

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Луганский государственный университет
имени Владимира Даля»
(ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»)

Северодонецкий технологический институт
Кафедра химических технологий

УТВЕРЖДАЮ:
Врио. директора СТИ (филиал)
ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»
Ю.В. Бородач
(подпись) _____
« 20 » _____ 2024 года



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**«Анализ и оптимизация режимов работы химико-технологических
процессов и систем»**

По направлению подготовки: 18.04.01 Химическая технология

Профиль: «Химическая технология»

Северодонецк – 2024

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Анализ и оптимизация режимов работы химико-технологических процессов и систем» по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология– 18с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Анализ и оптимизация режимов работы химико-технологических процессов и систем» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология (утвержденная приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.08.2020г. № 910, с изменениями и дополнениями от _____20__ г.).

СОСТАВИТЕЛЬ:

к.т.н., доцент кафедры химических технологий  М.А. Ожередова

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры химических технологий «23» 09 2024 г., протокол № 2

Ио заведующего кафедрой химических технологий  М.А. Ожередова

Переутверждена: «__» _____ 20__ г., протокол № _____

СОГЛАСОВАНА(для обеспечивающей кафедры):

Переутверждена: «__» _____ 20__ года, протокол № _____

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии Северодонецкого технологического института «23» 09 2024 г., протокол № 2.

Председатель учебно-методической комиссии
СТИ (филиал) ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля» _____

 Ю.В. Бородач

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся базы теоретических знаний и практических навыков в области управления и оптимизации химико-технологических процессов; творческого мышления, способности ставить и решать задачи производственного и научного характера, связанные с разработкой инновационных методов создания химико-технологических процессов, веществ и материалов, оборудования; способности сравнительного анализа существующих и разрабатываемых технологий, выбора наиболее рациональной технологической схемы синтеза, определения оптимальных режимов работы отдельных аппаратов, учитывая принципы энергосбережения и рационального использования сырья в химической технологии; навыков самостоятельной постановки и проведения теоретических и экспериментальных физико-химических исследований, мотиваций к самообучению и непрерывному профессиональному самосовершенствованию.

Задачи дисциплины: изучение теоретических основ при решении задач оптимизации и моделирования, как отдельных стадий технологического процесса, так и всего производства в целом; определение основных статических и динамических характеристик объектов; выбор рациональной системы регулирования технологического процесса и конкретных типов приборов для диагностики химико-технологического процесса; развитие мотивации к самостоятельному повышению уровня профессиональных навыков.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Логико-структурный анализ дисциплины: курс входит в обязательную часть блока 1 «Дисциплины (модули)» подготовки студентов по направлению подготовки 18.04.01 «Химическая технология».

Основывается на базе дисциплин: Общая химическая технология, Технология основного неорганического синтеза предыдущего уровня образования.

Является основой для изучения следующих дисциплин: Комплексная переработка вторичных ресурсов, Рекуперация отходов, производственная и преддипломная практика, написание магистерской работы.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ПК-4. Способность к совершенствованию технологического процесса - разработке мероприятий по комплексному использованию сырья, по замене дефицитных материалов и изысканию способов утилизации отходов производства	ПК-4.1. Знать: теоретические основы, основные виды термодинамического анализа химико-технологических систем, основные принципы и способы энерго- и ресурсосбережения на химическом производстве ПК-4.2. Уметь: оценивать энергетическую эффективность производства; выбирать рациональную схему производства продукта заданного качества и количества; предлагать способы преду-	Знать: теоретические основы, основные виды термодинамического анализа химико-технологических систем, основные принципы и способы энерго- и ресурсосбережения на химическом производстве Уметь: оценивать энергетическую эффективность производства; выбирать рациональную схему производства продукта заданного качества и количества; предлагать способы предупреждения и устра-

