционной установки. Технологический расчет аппарата. Расчет насадочного абсорбера. Коэффициенты массоотдачи и массопередачи. Гидравлическое сопротивление насадочных абсорберов. Расчет тарельчатого абсорбера. Материальные балансы абсорберов. Тепловой расчет установки.	2
8	Расчет аппаратов химической технологии	Основы расчета массообменных аппаратов	Основы расчета массообменных аппаратов. Технологический расчет аппарата. Материальный баланс колонны непрерывного действия. Расчет тарельчатой ректификационной колонны непрерывного действия. Коэффициент массопередачи и высота колонны. Определение скорости пара и диаметра колонны. Гидравлический расчет тарелок. Тепловой расчет установки	2
Итого за семестр:				16

4.2 Содержание лабораторных занятий

Учебные занятия не реализуются.

4.3 Содержание практических занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема практического занятия	Содержание практического занятия (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
5 семестр				
1	Основные понятия стехиометрии. Химические превращения	Термохимические расчеты	Термохимические расчеты в химической технологии. Кинетические расчеты химического процесса	2
2	Основные понятия стехиометрии. Химические превращения	Термохимические расчеты	Термохимический анализ процессов. Тепловой баланс сложных химических превращений	2
3	Основные понятия стехиометрии. Химические превращения	Основные химические превращения	Материальные расчеты. Основные характеристики химических процессов	2
4	Основные понятия стехиометрии. Химические превращения	Основные химические превращения	Материальные расчеты. Основные характеристики химических процессов	2
5	Основные понятия стехиометрии. Химические превращения	Экзотермические процессы	Материальный и энергетический расчет сложных экзотермических процессов	2
6	Основные понятия стехиометрии. Химические превращения	Экзотермические процессы	Материальный и энергетический расчет сложных экзотермических процессов	2
7	Расчет аппаратов химической технологии	Расчет реактора	Расчет материального баланса обратимых реакций при заданной производительности реактора	2
8	Расчет аппаратов химической технологии	Расчет реактора	Расчет материального баланса обратимых реакций при заданной производительности реактора	2

9	Расчет аппаратов химической технологии	Расчет теплообменных аппаратов	Критериальные уравнения тепловых процессов, тепловые балансы, расчет теплообменных аппаратов	2
10	Расчет аппаратов химической технологии	Расчет теплообменных аппаратов	Критериальные уравнения тепловых процессов, тепловые балансы, расчет теплообменных аппаратов	2
11	Расчет аппаратов химической технологии	Процесс абсорбции	Материальный баланс процесса абсорбции, расчет насадочных и тарельчатых абсорберов	2
12	Расчет аппаратов химической технологии	процесс абсорбции	Материальный баланс процесса абсорбции, расчет насадочных и тарельчатых абсорберов	2
13	Расчет аппаратов химической технологии	Процесс абсорбции	Материальный баланс процесса абсорбции, расчет насадочных и тарельчатых абсорберов	2
14	Расчет аппаратов химической технологии	Процесс ректификации	Материальный и тепловой баланс процесса ректификации	2
15	Расчет аппаратов химической технологии	Процесс ректификации	Материальный и тепловой баланс процесса ректификации	2
16	Расчет аппаратов химической технологии	Процесс ректификации	Материальный и тепловой баланс процесса ректификации	2
Итого за семестр:				32
Итого:				32

4.4. Содержание самостоятельной работы

Наименование раздела	Вид самостоятельной работы	Содержание самостоятельной работы (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов
5 семестр			
Основные понятия стехиометрии. Химические превращения	Самостоятельное изучение материала	Конспектирование основной и дополнительной литературы по темам: Основные понятия стехиометрии. Химические превращения. Основные законы стехиометрии. Закон сохранения энергии. Закон постоянства состава. Закон кратных отношений. Закон Авогадро и его следствия. Принципы составления материальных балансов. Основные показатели химических процессов.	22

