

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

**Б1.В.ДВ.02.02**  
(индекс дисциплины)

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Методы оптимизации ресурсосберегающих процессов в нефтехимии и химической  
технологии

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки (специальности)  
18.04.01 «Химическая технология»

(код и наименование направления подготовки, специальности в соответствии с ФГОС ВПО/ ФГОС ВО)

Рациональное использование природных и сырьевых ресурсов в химической технологии и  
нефтехимии

(направленность (профиль)/специализация)

Форма обучения: очная

Год набора: 2019

### Распределение часов дисциплины по семестрам и видам занятий (по учебному плану)

Количество ЗЕТ	7											
Часов по РУП	252											
Виды контроля в семестрах:	Экзамены			Зачеты			Курсовые проекты		Курсовые работы		Контрольные работы (для заочной формы обучения)	
				3								
	№№ семестров											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Итого
ЗЕТ по семестрам			7									7
Лекции			8									8
Лабораторные												
Практические			32									32
Контактная работа			40									40
Сам. работа			212									212
Контроль												
Итого			252									252

Тольятти, 2019

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВПО/ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки (специальности) 18.04.01 «Химическая технология».

*(код и наименование направления подготовки, специальности в соответствии с ФГОС ВПО/ ФГОС ВО)*

**Рецензирование рабочей программы дисциплины:**

- ☒ Отсутствует
- ☒ Учебная (рабочая) программа одобрена на заседании кафедры «Рациональное природопользование и ресурсосбережение» (протокол заседания № 1 от «28» августа 2018 г.).
- ☐ Рецензент

\_\_\_\_\_  
*(должность, ученое звание, степень)*

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

\_\_\_\_\_  
*(подпись)*

\_\_\_\_\_  
*(И.О. Фамилия)*

**Срок действия рабочей программы дисциплины до «28» августа 2021 г.**

**Информация об актуализации рабочей программы дисциплины:**

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой «Рациональное природопользование и ресурсосбережение»

\_\_\_\_\_  
*(разработавшей РПД)*

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

\_\_\_\_\_  
*(подпись)*

М.В. Кравцова

*(И.О. Фамилия)*

**АННОТАЦИЯ**  
**дисциплины (учебного курса)**  
**Б1.В.ДВ.02.02 Методы оптимизации ресурсосберегающих процессов в**  
**нефтехимии и химической технологии**

---

(индекс и наименование дисциплины (учебного курса))

**1. Цель и задачи изучения дисциплины (учебного курса)**

Цель – формирование у обучающихся знаний, умений и приобретение опыта в области анализа и проектирования малоотходных и ресурсосберегающих производственных процессов в нефтехимии и химической технологии, создание замкнутых технологических циклов, с полным использованием поступающих материалов.

Задачи:

1. Привить навыки по эффективному использованию природных ресурсов и продуктов их химической переработки с одновременной защитой окружающей среды от различного рода загрязнений и отходов.
2. Сформировать у студентов умение выполнять проектные расчёты отдельных стадий химического технологического процесса с применением методов оптимизации и IT-технологий.
3. Подготовка студентов в области системного анализа по рациональному использованию вторичного сырья, образующегося на предприятиях нефтехимического и химического кластера.

**2. Место дисциплины (учебного курса) в структуре ОПОП ВО**

Данная дисциплина (учебный курс) относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)» (вариативная часть, дисциплины по выбору).

Дисциплины, учебные курсы, на освоении которых базируется данная дисциплина (учебный курс) – Моделирование технических систем.

Дисциплины, учебные курсы, для которых необходимы знания, умения, навыки, приобретаемые в результате изучения данной дисциплины – Производственная практика (Научно-исследовательская работа 3-4), выполнение магистерской диссертации.

**3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (учебному курсу), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

<b>Формируемые и контролируемые компетенции</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>
- способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с направлением и профилем подготовки (ОПК-3)	Знать: - устройство аналитических приборов;
	Уметь: - выявлять ошибки при работе на аналитических приборах;
	Владеть: - навыками работы на аналитических приборах.
- готовность к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи (ПК-2)	Знать: - методы оптимизации и проектирования ресурсосберегающих процессов в химии и нефтехимии; основные модели структуры потоков, теплообменных и массообменных процессов, методы идентификации параметров модели и методы установления адекватности модели.
	Уметь: - формулировать цели и задачи исследований; - оценивать технологическую и экономическую эффективность, экологическую безопасность производства, выбрать наиболее рациональную схему производства заданного продукта.
	Владеть: - методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования.

