

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

Дзержинский политехнический институт (филиал)

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института

_____ А.М.Петровский
“__26__” _____ марта _____ 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ОД.6 Системный анализ процессов химической технологии

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 15.03.02 Технологические машины и оборудование

Направленность: Технологическое оборудование химических и нефтехимических производств

Форма обучения: очная, заочная

Год начала подготовки 2025

Выпускающая кафедра Технологическое оборудование и транспортные системы

Кафедра разработчик Технологическое оборудование и транспортные системы

Объем дисциплины 72 / 2
часов / з.е

Промежуточная аттестация зачет

Разработчик: д.т.н., доцент А.А.Сидягин

Дзержинск, 2025 г.

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование, утвержденным приказом МИНОБРНАУКИ России от 9 августа 2021 г. № 728 на основании учебного плана, принятого УС ДПИ НГТУ

протокол от 20.03.2025 № 7

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры-разработчика РПД Технологическое оборудование и транспортные системы

протокол от 26.03.2025 № 4а

Заведующий кафедрой к.т.н., доцент _____
(подпись)

В.А. Диков
(Ф. И. О.)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой
Технологическое оборудование и транспортные системы

К.т.н., доцент _____ В.А. Диков
(подпись)

Начальник ОУМБО _____ И.В. Старикова
(подпись)

Рабочая программа зарегистрирована в ОУМБО: 15.03.02 - 40

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи освоения дисциплины	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	4
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)	4
4. Структура и содержание дисциплины	7
5. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины	14
6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины	16
7. Информационное обеспечение дисциплины	16
8. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ.....	18
9. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине	18
10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины	19
11. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....	22

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цель освоения дисциплины:

Целью освоения дисциплины является изучение принципов системного подхода применительно к оценке эффективного функционирования химико-технологических систем

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

- организация рабочих мест, их техническое оснащение с размещением технологического оборудования;
- разработка рабочей проектной и технической документации, оформление законченных проектно-конструкторских работ;
- проведение контроля соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Системный анализ процессов химической технологии» включена в перечень дисциплин вариативной части (формируемой участниками образовательных отношений), определяющей направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО, ОП и УП.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Основы проектирования», «Машины и аппараты химических производств», «Специальное оборудование предприятий химии и переработки пластмасс»

Дисциплина «Системный анализ процессов химической технологии» является основополагающей для прохождения преддипломной практики и подготовки и выполнения ВКР.

Рабочая программа дисциплины «Системный анализ процессов химической технологии» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся, по их личному заявлению.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Таблица 1- Формирование компетенций дисциплинами по очной форме обучения

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования компетенций дисциплинами							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Код компетенции УК-1								
Философия			+					
Нормативная документация отрасли							+	
Системный анализ процессов химической технологии								+
Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной								+

работы								
--------	--	--	--	--	--	--	--	--

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования компетенций дисциплинами							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Код компетенции ПК-2								
Основы технологии машиностроения							+	
Технологическая (проектно-технологическая практика)						+		
Основы проектирования						+	+	
Машины и аппараты химических производств						+	+	
Нормативная документация отрасли							+	
Специальное оборудование предприятий химии и переработки пластмасс							+	+
Системный анализ процессов химической технологии								+
Основы эргономики и дизайна								+
Основы инженерного творчества								+
Основы строительного дела								+
Современные информационные технологии в проектировании								+
Преддипломная практика								+
Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы								+

ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП

Таблица 2- Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИУК-1.1 Анализирует задачу, выделяет ее базовые составляющие, осуществляет декомпозицию задачи	Знать: методы анализа и декомпозиции инженерных задач	Уметь: выделять базовые составляющие инженерной задачи	Владеть: методологией системного подхода	Тестирование в системе MOO-DLE (75 тестов)	Вопросы для устного собеседования: билеты (22 вопроса)
ПК-2. Способен анализировать исходные данные и принимать проектные решения при разработке новых и реконструкции существующих производств с формированием комплектов проектно-конструкторской документации	ИПК-2.1. Анализирует исходные данные и принимает проектные решения при разработке новых и реконструкции существующих производств	Знать: методы изучения систем (анализ, синтез, оптимизация), основные виды классификации химико-технологических систем (ХТС), методы проведения структурного анализа, принципы построения функциональных, структурных, операторных, технологических схем, способы оценки эффективности функционирования ХТС, пути совершенствования ТС	Уметь: проводить анализ структуры ХТС, представлять материальный баланс ХТС в табличной форме, определять вычислительную последовательность расчета ХТС	Владеть: методами структурного анализа ХТС, методами расчета и представления балансов	Тестирование в системе MOO-DLE (75 тестов)	Вопросы для устного собеседования: билеты (22 вопроса)

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач.ед./72 часа, распределение часов по видам работ семестрам представлено в табл.3.

Формат изучения дисциплины: с использованием элементов электронного обучения.

Таблица 3. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		8
1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего) , в том числе:	34	34
1.1. Аудиторные занятия (всего) , в том числе:	30	30
- лекции (Л)	15	15
- лабораторные работы (ЛР)	-	-
- практические занятия (ПЗ)	15	15
- практикумы (П)		
1.2. Внеаудиторные занятия (всего) , в том числе:	4	4
- групповые консультации по дисциплине	4	4
- групповые консультации по промежуточной аттестации (экзамен)		
- индивидуальная работа преподавателя с обучающимся: - по проектированию: проект (работа) - по выполнению РГР - по выполнению КР - по составлению реферата, доклада, эссе		
2. Самостоятельная работа студента (СРС) (всего)	38	38
Вид промежуточной аттестации : зачет		зачет
Общая трудоемкость, часы/зачетные единицы	72/2	72/2

для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов	курс
		5
1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего) , в том числе:	17	17
1.1. Аудиторные занятия (всего) , в том числе:	12	12
- лекции (Л)	6	6
- лабораторные работы (ЛР)	-	-
- практические занятия (ПЗ)	6	6
- практикумы (П)		
1.2. Внеаудиторные занятия (всего) , в том числе:	5	5
- групповые консультации по дисциплине	4	4
- групповые консультации по промежуточной аттестации (экзамен)		
- индивидуальная работа преподавателя с обучающимся: - по проектированию: проект (работа) - по выполнению РГР - по выполнению КР - по составлению реферата, доклада, эссе	1	1
2. Самостоятельная работа студента (СРС) (всего)	51	51
Вид промежуточной аттестации: зачет	Зачет / 4	Зачет / 4
Общая трудоемкость, часы/зачетные единицы	72 / 2	72 / 2