Основные понятия стехиометрии. Химические превращения	Подготовка к практическим занятиям	Изучение теоретического материала по теме проведения практического занятия, оформление отчета	6
Расчет аппаратов химической технологии	Самостоятельное изучение материала	Конспектирование основной и дополнительной литературы по темам: Критерии эффективности протекания химико-технологических процессов. Материальные и тепловые балансы химических процессов. Теплопередача в химической аппаратуре. Основы расчета энергетического баланса. Баланс обратимых химических процессов.	14
Расчет аппаратов химической технологии	Подготовка к практическим занятиям	Изучение теоретического материала по теме проведения практического занятия, оформление отчета	10
Расчет аппаратов химической технологии	Подготовка к зачету	Подготовка по вопросам к зачету	8
Итого за семестр:			60
Итого:			60

5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)

№ п/п	Библиографическое описание	Ресурс НТБ СамГТУ (ЭБС СамГТУ, IPRbooks и т.д.)
Основная литература		
1	Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи); ХИМИЗДАТ , 2020.- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu iprbooks 97815	Электронный ресурс
2	Нестерова, Т.Н. Стехиометрия, материальные и энергетические расчеты в химии и химической технологии : учеб. пособие / Т. Н. Нестерова, С. В. Востриков; Самар.гос.техн.ун-т, Технология органического и нефтехимического синтеза.- Самара, 2014.- 403 с.- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 2142	Электронный ресурс
3	Расчет ректификационной установки; Сибирский федеральный университет, 2016.- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu iprbooks 84110	Электронный ресурс
4	Теоретические основы расчета машин и аппаратов переработки нефти и газа; Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2019.- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu iprbooks 102103	Электронный ресурс
Дополнительная литература		
5	Инженерные методы расчета задач теплообмена; Сибирский федеральный университет, 2014.- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu iprbooks 84354	Электронный ресурс

6	Исследование и разработка методов расчета ректификационных колонн химических производств; Северо-Кавказский федеральный университет, 2014.- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu iprbooks 63209	Электронный ресурс
7	Основные конструкции и тепловой расчет теплообменников; Университет ИТМО, 2012.- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu iprbooks 68674	Электронный ресурс

Доступ обучающихся к ЭР НТБ СамГТУ (elib.samgtu.ru) осуществляется посредством электронной информационной образовательной среды университета и сайта НТБ СамГТУ по логину и паролю.

6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения

При проведении лекционных занятий используется мультимедийное оборудование.

Организовано взаимодействие обучающегося и преподавателя с использованием электронной информационной образовательной среды университета.

№ п/п	Наименование	Производитель	Способ распространения
1	Microsoft Windows 8.1 Professional операционная система	Microsoft (Зарубежный)	Лицензионное
2	Microsoft Office 2013	Microsoft (Зарубежный)	Лицензионное
3	Антивирус Kaspersky EndPoint Security	«Лаборатории Касперского» (Отечественный)	Лицензионное
4	Математическое программное обеспечение Mathcad	ЗАО «СофтЛайн Трейд» (Зарубежный)	Лицензионное
5	Программное обеспечение для программирования, численных расчетов и визуализации результатов Matlab	ЗАО «СофтЛайн Трейд» (Зарубежный)	Лицензионное
6	RPMS (Система моделирования нефтеперерабатывающего и нефтехимического производства)	Подразделение промышленной автоматизации Honeywell (Зарубежный)	Лицензионное

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование	Краткое описание	Режим доступа
1	РОСПАТЕНТ	http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru	Ресурсы открытого доступа
2	Консультант плюс	http://www.consultant.ru	Ресурсы открытого доступа

3	консультационный центр Matlab и Simulink	http://matlab.exponenta.ru	Ресурсы открытого доступа
4	Scopus - база данных рефератов и цитирования	http://www.scopus.com/	Зарубежные базы данных ограниченного доступа
5	Международная термохимическая база данных	webbook.nist.gov	Ресурсы открытого доступа

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Лекционные занятия

Аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер/ноутбук), учебно-наглядные пособия, тематические иллюстрации).