**Тематическое содержание дисциплины (учебного курса)**

<b>Раздел, модуль</b>	<b>Подраздел, тема</b>
1. Системные закономерности в нефтехимии и химической технологии	Системный многокритериальный анализ эффективности функционирования химических и нефтехимических производств.
	Структура экспертной системы для расчета и оптимизации газофракционирующих установок и установок однократной перегонки нефти. Классификация методов

	многокритериальной оптимизации энерго – и ресурсосберегающих процессов и систем.
2. Методы оптимизации и организации ресурсосберегающих процессов в нефтехимии и химической технологии	Математическое моделирование химико-технологических систем.
	Гипотетически обобщенная технологическая структура. Парето оптимизация технологических, конструкционных и структурных параметров. Оптимизация конструктивных параметров материального цилиндра смесителя непрерывного действия.

**Общая трудоемкость дисциплины (учебного курса) – 7 ЗЕТ.**

**4. Структура и содержание дисциплины (учебного курса) Методы оптимизации ресурсосберегающих процессов в нефтехимии и химической технологии**  
 (наименование дисциплины (учебного курса))

Семестр изучения 3

Раздел, модуль	Подраздел, тема	Виды учебной работы							Необходимые материально-технические ресурсы	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)	Рекомендуемая литература (№)
		Контактная работа (в часах)					Самостоятельная работа				
		всего			в т.ч. в интерактивной форме	Формы проведения лекций, лабораторных, практических занятий, методы обучения, реализующие применяемую образовательную технологию	в часах	формы организации самостоятельной работы			
		лекций	лабораторных	практических							
Модуль 1. Системные закономерности в нефтехимии и химической технологии	Лекция № 1. Системный многокритериальный анализ эффективности функционирования химических и нефтехимических производств.	2				Лекция с элементами дискуссии, с использованием технологий развития критического мышления.			Мультимедийные средства: проектор, экран, персональный компьютер.	[1 – 5]	
	Лекция № 2. Структура экспертной системы для расчета и оптимизации газодифракционирующих установок и установок однократной перегонки нефти. Классификация методов многокритериальной оптимизации энерго- и ресурсосберегающих процессов и систем.	2				Лекция с элементами дискуссии, с использованием технологий развития критического мышления.			Мультимедийные средства: проектор, экран, персональный компьютер.	[1 – 5]	

	<b>Практическое занятие № 1.</b> Моделирование ректификационной колонны для разделения бинарной смеси.			4		Практическое занятие с использованием технологии традиционного обучения, с обсуждением результатов деятельности.	2 6	Подготовка отчета по практическому занятию.	Раздаточный материал, персональный компьютер, доступ к сети «Интернет».	Отчет по практическому занятию № 1.	[1 – 5]
	<b>Практическое занятие № 2.</b> Выбор оптимальной обвязки ректификационной колонны.			4		Практическое занятие с использованием технологии традиционного обучения, с обсуждением результатов деятельности.	2 6	Подготовка отчета по практическому занятию.	Раздаточный материал, персональный компьютер, доступ к сети «Интернет».	Отчет по практическому занятию № 2.	[1 – 5]
<b>Модуль 2.</b> Методы оптимизации и организации ресурсоберегающих процессов в нефтехимии и химическ	<b>Лекция № 3.</b> Математическое моделирование химико-технологических систем.	2				Лекция с элементами дискуссии, с использованием технологий развития критического мышления.			Мультимедийные средства: проектор, экран, персональный компьютер.		[1 – 5]
	<b>Лекция № 4.</b> Гипотетически обобщенная технологическая структура. Парето оптимизация технологических, конструктивных и структурных параметров.	2				Лекция с элементами дискуссии, с использованием технологий развития критического			Мультимедийные средства: проектор, экран, персональный компьютер.		[1 – 5]

ой технолог ии	Оптимизация конструктивных параметров материального цилиндра смесителя непрерывного действия.					мышления.					
	<b>Практическое занятие № 3.</b> Математическое моделирование регулярного режима выпарного аппарата.			4		Практическое занятие с использованием технологии традиционного обучения, с обсуждением результатов деятельности.	2 6	Подготовка отчета по практическому занятию.	Раздаточный материал, персональный компьютер, доступ к сети «Интернет».	Отчет по практическому занятию № 3.	[1 – 5]
	<b>Практическое занятие № 4.</b> Составление математической модели трубчатого реактора, Работающего в установившемся режиме.			4		Практическое занятие с использованием технологии традиционного обучения, с обсуждением результатов деятельности.	2 6	Подготовка отчета по практическому занятию.	Раздаточный материал, персональный компьютер, доступ к сети «Интернет».	Отчет по практическому занятию № 4.	[1 – 5]
	<b>Практическое занятие № 5.</b> Определение оптимальной толщины теплоизоляции.			4		Практическое занятие с использованием технологии традиционного обучения, с обсуждением результатов деятельности.	2 6	Подготовка отчета по практическому занятию.	Раздаточный материал, персональный компьютер, доступ к сети «Интернет».	Отчет по практическому занятию № 5.	[1 – 5]
	<b>Практическое занятие № 6.</b>			4		Практическое	2	Подготовка	Раздаточный	Отчет	[1 –



