

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Заболотный, Галина Владимировна

Должность: Директор филиала

Дата подписания: 18.06.2023 14:44:03

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.В.03 «Технологические расчеты в химической технологии»

<b>Код и направление подготовки (специальность)</b>	18.04.01 Химическая технология
<b>Направленность (профиль)</b>	Технология химических производств
<b>Квалификация</b>	Магистр
<b>Форма обучения</b>	Очно-Заочная
<b>Год начала подготовки</b>	2022
<b>Институт / факультет</b>	Кафедры филиала ФГБОУ ВО "СамГТУ" в г. Новокуйбышевске
<b>Выпускающая кафедра</b>	кафедра "Химия и химическая технология" (НФ-ХТ)
<b>Кафедра-разработчик</b>	кафедра "Химия и химическая технология" (НФ-ХТ)
<b>Объем дисциплины, ч. / з.е.</b>	144 / 4
<b>Форма контроля (промежуточная аттестация)</b>	Экзамен

### **Б1.В.03 «Технологические расчеты в химической технологии»**

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) **18.04.01 Химическая технология**, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от № 910 от 07.08.2020 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 .....	7
4.3 Содержание практических занятий .....	7
4.4. Содержание самостоятельной работы .....	8
5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю) .....	9
6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения .....	10
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) .....	11
9. Методические материалы .....	12
10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) .....	13

**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)
Профессиональные компетенции			
Не предусмотрено	ПК-3 Способен планировать производственную деятельность, рассчитывать производственные мощности	ПК-3.1 Рассчитывает производственные мощности, технические характеристики, конструктивные особенности и режимы работы оборудования, правила его эксплуатации	Владеть навыками проведения технологических расчетов процессов химической технологии
			Знать расчетные показатели технологического процесса, технические характеристики, конструктивные особенности и режимы работы оборудования
			Уметь рассчитывать производственные мощности, технические характеристики, конструктивные показатели технологического оборудования, материальный и тепловой баланс процессов
		ПК-3.3 Вносит предложения по совершенствованию технологических процессов, повышению качества выпускаемой продукции	Владеть навыками выполнения технологических расчетных работ
			Знать направления и методы совершенствования технологических процессов нефтехимии и нефтепереработки; пути повышения качества выпускаемой продукции

		Уметь разрабатывать предложения по совершенствованию технологических процессов, повышению качества выпускаемой продукции; осуществлять технологические расчеты вносимых предложений
--	--	---

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы: **часть, формируемая участниками образовательных отношений**

Код компетенции	Предшествующие дисциплины	Параллельно осваиваемые дисциплины	Последующие дисциплины
ПК-3	Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов	Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов	Выбор аппаратного оформления химических производств; Выбор оборудования производств углеводородного сырья; Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы; Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов; Производственная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика; Производственная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика; Системный анализ процессов химической технологии и нефтепереработки

## 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	3 семестр часов / часов в электронной форме
<b>Аудиторная контактная работа (всего),</b> в том числе:	32	32
Лекции	8	8
Практические занятия	24	24
<b>Самостоятельная работа (всего),</b> в том числе:	76	76

подготовка к практическим занятиям	24	24
подготовка к экзамену	12	12
составление конспектов	40	40
<b>Контроль</b>	36	36
<b>Итого: час</b>	144	144
<b>Итого: з.е.</b>	4	4

#### 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	Принципы составления материальных и энергетических (тепловых) балансов. Материальные и тепловые расчеты химико-технологических процессов	4	0	16	40	60
2	Основы расчета основного технологического оборудования химической технологии	4	0	8	36	48
	<b>Контроль</b>	0	0	0	0	36
	<b>Итого</b>	8	0	24	76	144

#### 4.1 Содержание лекционных занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема лекции	Содержание лекции (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
<b>3 семестр</b>				
1	Принципы составления материальных и энергетических (тепловых) балансов. Материальные и тепловые расчеты химико-технологических процессов	Составление материального баланса	Теоретический и практический материальный баланс. Расходные коэффициенты, особенности их определения. Особенности составления материальных балансов необратимых химико-технологических процессов.	2
2	Принципы составления материальных и энергетических (тепловых) балансов. Материальные и тепловые расчеты химико-технологических процессов	Составление теплового баланса	Тепловой эффект реакции. Особенности расчета теплоты химических и физических превращений. Расходные коэффициенты. Расчет теплового баланса промышленных процессов	2

3	Основы расчета основного технологического оборудования химической технологии	Основы расчета массообменных аппаратов	Основные типовые конструкции аппаратов колонного типа: массообменные аппараты с фиксированной и со свободной поверхностью контакта фаз, плёночные массообменные аппараты. Общие принципы определения и расчета режимно-технологических параметров работы и нахождения основных геометрических размеров колонных аппаратов: диаметра и высоты колонных аппаратов. Представления об оптимальных гидродинамических режимах работы аппаратов. Макроэкономика массообменных процессов	2
4	Основы расчета основного технологического оборудования химической технологии	Основы расчета химических реакторов	Требования, предъявляемые к промышленным реакторам. Реактор смешения периодического действия. Реактор идеального вытеснения. Реактор полного смешения. Каскад реакторов полного смешения. Особенности расчета реакторов различного типа: одноступенчатого реактора непрерывного действия полного смешения, расчет каскада из реакторов.	2
<b>Итого за семестр:</b>				<b>8</b>
<b>Итого:</b>				<b>8</b>