	преждения и устранения нарушений норм технологического режима; разрабатывать мероприятия по повышению эффективности использования сырья и утилизации отходов ПК-4.3. Владеть: методами расчетов основного оборудования технологических процессов; навыками работы с технологическим регламентом и нормами реального технологического процесса	нения нарушений норм технологического режима; разрабатывать мероприятия по повышению эффективности использования сырья и утилизации отходов Владеть: методами расчетов основного оборудования технологических процессов; навыками работы с технологическим регламентом и нормами реального технологического процесса
ПК-5. Способен оценивать экономическую эффективность технологических процессов, оценивать инновационно-технологические риски при внедрении новых технологий	ПК-5.1 Знать: методы и критерии оценки экономической эффективности технологического процесса и рисков при внедрении новых технологий ПК-5.2 Уметь: разрабатывать нормы выработки, технологические нормативы на расход сырья и вспомогательных материалов, топлива и электроэнергии ПК-5.3 Владеть: навыками оценивания экономической эффективности и инновационно-технологических рисков при внедрении новых технологических процессов;	Знать: методы и критерии оценки экономической эффективности технологического процесса и рисков при внедрении новых технологий Уметь: разрабатывать нормы выработки, технологические нормативы на расход сырья и вспомогательных материалов, топлива и электроэнергии Владеть: навыками оценивания экономической эффективности и инновационно-технологических рисков при внедрении новых технологических процессов;

4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

4.1 Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	180	-
Обязательная контактная работа (всего)	56	-
в том числе:		
Лекции	28	-
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	28	-
Лабораторные работы	-	-
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса (расчетно-графические работы, индивидуальные задания и т. п.)	-	-
Самостоятельная работа студента (всего)	124	-
Форма аттестации	Зачет	-

4.2 Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Основные понятия о химико- технологических системах.

Основные понятия и определения. Элементы химико-технологических систем. Структура, топология химико-технологических систем. Цель существования работы системы.

Тема 2. Математические модели химико- технологических систем

Основные понятия и определения. Требования к математической модели. Структура математической модели. Классификация математических моделей. Цели математического моделирования для технических объектов и технологических процессов.

Тема 3. Оптимизация химико- технологических систем

Параметры состояния и параметры управления (оптимизации). Выбор параметров оптимизации. Метод информационной инверсии. Ограничения типа равенств и неравенств. Критерии оптимизации (функции цели). Методы классического анализа для решения задач оптимизации. Методы учёта ограничений: метод Лагранжа и Куна-Таккера, методы внешних и внутренних штрафных функций. Методы линейного и нелинейного программирования. Симплекс метод. Динамическое программирование для статических и динамических задач оптимизации.

Тема 4. Удельная производительность - параметр оптимизации.

Сравнение удельной производительности идеальных реакторов. Удельная производительность каскада РИС. Удельная производительность различных сочетаний идеальных реакторов. Влияние параметров процесса на удельную производительность реакторов. Селективность и выход - параметры оптимизации

Тема 5. Селективность и выход - параметры оптимизации

Влияние типа реакторов на селективность и выход в сложных реакциях. Влияние способа введения реагентов на селективность и выход. Влияние температуры на селективность и выход.

Тема 6. Оптимизация равновесных процессов.

Постановка задачи. Оптимизация простых равновесных процессов. Оптимизация сложных равновесных процессов.

Тема 7. Экономические критерии эффективности.

Себестоимость, приведенные затраты, прибыль, доход. Применение экономических критериев при оптимизации ХТП. Современные системы управления ХТП.

4.2 Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1.	Тема 1. Основные понятия о химико- технологических системах	4	-
2.	Тема 2. Математические модели химико- технологических систем	4	-
3.	Тема 3. Оптимизация химико- технологических систем	4	-
4	Тема 4. Удельная производительность - параметр оптимизации	4	
5	Тема 5. Селективность и выход - параметры оптимизации	4	
6	Тема 6. Оптимизация равновесных процес-	4	

	сов		
7	Тема 7. Экономические критерии эффективности	4	
Итого:		28	-

4.3 Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1.	Расчет химико-технологических систем с помощью информационно-моделирующих программ	4	-
2.	Математические модели элементов химико-технологических систем (ХТС). Степень свободы математической модели системы	4	-
3	Детерминированные и статистические модели. «Холодные» и «горячие» модели. Принцип аддитивности	4	
4	Оптимальное управление системами	4	
5	Синтез оптимальных ХТС	4	
6	Информационно-моделирующие программы (ИМП)	4	
7	Модули оптимизации ИМП	4	
Итого:		28	-

4.4 Лабораторные работы по дисциплине «Анализ и оптимизация режимов работы химико-технологических процессов и систем» не предусмотрены учебным планом

4.5 Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1.	Модели структур, их взаимное преобразование. Определение оптимального разрывающего множества дуг.	Проработка конспекта лекций	15	-
2.	Информационные модели систем. Итерационные блоки. Декомпозиционные методы расчёта систем.		16	-
3	Моделирование химического реактора на основе модели идеального смешения, вытеснения и модели неполного продольного перемешивания.		15	
4	Математические модели теплообменников и ректификационных колонн.		16	
5	Оптимизация температурного профиля в реакторе с помощью принципа максимума		15	
6	Построение линий равного уровня критериев оптимизации. Разработка программ, реа-		16	

	лизирующих методы линейного программирования. Разработка программ, реализующих методы нелинейного программирования			
7	Синтез теплоинтегрированных систем ректификационных колон		15	
8	Расчёт, оптимизация и управление ХТС с помощью программ ASPEN Plus и Hysys		16	
Итого:			124	-

4.7. Курсовые работы/проекты по дисциплине «Анализ и оптимизация режимов работы химико-технологических процессов и систем» не предполагаются учебным планом.