Специализированная мебель: 27 ученических парт, стол и стул для преподавателя, тумба, доска.

Практические занятия

Аудитории для практических занятий укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Набор учебно-наглядных пособий, обеспечивающих тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин: комплект плакатов «Химия» 560x800 мм.

Специализированная мебель: 14 ученических столов, 28 ученических стульев, стол и стул для преподавателя, доска.

Лабораторные занятия

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

Самостоятельная работа

Помещение для самостоятельной работы оснащено компьютерной техникой, с возможностью подключения к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду СамГТУ и специализированной мебелью.

9. Методические материалы

Методические рекомендации при работе на лекции

До лекции студент должен просмотреть учебно-методическую и научную литературу по теме лекции с тем, чтобы иметь представление о проблемах, которые будут разбираться в лекции.

Перед началом лекции обучающимся сообщается тема лекции, план, вопросы, подлежащие рассмотрению, доводятся основные литературные источники. Весь учебный материал, сообщаемый преподавателем, должен не просто прослушиваться. Он должен быть активно воспринят, т.е. услышан, осмыслен, понят, зафиксирован на бумаге и закреплен в памяти. Приступая к слушанию нового учебного материала, полезно мысленно установить его связь с ранее изученным. Следя за техникой чтения лекции (акцент на существенном, повышение тона, изменение ритма, пауза и т.п.), необходимо вслед за преподавателем уметь выделять основные категории, законы и определять их содержание, проблемы, предполагать их возможные решения, доказательства и выводы. Осуществляя такую работу, можно значительно облегчить себе понимание учебного материала, его конспектирование и дальнейшее изучение.

Конспектирование лекции позволяет обработать, систематизировать и лучше сохранить полученную информацию с тем, чтобы в будущем можно было восстановить в памяти основные, содержательные моменты. Типичная ошибка, совершаемая обучающимся, дословное конспектирование

речи преподавателя. Как правило, при записи «слово в слово» не остается времени на обдумывание, анализ и синтез информации. Отбирая нужную информацию, главные мысли, проблемы, решения и выводы, необходимо сокращать текст, строить его таким образом, чтобы потом можно было легко в нем разобраться. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых можно будет делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. С окончанием лекции работа над конспектом не может считаться завершенной. Нужно еще восстановить отдельные места, проверить, все ли понятно, уточнить что-то на консультации и т.п. с тем, чтобы конспект мог быть использован в процессе подготовки к практическим занятиям, зачету, экзамену. Конспект лекции – незаменимый учебный документ, необходимый для самостоятельной работы.

Методические рекомендации при подготовке и работе на практическом занятии

Практические занятия по дисциплине проводятся в целях выработки практических умений и приобретения навыков в решении профессиональных задач.

Рекомендуется следующая схема подготовки к практическому занятию:

1. ознакомление с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы;
2. проработка конспекта лекции;
3. чтение рекомендованной литературы;
4. подготовка ответов на вопросы плана практического занятия;
5. выполнение тестовых заданий, задач и др.

Подготовка обучающегося к практическому занятию производится по вопросам, разработанным для каждой темы практических занятий и (или) лекций. В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы.

Работа студентов во время практического занятия осуществляется на основе заданий, которые выдаются обучающимся в начале или во время занятия. На практических занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике занятий. Обучающимся необходимо обращать внимание на основные понятия, алгоритмы, определять практическую значимость рассматриваемых вопросов. На практических занятиях обучающиеся должны уметь выполнить расчет по заданным параметрам или выработать определенные решения по обозначенной проблеме. Задания могут быть групповые и индивидуальные. В зависимости от сложности предлагаемых заданий, целей занятия, общей подготовки обучающихся преподаватель может подсказать обучающимся алгоритм решения или первое действие, или указать общее направление рассуждений. Полученные результаты обсуждаются с позиций их адекватности или эффективности в рассмотренной ситуации.

Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению с учетом потребностей и возможностей обучающегося.

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий;
- на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания;
- на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации

задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.;

- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств представлен в приложении № 1.

**Фонд оценочных средств
по дисциплине
Б1.О.03.07 «Материальные и тепловые расчеты»**

Код и направление подготовки (специальность)	18.03.01 Химическая технология
Направленность (профиль)	Технология химических производств
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2022
Институт / факультет	Кафедры филиала ФГБОУ ВО "СамГТУ" в г. Новокуйбышевске
Выпускающая кафедра	кафедра "Химия и химическая технология" (НФ-ХТ)
Кафедра-разработчик	кафедра "Химия и химическая технология" (НФ-ХТ)
Объем дисциплины, ч. / з.е.	108 / 3
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Зачет

**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю),
соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной
программы**

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Общепрофессиональные компетенции			
Профессиональная методология	ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-2.1 Использует математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности в химической технологии	Владеть навыками решения практических задач проектирования и расчета химических производств
			Знать основные понятия и методы математического анализа, линейной алгебры, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики; основы проведения материальных и тепловых расчетов в химической технологии
			Уметь применять знания о теоретических основах процессов химической технологии в профессиональной деятельности при осуществлении материальных и тепловых расчетов
Научные исследования и разработки	ОПК-5 Способен осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные	ОПК-5.2 Выполняет наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности	Владеть навыками наблюдения и описания технологии химических производств

			Знать физико-химические свойства и способы определения качества сырья, реагентов, конечного продукта и их влияние на основные параметры технологического процесса
			Уметь выполнять расчеты по заданной методике основных процессов и аппаратов; применять на практике методы расчета основных процессов с учетом требований техники безопасности

Матрица соответствия оценочных средств запланированным результатам обучения

Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства	Текущий контроль успеваемости	Промежуточная аттестация
Основные понятия стехиометрии. Химические превращения				
ОПК-2.1 Использует математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности в химической технологии	Уметь применять знания о теоретических основах процессов химической технологии в профессиональной деятельности при осуществлении материальных и тепловых расчетов	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
	Знать основные понятия и методы математического анализа, линейной алгебры, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики; основы проведения материальных и тепловых расчетов в химической технологии	Вопросы к зачету	Нет	Да
		Устный опрос	Да	Нет
		Устный доклад	Да	Нет
Владеть навыками решения практических задач проектирования и расчета химических производств	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет	
ОПК-5.2 Выполняет наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности	Владеть навыками наблюдения и описания технологии химических производств	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
	Уметь выполнять расчеты по заданной методике основных процессов и аппаратов; применять на практике методы расчета основных процессов с учетом требований техники безопасности	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
	Знать физико-химические свойства и способы определения качества сырья, реагентов, конечного продукта и их влияние на основные параметры технологического процесса	Вопросы к зачету	Нет	Да
		Устный опрос	Да	Нет
		Устный доклад	Да	Нет
Расчет аппаратов химической технологии				

ОПК-2.1 Использует математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности в химической технологии	Знать основные понятия и методы математического анализа, линейной алгебры, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики; основы проведения материальных и тепловых расчетов в химической технологии	Вопросы к зачету	Нет	Да	
		Устный опрос	Да	Нет	
		Устный доклад	Да	Нет	
	Уметь применять знания о теоретических основах процессов химической технологии в профессиональной деятельности при осуществлении материальных и тепловых расчетов	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет	
	Владеть навыками решения практических задач проектирования и расчета химических производств	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет	
ОПК-5.2 Выполняет наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности	Уметь выполнять расчеты по заданной методике основных процессов и аппаратов; применять на практике методы расчета основных процессов с учетом требований техники безопасности	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет	
		Знать физико-химические свойства и способы определения качества сырья, реагентов, конечного продукта и их влияние на основные параметры технологического процесса	Вопросы к зачету	Нет	Да
			Устный опрос	Да	Нет
		Владеть навыками наблюдения и описания технологии химических производств	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
		Устный доклад	Да	Нет	

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы.