## 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
<b>3 семестр</b>				
1	Принципы составления материальных и энергетических (тепловых) балансов. Материальные и тепловые расчеты химико-технологических процессов	Определение расходных коэффициентов	Теоретические и практические расходные коэффициенты химикотехнологического процесса. Примеры решения задач по определению расходных коэффициентов.	2
2	Принципы составления материальных и энергетических (тепловых) балансов. Материальные и тепловые расчеты химико-технологических процессов	Стехиометрия и концентрация в расчетах технологических процессов	Расчеты технологических процессов, в результате которых происходит химическое изменение вещества. Закон постоянства состава и закон кратных отношений в технологических расчетах	2

3	Принципы составления материальных и энергетических (тепловых) балансов. Материальные и тепловые расчеты химико-технологических процессов	Составление энергетических балансов	Значение энергетических балансов химико-технологических процессов. Примеры решения задач по расчету энергетических балансов. Тепловой баланс реактора синтеза этилового спирта. Определение энтальпии и теплового эффекта химической реакции	4
4	Принципы составления материальных и энергетических (тепловых) балансов. Материальные и тепловые расчеты химико-технологических процессов	Составление материальных балансов	Значение материальных балансов химико-технологических процессов. Примеры решения задач по расчету материальных балансов. Материальный баланс процесса нейтрализации азотной кислоты аммиаком. материальный баланс производства этилового спирта прямой гидратацией этилена.	4
5	Принципы составления материальных и энергетических (тепловых) балансов. Материальные и тепловые расчеты химико-технологических процессов	Расчет материального и теплового балансов отдельных видов химических производств	Графический метод расчета процесса ректификации бинарных смесей. Материальный баланс ректификационной колонны. Тепловой баланс ректификационной колонны. Технологические расчеты процесса производства аммиака.	4
6	Основы расчета основного технологического оборудования химической технологии	Расчет тепловой изоляции	Способ расчета толщины изоляции. Основные расчетные зависимости для определения теплозащитных свойств теплоизоляционных конструкций. Расчет тепловой изоляции трубопроводов и оборудования	4
7	Основы расчета основного технологического оборудования химической технологии	Элементы расчета химических реакторов	Определение основных конструктивных размеров аппаратов. Производительность аппарата. Объем реакционной зоны аппаратов. Решение задач	4
<b>Итого за семестр:</b>				<b>24</b>
<b>Итого:</b>				<b>24</b>

#### 4.4. Содержание самостоятельной работы

Наименование раздела	Вид самостоятельной работы	Содержание самостоятельной работы (перечень дидактических единиц; рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов
<b>3 семестр</b>			
Принципы составления материальных и энергетических (тепловых) балансов. Материальные и тепловые расчеты химико-технологических процессов	Самостоятельное изучение материала	Конспектирование основной и дополнительной литературы по темам: Материальные балансы химических процессов. Принципы составления материальных балансов. Основные показатели химических процессов. Общий материальный баланс. Постадийный материальный баланс. Принципы составления энергетических балансов. Подготовка к экзамену по вопросам раздела	24



Принципы составления материальных и энергетических (тепловых) балансов. Материальные и тепловые расчеты химико-технологических процессов	Подготовка к практическим занятиям	Изучение теоретического материала по теме проведения практических занятий, оформление отчета	16
Основы расчета основного технологического оборудования химической технологии	Самостоятельное изучение материала	Конспектирование основной и дополнительной литературы по темам: Статическая и динамическая форма теплового баланса. Общая методика составления и решения систем уравнений балансов химикотехнологических систем. Методы решения систем уравнений балансов. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Определение выхода основного и побочных продуктов, расходных коэффициентов по сырью, производственных потерь химикотехнологических процессов. Расчёты коэффициентов расхода для реакций. Подготовка к экзамену по вопросам раздела.	28
Основы расчета основного технологического оборудования химической технологии	Подготовка к практическим занятиям	Изучение теоретического материала по теме проведения практических занятий, оформление отчета	8
<b>Итого за семестр:</b>			<b>76</b>
<b>Итого:</b>			<b>76</b>

### 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); <b>ХИМИЗДАТ</b> , 2020.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu iprbooks 97815">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu iprbooks 97815</a>	Электронный ресурс
2	Методы теплового расчета трубопроводов различного назначения; Тюменский индустриальный университет, 2016.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu iprbooks 83701">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu iprbooks 83701</a>	Электронный ресурс
3	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: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 2142">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 2142</a>	Электронный ресурс