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, для обучающихся очной формы обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК, ОПК, ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
8 семестр									
	Раздел 1. Теоретические основы системного анализа								
УК-1, ИУК-1.1	Тема 1. Общие положения системного анализа	1	-	-	1	чтение литературы: [6.1.1, с.6–10]			
УК-1, ИУК-1.1	Тема 2. Системный анализ как наука	1	-	-	2	чтение литературы: [6.1.1, с.11–18]			
УК-1, ИУК-1.1	Тема 3. Структура химико-технологических систем	2	-	-	2	чтение литературы: [6.1.1, с.19–30]			
УК-1, ИУК-1.1 ПК-2, ИПК-2.1	Тема 4. Функциональный анализ химико-технологических систем	2	-	-	2	чтение литературы: [6.1.1, с.31–39]			
УК-1, ИУК-1.1 ПК-2, ИПК-2.1	Практическое занятие 1. Ознакомление с функционированием технологической системы			1	3	Подготовка к практическим занятиям. Выполнение заданий для самостоятельной работы. [6.1.1, с.31–39]			
УК-1, ИУК-1.1 ПК-2, ИПК-2.1	Практическое занятие 2. Выполнение структурного анализа технологической системы			1	3	Подготовка к практическим занятиям. Выполнение			

Планируемые (контролируе- мые) результаты освоения: код УК, ОПК, ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактив- ных образователь- ных технологий	Реализация в рамках практичес- кой подготовки (трудоем- кость в часах)	Наименован ие разработан- ного электронног о курса (трудоемкос ть в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
						заданий для самостоятельной работы [6.1.1, с.31–39]			
УК-1, ИУК-1.1 ПК-2, ИПК-2.1	Практическое занятие 3. Разработка операторной схемы технологической системы			2	3	Подготовка к практическим занятиям. Выполнение заданий для самостоятельной работы [6.1.1, с.31–39]			
УК-1, ИУК-1.1 ПК-2, ИПК-2.1	Практическое занятие 4. Коллоквиум – аттестация по пройденному материалу			2	2	Подготовка к тестированию [6.1.1, с.6–39]	Тестирование в системе MOO- DLE 75 вопросов		
	Раздел 2. Поэтапная реализация системного анализа								
УК-1, ИУК-1.1 ПК-2, ИПК-2.1	Тема 5. Декомпозиция системы	1			1	чтение литературы [6.1.1, с.43–46]			
ПК-2, ИПК-2.1	Тема 6. Параметры систем, их определение	1			1	чтение литературы [6.1.1, с.47–48]			
ПК-2, ИПК-2.1	Тема 7. Материальный, энергетический балансы в системе	2			1	чтение литературы [6.1.1, с.49–53]			
ПК-2, ИПК-2.1	Тема 8. Моделирование технических систем	1			1	чтение литературы, [6.1.1, с.54–72]			

Планируемые (контролируе- мые) результаты освоения: код УК, ОПК, ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактив- ных образователь- ных технологий	Реализация в рамках практичес- кой подготовки (трудоем- кость в часах)	Наименован ие разработан- ного электронног о курса (трудоемкос ть в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
ПК-2, ИПК-2.1	Тема 9. Особенности расчета сложных систем	2			1	чтение литературы: [6.1.1, с.76–85]			
ПК-2, ИПК-2.1	Тема 10. Оценка свойств систем	1			1	чтение литературы: [6.1.1, с.86–88]			
ПК-2, ИПК-2.1	Тема 11. Совершенствование технических систем.	1			1	чтение литературы: [6.1.1, с.89–94]			
ПК-2, ИПК-2.1	Практическое занятие 5. Составление таблицы балансов для заданной технологической системы			4	5	Подготовка к практическим занятиям. Выполнение заданий для самостоятельной работы [6.1.1, с.49–53]			
ПК-2, ИПК-2.1	Практическое занятие 6. Представление структуры системы в табличной форме. Определение вычислительной последовательности расчета сложной технической системы			3	5	Подготовка к практическим занятиям. Выполнение заданий для самостоятельной работы [6.1.1, с.40–42]			
ПК-2, ИПК-2.1	Практическое занятие 7. Коллоквиум – аттестация по пройденному материалу			2	3	Подготовка к тестированию [6.1.1, с.40–94]	Тестирование в системе MOO- DLE 75 вопросов		

Планируемые (контролируе- мые) результаты освоения: код УК, ОПК, ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактив- ных образователь- ных технологий	Реализация в рамках практичес- кой подготовки (трудоем- кость в часах)	Наименован ие разработан- ного электронног о курса (трудоемкос ть в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	ИТОГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ	15	0	15	38				

Таблица 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам, для обучающихся заочной формы обучения

Планируемые (контролируе- мые) результаты освоения: код УК, ОПК, ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактив- ных образователь- ных технологий	Реализация в рамках практичес- кой подготовки (трудоем- кость в часах)	Наименован ие разработан- ного электронног о курса (трудоемкос ть в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
8 семестр									
	Раздел 1. Теоретические основы системного анализа								
УК-1, ИУК-1.1	Тема 1. Общие положения	0,5	-	-	3	чтение литературы:			