Формы текущего контроля успеваемости

Примерный перечень вопросов к отчету по практическим занятиям

Практическое занятие №1. Термохимические расчеты в химической технологии. Кинетические расчеты химического процесса

1. Сформулируйте закон Гесса.
2. Какая величина называется энтальпией?
3. Какие значения энтальпии характеризуют эндотермический и экзотермический процессы?
4. Приведите пример термохимического уравнения реакции.
5. Как формулируется следствие из закона Гесса?
6. Какая величина называется стандартной теплотой образования вещества?
7. Что характеризует энтропия?
8. Какой критерий характеризует возможность самопроизвольного протекания реакций? Как он рассчитывается?
9. Как на основании изменения энергии Гиббса определить направленность химической реакции?

Практическое занятие №2. Термохимический анализ процессов. Тепловой баланс сложных химических превращений»

1. Какие величины и почему для реакции при постоянном объеме и давлении, являются функциями состояния?
2. Что такое теплота образования, нейтрализации, разбавления, интегральная теплота растворения?
3. Как вычислить тепловой эффект реакции по теплотам образования и теплотам сгорания веществ?
4. Какие химические превращения являются сложными?
5. Дайте определение внутренней энергии. Каково значение ее в выражении первого закона термодинамики? Перечислите ее свойства.
6. Что называется тепловым эффектом химической реакции?
7. Какие уравнения называются термохимическими? Каким свойством они обладают?
8. В каких случаях теплота – это функция процесса, а в каких – функция состояния?

Практическое занятие №3-4. «Материальные расчеты. Основные характеристики химических процессов»

1. Основные соотношения материального баланса простых реакций
2. Какой закон лежит в основе материальных расчетов любого химического процесса?
3. В каких единицах выполняются материальные расчеты?
4. Принципы составления материальных балансов
5. Основные показатели химических процессов
6. Дайте определение молярной массы и молярной доли

7. Чем отличается общий материальный баланс от постадийного баланса?

Задача: При жидкофазном хлорировании бензола при 100% конверсии хлора получили жидкую часть реакционной смеси, которая содержит, % масс.: C_6H_5Cl – 40,0; $C_6H_4Cl_2$ – 1,5;

C_6H_6 – остальное. Рассчитать без учета потерь органических веществ с потоком газообразного хлористого водорода:

- выход хлорбензола по бензолу;
- расходную норму хлора на 1000 кг хлорбензола;
- выход хлорбензола по хлору;
- массу хлористого водорода, образующегося при получении 1000 кг хлорбензола.

Практическое занятие №5-6 «Материальный и энергетический расчет сложных экзотермических процессов»

1. В чем заключается системный подход к задаче рационального использования материальных и энергетических ресурсов в химической технологии?
2. С чего начинается анализ химико-технологического процесса?
3. Какие процессы относятся к сложным экзотермическим процессам?
4. Что такое материальный баланс химического производства?
5. Для каких целей используют тепловую энергию в химической промышленности?
6. Как определяется тепловой эффект экзотермических реакций?

Практическое занятие №7-8 «Расчет материального баланса обратимых реакций при заданной производительности реактора»

1. Какое состояние системы характеризуют константой химического равновесия?
2. Расскажите о влиянии температуры на величину константы химического равновесия.
3. Почему при выполнении расчетов с использованием константы равновесия необходимо знать вид уравнения и единицы концентрации веществ?
4. Какую особенность имеют расчеты константы фазового равновесия с участием твердых веществ?
5. Какой физический смысл при расчете реакторов имеет параметр «Степень превращения»?
6. Основы расчета изотермического процесса в реакторе
7. Сравнение эффективности работы реакторов, описываемых различными моделями – идеального смешения и идеального вытеснения
8. Особенности поддержания оптимального температурного режима в случае проведения необратимых и обратимых химических реакций
9. Напишите уравнение материального баланса реактора в общем виде
10. Чем вызвано отклонение от идеальных моделей в реальных реакторах?