5. Образовательные технологии.

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещение для самостоятельной и практической работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.

6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

а) основная литература

1. Химико-технологические системы: оптимизация и ресурсосбережение : учеб. пособие для вузов / [Н. В. Лисицын и др.] – Санкт-Петербург. : Менделеев, 2013. – 392 с. – ISBN 978-5- 94922-034-4.
2. Чистякова Т. Б. Применение универсальных моделирующих программ для синтеза и анализа технологических процессов : учеб. пособие / Т. Б. Чистякова, Л. В. Гольцева, А. В. Козлов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра систем автоматизированного проектирования и управления. – Санкт-Петербург : СПбГТИ (ТУ), 2011. – 65 с.

б) дополнительная литература.

1. Моделирование и оптимизация химико-технологических систем с помощью интерактивной информационно-моделирующей программы Aspen PLUS : учеб. пособие / [В. А. Холоднов и др.]; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра системного анализа. - Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2013. – 214 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения : 25.03.2021). Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
2. Краснобородько Д. А. Декомпозиционный расчет химико-технологических систем с помощью информационно-моделирующей программы Aspen Hysys : учеб. пособие / Д. А. Краснобородько, Р. Ю. Кулишенко, В. А. Холоднов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра системного анализа и информационных технологий. - Санкт-Петербург:

СПбГТИ(ТУ), 2017. – 33 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения : 25.03.2021). Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

3. Краснобородько Д. А. Системный анализ объектов химических технологий с использованием ASPEN PLUS и ASPEN HYSYS. (на примере химико-технологической системы получения терефталевой кислоты) : учеб. пособие / Д. А. Краснобородько, Р. Ю. Кулишенко, В. А. Холоднов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра системного анализа и информационных технологий. - Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2017. – 123 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения : 25.03.2021). Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

в) методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:

Все виды занятий по дисциплине «Оптимизация химико-технологических систем» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП (СТО):

СТП СПбГТИ 040-02 КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014 КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению;

СТП СПбГТИ 044-2012. КС УКВД. Виды учебных занятий. Курсовой проект.

Курсовая работа. Общие требования.

СТП СПбГТИ 048-2009 КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

плановость в организации учебной работы; серьезное отношение к изучению материала; постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея знания по уже изученному материалу.

Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.

1. Учебный план, РПД и учебно-методические материалы:

<http://media.technolog.edu.ru>;

2. Электронная библиотека СПбГТИ(ТУ) (на базе ЭБС «БиблиоТех»)

Принадлежность – собственная СПбГТИ(ТУ).

Договор на передачу права (простой неисключительной лицензии) на использования результата интеллектуальной деятельности ООО «БиблиоТех»

ГК№0372100046511000114_135922 от 30.08.2011

Адрес сайта – <http://bibl.lti-gti.ru/>

Интернет-ресурсы: проводить поиск в различных системах, таких как www.yandex.ru, www.google.ru, www.rambler.ru, www.yahoo.ru и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях.

С компьютеров института открыт доступ к: www.elibrary.ru – eLIBRARY - научная электронная библиотека периодических изданий;

<http://e.lanbook.com> - Электронно-библиотечная система издательства «Лань», коллекции «Химия» (книги издательств «Лань», «Бином», «НОТ»), «Нанотехнологии» (книги издательства «Бином. Лаборатория знаний»);

www.consultant.ru - КонсультантПлюс - база законодательных документов по РФ и Санкт-Петербургу;

<https://technolog.bibliotech.ru/> - «Электронный читальный зал – БиблиоТех»

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещение для самостоятельной и практической работы обучающихся оснащено компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.

