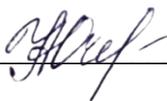


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»  
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО  
Руководитель ОПОП

  
Ю.А. Очередко  
«04» апреля 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой фундаментальной  
и прикладной химии

  
Л.А. Джигола  
«04» апреля 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Инновационные технологии в математическом моделировании»**

Составитель

**Золотарева Н.В., доцент, к.т.н.,  
доцент кафедры ХМ**

Согласовано с работодателями:

**Фидурова С.Н., заместитель начальника отдела  
физико-химических исследований  
ИТЦ «Газпром добыча Астрахань»,  
Федорова И.В., начальник химико-  
аналитического отдела испытательный  
Центр филиала ФГБУ «ЦЛАТИ по ЮФО»-  
ЦЛАТИ по Астраханской области**

Направление подготовки / специальность  
Направленность (профиль) ОПОП  
Квалификация (степень)  
Форма обучения  
Год приема  
Курс  
Семестр

**04.04.01 ХИМИЯ  
НЕФТЕХИМИЯ  
Магистр  
Очная  
2024  
2  
3**

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1. Целью освоения дисциплины «Инновационные технологии в математическом моделировании»** является ознакомление с инновационными технологиями при разработке математических моделей многокомпонентных химических и массообменных процессов в нефтехимической отрасли.

**1.2. Задачи освоения дисциплины «Инновационные технологии в математическом моделировании»:** формирование знаний физико-химической сущности процессов и методологии построения математических моделей при проведении научных исследований, с последующим анализом результатов; выполнение разноуровневых расчетов многокомпонентных и массообменных процессов с использованием математических моделей, моделирующих систем и современных прикладных программ; применять математическое моделирование при анализе и оценке эффективности многокомпонентных химических процессов в нефтехимической отрасли.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

**2.1. Учебная дисциплина «Инновационные технологии в математическом моделировании»** относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, и осваивается в 3 семестре. Дисциплина встраивается в структуру ОПОП как с точки зрения преемственности содержания, так и с точки зрения непрерывности процесса формирования компетенций выпускника. «Входные» знания и умения обучающегося связаны со знанием теоретических основ высшей математики и информатики, а также, профильных дисциплин – химическая технология, общая, органическая и физическая химия.

**2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:**

- «Высшая математика»

Знания: представления о функциях одной и нескольких переменных; статистическая обработка данных;

Умения: решение систем линейных и нелинейных уравнений; построение корреляционных зависимостей;

Навыки: осуществлять интегрирование и дифференцирование функций; решения дифференциальных уравнений; обработка экспериментальных данных.

- «Физическая химия»

Знания: представления об основных химических законах, описывающих химическое равновесие;

Умения: решать задачи по теме ступенчатой диссоциации в растворах;

Навыки: решения задач по термодинамике, кинетике химических реакций и каталитических процессов; обработка экспериментальных данных.

- «Химическая технология»

Знания: основные фундаментальные понятия химической технологии;

Умения: использовать основные закономерности и фундаментальные понятия химической технологии для решения практических и производственных задач;

Навыки: владеть навыками расчета основных технических показателей технологического процесса, алгоритмами вычислений.

- «Информатика»

Знания: представлениями об устройстве компьютера, функционировании системного и прикладного программного обеспечения;

Умения: работать в программных комплексах по направлению подготовки;

Навыки: использования электронных баз данных, программных пакетов для обработки и построения корреляционных зависимостей.

### 2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

- Аппаратное обеспечение технологических процессов;
- Преддипломная практика.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

*а) профессиональных (ПК):*

*ПК-4* Способен обрабатывать и интерпретировать результаты проведенных работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках с использованием различных методов и подходов.

**Таблица 1. Декомпозиция результатов обучения**

Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины		
		Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
<i>ПК-4</i>	ПК-4.1. Обрабатывает полученные данные с использованием современных методов анализа информации	математические методы обработки экспериментальных данных; основные понятия составления базы данных	использовать математические методы и модели для решения прикладных задач; использовать программные и аппаратные средства персонального компьютера при поиске информации в ФИПС	методами количественного анализа процессов обработки, поиска и передачи информации; навыками поиска информации в глобальной информационной сети Интернет и работы с офисными приложениями (текстовыми процессорами, электронными таблицами, средствами подготовки презентационных материалов, СУБД).
	ПК-4.2. Грамотно интерпретирует результаты исследований в выбранной области химии	современные ИТ-технологии при сборе, анализе и представлении информации химического профиля	использовать стандартные и оригинальные программные продукты, при необходимости адаптируя их для решения задач профессиональной деятельности	применения современных вычислительных методов для обработки данных химического эксперимента, моделирования свойств веществ (материалов) и процессов с их участием
	ПК-4.3. Анализирует результаты	принципы составления математическо	анализировать результаты экспериментов,	способами систематизации и анализа результатов наблюдений,

испытаний сырья, прекурсоров, готовой продукции; оценивает степень их соответствия нормативным документам (стандартам и технологическим регламентам)	й модели и методы, алгоритмы постановки вычислительно го эксперимента, а также способы обработки результатов	наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов	измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов
--	--	---	---

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины в соответствии с учебным планом составляет 2 зачетные единицы (72 часа).

Трудоемкость отдельных видов учебной работы студентов очной формы обучения приведена в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Трудоемкость отдельных видов учебной работы по формам обучения

Вид учебной и внеучебной работы	для очной формы обучения
Объем дисциплины в зачетных единицах	2
Объем дисциплины в академических часах	72
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе (час.):	20
- занятия лекционного типа, в том числе:	10
- практическая подготовка (если предусмотрена)	-
- занятия семинарского типа (семинары, практические, лабораторные), в том числе:	10
- практическая подготовка (если предусмотрена)	-
- консультация (предэкзаменационная)	-
- промежуточная аттестация по дисциплине	-
Самостоятельная работа обучающихся (час.)	52,00
Форма промежуточной аттестации обучающегося (зачет/экзамен), семестр(ы)	Зачёт – 3 семестр

Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий и самостоятельной работы, для каждой формы обучения представлено в таблице 2.2.

Таблица 2.2. Структура и содержание дисциплины (модуля)

для очной формы обучения

Раздел, тема дисциплины	Контактная работа, час.	СР,	Σ	Форма текущего
-------------------------	-------------------------	-----	---	----------------

(модуля)	Л		ПЗ		ЛР		КР/ КП	час	того часов	контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации [по семестрам]
	Л	В т.ч. П П	П З	В т.ч. ПП	ЛР	В т.ч. ПП				
<b>Семестр 3.</b>										
Основы математического моделирования. Планирование эксперимента (гл.1)	1				1			7	9	Подготовка презентаций; Круглый стол
Работа с поисковыми базами данных ФИПС. Работа с научными журналами по основным направлениям химии (гл.2)	1				1			7	9	Отчет по лабораторной работе № 1
Создание таблиц в приложении Access. Создание связей между таблицами. Запросы (гл.3)	1				1			7	9	Отчет по лабораторной работе № 2
Формы. Создание и использование форм в базе данных. Создание отчетов (гл.3)	1				1			7	9	Отчет по лабораторной работе № 3
Страницы доступа к данным. Математическое моделирование химических процессов (гл.1)	2				2			8	12	Подготовка презентаций; Круглый стол
Правила составления заявки на официальную регистрацию базы данных (гл.2)	2				2			8	12	Собеседование
Математическое моделирование процессов в нефтехимической отрасли (гл. 4)	2				2			8	12	Отчет по индивидуальной работе
<b>Консультации</b>									-	
<b>Контроль промежуточной аттестации</b>									-	<b>Зачёт</b>
<b>ИТОГО за семестр:</b>	<b>10</b>				<b>10</b>			<b>52</b>	<b>72</b>	

*Примечание:* Л – лекция; ПЗ – практическое занятие, семинар; ЛР – лабораторная работа; КР – курсовая работа; СР – самостоятельная работа.