Практическое занятие № 9-10 «Критериальные уравнения тепловых процессов, тепловые балансы, расчет теплообменных аппаратов»

1. Что входит в первичные исходные данные для расчета теплообменного аппарата?
2. Определение средней разности температур в теплообменнике и средней температуры продукта
3. Определение ориентировочной площади поверхности теплообмена
4. Напишите основные уравнения, применяемые при тепловом расчете поверхностных аппаратов

5. Изобразите характерные схемы движения теплоносителей и поясните их
6. Какие уравнения лежат в основе расчета рекуперативного теплообменного аппарата?
7. По какой формуле определяется коэффициент теплопередачи теплообменника?
8. Какие величины влияют на коэффициент теплопередачи?

Практическое занятие № 11-13 «Материальный баланс процесса абсорбции, расчет насадочных и тарельчатых абсорберов»

1. Какова сущность абсорбции? Каким законам массопередачи подчиняется процесс абсорбции?
2. Какому закону подчиняется равновесие в процессах абсорбции?
3. В чем заключается расчет насадочных и тарельчатых абсорберов?
4. Какие уравнения используются для расчетов коэффициентов массоотдачи в газовой и жидкой средах?
5. Что такое средняя движущая сила процесса абсорбции? Пути увеличения движущей силы процесса.
6. Что называют минимальным и оптимальным удельными расходами абсорбента? Как влияет изменение удельного расхода абсорбента на расход абсорбента и объем абсорбера?
7. В чем особенности гидродинамических режимов работы насадочных колонн? Какова зависимость гидравлического сопротивления от скорости газа в колонне?
8. Поясните физическое содержание основного уравнения массопередачи и коэффициента массопередачи
9. Материальный баланс процесса абсорбции.
10. Уравнение линии рабочих концентраций и порядок её построения.

Практическое занятие №14-16 «Материальный и тепловой баланс процесса ректификации»

1. Физическая сущность процесса ректификации
 2. Принцип осуществления процесса с иллюстрацией на диаграмме температура-состав
 3. Схема и принцип работы ректификационной установки
 4. Материальный баланс ректификационной колонны
 5. Основные допущения, принимаемые при расчете процесса ректификации
 6. Уравнения рабочих линий ректификационной колонны
 7. Изображение процесса ректификации на фазовой диаграмме x-y
 8. Флегмовое число и его влияние на работу ректификационной колонны
 9. Тепловой баланс ректификационной колонны
 10. Раскройте физический смысл объемного коэффициента массопередачи. Как его используют для определения высоты массообменного аппарата?
- Задача: В ректификационную колонну подают 1800 кг/ч водного раствора, содержащего 14% масс. метанола. Из верхней части колонны отбирают дистиллят, содержащий 92% метанола, а из нижней части отводят кубовый остаток, содержащий 0,2% метанола. Рассчитайте потоки дистиллята и кубового остатка.

Примерные темы докладов

1. Принципы составления материальных балансов
2. Постадийный материальный баланс

3. Описание материальных потоков химико-технологического процесса
4. Зависимость материального баланса от способов задания исходных материалов
5. Основы расчета баланса химических реакций
6. Основы расчета энергетического баланса
7. Энергетические потоки теплофизических процессов
8. Энергетический баланс химических реакций
9. Баланс обратимых химических реакций
10. Составления материальных балансов и материальные расчеты химико-технологических процессов
11. Равновесие химико-технологических процессов
12. Составление энергетического (теплого) баланса и тепловые расчеты химико-технологических процессов
13. Расчет тепловых процессов с сепарацией фаз
14. Материальный и тепловой расчёты простой перегонки
15. Равновесие при адсорбции и материальный баланс
16. Материальный и тепловой балансы ректификационной колонны