Планируемые (контролируе- мые) результаты освоения: код УК, ОПК, ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактив- ных образователь- ных технологий	Реализация в рамках практичес- кой подготовки (трудоем- кость в часах)	Наименован ие разработан- ного электронног о курса (трудоемкос ть в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	системного анализа					[6.1.1, с.6–10]			
УК-1, ИУК-1.1	Тема 2. Системный анализ как наука	0,5	-	-	4	чтение литературы: [6.1.1, с.11–18]			
УК-1, ИУК-1.1	Тема 3. Структура химико-технологических систем	1	-	-	4	чтение литературы: [6.1.1, с.19–30]			
УК-1, ИУК-1.1 ПК-2, ИПК-2.1	Тема 4. Функциональный анализ химико-технологических систем	1	-	-	4	чтение литературы: [6.1.1, с.31–39]			
УК-1, ИУК-1.1 ПК-2, ИПК-2.1	Практическое занятие 1. Ознакомление с функционированием технологической системы			2	3	Подготовка к практическим занятиям. Выполнение заданий для самостоятельной работы. [6.1.1, с.31–39]			
УК-1, ИУК-1.1 ПК-2, ИПК-2.1	Практическое занятие 2. Выполнение структурного анализа технологической системы			2	4	Подготовка к практическим занятиям. Выполнение заданий для самостоятельной работы [6.1.1, с.31–39]			
УК-1, ИУК-1.1 ПК-2, ИПК-2.1	Практическое занятие 3. Разработка операторной схемы			2	8	Подготовка к практическим			

Планируемые (контролируе- мые) результаты освоения: код УК, ОПК, ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактив- ных образователь- ных технологий	Реализация в рамках практичес- кой подготовки (трудоем- кость в часах)	Наименован ие разработан- ного электронног о курса (трудоемкос ть в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	технологической системы					занятиям. Выполнение заданий для самостоятельной работы [6.1.1, с.31–39]			
	Раздел 2. Поэтапная реализация системного анализа								
УК-1, ИУК-1.1 ПК-2, ИПК-2.1	Тема 5. Декомпозиция системы	0,5			3	чтение литературы [6.1.1, с.43–46]			
ПК-2, ИПК-2.1	Тема 6. Параметры систем, их определение	0,25			3	чтение литературы [6.1.1, с.47–48]			
ПК-2, ИПК-2.1	Тема 7. Материальный, энергетический балансы в системе	0,5			3	чтение литературы [6.1.1, с.49–53]			
ПК-2, ИПК-2.1	Тема 8. Моделирование технических систем	0,5			3	чтение литературы, [6.1.1, с.54–72]			
ПК-2, ИПК-2.1	Тема 9. Особенности расчета сложных систем	0,5			3	чтение литературы: [6.1.1, с.76–85]			
ПК-2, ИПК-2.1	Тема 10. Оценка свойств систем	0,5			3	чтение литературы: [6.1.1, с.86–88]			
ПК-2, ИПК-2.1	Тема 11. Совершенствование технических систем.	0,25			3	чтение литературы: [6.1.1, с.89–94]			
	ИТОГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ	6	0	6	51				

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

5.1.1. Тесты, для текущего и промежуточного контроля знаний обучающихся проводятся на электронной платформе Moodle на сайте ДПИ НГТУ по адресу: <http://dpingtu.ru/Moodle>. Примерные тестовые задания приведены в разделе 11.1.2 настоящей программы.

5.1.2. Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (зачет)

Перечень вопросов, выносимых на зачет представлен в разделе 11.2 настоящей рабочей программы.

5.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине может применяться балльно-рейтинговая/традиционная система контроля и оценки успеваемости обучающихся.

Таблица 5

Шкала оценивания	Текущее тестирование	Зачет
86-100	Отлично	зачтено
71-85	Хорошо	
55-70	Удовлетворительно	
0-54	Неудовлетворительно	незачтено

Таблица 6. Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-54% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 55-70% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 71-85% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 86-100% от тах рейтинговой оценки контроля
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИУК-1.1. Анализирует задачу, выделяет ее базовые составляющие, осуществляет декомпозицию задачи	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, показывает неумение анализировать задачи, выделять главное; непонимание поставленных целей и задач, что препятствует усвоению последующего материала	Фрагментарные, поверхностные знания по основам системного подхода. Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала. Допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя. Затруднения при формулировании результатов и их решений	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей и выбора оптимальных способов их достижения	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании
ПК-2. Способен анализировать исходные данные и принимать проектные решения при разработке новых и реконструкции существующих производств с формированием комплектов	ИПК-2.1. Анализирует исходные данные и принимает проектные решения при разработке новых и реконструкции существующих производств	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, Показывает неумение анализировать исходные данные и принимать проектные решения; неумение делать обобщения, выводы, что препятствует усвоению последующего материала	Фрагментарные, поверхностные знания лекционного курса; изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала; допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя; затруднения при	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей и определения круга решаемых задач.	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно

проектно- конструкторской документации			формулировании результатов и их решений		исправляемые при собеседовании
--	--	--	---	--	-----------------------------------

Таблица 7. Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает обучающийся, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает обучающийся, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает обучающийся, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает обучающийся, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль).

6.1. Основная литература

6.1.1 **Сидягин, А.А.** Системный анализ процессов химической и пищевой технологии: учеб.пособие для студентов вузов /А.А.Сидягин; Нижегород.гос.техн.ун-т им.Р.Е.Алексеева. – Н.Новгород, 2013. – 101 с.

6.1.2. **Белов, П.Г.** Системный анализ и моделирование опасных процессов в техносфере / П.Г.Белов. – М.: Академия, 2003.– 512 с.

6.2. Дополнительная литература

6.1.3. **Кафаров, В.В.** Методы кибернетики в химии и химической технологии/ В.В.Кафаров. – М.: Химия, 1985. – 468 с.

6.1.4. **Кафаров, В.В.** Математическое моделирование основных процессов химических производств. – М.: Высшая школа, 1991.– 400 с.

6.1.5 **Кафаров, В.В.** Гибкие автоматизированные системы в химической промышленности. /В.В.Кафаров, В.В.Макаров. - М.: Химия, 1990.– 320 с.