**Таблица 3. Матрица соотношения разделов, тем учебной дисциплины и формируемых компетенций**

Раздел, тема дисциплины	Кол-во часов	Компетенции	Общее количество компетенций
		ПК-4	
Основы математического моделирования. Планирование эксперимента.	9	+	1
Работа с поисковыми базами данных ФИПС. Работа с научными журналами по основным направлениям нефтехимии.	9	+	1
Создание таблиц в приложении Access. Создание связей между таблицами. Запросы.	9	+	1
Формы. Создание и использование форм в базе данных. Создание отчетов.	9	+	1
Страницы доступа к данным. Математическое моделирование химических процессов.	12	+	1
Правила составления заявки на официальную регистрацию базы данных.	12	+	1
Математическое моделирование процессов в нефтехимической отрасли.	12	+	1
<b>Итого</b>	<b>72</b>		<b>1</b>

### **Краткое содержание каждой темы дисциплины**

#### **Глава 1. Теоретические основы математического моделирования химических процессов**

Внедрение математических методов в химию. Теоретические основы математического моделирования. Основные этапы математического моделирования. Роль математического моделирования в разработке и совершенствовании современных химических производств. Подходы к построению простейших математических моделей. Примеры и классификация моделей. Примеры построения математических моделей химических реакций.

#### **Глава 2. Реализованные и внедренные в производственный химико-технологический процесс математические модели**

Работа с поисковыми базами данных ФИПС, патентами на существующие и реализованные модельные системы. Работа с научными журналами по основным направлениям нефтехимии. Работа с Интернет-ресурсами научных журналов, литературой.

#### **Глава 3. Информационные модели**

Создание таблиц в приложении Microsoft Office Access. Создание связей между таблицами. Запросы. Формы. Создание и использование форм в базе данных. Создание отчетов. Страницы доступа к данным. Этапы составления заявки на официальную регистрацию базы данных.

#### **Глава 4. Математическое моделирование процессов в нефтехимической отрасли**

Примеры построения математических моделей элементарных реакций на этапах первичной перегонки нефти. Моделирование процессов первичной подготовки нефти, газа и газового конденсата. Математическое моделирование и разработка технологических моделирующих систем процессов подготовки нефти и газа. Современные разработки в нефтехимической отрасли.

## **5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1. Указания для преподавателей по организации и проведению учебных занятий по дисциплине**

Преподаватель должен активно непосредственно участвовать в учебном процессе и проводить подготовку к нему. Необходимость постоянной подготовки к лекциям, семинарским и практическим занятиям обусловлена потребностью отражать современные подходы, взгляды, данные по темам и разделам. Проводя подготовку к учебному процессу необходимо изучать современные методические рекомендации, результаты научных исследований, новые технологии и т.д. При реализации различных видов учебной работы преподаватель должен использовать образовательные технологии: создание интерактивных презентаций, обучающие компьютерные программы, технологии развития мышления (эффективная лекция, таблицы, работа в группах и т.д.)

В ходе подготовки лекции преподаватель должен разрабатывать план лекции, в котором должен определить те основные материалы, которые слушатели должны понять и записать. Содержание лекции должно быть организованным и четким, что делает усвоение материала доступным. Содержание лекции должно отвечать следующим требованиям: изложение материала от простого к сложному; от известного к неизвестному; логичность, четкость и ясность в изложении материала; возможность проблемного изложения; дискуссии и диалога в конце лекции с целью активизации деятельности слушателей; опора смысловой части лекции на подлинные факты, события, явления, статистические данные; тесная связь теоретических положений и выводов с практикой и профессиональной деятельностью. В ходе лекционного занятия преподаватель должен четко озвучить тему, представить план, кратко изложить цель, учебные вопросы. Раскрывая содержание учебных вопросов, акцентировать внимание на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Следует также раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. При изложении лекционного материала следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам, приводя примеры, раскрывать положительный отечественный и зарубежный опыт. По ходу изложения, возможно, задавать риторические вопросы и самому давать на них ответ. Преподаватель в целом не должен отвлекаться от излагаемого материала лекции. Преподаватель должен руководить работой слушателей по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы. Используемый во время лекции наглядный материал – слайды, таблицы, схемы, иллюстрации помогает вести конспекты и улучшает темп предложения материала лекций. В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Для закрепления материала, подготовки к семинарским и практическим занятиям и выполнения самостоятельной работы необходимо рекомендовать литературу, основную и дополнительную, в том числе учебно-методические материалы, а также электронные источники (интернет-ресурсы).

Лабораторные занятия способствуют закреплению знаний полученных студентами в ходе теоретического обучения (лекции) и самостоятельной работы, формированию компетенций, навыков в получении информации, приобретению умений провести ее обработку и анализ, овладению навыками планирования, анализа и управления. Общее требование при разработке тематики лабораторных таково - этот вид аудиторных занятий должен научить студента правильно оценить и предвидеть развитие ситуации, управлять ее формированием, владению методами анализа. На занятиях проводится отработка практических умений под контролем преподавателя. В конце каждого лабораторного занятия преподаватель планирует 6- 7 минут для подведения итогов. Он обращает внимание на то, как освоен учебный материал по теме в целом, анализирует типичные ошибки и недоработки студентов, акцентирует их внимание на значимость темы.

### **5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины**

При подготовке к лабораторным занятиям студентам отводится время на самостоятельную работу в объеме 52 часов, которая включает проработку материала и выполнение заданий по темам дисциплины, ознакомление с материалом, изложенным в учебниках и иных источниках информации, включая поисковую работу в интернете, работу с раздаточным материалом к практической части работы. В случае возникновения вопросов они могут быть заданы преподавателю на индивидуальной (групповой) консультации или по электронной почте (zoloto.chem@mail.ru) при согласовании с преподавателем.

Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине:

1. Математические методы решения химических задач: доп. УМО по клас. унив. образованию в качестве учеб. пособия для студентов вузов...по направ. подготовки "Химия" / А.И. Козко и др. - М.: Академия, 2013. - 368 с. - (Унив. учеб. Высш. математика и ее приложения к химии);
2. Заварухин С.Г. Математическое моделирование химико-технологических процессов и аппаратов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Заварухин С.Г. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2017. - 86 с. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778232846.html>
3. Базы данных и знаний. Проектирование баз данных в Microsoft Access [электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / О.В. Чурбанова, А.Л. Чурбанов – Архангельск: ИД САФУ, 2015, 151 с. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785261010296.html>.
4. Латыпова Р.Р. Базы данных. Курс лекций: учебное пособие [Электронный ресурс] / Латыпова Р.Р. - М.: Проспект, 2016. - 96 с. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785392192403.html>
5. Медведев П. В. Математическое планирование эксперимента : учебное пособие / Медведев П. В. - Оренбург : ОГУ, 2017. - 97 с. - ISBN 978-5-7410-1759-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785741017593.html>
6. Сагдеев Д. И. Основы научных исследований, организация и планирование эксперимента : учебное пособие / Сагдеев Д. И. - Казань : Издательство КНИТУ, 2016. - 324 с. - ISBN 978-5-7882-2010-9. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788220109.html>
7. Воронина П. В. Математическое моделирование в задачах : учеб. пособие / П. В. Воронина, В. Н. Лапин. - Новосибирск : РИЦ НГУ, 2023. - 80 с. - ISBN 978-5-4437-1427-1. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785443714271.html>
8. Клинов А. В. Моделирование химико-технологических процессов в пакете Mathcad Prime : учебное пособие / А. В. Клинов, А. В. Малыгин, И. П. Анашкин, Л. Р. Минибаева. - Казань : КНИТУ, 2022. - 148 с. - ISBN 978-5-7882-3166-2. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788231662.html>