	Расчет аппарата – холодильник. Расчет аппарата – отстойник.				занятие с использованием технологии традиционного обучения, с обсуждением результатов деятельности.	6	отчета по практическому занятию.	материал, персональный компьютер, доступ к сети «Интернет».	по практическому занятию № 6.	5]
	<b>Практическое занятие № 7.</b> Параметрический анализ при моделировании колонны абсорбции.			4	Практическое занятие с использованием технологии традиционного обучения, с обсуждением результатов деятельности.	2 8	Подготовка отчета по практическому занятию.	Раздаточный материал, персональный компьютер, доступ к сети «Интернет».	Отчет по практическому занятию № 7.	[1 – 5]
	<b>Практическое занятие № 8.</b> Моделирование технологической схемы с помощью программы DWSIM.			4	Практическое занятие с использованием технологии традиционного обучения, с обсуждением результатов деятельности.	2 8	Подготовка отчета по практическому занятию.	Раздаточный материал, персональный компьютер, доступ к сети «Интернет».	Отчет по практическому занятию № 8.	[1 – 5]
<b>Итого: 252</b>		<b>8</b>		<b>32</b>		<b>212</b>				
		<b>40</b>								

## 5. Критерии и нормы текущего контроля и промежуточной аттестации

Формы текущего контроля	Условия допуска	Критерии и нормы оценки	
Отчет по практическим занятиям.	Представление отчетов по практическим занятиям в электронном виде в соответствии с требованиями, указанными в методических указаниях к работе.	«зачтено»	Отчет по практическому занятию выполнен в полном объеме в соответствии с требованиями, указанными в учебно-методическом пособии. Студент отвечает на два заданных вопроса по теме практического занятия.
		«не зачтено»	Отчет по практическому занятию включает менее 50 % от требуемого объема или отсутствует, или при наличии отчета студент не отвечает ни на один вопрос по теме выполненного занятия.

Форма проведения промежуточной аттестации	Условия допуска	Критерии и нормы оценки	
Зачет (устно)	Наличие «зачтено» по результатам текущего контроля.	«зачтено»	Ответ на теоретический материал по одному из двух теоретических вопросов полный, ответы на дополнительные вопросы по теоретическому материалу должны быть близкими к теории.
		«не зачтено»	Не отвечает ни на один из теоретических вопросов, не может ответить ни на один дополнительный вопрос.

## 6. Критерии и нормы оценки курсовых работ (проектов)

Курсовые работы (проекты) учебным планом не предусмотрены

## 7. Примерная тематика письменных работ (курсовых, рефератов, контрольных, расчетно-графических и др.)

Письменные работы учебным планом не предусмотрены

## 8. Вопросы к зачету

№ п/п	Вопросы
1.	Структура экспертной системы для расчета и оптимизации газофракционирующих установок и установок однократной перегонки нефти.
2.	Классификация методов многокритериальной оптимизации энерго – и ресурсосберегающих процессов и систем.
3.	Технико-экономический критерий эффективности. Методология энерго – и ресурсосбережения многокомпонентных каталитических процессов нефтепереработки.
4.	Гипотетически обобщенная технологическая структура.
5.	Парето оптимизация технологических, конструкционных и структурных параметров
6.	Стратегия оптимизации и организации энерго- и ресурсосбережения.
7.	Декомпозиция по составляющим критерия.
8.	Оценка степени рассогласования по составляющим критерия.
9.	Блок-схема решения задачи оптимизации и энерго – и ресурсосбережения многокритериальной системы.
10.	Эвристическо-продукционная процедура синтеза ГФУ.
11.	Неформализованные задачи оптимальной эксплуатации химических производств.
12.	Объекты ситуационного управления. Диагностика причин отклонений в работе промышленных установок.
13.	Формирование математических моделей для решения задач ситуационного управления.
14.	Теоретические основы построения интеллектуальных систем оптимизации и организации энерго – и ресурсосбережения процессов химической технологии.
15.	Интеллектуальные системы в химии и химической технологии. Базы данных. Базы знаний.
16.	Модели для представления знаний. Систематизация экспертных знаний.
17.	Процедуры вывода решений при диагностике причин отклонений в работе промышленных установок.