4	Расчет рекуперативных теплообменных аппаратов; Донской государственный технический университет, 2019.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  117837">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  117837</a>	Электронный ресурс
5	Расчеты и моделирование в химической технологии с применением Mathcad; Казанский национальный исследовательский <b>технологический</b> университет, 2018.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  100601">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  100601</a>	Электронный ресурс
6	Филиппов, В.В. Процессы и аппараты химической технологии : справочник / В. В. Филиппов, В. Д. Измайлов; Самарский государственный технический университет, Химическая технология и промышленная экология .- 2-е изд., испр. и доп..- Самара, 2021.- 54 с..- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  elib  5338">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  elib  5338</a>	Электронный ресурс
Дополнительная литература		
7	Номограммы, графики и табличные данные для технологических расчетов процессов переработки нефти и газа : справочное пособие / Самарский государственный технический университет, Химическая технология переработки нефти и газа; сост. В. Г. Власов [и др..]- Самара, 2017.- 91 с..- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  elib  5597">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  elib  5597</a>	Электронный ресурс
8	Процессы и аппараты химических технологий. Теория и практика насадочных аппаратов; Санкт-Петербургский государственный университет промышленных <b>технологий</b> и дизайна, 2020.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  118413">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  118413</a>	Электронный ресурс

Доступ обучающихся к ЭР НТБ СамГТУ ([elib.samgtu.ru](http://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	Программное обеспечение «Антиплагиат. Эксперт»	АО «Антиплагиат» (Отечественный)	Лицензионное
4	Антивирус Kaspersky EndPoint Security	«Лаборатории Касперского» (Отечественный)	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	<a href="http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru">http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru</a>	Ресурсы открытого доступа
2	Консультант плюс	<a href="http://www.consultant.ru">http://www.consultant.ru</a>	Ресурсы открытого доступа
3	консультационный центр Matlab и Simulink	<a href="http://matlab.exponenta.ru">http://matlab.exponenta.ru</a>	Ресурсы открытого доступа
4	Нефтепереработка и нефтехимия. Электронная библиотека.	<a href="http://oilr.ru/">http://oilr.ru/</a>	Ресурсы открытого доступа
5	Scopus - база данных рефератов и цитирования	<a href="http://www.scopus.com/">http://www.scopus.com/</a>	Зарубежные базы данных ограниченного 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, учебно-наглядные пособия, тематические иллюстрации). Технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории, набор демонстрационного оборудования: экран, проектор, переносной ноутбук. Набор учебно-наглядных пособий, обеспечивающих тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин: комплект плакатов «Химия» 560x800 мм. 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. Технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории, набор демонстрационного оборудования: экран, проектор, переносной 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 закреплён 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 завершённой. 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.

Приложение 1 к рабочей программе дисциплины  
Б1.В.03 «Технологические расчеты в химической  
технологии»

**Фонд оценочных средств  
по дисциплине  
Б1.В.03 «Технологические расчеты в химической технологии»**

<b>Код и направление подготовки (специальность)</b>	18.04.01 Химическая технология
<b>Направленность (профиль)</b>	Технология химических производств
<b>Квалификация</b>	Магистр
<b>Форма обучения</b>	Очно-Заочная
<b>Год начала подготовки</b>	2022
<b>Институт / факультет</b>	Кафедры филиала ФГБОУ ВО "СамГТУ" в г. Новокуйбышевске
<b>Выпускающая кафедра</b>	кафедра "Химия и химическая технология" (НФ-ХТ)
<b>Кафедра-разработчик</b>	кафедра "Химия и химическая технология" (НФ-ХТ)
<b>Объем дисциплины, ч. / з.е.</b>	144 / 4
<b>Форма контроля (промежуточная аттестация)</b>	Экзамен

**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)
Профессиональные компетенции			
Не предусмотрено	ПК-3 Способен планировать производственную деятельность, рассчитывать производственные мощности	ПК-3.1 Рассчитывает производственные мощности, технические характеристики, конструктивные особенности и режимы работы оборудования, правила его эксплуатации	Владеть навыками проведения технологических расчетов процессов химической технологии
			Знать расчетные показатели технологического процесса, технические характеристики, конструктивные особенности и режимы работы оборудования
			Уметь рассчитывать производственные мощности, технические характеристики, конструктивные показатели технологического оборудования, материальный и тепловой баланс процессов
		ПК-3.3 Вносит предложения по совершенствованию технологических процессов, повышению качества выпускаемой продукции	Владеть навыками выполнения технологических расчетных работ
			Знать направления и методы совершенствования технологических процессов нефтехимии и нефтепереработки; пути повышения качества выпускаемой продукции

Уметь разрабатывать предложения по совершенствованию технологических процессов, повышению качества выпускаемой продукции; осуществлять технологические расчеты вносимых предложений