**Таблица 4. Содержание самостоятельной работы обучающихся**

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Формы работы
Тема 1. Основы математического моделирования. Планирование эксперимента (Глава 1). Основные этапы математического моделирования. Роль математического моделирования в разработке и совершенствовании современных химических производств. Подходы к построению простейших математических моделей.	7	Подготовка презентаций; Круглый стол

Примеры и классификация моделей. Примеры построения математических моделей химических реакций. Моделирование процессов первичной подготовки нефти, газа и газового конденсата.		
Тема 2. Работа с поисковыми базами данных ФИПС. Работа с научными журналами по основным направлениям нефтехимии (Глава 2). Обзор базы данных ФИПС, анализ научных публикаций по направлениям дисциплины	7	Отчет по лабораторной работе № 1
Тема 3. Создание таблиц в приложении Access. Создание связей между таблицами. Запросы (Глава 3). Отбор данных с помощью запросов.	7	Отчет по лабораторной работе № 2
Тема 4. Формы. Создание и использование форм в базе данных. Создание отчетов (Глава 3). Создание и использование форм в базе данных. Элементы управления и макросы.	7	Отчет по лабораторной работе № 3
Тема 5. Страницы доступа к данным. Математическое моделирование химических процессов (Глава 3). Проработка структуры баз данных, алгоритма управления, составление модели. Математическое моделирование на примере простых реакций	8	Подготовка презентаций; Круглый стол
Тема 6. Правила составления заявки на официальную регистрацию базы данных (Глава 3). Подготовка документации на патентование базы данных.	8	Собеседование
Математическое моделирование процессов в нефтехимической отрасли (Глава 4). Математическое моделирование и разработка технологических моделирующих систем процессов подготовки нефти и газа.	8	Отчет по индивидуальной работе

### 5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины, выполняемые обучающимися самостоятельно

По каждой теме, изученной обучающимся самостоятельно, должны быть оформлены части индивидуальной работы.

Отчет по самостоятельной работе представляется в электронном виде. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя. В случае если оформление отчета и поведение студента во время защиты соответствуют указанным требованиям, студент получает максимальное количество баллов.

Основаниями для снижения количества баллов в диапазоне от max до min являются:

- небрежное выполнение,
- отсутствие выводов.

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов,
- отсутствия необходимого графического материала,
- неверных результатов расчета.

В отчете по выполненной самостоятельной работе должны быть указаны:

1. тема самостоятельной работы,
2. пакет документов в соответствии с темой самостоятельной работы.

По мере успеваемости студентов и усвоения материала в отчет о самостоятельной работе можно включать составление мини-конспектов по темам. В таком случае на титульном листе

разборчиво прописываются фамилия, имя, отчество, факультет, курс, группа, тема. Конспект отражает основные понятия, формулы, постулаты. В конце работы ставится число и подпись.

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации различных видов учебной работы по дисциплине возможно применение в том числе электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки / специальности реализация компетентностного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (мини-опросы, компьютерное моделирование при реализации вычислительного практикума, разбор конкретных модельных ситуаций во внеурочной работе) с целью формирования и развития требуемых компетенций обучающихся.

В рамках учебного курса предусмотрены открытые видеоконференции, лекции и мастер-классы с представителями других ВУЗов с целью получения новых умений в рамках изучаемой дисциплины.

### 6.1. Образовательные технологии

С целью формирования и развития профессиональных навыков у обучающихся в учебном процессе по дисциплине «Инновационные технологии в математическом моделировании» предусмотрены следующие активные и интерактивные формы проведения практики:

- работа с применением компьютерных технологий (работа на ПК);
- учебные дискуссии «Круглый стол» с подготовкой презентаций на заданную тему.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет не менее 30% аудиторных семинарских занятий и 16% лекционных занятий. Необходимым условием успешного усвоения дисциплины является систематический текущий контроль знаний студентов в течение всего семестра, который осуществляется в форме мини-опросов, контрольных работ, выполнения и отчета практических заданий.

**Таблица 5. Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий**

Раздел, тема дисциплины	Форма учебного занятия		
	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа
<b>Теоретические основы математического моделирования химических процессов</b>			
<i>Тема 1.</i> Подходы к построению простейших математических моделей	Интерактивная лекция	Не предусмотрено	Выполнение задания за ПК: подготовка отчета
<i>Тема 2.</i> Моделирование процессов первичной подготовки нефти, газа и газового конденсата	Интерактивная лекция	Не предусмотрено	Выполнение задания за ПК: подготовка отчета
<b>Реализованные и внедренные в производственный химико-технологический процесс математические модели</b>			
<i>Тема 1.</i> Работа с поисковыми базами данных ФИПС	Интерактивная лекция	Не предусмотрено	Выполнение задания за ПК: подготовка отчета
<i>Тема 2.</i> Работа с научными журналами по основным направлениям нефтехимии	Интерактивная лекция	Не предусмотрено	Выполнение задания за ПК: подготовка отчета
<b>Информационные модели</b>			

<i>Тема 1.</i> Создание таблиц в приложении Access. Создание связей между таблицами, запросов, форм и макросов	Интерактивная лекция	Не предусмотрено	Выполнение задания за ПК: подготовка отчета
<i>Тема 2.</i> Этапы составления заявки на официальную регистрацию базы данных	Интерактивная лекция	Не предусмотрено	Выполнение работы за ПК: подготовка отчета
<b>Математическое моделирование процессов в нефтехимической отрасли</b>			
<i>Тема 1.</i> Примеры построения математических моделей элементарных реакций на этапах первичной перегонки нефти	Интерактивная лекция	Не предусмотрено	Выполнение работы за ПК: подготовка отчета
<i>Тема 2.</i> Математическое моделирование и разработка технологических моделирующих систем процессов подготовки нефти и газа	Интерактивная лекция	Не предусмотрено	Выполнение работы за ПК: подготовка отчета
<i>Тема 3.</i> Составление банка данных по направлению исследований	Интерактивная лекция	Не предусмотрено	Выполнение работы за ПК: подготовка отчета

## 6.2. Информационные технологии

Информационные технологии, используемые при реализации различных видов учебной и внеучебной работы:

- использование возможностей Интернета в учебном процессе (использование информационного сайта преподавателя (рассылка заданий, предоставление выполненных работ, ответы на вопросы, ознакомление учащихся с оценками и т.д.));
- использование электронных учебников и различных сайтов (например, электронные библиотеки, журналы и т.д.) как источников информации;
- использование возможностей электронной почты преподавателя ([zoloto.chem@mail.ru](mailto:zoloto.chem@mail.ru));
- использование средств представления учебной информации (электронных учебных пособий и практикумов, применение новых технологий для проведения очных (традиционных) лекций и семинаров с использованием презентаций и т.д.);
- использование интегрированных образовательных сред, где главной составляющей являются не только применяемые технологии, но и содержательная часть, т.е. информационные ресурсы (доступ к мировым информационным ресурсам, на базе которых строится учебный процесс);
- использование виртуальной обучающей среды (LMS Moodle «Электронное образование») или иных информационных систем, сервисов и мессенджеров.