18.	Метод искусственного интеллекта в химии и химической технологии. Прогнозирование активности катализатора.
19.	Влияние химического состава катализатора на уровень активности и стабильности Pt-контакта.
20.	Компьютерное прогнозирование уровней активности и стабильности катализатора.
21.	Оптимизация работы промышленных установок в условиях равновесия спроса и предложения продукции на рынке.
22.	Интеллектуальные системы как основа построения обучающих комплексов при подготовке технологов.
23.	Принцип непрерывности и энциклопедичности образования.
24.	Учет физико-химических особенностей процесса при разработке новых компьютерных технологий подготовки специалистов.
25.	Выбор и обоснование рациональных способов представления экспертных знаний об изучаемом процессе. Разработка сценариев обучения.
26.	Построение интеллектуальных систем для расчета, оптимизации и прогнозирования химических производств.
27.	Теоретические основы, расчет и оптимизация нестационарных ХТП.
28.	Общие вопросы дезактивации катализатора. Классификация процессов дезактивации.
29.	Отравление бифункциональных катализаторов.
30.	Коксообразование на поверхности катализатора. Физическая дезактивации катализатора. Физико-химические модели - основа для построения интеллектуальных систем.
31.	Математическое моделирование процессов переработки бензиновой фракции нефти на Pt-катализаторах.
32.	Общая классификации процессов на Pt-катализаторах.
33.	Основные реакции превращения углеводородов на Pt - катализаторах.
34.	Технологическая схема процесса каталитического риформинга бензинов.
35.	Синтез оптимальной технологической схемы производства бензинов.
36.	Принципы формализации механизма протекания реакций на поверхности катализатора.
37.	Принципы выбора гидродинамического режима работы реактора при математическом моделировании.
38.	Оценка численных значений параметров математических моделей.
39.	Оптимизация химико-технологических процессов.
40.	Постановка задачи оптимизации в ХТ. Критерий оптимальности, целевая функция и ресурсы оптимизации. Общая стратегия решения задачи оптимизации на ЭВМ.
41.	Методы оптимизации, классификация.
42.	Экспериментально-статистические методы оптимизации. Метод Бокса-Уилсона.
43.	Аналитические методы оптимизации.
44.	Методы нелинейного программирования. Методы одномерного поиска:

	метод деления отрезка пополам, метод "золотого сечения", метод сканирования, метод случайного поиска.
45.	Методы многомерного поиска.
46.	Технология выделения парафинов «Парекс».
47.	Альтернативные технологии получения масел.
48.	Современные катализаторы каталитического крекинга.
49.	Твердокислотное алкилирование.
50.	Поточные схемы современных НПЗ.

## **9. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

### **9.1. Паспорт фонда оценочных средств**

<b>№ п/п</b>	<b>Контролируемые разделы (темы) дисциплины</b>	<b>Код контролируемой компетенции (или ее части)</b>	<b>Наименование оценочного средства</b>
1	Модуль 1. Системные закономерности в нефтехимии и химической технологии	ОК – 8 ПК – 2,3	Отчеты по практическим занятиям 1, 2 в электронном виде
2	Модуль 2. Методы оптимизации и организации ресурсосберегающих процессов в нефтехимии и химической технологии	ОК – 8 ПК – 2,3	Отчеты по практическим занятиям 3 – 8 в электронном виде

### **9.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

#### **9.2.1. Типовые задания для практических занятий**

**Практическое занятие № 1.** Моделирование ректификационной колонны для разделения бинарной смеси.

**Цель работы:** ознакомление с основными принципами моделирования ректификационной колонны для разделения бинарной смеси в программе ChemSep.

**Принадлежности:** персональный компьютер с доступом к сети Интернет, ПО ChemSep, ПО Microsoft Office, раздаточный материал.

**Алгоритм выполнения задания:**

1. Изучить лекционный и раздаточный материал.
2. Получить у преподавателя карточку-задание. Выполнить моделирование ректификационной колонны для разделения бинарной смеси

по индивидуальному заданию, пример индивидуального задания приведен в таблице 1.

3. Провести анализ полученных результатов (температурные режимы колонны, состав материальных потоков и др.) и при необходимости провести отладку модели в соответствии с задачей, поставленной в индивидуальном задании.

4. Сформировать и предоставить отчет по практическому занятию. Отчет по практическому занятию должен содержать:

4.1. Результаты проведенного моделирования в соответствии с индивидуальным заданием:

- материальный баланс (таблица 2);
- тепловой баланс и режимы работы ректификационной колонны (таблица 3);
- графики Liquid phase composition profiles и Vapour phase composition profiles (рисунок 1);
- X, Y – диаграмму бинарной смеси (рисунок 2).