### Матрица соответствия оценочных средств запланированным результатам обучения

Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства	Текущий контроль успеваемости	Промежуточная аттестация
<b>Принципы составления материальных и энергетических (тепловых) балансов. Материальные и тепловые расчеты химико-технологических процессов</b>				
ПК-3.1 Рассчитывает производственные мощности, технические характеристики, конструктивные особенности и режимы работы оборудования, правила его эксплуатации	<b>Уметь</b> рассчитывать производственные мощности, технические характеристики, конструктивные показатели технологического оборудования, материальный и тепловой баланс процессов	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
	<b>Владеть</b> навыками проведения технологических расчетов процессов химической технологии	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
	<b>Знать</b> расчетные показатели технологического процесса, технические характеристики, конструктивные особенности и режимы работы оборудования	Вопросы к экзамену	Нет	Да
ПК-3.3 Вносит предложения по совершенствованию технологических процессов, повышению качества выпускаемой продукции	<b>Знать</b> направления и методы совершенствования технологических процессов нефтехимии и нефтепереработки; пути повышения качества выпускаемой продукции	Вопросы к экзамену	Нет	Да
	<b>Владеть</b> навыками выполнения технологических расчетных работ	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
	<b>Уметь</b> разрабатывать предложения по совершенствованию технологических процессов, повышению качества выпускаемой продукции; осуществлять технологические расчеты вносимых предложений	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
<b>Основы расчета основного технологического оборудования химической технологии</b>				



ПК-3.1 Рассчитывает производственные мощности, технические характеристики, конструктивные особенности и режимы работы оборудования, правила его эксплуатации	<b>Уметь</b> рассчитывать производственные мощности, технические характеристики, конструктивные показатели технологического оборудования, материальный и тепловой баланс процессов	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
	<b>Знать</b> расчетные показатели технологического процесса, технические характеристики, конструктивные особенности и режимы работы оборудования	Вопросы к экзамену	Нет	Да
	<b>Владеть</b> навыками проведения технологических расчетов процессов химической технологии	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
ПК-3.3 Вносит предложения по совершенствованию технологических процессов, повышению качества выпускаемой продукции	<b>Владеть</b> навыками выполнения технологических расчетных работ	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
	<b>Уметь</b> разрабатывать предложения по совершенствованию технологических процессов, повышению качества выпускаемой продукции; осуществлять технологические расчеты вносимых предложений	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
	<b>Знать</b> направления и методы совершенствования технологических процессов нефтехимии и нефтепереработки; пути повышения качества выпускаемой продукции	Вопросы к экзамену	Нет	Да

**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**

**Примерные вопросы к практическим занятиям**

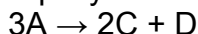
**Практическое занятие № 1 «Определение расходных коэффициентов»**

1. Что такое расходный коэффициент?
2. Что необходимо знать для расчета расходных коэффициентов?
3. Что такое теоретический расходный коэффициент? Практический расходный коэффициент?
4. От чего зависят расходные коэффициенты?
5. Как определяется стехиометрический расходный коэффициент для химической реакции?

Задания:

1. Определить количество аммиака, требуемое для производства 100000 т в год азотной кислоты и расход воздуха на окисление аммиака ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ), если цех работает 355 дней в году, выход оксида азота  $x_1 = 0,97$ , степень абсорбции  $x_2 = 0,92$ , а содержание аммиака в сухой аммиачно-воздушной смеси – 7.13 %.

2. Подали на реакцию 18 г вещества А. Из них прореагировало 12 г. В результате реакции образовалось 4 г вещества С.



$M(A)=12$  г/моль;  $M(C)=15$  г/моль;

Найти:

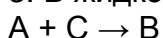
- а) конверсию вещества А ( $X_A$ );
- б) селективность вещества С по веществу А:

$$(S_C^A)$$

- в) расходные коэффициенты (при потерях – 5%):

$$\alpha_{C \text{ стех}}^A, \alpha_{C \text{ конв}}^A, \alpha_{C \text{ селек}}^A, \alpha_{C \text{ потерь}}^A$$

3. В жидкофазном химическом процессе получают вещество В:



Потери веществ А и С составляют:  $P_A = 1,5\%$ ;  $P_C = 5\%$ .

Содержание основных компонентов в технических веществах (чистота): А – 59%; С – 35%; В – 95%.

Плотности веществ А и С:  $\rho_A = 1,794$  кг/ $\text{м}^3$ ;  $\rho_C = 1,65$  кг/ $\text{м}^3$ .

$M(A)=30$  г/моль;  $M(C)=80$  г/моль;  $M(B)=100$  г/моль.

Цена исходных реагентов:  $C_A = 50$  руб./ $\text{м}^3$ ;  $C_C = 80$  руб./ $\text{м}^3$

Рассчитать расходные коэффициенты для веществ А и С на получение 1 тонны вещества В, выраженные в  $[\text{т}/\text{т}]$  и  $[\text{м}^3/\text{т}]$  и затраты для получения 1 тонны В.

4. Рассчитать расходный коэффициент для природного газа, содержащего 97% (по объему) метана, в производстве уксусной кислоты (на 1т) из ацетальдегида. Выход ацетилена из метана составляет 15% от теоретически возможного, ацетальдегида из ацетилена – 60%, а уксусной кислоты из ацетальдегида 90%.

5. Рассчитать расходные коэффициенты по сырью на производство 1 т «Х» % ацетальдегида, если степень превращения ацетилена составляет «У». Потери

ацетальдегида в производстве составляют «Z» %. Соотношение исходных реагентов – стехиометрическое. Исходные данные приведены в таблице (варианты а-д).