## 6.3. Программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

### 6.3.1. Программное обеспечение

Microsoft Office 2013, Microsoft Office Project 2013, Microsoft Office Visio 2013 Пакет офисных программ;

Microsoft Windows 7 Professional (Операционная система);

Adobe Reader (Программа для просмотра электронных документов);

MathCad 14 (Система компьютерной алгебры из класса систем автоматизированного проектирования, ориентированная на подготовку интерактивных документов с вычислениями и визуальным сопровождением, отличается лёгкостью использования);

Moodle Виртуальная обучающая среда;  
 Google Chrome Браузер; Notepad++ Текстовый редактор.

### 6.3.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных периодических изданий ООО «ИВИС» <http://dlib.eastview.com>

Имя пользователя: AstrGU

Пароль: AstrGU

2. Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем» <https://library.asu.edu.ru/catalog/>

3. Электронный каталог «Научные журналы АГУ» <https://journal.asu.edu.ru/>

4. Корпоративный проект Ассоциации региональных библиотечных консорциумов (АРБИКОН) «Межрегиональная аналитическая роспись статей» (МАРС) – сводная база данных, содержащая полную аналитическую роспись 1800 названий журналов по разным отраслям знаний. Участники проекта предоставляют друг другу электронные копии отсканированных статей из книг, сборников, журналов, содержащихся в фондах их библиотек <http://mars.arbicon.ru>

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 7.1. Паспорт фонда оценочных средств

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «*Инновационные технологии в математическом моделировании*» проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

**Таблица 6. Соответствие разделов, тем дисциплины, результатов обучения по дисциплине и оценочных средств**

Контролируемый раздел, тема дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
Тема 1. Основы математического моделирования. Планирование эксперимента (Глава 1).	ПК-4	Подготовка презентаций; Круглый стол
Тема 2. Работа с поисковыми базами данных ФИПС. Работа с научными журналами по основным направлениям нефтехимии (Глава 2).	ПК-4	Отчет по самостоятельной работе № 1
Тема 3. Создание таблиц в приложении Access. Создание связей между таблицами. Запросы (Глава 3).	ПК-4	Отчет по самостоятельной работе № 2
Тема 4. Формы. Создание и использование форм в базе данных. Создание отчетов (Глава 3).	ПК-4	Отчет по самостоятельной работе № 3
Тема 5. Страницы доступа к данным. Математическое моделирование химических процессов (Глава 3).	ПК-4	Подготовка презентаций; Круглый стол
Тема 6. Правила составления заявки на официальную регистрацию базы данных (Глава	ПК-4	Собеседование

3).		
Математическое моделирование процессов в нефтехимической отрасли (Глава 4).	<i>ПК-4</i>	Отчет по индивидуальной работе

## 7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

**Таблица 7. Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний**

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументированно отвечать на вопросы, приводить примеры
4 «хорошо»	демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении, затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры

**Таблица 8. Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений**

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы
4 «хорошо»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий, выполняет задание по подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	не способен правильно выполнить задания

## 7.3. Контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине

Ниже приводятся задания лабораторных работ и вопросы для самоконтроля, над которыми целесообразно работать при изучении основного материала, также перечень вопросов к зачету.

**Глава 1. Теоретические основы математического моделирования химических процессов.**

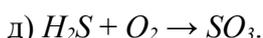
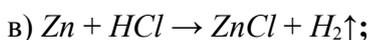
**Тема 1.**

*1. Темы для подготовки презентаций «Круглого стола»*

1. Внедрение математических методов в химию. Теоретические основы математического моделирования. Основные этапы математического моделирования.
2. Роль математического моделирования в разработке и совершенствовании современных химических производств. Подходы к построению простейших математических моделей.
3. Примеры и классификация моделей. Примеры построения математических моделей химических реакций.
4. Методы построения кинетических моделей сложных химических реакций. Методы определения уравнений скоростей химических реакций по маршрутам.

**Тема 1. Задачи к практическим занятиям**

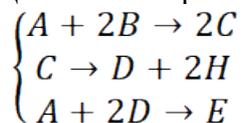
1. Составьте математические модели следующих химических реакций:



2. Составьте математическую модель кинетики химической реакции:  $NO_2Cl \rightarrow NO_2 + 0,5Cl_2$

протекающей в две стадии: 1)  $NO_2Cl \rightarrow NO_2 + Cl$ ; 2)  $NO_2Cl + Cl \rightarrow NO_2 + Cl_2$ .

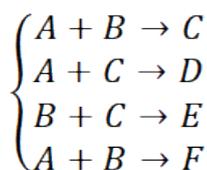
3. Для системы реакций:



заданы концентрации в начальный момент:  $c_{A0} = 2$  моль/л;  $c_{B0} = 3$  моль/л;  $c_{C0} = c_{D0} = c_{E0} = c_{H0} = 0$ .

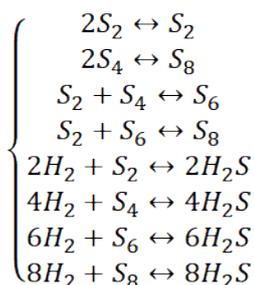
В момент времени  $t$ :  $c_A = 0,2$  моль/л;  $c_E = 0,5$  моль/л;  $c_{H0} = 2,8$  моль/л. Вычислите  $c_B$ ;  $c_C$ ;  $c_D$  в момент времени  $t$ .

4. Для системы реакций:



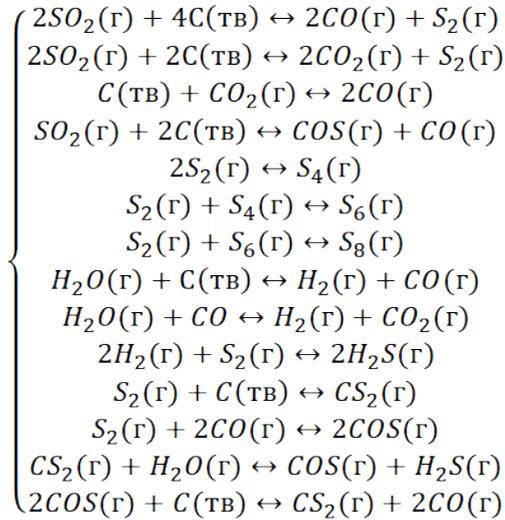
заданы концентрации в начальный момент:  $c_{A0} = 3,5$  моль/л;  $c_{B0} = 4$  моль/л;  $c_A = 0,5$  моль/л;  $c_B = 1$  моль/л;  $c_E = 0,5$  моль/л;  $c_F = 1$  моль/л. Вычислите  $c_C$  и  $c_D$ .

5. Найдите инварианты и линейно независимые стадии для реакций:



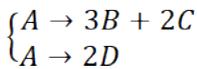
Установите сколько констант равновесия нужно задать для описания равновесия этой реакции? Запишите систему уравнений, аналогично (23) для расчета равновесных концентраций и установления химического равновесия. Упростите систему, приводя к максимально удобному виду для решения.

6. Найдите инварианты и линейно независимые стадии сложной гетерогенной реакции:



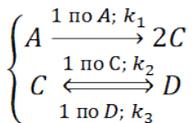
Запишите систему уравнений, аналогично (23) для расчета равновесных концентраций и установления химического равновесия. Упростите систему, приводя к максимально удобному виду для решения.

7. Дана система реакций:



известна концентрация вещества  $A$  в начальный момент:  $c_{A0} = 4$  моль/л. По окончании процесса  $c_B = 7,5$  моль/л;  $c_D = 1,8$  моль/л. Найдите степень превращения вещества  $A$ .