4.2. Выводы.

Выполненное практическое занятие должно быть оформлено в электронном виде (с расширением \*.doc/docx).

Таблица 1 – Задания для моделирования ректификационной колонны по разделению бинарной смеси

Задание № 1		Исходная смесь: ЧХУ – толуол*.			
Исходная смесь		Дистиллят		Кубовая жидкость	
Количество, мол/с	Состав, мол. доли	Количество, мол/с	Состав, мол. доли	Количество, мол/с	Состав, мол. доли
8,1313	ЧХУ – 0,50 толуол – 0,50	4,06565	ЧХУ – 0,915 толуол – 0,085	4,06565	ЧХУ – 0,085 толуол – 0,915
Число тарелок		– 12			
Тарелка питания		– 6			
Доля пара в питании		– 0			
Давление на входе в колонну, атм		– 1,1			
Давление в колонне, атм		– 1,1 (постоянное по высоте колонны)			
Тип кипятильника		– с паровым пространством (кубовая жидкость отводится в виде жидкой фазы)			
Тип конденсатора		– дистиллят отводится в виде жидкой фазы ( <i>Total (Liquid product)</i> )			
Флегмовое число		– 1			
Потери тепла по колонне		– 0			
* – перед моделированием проверить возможность образования азеотропной смеси между компонентами (дополнительное задание)					

Таблица 2 – Материальный баланс

Приход	кг/ч	% мас.	Расход	кг/ч	% мас.
1. Исходная смесь, в т. ч.: НKK ВKK			1. Дистиллят, в т. ч.: НKK ВKK 2. Кубовая жидкость, в т. ч.: НKK ВKK		

Таблица 3 – Тепловой баланс и режимы работы ректификационной колонны

Тарелка	Температура, °C	Давление, атм	Флегмовое число	Расход, кг/с		Тепловая нагрузка, ккал/ч	
				жидкости	паров	на дефлегматор	на кипятильник
1							
2							
3							
·							
·							
·							
<i>n</i>							