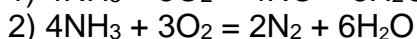
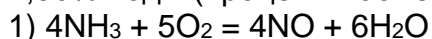
Индекс	а	б	в	г	д
X	97	97	98	98	99
Y	40	45	48	50	55
Z	1,0	1,0	2,0	2,3	2,5

## Практическое занятие № 2 «Стехиометрия и концентрация в расчетах технологических процессов»

- Способы выражения концентраций
- Какие величины используются для описания хода и оценки результатов процесса?

Задания:

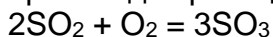
1. При получении азотной кислоты применяют реактор, в котором проводят окисление аммиака на катализаторе из платиновой сетки. Для окисления используются воздух, обогащенный кислородом. Газовая смесь, поступающая на окисление, содержит 11,3 % аммиака, 23,14 % кислорода, 63,0 % азота, 2,56% воды (проценты объемные). Реакция происходит в двух направлениях:



Степени превращения аммиака  $L'\text{NH}_3 = 0.97$ ,  $L''\text{NH}_3 = 0.03$

Рассчитать концентрацию кислорода в газах после реакции, приняв, что реагенты ведут себя как идеальный газ.

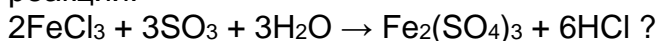
2. В установке для производства серной кислоты контактным способом происходит реакция окисления:



Газ, подводимый к контактному реактору окисления  $\text{SO}_2$ , состоит из 10%  $\text{O}_2$ , 11%  $\text{O}_2$ , 79%  $\text{N}_2$  (объем). Газ, покидающий реактор, содержит 6,8%  $\text{O}_2$  (объем.).

Рассчитать степень превращения  $\text{SO}_2$  и концентрации  $\text{SO}_3$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{N}_2$  в газах после реакции.

3. Смешали 325 г хлорида железа ( $\text{FeCl}_3$ ), 50 г воды ( $\text{H}_2\text{O}$ ) и пропустили через эту смесь 70 л газообразного оксида серы ( $\text{SO}_3$ ). Какое из реагирующих веществ находится в недостатке? Сколько граммов соли  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  образуется в данной реакции:



$M(\text{FeCl}_3)=162.5$  г/моль;  $M(\text{H}_2\text{O})=18$  г/моль;  $M(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3)=400$  г/моль.

3. На реакцию подано 345 кг вещества А. Прореагировало – 340 кг вещества А. Определить конверсию по веществу А. Определить селективность по товарному продукту, если образовалось 289 кг В. Реакция  $\text{A} \rightarrow \text{B}$ . Молярные массы (кг/кмоль): А – 58, В – 54.

4. Рассчитать состав смеси кислот, приготовленной из 200 кг 72%-ной серной кислоты, 200 кг олеума с содержанием 25% свободной  $\text{SO}_3$ , 200 кг 48%-ной  $\text{HNO}_3$ . Выразить состав полученной смеси в весовых и молярных процентах.

5. Рассчитать стехиометрическую концентрацию пропана  $C_3H_8$  в % объемных и  $г/м^3$  при температуре  $250\text{ }^\circ\text{C}$  и давлении  $95\text{ кПа}$ .

### Практическое занятие № 3 «Составление энергетических балансов»

1. Дайте определения энергетического баланса  
2. Перечислите требования, которые предъявляются к форме и содержанию энергетических балансов промышленных предприятий. По каким характеристикам можно определить эффективность энергоиспользования на промышленном объекте?

3. Уравнение теплового баланса и сохранение тепловой энергии

Задания:

1. Один из методов получения ацетилена — термоокислительный крекинг (пиролиз) метана. Вычислите стандартную теплоту этой реакции при температуре  $298\text{ К}$ .

2. При производстве оксида этилена по реакции  $C_2H_4 + 0.5O_2 = C_2H_4O$  при  $280\text{ }^\circ\text{C}$  и  $1\text{ атм}$  этилен и кислород входят в реактор при  $80\text{ }^\circ\text{C}$ , причем кислород берут в  $10\%$ -ном избытке. Степень превращения  $C_2H_4$  равна  $80\%$ . Определить количество теплоты для поддержания изотермического процесса, если в час в реактор поступает  $140\text{ кг } C_2H_4$ .

3. На первый слой контактного аппарата поступает  $40000\text{ м}^3/ч$  газа, содержащего  $8\% SO_2$ ,  $13\% O_2$  и  $79\% N_2$  (по объему) с температурой  $420\text{ }^\circ\text{C}$ . Определите температуру газа после слоя, если конверсия  $SO_2$  в реакции окисления составляет  $70\%$ , а тепловой эффект реакции равен в среднем  $94.2\text{ кДж/моль}$ . Средняя удельная теплоемкость газа равна  $1.9\text{ кДж/(кг}\times\text{K)}$ . Рассчитайте расход холодного ( $150\text{ }^\circ\text{C}$ ) газа состава  $8\% SO_2$ ,  $13\% O_2$  и  $79\% N_2$  (по объему), на получение смешанного газа с температурой  $460\text{ }^\circ\text{C}$ .