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

7.1.Перечень информационных справочных систем

Таблица 8. Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/

7.2. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины

Таблица 9. Программное обеспечение

№ п/п	Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
1	Microsoft Windows 10 (подписка MSDN 700593597, подписка DreamSpark Premium, 19.06.19)	Adobe Acrobat Reader https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html
2	Microsoft VISUAL STUDIO 2008 (подписка MSDN 700593597, подписка DreamSpark Premium, 19.06.19)	Visual Studio Code https://code.visualstudio.com/download
3	Microsoft office 2010 (Лицензия № 49487295 от 19.12.2011)	OpenOffice https://www.openoffice.org/ru/
4	КонсультантПлюс	PTC Mathcad Express https://www.mathcad.com/ru

Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

В таблице 10 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Таблица 10. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№ п/п	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts
2	Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем	https://cyberpedia.su/21x47c0.html
3	Инструменты и веб-ресурсы для веб-разработки – 100+	https://techblog.sdstudio.top/blog/instrumenty-i-veb-resursy-dlia-veb-razrabotki-100-plus

4	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети
---	---	--------------------------

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 11 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта ДПИ НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://dpi.nntu.ru/sveden/ovz/>

Таблица 11 Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение – синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

Согласно Федеральному Закону об образовании 273-ФЗ от 29.12.2012 г. ст. 79, п.8 об адаптированности образовательных программ, АОП разрабатывается по каждой направленности при наличии заявлений от обучающихся, являющихся инвалидами или лицами с ОВЗ и изъявивших желание об обучении по данному типу образовательных программ

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения.

В таблице 12 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ДПИ НГТУ.

Таблица 12 Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
---	---	---	--

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	3204 Аудитория для лекционных и практических занятий Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	Комплект демонстрационного оборудования: ПК, с выходом на мультимедийный проектор, на базе IntelPentium G4560 2 ГГц, 2 Гб ОЗУ, монитор 17' – 1шт. Мультимедийный проектор Epson- 1 шт; Экран – 1 шт.	MicrosoftWindows 7 Домашняя (поставка с ПК)
3	1234 Научно-техническая библиотека ДПИ НГТУ, студенческий читальный зал; Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	Комплект демонстрационного оборудования: ПК, с выходом на мультимедийный проектор, на базе IntelPentium G4560 3.5 ГГц, 4 Гб ОЗУ, монитор 20' – 1шт. Мультимедийный проектор Epson- 1 шт; Экран – 1 шт.; Набор учебно-наглядных пособий	• MicrosoftWindows 10 Домашняя (поставка с ПК) • LibreOffice 6.1.2.1. (свободное ПО) • FoxitReader (свободное ПО); • 7-zip для Windows (свободное ПО)
4	1443а компьютерный класс - помещение для СРС, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	ПК на базе IntelCeleron 2.67 ГГц, 2 Гб ОЗУ, монитор Acer 17' – 4 шт. ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета	• Microsoft Windows 7 (подпискаDreamSpark Premium) • Apache OpenOffice 4.1.8(свободное ПО); • Mozilla Firefox(свободное ПО); • Adobe Acrobat Reader (свободное ПО); • 7-zip для Windows (свободное ПО); • КонсультантПлюс(ГПД № 0332100025418000079 от 21.12.2018);

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа: аудиторная, внеаудиторная, а также проводится в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС).

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

– балльно-рейтинговая технология оценивания, в том числе с применением среды Moodle;

– электронная поддержка методическими материалами и материалами лекционного курса в среде Moodle;

– текущий контроль знаний в форме тестирования в среде MOODLE;

При преподавании дисциплины «Системный анализ процессов химической технологии», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность обучающихся при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Весь лекционный материал курса сопровождается компьютерными презентациями, в которых наглядно преподносятся материал различных разделов курса, что дает возможность обсудить материал с обучающимися во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала. Материалы лекций в виде иллюстрированного текста находятся в доступе в системе MOODLE и могут быть проработаны обучающимися в ходе самостоятельной работы.

На лекциях, практических занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет обучающимся проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием подробно разбираются на практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием как встреч с обучающимися, так и современных информационных технологий (электронная почта).

Иницируется активность обучающихся, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы обучающегося, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости обучающихся в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с учетом текущей успеваемости.

Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях обучающийся исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, обучающийся способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне, если теоретическое содержание курса в основном освоено. При устных собеседованиях обучающийся последовательно излагает учебный материал; при затруднениях способен после наводящих вопросов продолжить обсуждение, справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, обучающийся способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается несформированным, если обучающийся при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки,

неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

10.2. Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (таблица 4.1 и 4.2). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.3. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях

Практические занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения практических занятий является освоение методик изучения химико-технологических систем, обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также разбор примеров в аудиторных условиях.

Практические занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины;
- подведение итогов занятий по рейтинговой системе, согласно технологической карте дисциплины.

10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающихся к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающихся на занятиях и в качестве выполненных заданий для самостоятельной работы и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины обучающиеся могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (таблица 12). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

Для обучающихся по заочной форме обучения самостоятельная работа является основным видом учебной деятельности.

10.5. Методические указания для выполнения контрольной работы обучающимися заочной формы

При выполнении контрольной работы рекомендуется проработка материалов лекций по темам, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

Выполнение контрольной работы способствует лучшему освоению обучающимися учебного материала, формирует практический опыт и умения по изучаемой дисциплине.

11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости

Для текущего контроля знаний обучающихся по дисциплине проводится комплексная оценка знаний, включающая

- выполнение заданий на практических занятиях с окончательным оформлением посредством самостоятельной работы;
- тестирование в электронной системе Moodle по различным разделам курса;
- выполнение заданий в форме контрольных работ для обучающихся заочной формы.

11.1.1. Типовые задания для практических занятий

Каждому студенту предлагается индивидуальное задание в состав которого входит графическое изображение схемы химико-технологической системы и описание ее назначения, оборудования, процессов, происходящих в оборудовании, характеристик потоков, передаваемых из одного элемента системы в другой.

Например:

Описание технологической схемы

Свежий и рециркулирующий этилбензол вместе с небольшим количеством пара подают в теплообменники 3 и 4, где пары нагреваются горячей реакционной смесью до 520 – 530°C. Перегретый до 700°C водяной пар вырабатывают в трубчатой печи 1, откуда он поступает на смешение с парами этилбензола и затем в реактор 5. Реакционная смесь на выходе из реактора имеет температуру 560°C. Она отдает свое тепло вначале в теплообменниках 4 и 3 для подогрева этилбензола и затем в котле-утилизаторе 2 для получения пара низкого давления (этот пар служит для испарения и разбавления этилбензола перед теплообменником 3). Затем парогазовую смесь охлаждают в системе холодильников 6 водой и рассолом, отделяют в сепараторе 7 конденсат от газа, который поступает в линию топливного газа. После этого в сепараторе 8 конденсат разделяют на водную и органическую фазы. Последнюю, содержащую непревращенный этилбензол, стирол и побочные продукты (бензол, толуол), называют печным маслом. Оно поступает на ректификацию, которую оформляют с учетом довольно значительной склонности стирола к термической полимеризации. Чтобы ее предотвратить, используют ингибиторы (например, гидрохинон), снижают температуру перегонки за счет применения вакуума, сокращают время пребывания стиролсодержащих жидкостей в колоннах путем применения насадок, специальных конструкций кубов и т.д. Ректификация затрудняется также близостью температур кипения этилбензола (136°C) и стирола (145°C).