8. Дана система реакций:



$k_1 = 2 \text{ мин}^{-1}$ ;  $k_2 = 3 \text{ мин}^{-1}$ ;  $k_3 = 1 \text{ мин}^{-1}$ . В данный момент времени  $c_A = 1$  моль/л;  $c_D = 1$  моль/л;  $r_D = 2$  моль/(л·мин). Рассчитайте  $c_C$  и  $r_C$ .

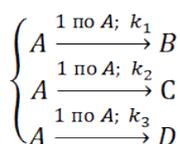
10. При постоянном объеме протекает реакция:  $2A \xrightarrow[2 \text{ по } A, 1 \text{ по } B; k]{} B$   $k = 0,1 \text{ л}^2/(\text{моль}^2 \cdot \text{мин})$ .

В некоторые моменты был определен состав реагирующей смеси: а)  $c_A = 0,99$  моль/л;  $c_B = 0,005$  моль/л; б)  $c_A = 0,9$  моль/л; в)  $c_A = 0,5$  моль/л; г)  $c_A = 0,1$  моль/л. Рассчитайте скорость реакции в эти моменты. При каком составе смеси скорость достигла максимума?

11. Протекает реакция:  $A + 2B \xrightarrow[1 \text{ по } A, 2 \text{ по } B; k]{} C + H$   $k = 0,4 \text{ л}^2/(\text{моль}^2 \cdot \text{мин})$ .

В начальный момент времени известно, что  $c_{A0} = 4$  моль/л;  $c_{B0} = 6$  моль/л; В настоящий момент времени  $c_A = 2$  моль/л. Рассчитайте скорость реакции.

12. При постоянном объеме протекает цепочка реакций:

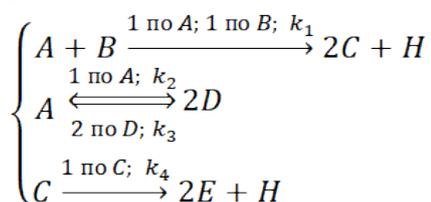


Вещество В – целевой продукт, остальные считаются отбросами производства. В таблице приведены параметры уравнения Аррениуса для трех стадий:

Стадия	1	2	3
A, мин <sup>-1</sup>	2,5·10 <sup>9</sup>	8,0·10 <sup>12</sup>	6,3·10 <sup>6</sup>
E, кДж/моль	80	120	63

При какой температуре в интервале 350-500 К (шаг 50 К) селективность  $\sigma$  реакции окажется наибольшей? Воспользуйтесь графическим определением максимума, используя эмпирическое уравнение  $\sigma = b_0 + b_1 \cdot T + b_2 \cdot T^2 + b_3 \cdot T^3$ .

13. Рассчитайте изменение концентрации во времени (ход реакции) за первую минуту для реакции:



Заданы константы скорости:  $k_1 = 2,5$  л/(моль·мин);  $k_2 = 1$  мин<sup>-1</sup>;  $k_3 = 0,5$  л/(моль·мин);  $k_4 = 3$  мин<sup>-1</sup>. В начальный момент концентрации реагентов составляли:  $c_{A0} = 4$  моль/л;  $c_{B0} = 2$  моль/л, продукты реакции отсутствовали. Расчет рекомендуется вести вручную, интегрирование проводить методом Эйлера, использовать шаг времени равный 0,02 мин.

14. Пусть в газовой смеси, помимо оксида азота и кислорода, содержатся и другие компоненты, не принимающие участия в химической реакции (инертные вещества). Определите, при каком стехиометрическом отношении  $x:y$  скорость окисления, протекающего по формуле  $v = k \cdot (100 \cdot x^2 - x^3)$  будет максимальной.

## *Глава 2. Реализованные и внедренные в производственный химико-технологический процесс математические модели.*

### *Тема 2.*

#### *1. Задание самостоятельной работы №1*

1. Построение кинетических моделей сложных химических реакций.
2. Моделирование процесса циклизации лёгких алканов.
3. Превращение низших алканов на оксидных и металлоксидных катализаторах.
4. Механизм и кинетика превращения лёгких алканов на цеолитных катализаторах.
5. Моделирование процессов первичной подготовки нефти, газа и газового конденсата.
6. Математическое моделирование и разработка технологических моделирующих систем процессов подготовки нефти и газа.

#### *Примечание:*

Работа с поисковыми базами данных ФИПС, патентами на существующие и реализованные модельные системы:

1. Роспатент ([http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content\\_ru/ru](http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru));

Работа с научными журналами по основным направлениям нефтехимии:

2. Российские научные журналы / Импакт-фактор журнала / Индексируется:

1. «Нефтехимия» / 0,451 / Web of Science, SCOPUS, Chemical Abstracts Service, Engineering, Computing and Technology, ChemWeb, Google Scholar, Chemistry Citation Index;

<http://neftekhimiya.ips.ac.ru/index.php/ru/>

2. «Нефтяное хозяйство» / 0,039 / SCOPUS;

<http://www.oil-industry.ru>

3. «Теоретические основы химической технологии» / 0,360 / Web of Science, SCOPUS, Chemical Abstracts Service, Engineering, Computing and Technology, ChemWeb, Google Scholar;

<http://www.maik.ru/cgi-perl/journal.pl?name=tfce&lang=rus>

4. «Физикохимия поверхности и защита материалов» / 0,693 / Web of Science, SCOPUS, Chemical Abstracts Service, Engineering, Computing and Technology, ChemWeb, Google Scholar;

<http://m-protect.ru/>

5. «Химия и технология топлив и масел» / 0,116 / Web of Science, SCOPUS, Chemical Abstracts Service, Engineering, Computing and Technology, ChemWeb, Google Scholar;

[http://vlib.ustuarchive.urfu.ru/chem\\_tech\\_n\\_fuel/](http://vlib.ustuarchive.urfu.ru/chem_tech_n_fuel/)

6. «Химия твердого топлива» / 0,175 / Web of Science, SCOPUS, Chemical Abstracts Service, ChemWeb, Google Scholar.

<http://www.maik.ru/cgi-perl/journal.pl?lang=rus&name=solfchem>

## **Тема 2.**

### **Лабораторная работа №1 Определение плотности нефтепродуктов**

*Плотность* – масса единицы объема

$$\rho = \frac{m}{V}. \quad (1.1)$$

При расчете физико-химических свойств нефтепродуктов принято пользоваться относительной плотностью, представляющей собой отношение плотностей жидкого нефтепродукта и дистиллированной воды при определенных температурах

$$d_{t_1}^{t_2} = \frac{\rho_{\text{нефтепродукта}}^{t_2}}{\rho_{\text{вода}}^{t_1}}, \quad (1.2)$$

где  $t_2$  - температура нефтепродукта, °С;

$t_1$  - температура воды, °С.

В России стандартными температурами при определении плотности являются для воды 4 °С и для нефтепродуктов 20 °С ( $d_4^{20}$ ).

В некоторых зарубежных странах за стандартную температуру принята одинаковая температура нефтепродукта и воды, равная 60 °F, что соответствует 15,6 °С ( $d_{15}^{15}$ ).