Формы промежуточной аттестации

Примерный перечень вопросов для промежуточной аттестации (зачет)

1. Простые и сложные химические реакции
2. Понятие «Стехиометрическое уравнение»
3. Понятия «Мольные количества» и «Мольный поток»
4. Понятие «Полнота превращения реагентов».
5. Материальный баланс простого превращения. Что предшествует составлению материального баланса?
6. Понятие «Сводный материальный баланс сложного превращения».
7. Типы сложных превращений.
8. Стехиометрически независимые реакции. Ранг стехиометрической матрицы. Ключевые компоненты.
9. Обратимые превращения. Стехиометрически независимые реакции в обратимых превращениях.
10. Материальный баланс для обратимого превращения без учета потерь и неполноты превращения реагентов.
11. Параллельные превращения. Материальный баланс для параллельных превращений без учета потерь и неполноты превращения реагентов.
12. Основные характеристики химических процессов. Понятие «Степень конверсии исходных реагентов»
13. Основные характеристики химических процессов. Понятие «Выход продуктов на пропущенное сырье». Расчет выхода продуктов на пропущенное сырье.
14. Основные характеристики химических процессов. Понятие «Выход продуктов на превращенное сырье или селективность процесса по интересующим продуктам».
15. Основные характеристики химических процессов. Понятие «Селективность процесса по избранному направлению, по избранному типу превращения». Расчет селективности процесса по избранному направлению, по избранному типу превращения
16. Термохимический анализ процессов. Энтальпии образования веществ.
17. Термохимический анализ процессов. Энтальпии реакций.

18. Назначение расчетов тепловых балансов процессов. Изотермические и адиабатические процессы. Экзотермические и эндотермические процессы.
19. Алгоритм расчета теплового баланса для индивидуальных превращений
20. Алгоритм расчета теплового баланса для сложных превращений
21. Тепловые процессы и аппараты. Их роль. Виды теплообмена. Теплофизические свойства веществ. Тепловые балансы.
22. Тепловой расчет теплообменной аппаратуры. Принцип расчета.
23. Материальный и тепловой баланс выпарного аппарата.
24. Материальный баланс массообменного процесса. Рабочая линия процесса.
25. Материальный баланс абсорбера. Рабочая линия абсорбера
26. Последовательность расчета абсорбера
27. Материальный баланс ректификационной установки непрерывного действия
28. Уравнения рабочих линий процесса ректификации
29. Тепловой баланс ректификационной установки
30. Материальный баланс процесса сушки. Тепловой баланс процесса сушки. Уравнения теплового баланса конвективных и контактных сушилок.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Оценивание знаний, умений, навыков и опыта деятельности проводятся на основе сведений, приводимых в матрице соответствия оценочных средств запланированным результатам обучения.

Цель текущего контроля успеваемости по учебным дисциплинам в семестре – проверка приобретаемых обучающимися знаний, умений, навыков в контексте формирования установленных образовательной программой компетенций в течение семестра. Текущий контроль осуществляется через систему оценки преподавателем всех видов работ обучающихся, предусмотренных рабочей программой дисциплины и учебным планом.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание результатов освоения дисциплины посредством испытания в форме экзамена (зачета). Промежуточная аттестация проводится в конце изучения дисциплины.

Разработанный фонд оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации используется для осуществления контрольно-измерительных мероприятий и выработки обоснованных управляющих и корректирующих действий в процессе приобретения обучающимися необходимых знаний, умений и навыков, формирования соответствующих компетенций в результате освоения дисциплины.