Печное масло поступает в вакуум-ректификационную колонну 9, где от него отгоняют бензол, толуол и большую часть этилбензола. Этот дистиллят в колонне 10 делят на бензол-

толуольную фракцию (бентол) и этилбензол, возвращаемый на дегидрирование. Кубовую жидкость колонны 9, содержащую стирол, направляют в вакуум-ректификационную колонну 11, где отгоняют остатки этилбензола вместе с некоторой частью стирола. Эту смесь возвращают на ректификацию в колонну 9. Кубовую жидкость колонны 11 подвергают заключительной ректификации в вакуумной колонне 12. Дистиллятом является 99,8% стирол, удовлетворяющий по качеству требованиям к этому мономеру. В кубе колонны остается тяжелый остаток, содержащий полимеры стирола. Из него в двух перегонных кубах (на схеме не изображены) периодически отгоняют более летучие вещества, возвращаемые в ректификационную колонну 12.

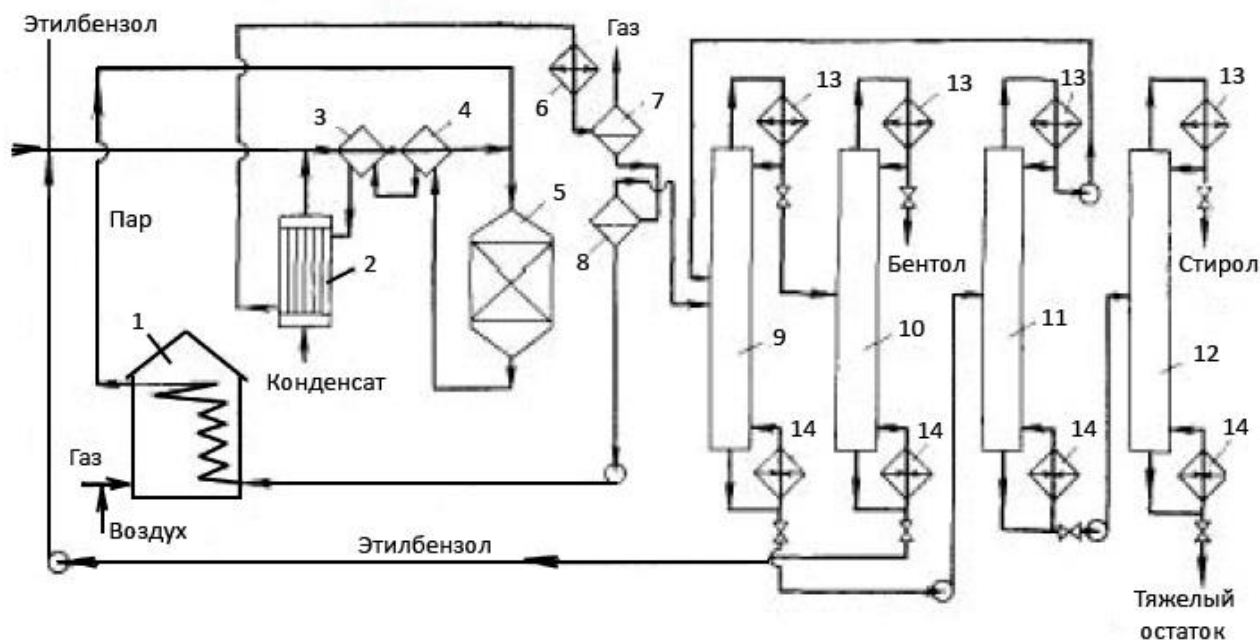


Рис. Технологическая схема производства стирола

1 – трубчатая печь; 2 – котел-утилизатор; 3, 4 – теплообменники; 5 – реактор; 6 – холодильники; 7, 8 – сепараторы; 9-12 – ректификационные колонны; 13 – дефлегматоры; 14 – кипятильники

В ходе практических занятий студент должен изучить данную систему и провести анализ ее характеристик.

Занятие 1. Ознакомление с функционированием технологической системы

Изучить заданную технологическую схему химического производства на основе рисунков и описаний, приведенных в задании. Составить перечень оборудования, задействованного в схеме. Дать описание схемы, основных единиц оборудования, процессов, протекающих в оборудовании. Указать принципиальные параметры (давления, температуры, концентрации веществ в потоках). По заданной технологической схеме разработать функциональную схему производства, в которой привести все основные стадии производства.

Занятие 2. Структурный анализ технологической системы

Разработать структурную схему заданной технологической системы. На схему нанести:

1. элементы системы (в виде условных обозначений);
2. номера позиций элементов системы;
3. технологические потоки (направленные связи между элементами системы);
4. номера технологических потоков.

При этом следует учитывать потоки теплоносителей и вспомогательных веществ, которые могут отсутствовать на иллюстрации машинно-аппаратурной схемы, но описаны в тексте.

К структурной схеме приложить перечень оборудования в соответствии с номерами позиций на структурной схеме и перечень потоков в соответствии с номерами потоков на структурной схеме.

Занятие 3. Разработка операторной схемы технологической системы

Разработать операторную схему заданной технологической системы. На схему нанести:

1. технологические операторы, соответствующие процессам, протекающим в элементах системы (в виде соответствующих условных обозначений);
2. номера позиций элементов системы;
3. технологические потоки (направленные связи между элементами системы);
4. номера технологических потоков

Для сложных систем по согласованию с преподавателем допускается разрабатывать операторную схему для выделенной упрощенной подсистемы с числом элементов не более двадцати.

К операторной схеме приложить перечень оборудования в соответствии с номерами позиций на операторной схеме и перечень потоков в соответствии с номерами потоков на операторной схеме.