8. Оценочные средства по дисциплине

Паспорт

оценочных средств по учебной дисциплине

«Анализ и оптимизация режимов работы химико-технологических процессов и систем»

Описание уровней сформированности и критериев оценивания компетенций на этапах их формирования в ходе изучения дисциплины

Этап	Код компетенции	Уровни сформированности компетенции	Критерии оценивания компетенции
Начальный	ПК-4	Пороговый ПК-4.1 Знать: теоретические основы, основные виды термодинамического анализа химико-технологических систем, основные принципы и способы энерго- и ресурсосбережения на химическом производстве	Знать: теоретические основы, основные виды термодинамического анализа химико-технологических систем, основные принципы и способы энерго- и ресурсосбережения на химическом производстве
		Базовый ПК-4.2 Уметь: оценивать энергетическую эффективность производства; выбирать рациональную схему производства продукта заданного качества и количества; предлагать способы предупреждения и устранения нарушений норм технологического режима; разрабатывать мероприятия по повышению эффективности использования сырья и утилизации отходов	Уметь: оценивать энергетическую эффективность производства; выбирать рациональную схему производства продукта заданного качества и количества; предлагать способы предупреждения и устранения нарушений норм технологического режима; разрабатывать мероприятия по повышению эффективности использования сырья и утилизации отходов
Основной			

Заклю- чительный		Высокий ПК-4.3. Владеть: методами расчетов основного оборудования технологических процессов; навыками работы с технологическим регламентом и нормами реального технологического процесса	Владеет: методами расчетов основного оборудования технологических процессов; навыками работы с технологическим регламентом и нормами реального технологического процесса
Начальный	ПК-5	Пороговый ПК-5.1 Знать: методы и критерии оценки экономической эффективности технологического процесса и рисков при внедрении новых технологий	Знает: методы и критерии оценки экономической эффективности технологического процесса и рисков при внедрении новых технологий
Основной		Базовый ПК-5.2 Уметь: разрабатывать нормы выработки, технологические нормативы на расход сырья и вспомогательных материалов, топлива и электроэнергии	Умеет: разрабатывать нормы выработки, технологические нормативы на расход сырья и вспомогательных материалов, топлива и электроэнергии
Заклю- чительный		Высокий ПК-5.3 Владеть: навыками оценивания экономической эффективности и инновационно-технологических рисков при внедрении новых технологических процессов	Владеет: навыками оценивания экономической эффективности и инновационно-технологических рисков при внедрении новых технологических процессов

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижения компетенции (по дисциплине)	Темы учебной дисциплины	Этапы формирования (семестр изучения)
1.	ПК-4	Способность к совершенствованию технологического процесса - разработке мероприятий по комплексному использованию сырья, по замене дефицитных материалов и изысканию способов утилизации отходов	ПК-4.1. Знать: теоретические основы, основные виды термодинамического анализа химико-технологических систем, основные принципы и способы энерго- и ресурсосбережения на химическом производстве ПК-4.2. Уметь: оценивать энергетическую эффек-	Тема 1-7	1-й семестр

		производства	тивность производства; выбирать рациональную схему производства продукта заданного качества и количества; предлагать способы предупреждения и устранения нарушений норм технологического режима; разрабатывать мероприятия по повышению эффективности использования сырья и утилизации отходов ПК-4.3. Владеть: методами расчетов основного оборудования технологических процессов; навыками работы с технологическим регламентом и нормами реального технологического процесса		
2.	ПК-5	Способен оценивать экономическую эффективность технологических процессов, оценивать инновационно-технологические риски при внедрении новых технологий	ПК-5.1 Знать: методы и критерии оценки экономической эффективности технологического процесса и рисков при внедрении новых технологий ПК-5.2 Уметь: разрабатывать нормы выработки, технологические нормативы на расход сырья и вспомогательных материалов, топлива и электроэнергии ПК-5.3 Владеть: навыками оценивания экономической эффективности и инновационно-технологических рисков при внедрении новых технологических процессов	Тема 1-7	1-й семестр

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1.	ПК-4.	Способность к совершенствованию технологического процесса - разработке мероприятий по комплексному использованию сырья,	Знает: теоретические основы, основные виды термодинамического	Тема 1-7	Тестовое задание, реферат, разноразрядные контрольные задания, про-

		<p>по замене дефицитных материалов и изысканию способов утилизации отходов производства</p>	<p>анализа химико-технологических систем, основные принципы и способы энерго- и ресурсосбережения на химическом производстве Умеет: оценивать энергетическую эффективность производства; выбирать рациональную схему производства продукта заданного качества и количества; предлагать способы предупреждения и устранения нарушений норм технологического режима; разрабатывать мероприятия по повышению эффективности использования сырья и утилизации отходов Владеть: методами расчетов основного оборудования технологических процессов; навыками работы с технологическим</p>		<p>межуточная аттестация зачет</p>
--	--	---	---	--	--