4. На сколько градусов повысится температура  $30\%$ -ного раствора аммиачной воды ( $NH_3\times H_2O$ ), если к  $400\text{ г}$  его прилить  $50\text{ г}$   $20\%$ -ного раствора  $HCl$ ? Начальная температура растворов  $12\text{ }^\circ\text{C}$ ; теплоемкость полученного раствора  $3\text{ кДж/(кг}\times\text{K)}$ . Количество тепла, выделяющегося при смешении, равно  $-11800\text{ Дж}$ .

5. Определить количество тепла, которое следует отвести, если известно, что с реагентом вводится тепла  $Q_{\text{прихода}} = 107\text{ кДж/мин}$ ; тепловой эффект реакции  $\Delta H = 110\text{ кДж/моль}$ ; расход реагента на реакцию  $F_{A0} = 1500\text{ кг/ч}$ , его молярная масса  $M_A = 32\text{ кг/кмоль}$ ; выводится тепло в количестве ( $Q_{\text{отвода}} = 1140\text{ кДж/мин}$ ; потери тепла составляют  $5\%$  от суммы  $Q_{\text{прихода}}$ ; температура —  $560\text{ К}$ ,  $X_A = 100\%$ .

6. Определить количество тепла, которое следует отвести и поверхность теплообмена, если известно, что с реагентом вводится тепло  $Q_{\text{прих.}} = 107\text{ кДж/с}$ ; тепловой эффект реакции  $\Delta H = 110\text{ кДж/моль}$ ; расход реагента на реакцию  $F_{A0} = 1500\text{ кг/ч}$ ; его молярная масса  $M_A = 32\text{ кг/кмоль}$ ; выводится тепло в количестве  $Q_{\text{отв.}} = 1140\text{ кДж/с}$ ; потери тепла  $Q_{\text{пот.}} = 5\%$  от  $\sum Q_{\text{прих}}$ ; коэффициент теплопередачи  $K = 390\text{ Дж/(м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C)}$ ; разность температур  $\Delta t = 87\text{ }^\circ\text{C}$ .

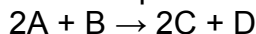
7. Рассчитать тепловой баланс контактного аппарата для частичного окисления  $SO_2$  производительностью  $25000\text{ м}^3/ч$ , если состав газовой смеси:  $SO_2 - 9\%$ (об),  $O_2 - 11\%$ (об),  $N_2 - 80\%$ (об). Степень окисления  $88\%$ . Температура входящего газа  $460\text{ }^\circ\text{C}$ ; выходящего —  $580\text{ }^\circ\text{C}$ . Средняя теплоемкость смеси (условно считаем ее неизменной)  $c = 2.052\text{ кДж/(м}^3/\text{град)}$ . Потери тепла в окружающую среду принимаем  $5\%$  от прихода теплоты.

## Практическое занятие № 4 «Составление материальных балансов»

1. Сформулируйте основные принципы составления материальных балансов
2. Как составляется материальный баланс периодических процессов?
3. Что такое диаграммы материального баланса?

Задания:

1. Рассчитать материальный баланс газофазного процесса:



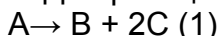
на получение 1 тонны вещества D при условии, что:

$M(A)=5$  кг/кмоль;  $M(B)=7$  кг/кмоль;  $M(C)=4$  кг/кмоль;  $M(D)=9$  кг/кмоль;  $X_A=0,4$ ;  $X_B=0,8$ .

Результаты расчетов занести в таблицу материального баланса:

Вещество	Приход			Расход		
	масса (кг)	объем (м <sup>3</sup> )	% масс.	масса (кг)	объем (м <sup>3</sup> )	% масс.
A						
B						
C						
D						
$\Sigma$						

2. Для реакций



составить материальный баланс по компонентам, если известно  $N_{A,O} = 850$  кмоль;

$N_B = 250$  кмоль;  $N_D = 180$  кмоль.

3. Составьте материальный баланс процесса нейтрализации азотной кислоты аммиаком на 1 т нитрата аммония (аммиачной селитры). Концентрация азотной кислоты 55%, газообразного аммиака—100%, нитрата аммония —85%. Потери аммиака и азотной кислоты — 1 %.

4. Составьте упрощенный материальный баланс производства этилового спирта прямой гидратацией этилена. Состав исходной парогазовой смеси (в % по объему): этилен — 60, водяной пар — 40. Степень гидратации этилена — 5%. Расчет вести на 1 т этилового спирта. Побочные реакции и давление не учитывать.

5. Составьте материальный баланс процесса упаривания 100 т раствора NaOH, если первоначальная концентрация его была 15%-ной, а упаренного раствора 60%-ной. Потери при упаривании составляют 0,3%.

6. Составьте материальный баланс производства 1 т чистого метилового спирта, если исходная смесь газов состоит только из CO и H<sub>2</sub> в соотношении 1:2, конверсия синтез — газа 20%. Выход метилового спирта составляет 87% от теоретического.

## Практическое занятие № 5 «Расчет материального и теплового балансов отдельных видов химических производств»

1. В ректификационную колонну непрерывного действия подается 6 т/ч смеси, содержащей 40% сероуглерода и 60% четыреххлористого углерода (по массе). Составить материальный и тепловой балансы ректификационной колонны, рассчитать расход греющего пара в кубе и расход воды в дефлегматоре.