Занятие 4. Составление балансов для заданной технологической системы

Для заданной технологической системы составить таблицы материальных балансов по форме:

	Поток №1			Поток №2			Поток №...		
	кг/ч	%	t, °C	кг/ч	%	t, °C	кг/ч	%	t, °C
Вещество №1									
Вещество №2									
Вещество №3									
....									
ИТОГО									

В таблицу занести все вещества, входящие в состав потоков, с учетом их температур, рассчитать концентрации веществ в потоках и общий расход. При составлении балансов должны учитываться базовые законы сохранения вещества: для всех элементов системы сумма расходов входящих потоков должна быть равна сумме расходов выходящих потоков как по общему количеству веществ, так и по отдельным компонентам. Номера потоков в балансовой таблице должны соответствовать номерам потоков на структурной и/или операторной схемах.

Для сложных схем допускается составлять таблицу не для всей системы, а для ее сокращенной части, преимущественно, в соответствии с операторной схемой.

Занятие 5. Представление структуры системы в табличной форме. Определение вычислительной последовательности расчета системы

В соответствии с правилами представления структуры системы в табличной форме разработать:

1. матрицу связей системы
2. список связей системы
3. А и Б-таблицы связей

На основании алгоритма расчета разомкнутых систем определить вычислительную последовательность расчета системы (ВПРС). В том случае, если рассматриваемая система является замкнутой, следует проанализировать контуры и предложить связи, которые могут быть разорваны, т.е. указать номера элементов которые соединяются данной связью и номер потока, который данной связью реализуется. При этом необходимо выявить обоснованное минимальное количество разрываемых связей. По каждому случаю разрыва связи необходимо предложить комментарий с описанием дополнительных параметров, вносимых при декомпозиции.

Показать пошаговую реализацию алгоритма определения ВПРС в табличной форме. В результате реализации алгоритма должна быть составлена ВПРС, т.е. перечень последовательно рассчитываемых элементов системы

11.1.2. Типовые тестовые задания

Примеры тестовых заданий по дисциплине (оценочные средства в полном объеме хранятся на кафедре «Технологические машины и оборудование» и загружены в электронный курс Moodle «Системный анализ процессов химической технологии»)

В базе тестовых заданий все вопросы разбиты на 15 категорий (групп вопросов). В каждой категории содержится 10 – 12 тестовых заданий. Тестовые задания объединены в категорию по схожести тематики. Всего в базе 150 тестовых заданий.

Тестовые задания в пределах категории выбираются компьютером случайным образом. В результате разные студенты и отдельный студент в каждой новой попытке теста получают иной набор вопросов. Это уменьшает возможность «списывания», механического запоминания правильных ответов и оказывает содействие более объективной оценке знаний студентов.

Категория 1. Общие положения системного анализа – задание выявляет знание студентом основных понятий и определений.

Категория 2. Системный анализ как наука – задание выявляет знание студентом основных принципов системного анализа, законов анализа систем, составляющих Системного анализа как научной дисциплины.

Категория 3. Изучение технологических систем – задание выявляет знание студентом основных логических процессов: Анализ, Синтез, Оптимизация, их назначения и целей.

Категория 4. Структура технологических систем – задание выявляет знание студентом основных структурных элементов систем, особенностей структур, способов отображения структур.

Категория 5. Обозначения в операторных схемах – задание выявляет знание студентом технологических операторов, применяемых в операторных схемах и их графических обозначений.

Категория 6. Параметры системы – задание выявляет знание студентом основных типов параметров, их классификации.

Категория 7. Моделирование элементов системы – задание выявляет знание студентом основных понятий: Модель, Физическая модель, математическая модель, видов и свойств математических моделей.

Категория 8. Математическое моделирование технологических процессов – задание выявляет знание студентом основных понятий – Модель, Физическая модель, Математическая модель, видов и свойств математических моделей.

Категория 9. Математическое обеспечение САПР – задание выявляет знание студентом понятий, связанных с математическим моделированием, основных уравнений, используемых для моделирования гидродинамических, тепловых, массообменных процессов в химико-технологических системах.

Категория 10. Расчет систем – задание выявляет знание студентом способов и алгоритмов определения вычислительной последовательности расчета систем.

Категория 11. Оценка эффективности функционирования систем – задание выявляет знание студентом основных критериев эффективности

Категория 12. Анализ операторных схем – задание выявляет умение читать и составлять операторные схемы на основе знания процессов, протекающих в оборудовании.

Категория 13. Контурь в замкнутых системах – задание выявляет умение студента выявлять в схемах замкнутые контуры и принимать оптимальные решения по их декомпозиции.

Категория 14. Матрицы связей, таблицы связей – задание выявляет умение студента составлять описание структуры системы в табличном виде.

Категория 15. Классификация систем – задание выявляет знание студентом основных классов химико-технологических систем.

Примеры формулировки тестовых заданий

Категория 1. Общие положения системного анализа

Что такое система?

о	а - Целостная совокупность связанных сложных объектов
о	б - Часть объекта, обладающая определенной самостоятельностью по отношению ко всему объекту
о	в - Целостная совокупность связанных элементов
о	г - Множество объектов

Форма представления данного задания в системе Moodle на экране компьютера:

Категория 2. Системный анализ как наука

Что такое системный анализ?

о	а - Методология решения проблем
о	б - Совокупность научных методов и практических приемов решения

	разнообразных проблем на основе системного подхода
о	в - Общая теория систем
о	г - Передача функций управления техническим средствам

Форма представления данного задания в системе Moodle на экране компьютера:

Вопрос **1**

Пока нет ответа

Балл: 1,00

Что такое системный анализ?

Выберите один ответ:

☐ Методология решения проблем

☐ Совокупность научных методов и практических приемов решения разнообразных проблем на основе системного подхода

☐ Общая теория систем

☐ Передача функций управления техническим средствам

Категория 3. Изучение технологических систем

Какой логический процесс соответствует определению: «... – это мысленное расчленение объекта (предмета, явления, процесса), его свойств или отношений (взаимосвязей между объектами) на отдельные части, признаки, характеристики»?