Взаимный пересчет значений  $d_4^{20}$  и  $d_{15}^{15}$  производится с помощью уравнений:

$$d_{15}^{15} = d_4^{20} + \frac{0,0035}{d_4^{20}}, \quad (1.3)$$

$$d_{15}^{15} = 0,0093 + 0,994d_4^{20}, \quad (1.4)$$

$$d_{15}^{15} = d_4^{20} + 5\alpha, \quad (1.5)$$

где  $\alpha$  - средняя температурная поправка на 1 °С, которая вычисляется по формуле

$$\alpha = 0,001828 - 0,00132d_4^{20} \quad (1.6)$$

или определяется по таблице

Средние температурные поправки  $\alpha$  для нефтепродуктов

Таблица 1.1

$d_4^{20}$	$\alpha$	$d_4^{20}$	$\alpha$	$d_4^{20}$	$\alpha$
0,6700-0,6799	0,000937	0,7800-0,7899	0,000792	0,8900-0,8999	0,000647
0,6800-0,6899	0,000924	0,7900-0,7999	0,000778	0,9000-0,9099	0,000633
0,6900-0,6999	0,000910	0,8000-0,8099	0,000765	0,9100-0,9199	0,000620
0,7000-0,7099	0,000897	0,8100-0,8199	0,000752	0,9200-0,9299	0,000607
0,7100-0,7199	0,000884	0,8200-0,8299	0,000738	0,9300-0,9399	0,000594
0,7200-0,7299	0,000870	0,8300-0,8399	0,000725	0,9400-0,9499	0,000581
0,7300-0,7399	0,000857	0,8400-0,8499	0,000712	0,9500-0,9599	0,000567
0,7400-0,7499	0,000844	0,8500-0,8599	0,000699	0,9600-0,9699	0,000554
0,7500-0,7599	0,000831	0,8600-0,8699	0,000686	0,9700-0,9799	0,000541
0,7600-0,7699	0,000818	0,8700-0,8799	0,000673	0,9800-0,9899	0,000522
0,7700-0,7799	0,000805	0,8800-0,8899	0,000660	0,9900-1,0000	0,000515

Температурная зависимость плотности нефтей и нефтепродуктов описывается уравнениями

- Д. И. Менделеева (в интервале температур от 0 до 150 °С)

$$d_4^t = d_4^{20} - \alpha(t - 20); \quad (1.7)$$

- А. К. Мановяна (до 300 °С)

$$d^t = 1000d_4^{20} - \frac{0,58}{d_4^{20}}(t - 20) - \frac{|t - 1200(d_4^{20} - 0,68)|}{1000}(t - 20); \quad (1.8)$$

-энтропийно-информационной модели

$$d_{\kappa} = d_4^{20} \tau^{f(\tau, d_4^{20})}, \quad (1.9)$$

$$f(\tau, d_4^{20}) = -0,0022 - \frac{0,0103}{\tau} - 0,12344\tau - 0,81529d_4^{20} + \quad (1.10)$$

$$+ 0,7498(d_4^{20})^2 + 4,5 \cdot 10^{-5} \tau^*,$$

$$\tau = \frac{T}{293,15}, \quad (1.11)$$

$$\tau^* = \frac{T_{\text{кин}}^0}{100}. \quad (1.12)$$

Для определения относительной плотности жидких нефтепродуктов при высоких температурах можно воспользоваться графиками, представленными на рисунках 1.1 и 1.2.

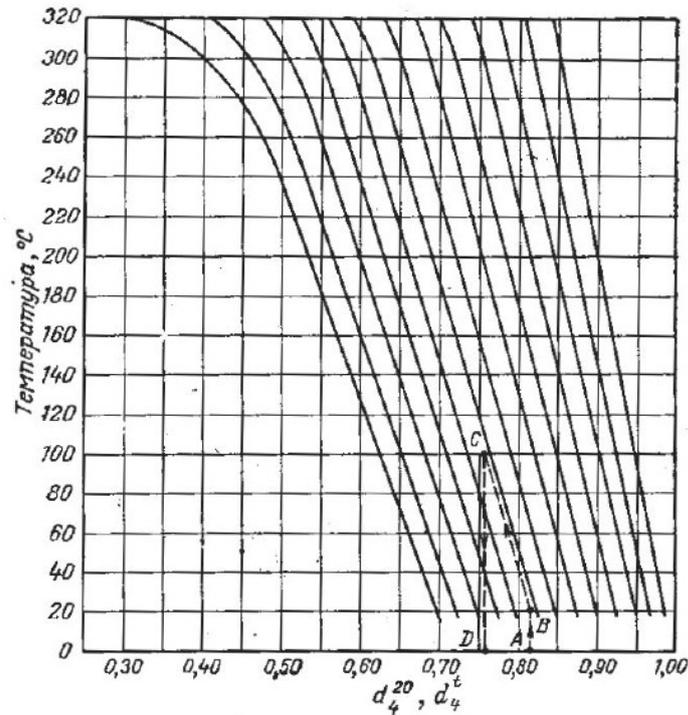


Рисунок 1.1 – График для определения относительной плотности жидких нефтепродуктов  $d_4^t$  при известной их плотности  $d_4^{20}$

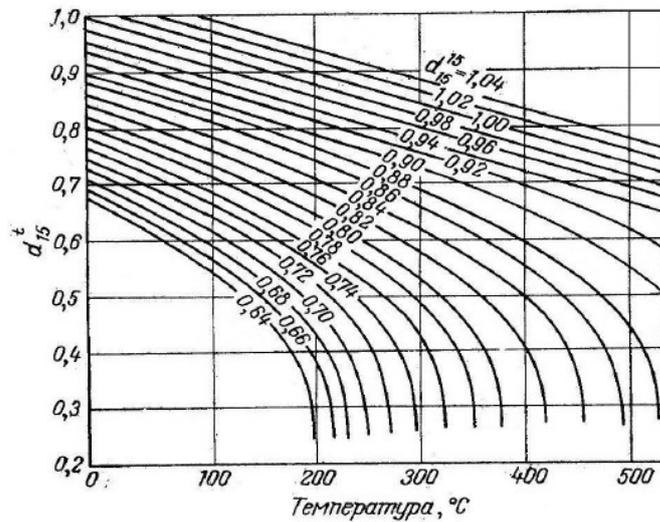


Рисунок 1.2 – График для определения относительной плотности жидких нефтепродуктов  $d_4^t$  при высоких температурах при известной их плотности  $d_4^{15}$

Абсолютная плотность жидкого нефтепродукта при температуре  $T$  (К) определяется по уравнению

$$\rho_T = \frac{\rho_{293}}{1 + \beta(T - 293)}, \quad (1.13)$$

где  $\beta$  - коэффициент объемного расширения, определяемый по графику на рисунке 1.3.

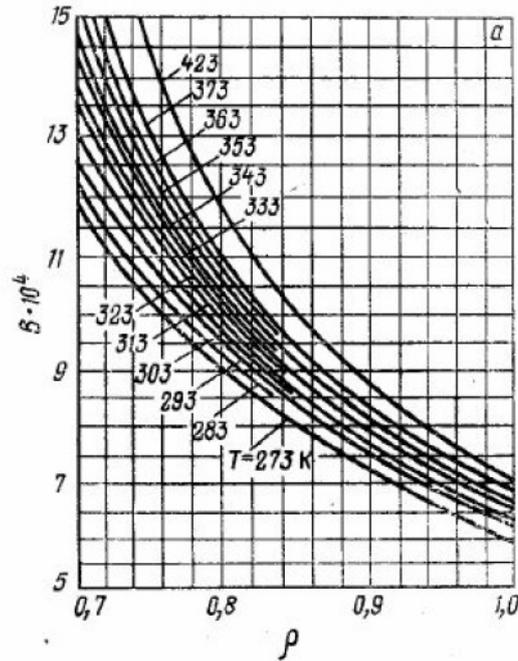


Рисунок 1.3 – Зависимость коэффициента объемного расширения нефтепродуктов от относительной плотности (по Крэггу)

или по уравнению (для нефтепродуктов первичной перегонки  $d_{15}^{15} = 0,51 - 1,0$ ; не содержащих ароматических углеводородов, смолисто-асфальтеновых веществ и твердого парафина)

$$\beta = A + 2B(t - 15), \quad (1.14)$$

$$\lg(A \cdot 10^5) = 1,09 + \frac{0,7}{d_{15}^{15}}, \quad (1.15)$$

$$\lg(B \cdot 10^8) = \frac{2,10}{d_{15}^{15}} - 0,69. \quad (1.16)$$

Также для расчета коэффициента объемного расширения нефтепродуктов применима формула

$$\beta = \frac{0,04314}{(t_{кр} - t)^{0,641}}, \quad (1.17)$$

где  $t_{кр}$  - критическая температура, °C.