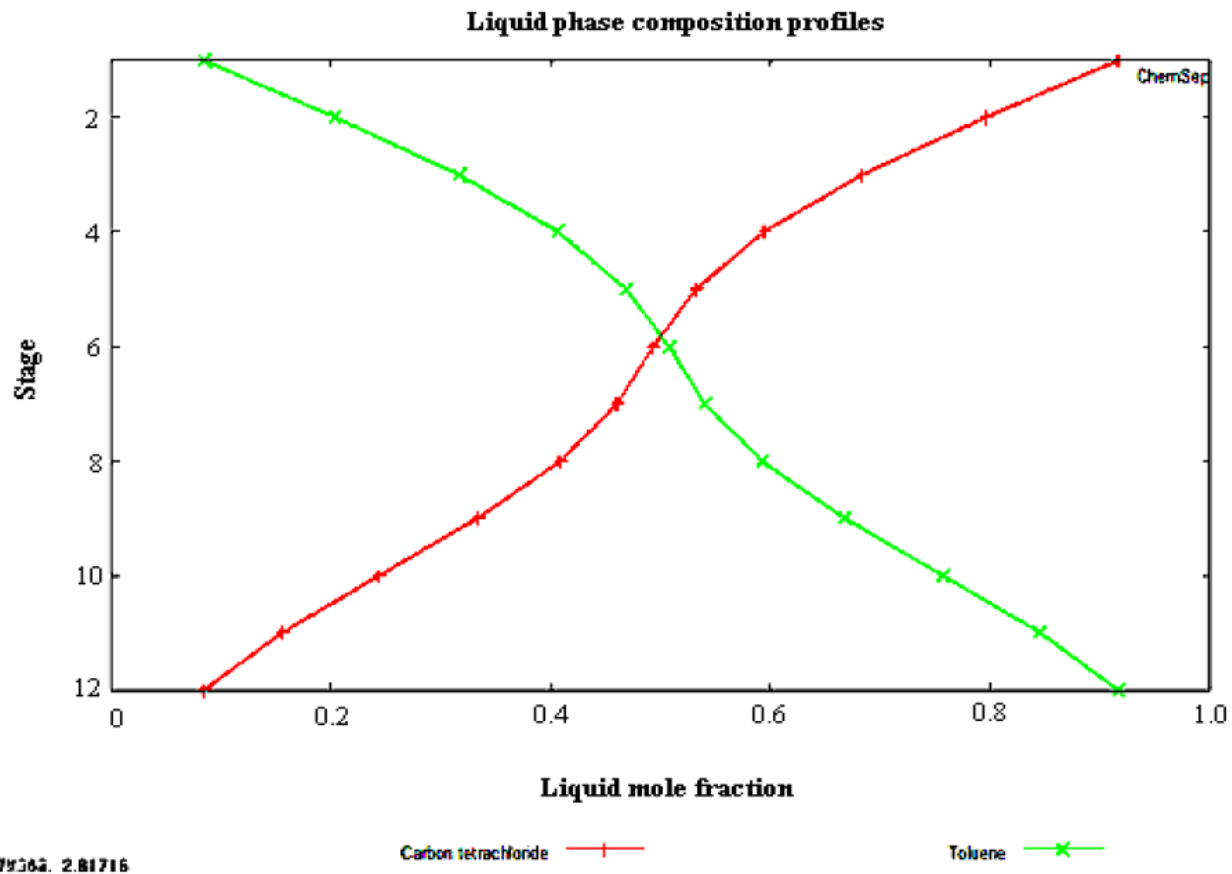


Рисунок 1 – Окно Liquid phase composition profiles для компонентов (ЧХУ и толуола)

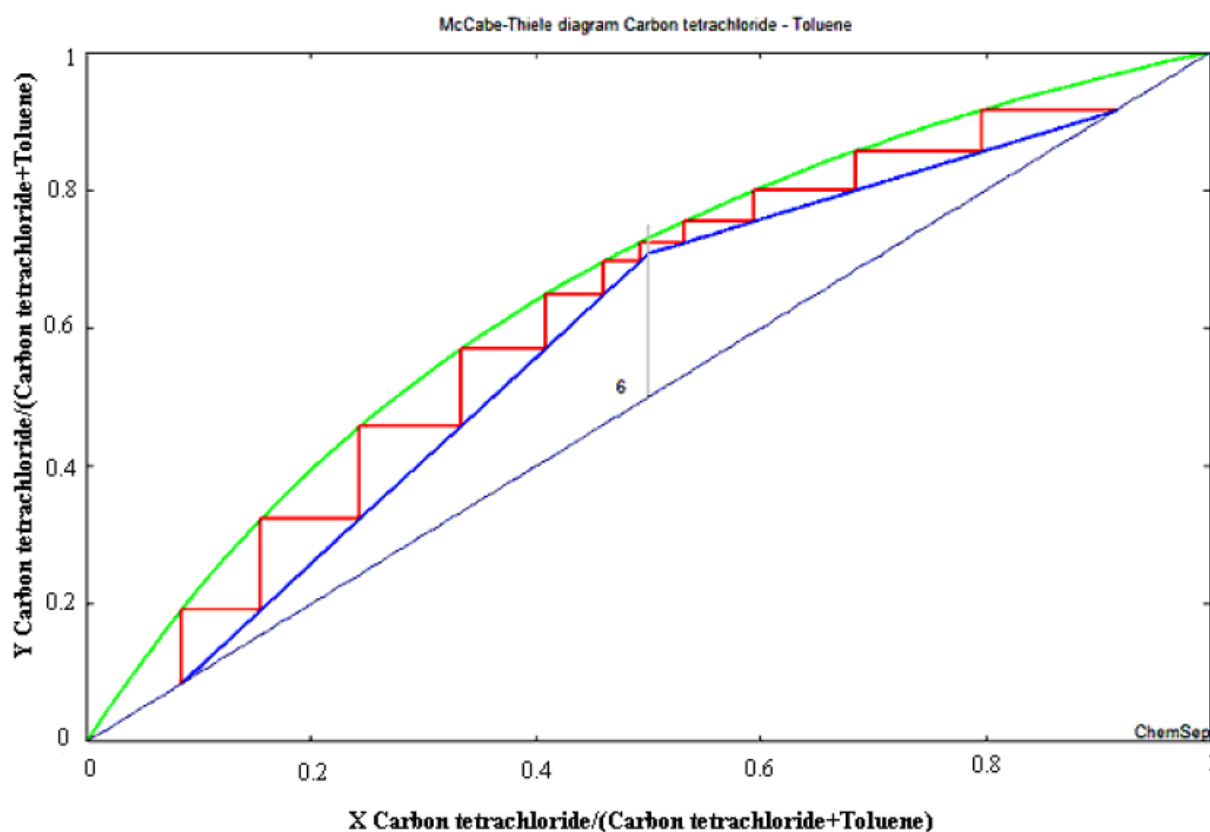


Рисунок 2 – X, Y-диаграмма для бинарной смеси ЧХУ – толуол

### Критерии оценки:

«зачтено» – отчет по практическому занятию выполнен в полном объеме в соответствии с требованиями, указанными в учебно-методическом пособии. Студент отвечает на два заданных вопроса по теме практического занятия.