о	а - анализ
о	б - синтез
о	в - оптимизация
о	г - формализация

Форма представления данного задания в системе Moodle на экране компьютера:

Вопрос **1**

Пока нет ответа

Балл: 1,00

Какой логический процесс соответствует определению: «... – это мысленное расчленение объекта (предмета, явления, процесса), его свойств или отношений (взаимосвязей между объектами) на отдельные части, признаки, характеристики»?

Выберите один ответ:

☐ оптимизация

☐ анализ

☐ синтез

☐ формализация

11.1.3. Типовые задания для контрольной работы обучающихся заочной формы

Каждому студенту предлагается индивидуальное задание в состав которого входит графическое изображение схемы химико-технологической системы и описание ее назначения, оборудования, процессов, происходящих в оборудовании, характеристик потоков, передаваемых из одного элемента системы в другой.

Например:

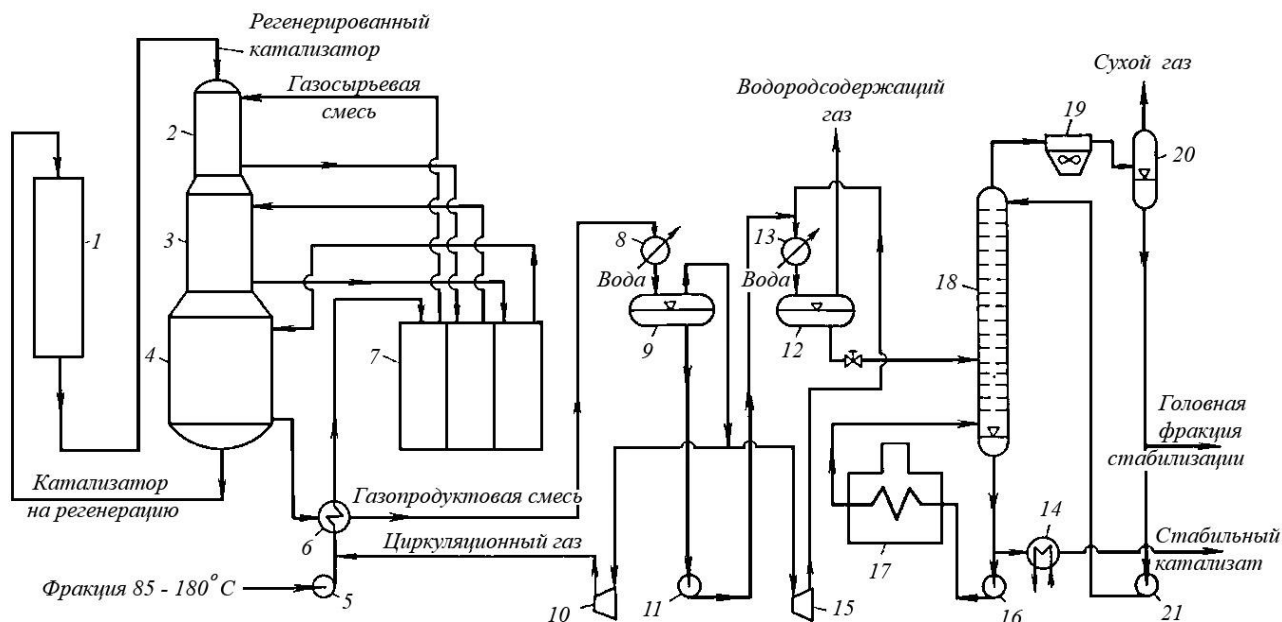


Рис. Технологическая схема установки риформинга с движущимся слоем катализатора:

- 1 – секция регенерации; 2 – 4 – реакторы платформинга; 5, 11, 16, 21 – насосы;
 6, 14 – теплообменники; 7 – многосекционная печь; 8, 13 – холодильники;
 9, 12 – газосепараторы низкого и высокого давления; 10, 15 – компрессоры;
 18 – стабилизационная колонна; 17 – трубочатая печь; 19 – аппарат воздушного охлаждения;
 20 – газосепаратор

Описание технологической схемы

В процессе платформинга с движущимся катализатором, циркулирующим между реактором и регенератором, три реактора расположены друг над другом и выполнены в виде одного колонного аппарата, разного диаметра по высоте. Катализатор из первого (верхнего) реактора перемещается во второй, а из второго в третий. Из нижнего реактора катализатор транспортируется в регенератор. Технологическая схема установки представлена на рис. 1.

Сырье насосом 5 подается в продуктовый теплообменник 6, предварительно смешиваясь с циркуляционным водородсодержащим газом, а затем поступает в змеевик первой секции многосекционной печи 7. Нагретая до 520°C газосырьевая смесь вводится в реактор 2.

Промежуточный подогрев реакционной смеси осуществляется в змеевиках следующих секций печи 7. Продукты реакции по выходе из реактора 4 снизу проходят систему регенерации тепла (теплообменник 6 и водяной холодильник 8). В отличие от обычных схем разделение жидкой и газовой фаз происходит в газосепараторе 9 низкого давления (1 МПа). Газ из аппарата 9 компримируется компрессором 15 до давления 1,5 МПа, смешивается с жидкой фазой, подаваемой насосом 11, смесь охлаждается в холодильнике 13 и разделяется в газосепараторе высокого давления 12. Такая последовательность сепарации, вызванная низким давлением в реакционной зоне, уменьшает унос бензина с водородсодержащим газом и повышает содержание в газе водорода.

Водородсодержащий газ компрессором 10 подается в блок гидроочистки сырья и на циркуляцию в узел смешения с сырьем платформинга перед теплообменником 6. Балансовое количество водородсодержащего газа выводится с установки.

В колонне 18 осуществляется стабилизация катализата. Головная фракция стабилизации после охлаждения и конденсации в аппарате 19 отделяется в газосепараторе 20 от сухого газа и подается насосом 21 на орошение стабилизатора 18, а балансовое количество выводится с установки. Для подвода тепла в низ стабилизационной колонны 18 служит трубчатая печь 17. Нижний продукт колонны 18 – стабильный катализат — выводится с установки через аппарат 14.