			регламентом и нормами реального технологического процесса		
2.	ПК-5.	Способен оценивать экономическую эффективность технологических процессов, оценивать инновационно-технологические риски при внедрении новых технологий	<p>Знает: методы и критерии оценки экономической эффективности технологического процесса и рисков при внедрении новых технологий</p> <p>Умеет: разрабатывать нормы выработки, технологические нормативы на расход сырья и вспомогательных материалов, топлива и электроэнергии</p> <p>Владеет: навыками оценивания экономической эффективности и инновационно-технологических рисков при внедрении новых технологических процессов</p>	Тема 1-7	Тестовое задание, реферат, разноуровневые контрольные задания, промежуточная аттестация зачет

**Фонды оценочных средств по дисциплине
«Анализ и оптимизация режимов работы химико-технологических процессов
и систем»**

**Оценочные средства для проведения промежуточного контроля
(зачет)**

1. Определение системы.
2. Элементы системы.
3. Структура, топология систем.
4. Цель существования и работы системы.
5. Математическое моделирование – основной метод системного анализа и принятия решений.
6. Интегральные, модульные и информационные модели систем.
7. Задачи поверочного и проектного расчёта систем.
8. Степень свободы математической модели системы.
9. Показатели качества, критерии оптимизации.
10. Наблюдаемость, управляемость, чувствительность, надёжность систем.
11. Рециркуляция и обратные связи.
12. Материально и энергетически замкнутые системы.
13. Информационно замкнутые системы.
14. Задачи оптимизации статических режимов
15. Задачи оптимального управления системами.
16. Параметры состояния и параметры управления (оптимизации).
17. Выбор параметров оптимизации.
18. Критерии оптимизации (функции цели).
19. Методы классического анализа для решения задач оптимизации.
20. Методы учёта ограничений: метод Лагранжа и Куна-Таккера.
21. Методы внешних и внутренних штрафных функций.
22. Методы линейного и нелинейного программирования.
23. Постановка задачи синтеза как задачи оптимизации по структурным параметрам.
24. Целочисленные, булевские и непрерывные структурные параметры.
25. Эвристические и комбинаторные методы синтеза.
26. Метод ветвей и границ.
27. Гомогенные и гетерогенные системы.
28. Задача синтеза оптимально энергосберегающих систем теплообмена.
29. Задача синтеза оптимальных ректификационных систем. Эвристики.
30. Метод динамического программирования.
31. Задача синтеза теплоинтегрированных ректификационных систем.
32. Вертикальная декомпозиция по математическим типам задач.
33. Информационно-моделирующие программы.
34. Принципы построения ИМП. ИМП для данной предметной области – основной инструмент решения задач системного анализа в этой области.
35. Библиотека модулей.
36. Базы физико-химических свойств веществ.
37. Импорт и экспорт в/из других готовых программных продуктов.

Примеры ИМП для химической технологии: ASPEN PLUS, HySys.

Критерии и шкала оценивания к промежуточной аттестации «зачет»

Характеристика знания предмета и ответов	Зачеты
Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.	Зачтено
Студент знает программный материал, грамотно и, по сути, излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.	
Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.	
Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.	Не зачтено

9. Особенности организации обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, услуги ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано совместно с другими обучающимися, а также в отдельных группах.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

В целях доступности получения высшего образования по образовательной программе лицами с ограниченными возможностями здоровья при освоении дисциплины (модуля) обеспечивается:

- 1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:
 - присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
 - письменные задания, а также инструкции о порядке их выполнения оформляются увеличенным шрифтом,
 - специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы (имеющие крупный шрифт или аудиофайлы),
 - индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс,

- при необходимости студенту для выполнения задания предоставляется увеличивающее устройство;

2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),

- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающемуся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- обеспечивается надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;

3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата (в том числе с тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

- по желанию студента задания могут выполняться в устной форме.

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)

Лист дополнений к рабочей программе

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой _____

И.О. Фамилия

« _____ » _____ 202__ г.

Список литературы к рабочей программе дисциплины
_____ направление подготовки/специальность
_____ по состоянию на « _____ » _____ 20__ г.

Основная литература:

- 1.
- 2.
- 3.

Дополнительная литература:

- 1.
- 2.
- 3.

Преподаватель _____
(подпись) (И.О.Ф.)