Данные для расчета:

- а) дистиллят содержит 98% CS<sub>2</sub> по массе;
- б) содержание CS<sub>2</sub> в кубовом остатке 5% по массе;
- в) коэффициент избытка флегмы равен 2.0;
- г) куб обогревается насыщенным водяным паром с температурой 100<sup>0</sup>С;
- д) вода нагревается в дефлегматоре на 10<sup>0</sup>С.

Температура кипения и состав пара смеси CS<sub>2</sub>–CCl<sub>4</sub> приведены в таблице:

$x(\text{CS}_2)$ , мол.	Р- р	0	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
	п ар	0	13.2	24	42.3	54.4	64.5	72.6	79.1	84.8	90.1	95	100
$t_{\text{кип}}, ^\circ\text{C}$		76.7	73.7	71.0	66.0	62.3	59.0	56.1	53.7	51.6	49.6	47.9	46.3

2. На ректификацию поступает 2 т/ч смеси, содержащей 45% воды и 55% уксусной кислоты (по массе). Составить материальный и тепловой балансы колонны. определить число теоретических тарелок. Рассчитать расход греющего пара в кубе и расход воды в дефлегматоре.

Данные для расчета:

- а) содержание уксусной кислоты в дистилляте 7%, в кубовом остатке – 94% (по массе);
- б) коэффициент избытка флегмы 1.8;
- в) куб обогревается насыщенным водяным паром с температурой 160<sup>0</sup>С;
- г) вода нагревается в дефлегматоре на 20<sup>0</sup>С.

Температура кипения и состав пара смеси H<sub>2</sub>O–CH<sub>3</sub>COOH приведены в таблице:

$x(\text{CS}_2)$ , мол.	Р- р	0	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
	п ар	0	13.2	24	42.3	54.4	64.5	72.6	79.1	84.8	90.1	95	100
$t_{\text{кип}}, ^\circ\text{C}$		76.7	73.7	71.0	66.0	62.3	59.0	56.1	53.7	51.6	49.6	47.9	46.3

3. Составить материальный и тепловой балансы синтеза аммиака. Расчет вести на 1000 м<sup>3</sup> свежей азото-водородной смеси.

Данные для расчета:

- а) состав свежей азото-водородной смеси: 99.6 % (3H<sub>2</sub>+N<sub>2</sub>), 0.4% CH<sub>4</sub> (по объему);
- б) давление в системе составляет 300 атм, температура в колонне синтеза 600<sup>0</sup>С;
- в) отдувочные газы содержат 5% CH<sub>4</sub> и 5% NH<sub>3</sub>;
- г) молярные теплоемкости газов на выходе из колонны принять равными:

$$C_p(N_2) = 7.44 \text{ кал/моль}\cdot\text{град}; C_p(H_2) = 7.02 \text{ кал/моль}\cdot\text{град};$$

$$C_p(CH_4) = 12.84 \text{ кал/моль}\cdot\text{град}; C_p(NH_3) = 13.49 \text{ кал/моль}\cdot\text{град};$$

- д) тепловые потери составляют 5% от теплосодержания газов на выходе из колонны.

Примечание: растворимостью газов в жидком аммиаке пренебречь.

### Практическое занятие № 6 «Расчет тепловой изоляции»

1. Для каких целей применяется тепловая изоляция?
2. Требования предъявляемые к тепловой изоляции технологических аппаратов
3. Какие материалы применяют в качестве тепловой изоляции?
4. Что такое многослойная тепловая изоляция, из каких слоев она обычно состоит?
5. Когда применяется многослойная тепловая изоляция?
6. Порядок расчета тепловой изоляции

Задания:

1. Паропровод длиной 40 м, диаметром 51×2,5 мм покрыт слоем изоляции толщиной 30 мм; температура наружной поверхности изоляции  $t_2 = 42\text{ }^\circ\text{C}$ , внутренней  $t_1 = 175\text{ }^\circ\text{C}$ . Определить количество теплоты, теряемое паропроводом в 1 ч. Коэффициент теплопроводности изоляции  $\lambda = 0,116\text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{K})$
2. Колонна для ректификации жидкого воздуха покрыта слоем тепловой изоляции из шлаковой ваты толщиной 250 мм. Температура жидкости внутри колонны  $190\text{ }^\circ\text{C}$ , температура воздуха в помещении  $20\text{ }^\circ\text{C}$ . Какое количество теплоты может проникать из окружающего воздуха в колонну через  $1\text{ м}^2$  поверхности, если пренебречь термическими сопротивлениями со стороны жидкости, окружающего воздуха и металлической стенки колонны?
3. Аппарат диаметром 2 м и высотой 5 м покрыт слоем теплоизоляции из асбеста толщиной 75 мм. Температура стенки аппарата  $155\text{ }^\circ\text{C}$ , температура наружной поверхности изоляции  $30\text{ }^\circ\text{C}$ . Определить расход теплоты (тепловой поток) через слой изоляции.