Из реактора 4 снизу вся масса отработанного катализатора транспортируется в секцию регенерации 1, где и происходит последовательный выжиг кокса, оксихлорирование (для разукрупнения кристаллитов платины) и добавление хлоридов (промоторов). Регенерированный катализатор после охлаждения подается наверх реактора 2. Используемый в качестве транспортирующего газа водород восстанавливает катализатор после пребывания его в окислительной среде регенератора. При необходимости можно отключить от реактора без нарушения режима работы установки.

Режим работы реакторов:

Температура, °C	490-520
Давление, МПа	1,2-1,3
Объемная скорость подачи сырья, ч ⁻¹	1,5-2,0
Кратность циркуляции водородсодержащего газа, м ³ /м ³	1500-1800
Распределение катализатора по реакторам	1:2:4

В ходе выполнения контрольной работы студент должен изучить данную систему и провести анализ ее характеристик.

Изучить заданную технологическую схему химического производства на основе рисунков и описаний, приведенных в литературе. Составить перечень оборудования, задействованного в схеме. Дать описание схемы, основных единиц оборудования, процессов, протекающих в оборудовании. Указать принципиальные параметры (давления, температуры, концентрации веществ в потоках). По заданной технологической схеме разработать функциональную схему производства, в которой привести все основные стадии производства.

Разработать структурную схему заданной технологической системы. На схему нанести:

1. элементы системы (в виде условных обозначений);
2. номера позиций элементов системы;
3. технологические потоки (направленные связи между элементами системы);
4. номера технологических потоков.

При этом следует учитывать потоки теплоносителей и вспомогательных веществ, которые могут отсутствовать на иллюстрации машинно-аппаратурной схемы, но описаны в тексте.

К структурной схеме приложить перечень оборудования в соответствии с номерами позиций на структурной схеме и перечень потоков в соответствии с номерами потоков на структурной схеме.

Разработать операторную схему заданной технологической системы. На схему нанести:

1. технологические операторы, соответствующие процессам, протекающим в элементах системы (в виде соответствующих условных обозначений);
2. номера позиций элементов системы;
3. технологические потоки (направленные связи между элементами системы);
4. номера технологических потоков

Для сложных систем по согласованию с преподавателем допускается разрабатывать операторную схему для выделенной упрощенной подсистемы с числом элементов не более двадцати.

К операторной схеме приложить перечень оборудования в соответствии с номерами позиций на операторной схеме и перечень потоков в соответствии с номерами потоков на операторной схеме.

11.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине

Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине – зачет: по результатам накопительного рейтинга, в форме компьютерного тестирования или в форме собеседования по вопросам.

Перечень вопросов и заданий для подготовки к зачету (УК-1, ПК-2):

1. Понятие химико-технологической системы
2. Системный анализ как наука. Возникновение и развитие.
3. Анализ, синтез, оптимизация ХТС как компоненты изучения системы
4. Иерархия технологических систем
5. Виды иерархических структур, уровни иерархии химического предприятия
6. Параметры технологических систем
7. Математические модели, их основные свойства
8. Виды моделей, для описания технологических систем
9. Свойства технологических систем
10. Технологические операторы, их классификация
11. Принципы составления операторной схемы
12. Классификация технологических систем по особенностям топологии
13. Классификация технологических систем по характеру функционирования
14. Классификация технологических систем по видам связей между элементами
15. Способы табличного представления структуры технологических систем
16. Алгоритм расчета разомкнутых систем
17. Алгоритм расчета замкнутых систем
18. Пути совершенствования технологических систем
19. Основные принципы системного анализа
20. Признаки системы
21. Этапы системного анализа
22. Принцип декомпозиции и его использование в системном анализе

Примерные тесты для итогового тестирования:

Категория 1. Общие положения системного анализа

Свойство системы, несводимое к сумме свойств элементов:

☐	<i>a</i> -	Функциональность
☐	<i>б</i> -	Работоспособность
☐	<i>в</i> -	Эмерджентность
☐	<i>г</i> -	Самоорганизация

Форма представления данного задания в системе Moodle на экране компьютера:

Вопрос 1
Пока нет
ответа
Балл: 1,00

Свойство системы, несводимое к сумме свойств элементов:

Выберите один ответ:

☐ функциональность

☐ работоспособность

☐ эмерджентность

☐ самоорганизация

Категория 2. Системный анализ как наука

На каком всемирном законе основан системный анализ?

☐	<i>a</i> -	На законе всемирного тяготения
☐	<i>б</i> -	На законе сохранения энергии
☐	<i>в</i> -	На законе сохранения материи
☐	<i>г</i> -	На законе всеобщей взаимосвязи

Форма представления данного задания в системе Moodle на экране компьютера:

Вопрос 1
Пока нет
ответа
Балл: 1,00

На каком всемирном законе основан системный анализ?

Выберите один ответ:

☐ на законе всемирного тяготения

☐ на законе сохранения энергии

☐ на законе сохранения материи

☐ на законе всеобщей взаимосвязи

Категория 3. Изучение технологических систем

Каково содержание работ на первом этапе системного анализа?

о	<i>а</i> - Разбиение системы по слабым связям, введение дополнительных (задаваемых) переменных на разорванных связях
о	<i>б</i> - Составление балансов для систем и подсистем
о	<i>в</i> - Выявление структуры технологической системы: определение главных и второстепенных элементов, иерархических уровней, видов связей между элементами, входов и выходов системы, выяснение главных функций, целей
о	<i>г</i> - Оценка эффективности функционирования технологической системы

Форма представления данного задания в системе Moodle на экране компьютера:

Вопрос 1
Пока нет ответа
Балл: 1,00

Каково содержание работ на первом этапе системного анализа?

Выберите один ответ:

- ☐ Разбиение системы по слабым связям, введение дополнительных (задаваемых) переменных на разорванных связях
- ☐ Составление балансов для систем и подсистем
- ☐ Выявление структуры технологической системы: определение главных и второстепенных элементов, иерархических уровней, видов связей между элементами, входов и выходов системы, выяснение главных функций, целей
- ☐ Оценка эффективности функционирования технологической системы

Регламент проведения текущего контроля в форме компьютерного тестирования

Кол-во заданий в банке вопросов	Кол-во заданий, предъявляемых обучающемуся	Время на тестирование, мин.
150	15	15

Полный фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования размещен в банке вопросов данного курса дисциплины в СДО MOODLE.