Учебная дисциплина как правило формирует несколько компетенций, процедура оценивания представлена в таблице:

№	Наименование оценочного средства	Периодичность и способ проведения процедуры оценивания	Виды выставляемых оценок
1	Отчет по практическим занятиям (5 семестр)	Систематически в соответствии с расписанием занятий, письменно	зачет/незачет
2	Устный доклад (5 семестр)	Систематически в соответствии с расписанием занятий после изучения соответствующих разделов, устно	по пятибалльной шкале
3	Зачет (5 семестр)	На этапе промежуточной аттестации	зачет/незачет

На этапе промежуточной аттестации (зачет) используется система оценки успеваемости обучающихся, которая позволяет преподавателю оценить сформированность планируемых результатов обучения (дескрипторов), а также уровень освоения материала обучающимися.

Форма оценки знаний (зачет): «Зачет»; «Незачет».

Шкала оценивания:

«Зачет» – выставляется, если сформированность заявленных образовательных результатов компетенций оценивается не ниже «удовлетворительно» при условии отсутствия критерия «неудовлетворительно». Выставляется, когда обучающийся показывает хорошие знания изученного учебного материала; самостоятельно, логично и последовательно излагает и

интерпретирует материалы учебного курса; полностью раскрывает смысл предлагаемого вопроса; владеет основными терминами и понятиями изученного курса; показывает умение переложить теоретические знания на предполагаемый практический опыт.

«Незачет» – выставляется, если при ответе обучающегося выявились существенные пробелы в знаниях основных положений фактического материала, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины.

На этапе промежуточной аттестации (экзамен) используется система оценки успеваемости обучающихся, которая позволяет преподавателю оценить сформированность планируемых результатов обучения, а также уровень освоения материала обучающимися.

Форма оценки знаний (пятибалльная шкала): оценка - 5 «отлично»; 4 «хорошо»; 3 «удовлетворительно»; 2 «неудовлетворительно».

Шкала оценивания:

«Отлично» – выставляется, если сформированность заявленных образовательных результатов компетенций оценивается критериями «хорошо» и «отлично», при условии отсутствия оценки «неудовлетворительно»: студент показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи повышенной сложности, свободно использовать справочную литературу, делать обоснованные выводы из результатов анализа конкретных ситуаций;

«Хорошо» – выставляется, если сформированность заявленных образовательных результатов компетенций оценивается критериями «хорошо» и «отлично», при условии отсутствия оценки «неудовлетворительно», допускается оценка «удовлетворительно»: обучающийся показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты анализа конкретных ситуаций;

«Удовлетворительно» – выставляется, если сформированность заявленных образовательных результатов компетенций оценивается критериями «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично»: обучающийся показал знание основных положений фактического материала, умение получить с помощью преподавателя правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой, знакомство с рекомендованной справочной литературой;

«Неудовлетворительно» – выставляется, если при ответе обучающегося выявились существенные пробелы в знаниях основных положений фактического материала, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины.

Ответы и решения обучающихся оцениваются по следующим общим критериям: распознавание проблем; определение значимой информации; анализ проблем; аргументированность; использование стратегий; творческий подход; выводы; общая грамотность. Обучающиеся обязаны сдавать все задания в сроки, установленные преподавателем. Оценка «Удовлетворительно» по дисциплине, может выставляться и при неполной сформированности компетенций в ходе освоения отдельной учебной дисциплины, если их формирование предполагается продолжить на более поздних этапах обучения, в ходе изучения других учебных дисциплин

Лабораторные работы и практические занятия оцениваются: «зачет», «незачет». Ответы и решения обучающихся оцениваются по следующим общим критериям: распознавание проблем; определение значимой информации; анализ проблем; аргументированность; использование стратегий; творческий подход; выводы; общая грамотность. Для оценивания тестовых заданий возможно использование балльно-рейтинговой оценки. Соответствие критериев оценивания сформированности планируемых результатов обучения (дескрипторов) системам оценок представлено в таблице:

Интегральная оценка

Критерии	Традиционная оценка	Балльно-рейтинговая оценка
5	5 (отлично)	86 - 100
4	4 (хорошо)	61-85
3	3 (удовлетворительно)	51-60
2 и 1	2, незачет	0-50
5,4,3	Зачет	51-100