### Практическое занятие № 6 «Элементы расчета химических реакторов»

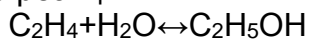
1. В изотермических реакторах происходит реакция:



М, кг/кмоль:  $A=120$   $B=118$   $C=2$

Количество сырья  $F_{A0} = 14,3$  кмоль/ч; конверсия  $X_A = 45\%$ ; селективность  $S_B^A = 83\%$ . Определить число трубчатых реакторов, необходимых для обеспечения заданной производительности, если число труб в одном реакторе  $n = 28$ ; длина трубы  $L = 1$  м; диаметр трубы  $d=185$  мм; производительность  $1\text{ м}^3$  катализатора – 97 кг продукта В за один час.

2. Этиловый спирт получают по реакции



М, кг/кмоль:  $(C_2H_4)=28$   $(H_2O)=18$   $(C_2H_5OH)=46$

Известно следующее:

1. Суточная производительность по спирту  $N_B=260$  т/сутки.
2. Чистота спирта – 92,4% масс.
3. Конверсия этилена  $X_A = 4,3\%$ ; селективность  $S_B^A = 95\%$ .
4. Условное время контакта  $V$  подачи  $C_2H_4 = 2000\text{ ч}^{-1}$ , объем катализатора в одном реакторе  $V_{кат.(1)} = 10\text{ м}^3$

Определить число необходимых реакторов.

3. В реактор поступает сырьё с линейной скоростью  $\omega = 0,8$  м/с.

Найдите объемную скорость подачи сырья [ $\text{ч}^{-1}$ ], если объем реактора равен  $12\text{ м}^3$ , а его диаметр – 500 мм.

4. Установка состоит из  $n$ -ного количества реакторов, в каждый из которых загружено  $5\text{ м}^3$  катализатора. Производительность катализатора  $100\text{ м}^3/(\text{час}\cdot\text{м}^3)$ .

Всего на установке получают 780 кг/ч продукта. Определить количество реакторов на установке.

5. Рассчитать объемы РИС-Н и РИВ до достижения заданной степени превращения  $X_A$  и сравнить их объемы.

Дано:

Схема реакции  $A + B = R + S$ ;

Объемный расход реагентов  $G_{V0} = G_{V,A} + G_{V,B}$ , м<sup>3</sup>/ч 6

Соотношение потоков  $G_{V,A} / G_{V,B}$  1:3

Начальная концентрация реагента А  $C_{A0}$ , моль/ л 0,16

Начальная концентрация реагента В  $C_{B0}$ , моль/ л 0,12

Константа скорости реакции  $k$ , л/моль·мин 5,0

Степень превращения,  $X_A$  0,7

### Формы промежуточной аттестации

#### Примерный перечень вопросов для промежуточной аттестации (экзамен)

1. Классификация химико-технологических процессов (ХТП)
2. Основные расчетные показатели химико-технологического процесса
3. Особенности расчета теплоты химических и физических превращений
4. Материальный и тепловой балансы
5. Термодинамические характеристики химических процессов.
6. Взаимосвязь равновесных выходов, концентраций, степеней превращения и констант равновесия
7. Факторы, обеспечивающие повышение равновесных выходов и степеней превращения
8. Характеристика гомогенных и гетерогенных, обратимых и необратимых химико-технологических процессов.
9. Факторы, влияющие на скорость химико-технологического процесса и выход продукта
10. Взаимосвязь производительности и интенсивности со степенью превращения и скоростью химико-технологического процесса.
11. Классификация реакторов. Типичные промышленные реакторы периодического и непрерывного действия.
12. Принцип организации теплообмена. Сравнительный анализ технологических режимов.
13. Расчеты расходных коэффициентов
14. Составление материальных балансов необратимых химико-технологических процессов
15. Составление материального баланса промышленных процессов, основанных на обратимых реакциях
16. Составление теплового баланса
17. Материальный и тепловой баланс химического реактора
18. Требования, предъявляемые к промышленным реакторам
19. Общие принципы определения и расчета режимно-технологических параметров работы и нахождения основных геометрических размеров химических реакторов
20. Материальный и тепловой баланс ректификационной колонны
21. Основные типовые конструкции аппаратов колонного типа
22. Общие принципы определения и расчета режимно-технологических параметров работы и нахождения основных геометрических размеров колонных аппаратов
23. Особенности расчета реакторов различного типа
24. Расчет каскада химических реакторов



## 25. Оптимальные гидродинамические режимы работы технологических аппаратов

### Примерная структура билета



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»  
Филиал в г. Новокуйбышевске

Кафедра «Химия и химическая технология»

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

по дисциплине «Технологические расчеты в химической технологии»

1. Основные расчетные показатели химико-технологического процесса
2. Взаимосвязь равновесных выходов, концентраций, степеней превращения и констант равновесия
3. Общие принципы определения и расчета режимно-технологических параметров работы и нахождения основных геометрических размеров колонных аппаратов

Для направления 18.04.01 Химическая технология

Составитель:

\_\_\_\_\_ ФИО

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ ФИО

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года

## **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	Систематически в соответствии с расписанием занятий, письменно	зачет/незачет
2	Экзамен	На этапе промежуточной аттестации	по пятибалльной шкале

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.