«не зачтено» – отчет по практическому занятию включает менее 50 % от требуемого объема или отсутствует, или при наличии отчета студент не отвечает ни на один вопрос по теме выполненного занятия.

## 10. Образовательные технологии и методические указания по освоению дисциплины (учебного курса)

При реализации учебного курса дисциплины используются технологии традиционного обучения, включающие лекции и практические занятия, которые предполагают последовательное изложение материала преподавателем. Лекция с элементами дискуссии, с использованием технологий развития критического мышления. Практические занятия – с обсуждением результатов деятельности.



## 11. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (учебного курса)

### 11.1. Обязательная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Количество в библиотеке
1.	Бочкарев В. В. Оптимизация химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. В. Бочкарев ; Томский политехнический университет. - Томск : ТПУ, 2014. - 263 с. - ISBN 978-5-4387-0420-1.	Учебное пособие	ЭБС "IPRbooks"
2.	Колбин В. В. Специальные методы оптимизации [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. В. Колбин. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. - 379 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1536-6.	Учебное пособие	ЭБС "Лань"
3.	Химическая технология неорганических веществ [Электронный ресурс] : учеб. пособие. Кн. 1 / Т. Г. Ахметов [и др.] ; под ред. Т. Г. Ахметова. - Изд. 3-е, стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2017. - 688 с. : ил. - ISBN 978-5-8114-2332-3.	Учебное пособие	ЭБС "Лань"
4.	Ахмедьянова Р. А. Химическая технология переработки газового сырья [Электронный ресурс] : Производство мономеров из газового сырья : учеб. пособие / Р. А. Ахмедьянова, А. Г. Ликумович ; Казанский нац. исслед. технол. ун-т. - Казань : КНИТУ, 2015. - 180 с. : ил. - ISBN 978-5-7882-1704-8.	Учебное пособие	ЭБС "IPRbooks"
5.	Атманских И. Н. Химическая технология [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие / И. Н. Атманских, С. С. Нохрин, А. Р. Шарафутдинов ; Урал. федерал. ун-т ; [под общ. ред. С. С. Нохрина]. - Екатеринбург : УрФУ, 2015. - 120 с. - ISBN 978-5-7996-1603-8.	Учебное пособие	ЭБС "IPRbooks"

## 11.2. Дополнительная литература и учебные материалы (аудио-, видеопособия и др.)

- фонд научной библиотеки ТГУ:

№ п/п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, аудио-, видеопособия и др.)	Количество в библиотеке
6.	Кочегурова Е. А. Теория и методы оптимизации [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Е. А. Кочегурова ; Томский политехнический университет. - Томск : ТПУ, 2013. - 133 с. - ISBN 978-5-4387-0237-5.	Учебное пособие	ЭБС "IPRbooks"
7.	Методы оптимизации и теории управления [Электронный ресурс] : метод. указ. к самостоятельной работе по дисциплинам «Методы оптимизации», «Математические методы теории управления» / сост. Ю И. Денисенко. - Липецк : ЛГТУ, 2013. - 18 с.	Методические указания	ЭБС "IPRbooks"
8.	Лесин В. В. Основы методов оптимизации [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. В. Лесин, Ю. П. Лисовец. - Изд. 4-е, стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. - 344 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1217-4.	Учебное пособие	ЭБС "Лань"
9.	Пантелеев А. В. Методы оптимизации [Электронный ресурс] : практ. курс : учеб. пособие / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. - Москва : Логос, 2011. - 424 с. : ил. - (Новая университетская библиотека). - ISBN 978-5-98704-540-4.	Учебное пособие	ЭБС "IPRbooks"
10.	Розова В. Н. Методы оптимизации [Электронный ресурс] : курс лекций : учеб. пособие / В. Н. Розова, И. С. Максимова. - Москва : РУДН, 2010. - 109 с. - ISBN 978-5-209-03872-6.	Учебное пособие	ЭБС "IPRbooks"

- другие фонды:

№ п/п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, аудио-, видеопособия и др.)	Место хранения (методический кабинет кафедры, городские библиотеки и др.)
11.	Чариков, Ю.В. Методы оптимизации ресурсосберегающих процессов в нефтехимии и химической технологии : электронное учебное пособие / Ю.В. Чариков, – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2018. / оптический диск.	Учебное пособие	методический кабинет кафедры (электронный ресурс)

СОГЛАСОВАНО

Директор научной библиотеки

(подпись)

А.М.Асаева

(И.О. Фамилия)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2018г.