Для вычисления относительной плотности узких нефтяных фракций можно рекомендовать эмпирические формулы:

- зависимость относительной плотности фракции от её средней температуры кипения (формула ГрозНИИ)

$$d_4^{20} = d_0 \left( \frac{t_{сп}}{100} \right)^n, \quad (1.18)$$

где  $d_0 = 0,65 + 0,09(d_4^{20})_{нефти}$ ;

$n = 0,13 - 0,001t_{зн}$ ;

$t_{зн}$  - температура застывания нефти, °C;

при этом можно принимать для малосернистых нефтей  $d_0 = 0,736$  и  $n = 0,13$ , а для сернистых -  $d_0 = 0,722$  и  $n = 0,16$ ;

- зависимость относительной плотности фракции от её коэффициента рефракции (формула БашНИИНП)

$$d_4^{20} = \sqrt{2,841n_D^{20} - 3,468}, \quad (1.19)$$

где  $n_D^{20}$  - коэффициент рефракции узкой фракции;

- формулу Ставцева и Выричек

$$d_4^{20} = \frac{M}{a_1 + a_2 T_{cp.ob.}^{a_3}}, \quad (1.20)$$

где  $T_{cp.ob.}$  - средняя объемная температура кипения, К;

$$a_1 = 0,0694297;$$

$$a_2 = 0,5078154;$$

$$a_3 = 2,394693;$$

- двухпараметрическую зависимость относительной плотности от молекулярной массы и коэффициента рефракции

$$d_4^{20} = a_0 + a_1 \sqrt{n_D^{20}} + a_2 \ln \frac{M}{100}, \quad (1.21)$$

где  $a_0 = -3,128806$ ;

$$a_1 = 3,251704;$$

$$a_2 = 3,414347 \cdot 10^{-2};$$

- трехпараметрическую зависимость относительной плотности от молекулярной массы, коэффициента рефракции и средней объемной температуры кипения

$$d_4^{20} = a_0 + a_1 \sqrt{n_D^{20}} + a_2 \ln \frac{M}{100} + a_3 \ln \frac{T_{cp.ob.}}{100}, \quad (1.22)$$

где  $a_0 = -2,84009$ ;

$$a_1 = 2,773804;$$

$$a_2 = -5,380611 \cdot 10^{-2};$$

$$a_3 = 0,2114023.$$

Средняя относительная плотность смеси жидких компонентов определяется по правилу аддитивности

$$d_{cm} = \frac{V_1 d_1 + V_2 d_2 + \dots + V_n d_n}{V_1 + V_2 + \dots + V_n} = \varphi_1 d_1 + \varphi_2 d_2 + \dots + \varphi_n d_n, \quad (1.23)$$

$$d_{cm} = \frac{G_1 + G_2 + \dots + G_n}{\frac{G_1}{d_1} + \frac{G_2}{d_2} + \dots + \frac{G_n}{d_n}} = \frac{1}{\frac{\omega_1}{d_1} + \frac{\omega_2}{d_2} + \dots + \frac{\omega_n}{d_n}}, \quad (1.24)$$

где  $d_1, d_2, \dots, d_n$  - относительные плотности компонентов смеси;

$V_1, V_2, \dots, V_n$  - объёмы компонентов, м<sup>3</sup>;

$\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n$  - объёмные доли компонентов;

$G_1, G_2, \dots, G_n$  - массы компонентов, кг;

$\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n$  - массовые доли компонентов.

Абсолютная плотность газов и паров ( $\text{кг}/\text{м}^3$ ) вычисляется по формуле

$$\rho = \frac{M}{22,4} \cdot \frac{T_0 P}{T P_0}, \quad (1.25)$$

где  $M$  - молярная масса газа или пара,  $\text{кг}/\text{кмоль}$ ;

$T_0 = 273$  - нормальная температура,  $\text{К}$ ;

$T$  - температура, при которой определяется плотность,  $\text{К}$ ;

$P_0 = 101325$  - нормальное давление,  $\text{Па}$ ;

$P$  - давление, при котором определяется плотность,  $\text{Па}$ .

Относительная плотность газа равна отношению массы  $m$  газа, занимающего объём  $V$  при некоторой температуре и давлении, к массе  $m_1$  воздуха, занимающего тот же объём  $V$  при тех же температуре и давлении

$$d = \frac{m}{m_1}. \quad (1.26)$$

Плотность газовой смеси, состоящей из  $n$  компонентов определяется по уравнению

$$\rho_{\text{см}} = \sum_{i=1}^n y_i \rho_i, \quad (1.27)$$

где  $y_i$  - объемная доля компонента в газовой смеси (при нормальных условиях объемная доля может быть заменена на мольную);

$\rho_i$  - плотность чистого компонента газовой смеси,  $\text{кг}/\text{м}^3$ .

Определение плотности жидких нефтяных фракций, находящихся под давлением до 1,5 МПа можно проводить по номограммам на рисунках 1.4 и 1.5.

*Пример 1.1.* Определить относительную плотность нефтепродукта  $d_{15}^{15}$  по известной плотности  $d_4^{20} = 0,7610$ .

*Решение.* Для решения задачи воспользуемся несколькими уравнениями и сравним результаты.

По уравнению (1.3):

$$d_{15}^{15} = d_4^{20} + \frac{0,0035}{d_4^{20}} = 0,7610 + \frac{0,0035}{0,7610} = 0,7656.$$

По уравнению (1.4):

$$d_{15}^{15} = 0,0093 + 0,994 d_4^{20} = 0,0093 + 0,994 \cdot 0,7610 = 0,7657.$$

Для расчета относительной плотности  $d_{15}^{15}$  по уравнению (1.5) необходимо вычислить значение коэффициента  $\alpha$  по уравнению (1.6) или определить по таблице 1.1:

$$\alpha = 0,001828 - 0,00132 d_4^{20} = 0,001828 - 0,00132 \cdot 0,7610 = 0,000823$$