МП

### 11.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- <http://thescipub.com/journals/ajeas> – рецензируемый журнал *American Journal of Engineering and Applied Sciences* – публикует результаты исследований в области инженерных наук (прикладная физика и прикладная математика, автоматизация и управление, химическая технология, компьютерная техника, информатику, инженерные данные и разработка программного обеспечения, экологическая инженерия, электротехника, промышленная инженерия, информационные технологии и информатика, материаловедение, измерение и метрология, машиностроение, медицинская физика, энергетика, обработка сигналов и телекоммуникации).
- <http://rsta.royalsocietypublishing.org/> – журнал *Philosophical Transactions A* предоставляет свободный доступ к научным публикациям по следующим темам: инженерные, физические, математические науки.

- <http://www.kirj.ee/engineering> – международный научный журнал TheEstonianJournalofEngineering, публиковавший научно-исследовательские статьи с 1995 по 2014 гг., представляющие интерес для широкого спектра инженерных специальностей; выпускался при поддержке Эстонской академии наук.

#### 11.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Количество лицензий	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1.	Windows	1398	- Windows (Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно).
2.	Office Standart	1398	- Office Standart (Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно; Договор № 727 от 20.07.2016г., срок действия – бессрочно).
3.	MATLAB & Simulink	5	Договор 652/2014 от 07.07.2014 (бессрочный)
4.	MathCAD	15	Акт п/п от 21.07.09 (Гос. Контракт 487 от 28.05.09) (бессрочный)

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

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий	Перечень основного оборудования	Фактический адрес учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др.	Площадь, м <sup>2</sup>	Количество посадочных мест
1.	Лаборатория «Процессы и аппараты защиты окружающей среды». Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и	Столы ученические моноблоки, Столы, стулья, доска аудиторная (меловая), проектор, ноутбук, экран переносной, установка технологического комплекса, позволяющая снизить распространение аэродисперсной системы в пространстве., установка, позволяющая создать аэродинамическую тягу	445020 Самарская область, г. Тольятти, Центральный р-н ул. Белорусская, д. 16Б. Позиция по ТП № 24	42,40	20

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий	Перечень основного оборудования	Фактический адрес учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др.	Площадь, м <sup>2</sup>	Количество посадочных мест
	индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (А-409)				
2.	Компьютерный класс. Помещение для самостоятельной работы. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Г-401)	Столы ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет.	445020 Самарская обл. г. о. Тольятти, ул. Белорусская, 14, позиция по ТП № 48	84,8	16
3.	Лаборатория "Высокомолекулярные соединения". Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и	Столы лабораторные островные; Столы лабораторные пристенные; столы лабораторные; шкаф вытяжной; шкаф вытяжной 1500ШВ ; весы аналитические ВЛР200 ; сушильный шкаф Snol 58/350; стол виброустойчивый ; стол письменный; шкафы для хим. реактивов ; тумба для посуды и хим. реактивов ; холодильник	445020 Самарская область, г. Тольятти, Центральный р-н ул. Белорусская, д. 16Б. позиция по ТП № 12	64,5	16

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий	Перечень основного оборудования	Фактический адрес учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др.	Площадь, м <sup>2</sup>	Количество посадочных мест
	индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (А-220)	«Орск»; регулятор напряжения БП2100; магнитная мешалка ММ02 ; термостат UTU4 ; автоклав; полимеризатор ; штатив лабораторный ; доска аудиторная трехсекционная; табуреты лабораторные ; химическая посуда.			
4.	Лаборатория "Теория механизмов и машин". Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (А-414)	Столы ученические, стулья ученические , шкаф для учебных пособий, доска аудиторная (меловая), стол преподавательский, стул преподавательский, Столы лабораторные , установки для динамической балансировки ротора , установка для определения момента инерции звена резонансным методом , установка для балансировки	445020, Самарская обл., г. Тольятти, ул. Белорусская 16 Б. позиция по ТП № 9	41,90	22
5.	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для курсового	Столы ученические, стулья ученические, доска аудиторная (меловая), ПК, проектор, экран переносной, рабочий стол. письменный угловой стол, преподават. стол.	445020, Самарская обл., г. Тольятти, ул. Белорусская 16 Б. позиция по ТП № 20	43,4	10

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий	Перечень основного оборудования	Фактический адрес учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др.	Площадь, м <sup>2</sup>	Количество посадочных мест
	проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (А-415)				