или  $\alpha = 0,000818$

$$d_{15}^{15} = d_4^{20} + 5\alpha = 0,7610 + 5 \cdot 0,000823 = 0,7651,$$

$$d_{15}^{15} = d_4^{20} + 5\alpha = 0,7610 + 5 \cdot 0,000818 = 0,7651.$$

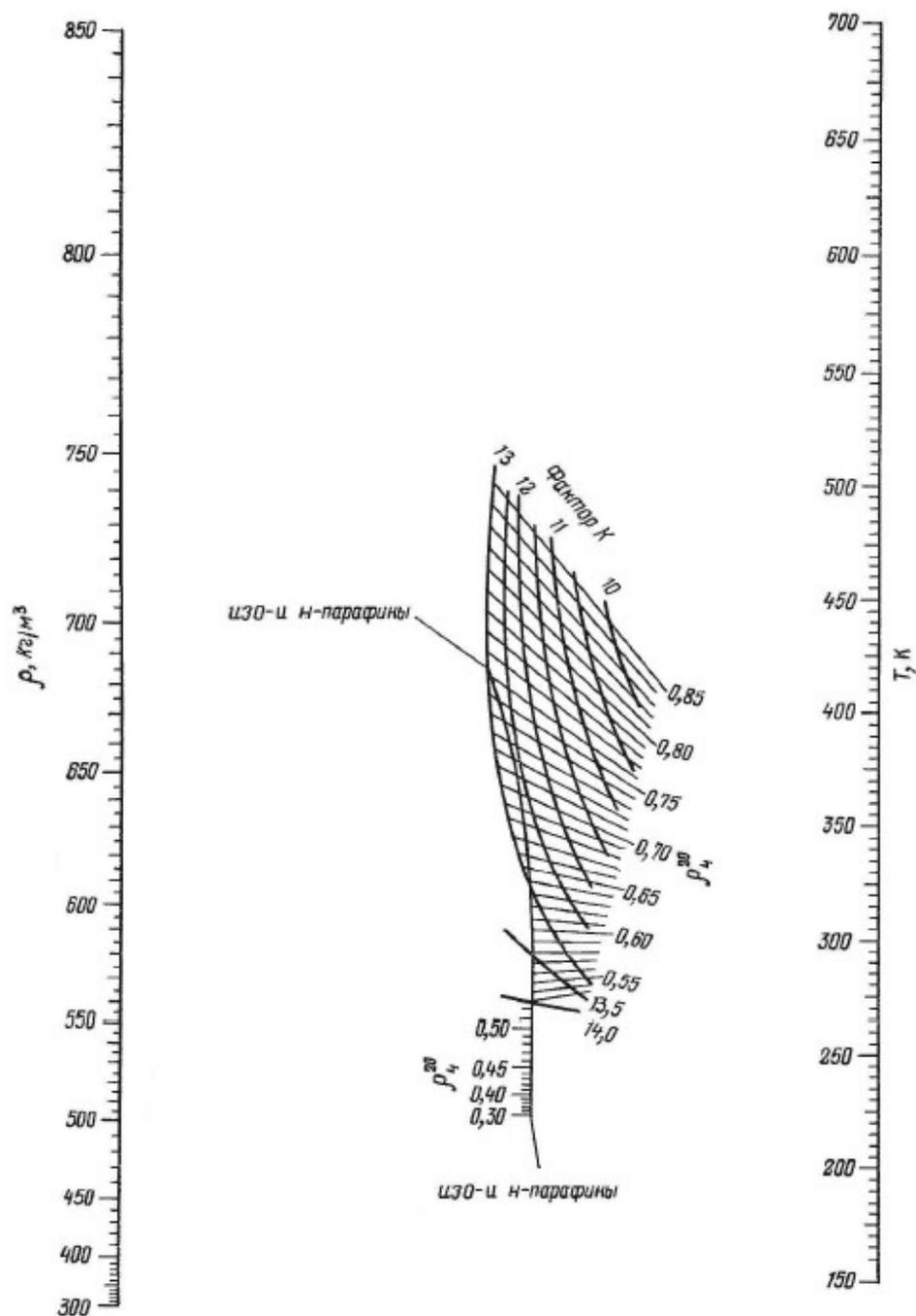


Рисунок 1.4 – Зависимость плотности жидких углеводородов и нефтяных фракций от температуры и характеризующего фактора при постоянном давлении (для низких плотностей)

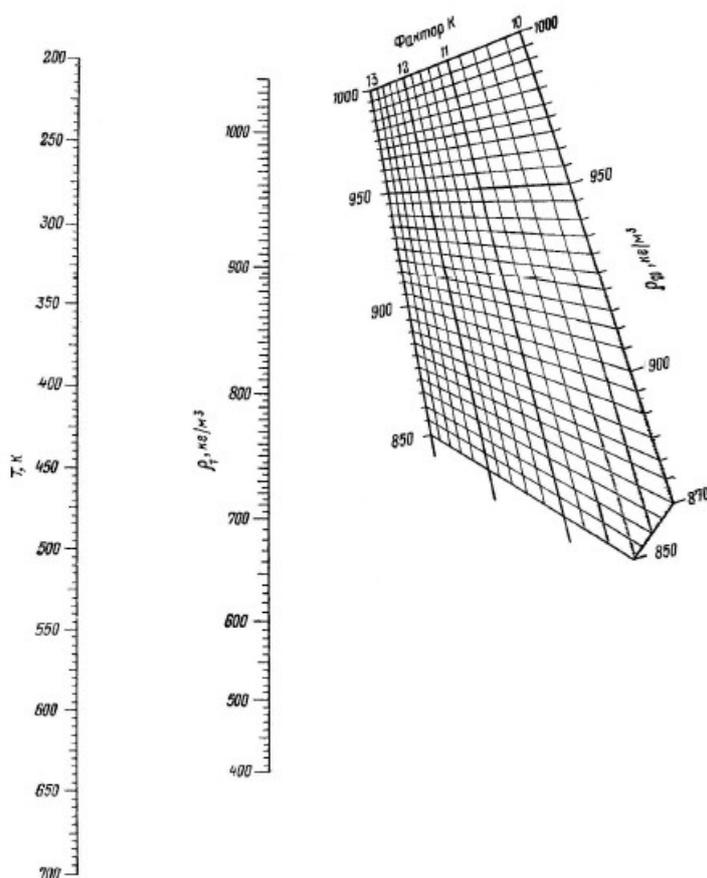


Рисунок 1.5 – Зависимость плотности жидких углеводородов и нефтяных фракций от температуры и характеризующего фактора при постоянном давлении (для высоких плотностей)

### Задачи

1. Определить относительную плотность нефтепродукта  $d_4^{20}$  по его относительной плотности  $d_{15}^{15} = 0,7321$ .
2. Определить относительную плотность нефтепродукта  $d_{15}^{15}$  по его относительной плотности  $d_4^{20} = 0,689$ .
3. Определить относительную плотность нефтепродукта  $d_4^{20}$  по его относительной плотности  $d_{15}^{15} = 0,8232$ .

## Глава 3. Информационные модели.

### Тема 3.

#### 1. Задание самостоятельной работы №2

Создание таблиц в приложении Microsoft Office Access.

Создание связей между таблицами.

Формирование запросов.

### Тема 4.

#### 1. Задание самостоятельной работы №3

Создание и использование форм в базе данных.

Разработка макросов.

Создание отчетов.

Страницы доступа к данным.

Этапы составления заявки на официальную регистрацию базы данных.

**Объединенная форма подготовки отчета по выполненной работе (темы 2-4)**

Название БД: «\_\_\_\_\_»

Предыдущее название (если есть): \_\_\_\_\_

Год создания: \_\_\_\_\_

Аннотация (должна раскрывать назначение, область применения и функциональные возможности базы данных):

Тип реализуемой ЭВМ: \_\_\_\_\_

СУБД: \_\_\_\_\_

Вид и версия операционной системы: \_\_\_\_\_

Объём в килобайтах: \_\_\_\_\_

Описание БД (структура - состав объектов с указанием из взаимосвязи и примеры заполнения – для всех объектов, входящих в структуру):

**Тема 5. Страницы доступа к данным. Математическое моделирование химических процессов (глава 3)**

**1. Темы для подготовки презентаций «Круглого стола»**

1. Особенности построения сводных таблиц в Access.
2. Структурирование данных.
3. Примеры реализации моделей производственных химических процессов.

**Тема 6. Правила составления заявки на официальную регистрацию базы данных (глава 3)**

**1. Тематика контрольных работ**

1. Проработка структуры баз данных, алгоритма управления, составление модели.
2. Подготовка документации на патентование базы данных.

Контрольная работа состоит из 5-ти заданий.

Основаниями для снижения оценки за задание являются:

- небрежное выполнение;
- некорректное выполнение;
- отсутствие целостности в схеме данных;
- неправильное заполнение документации.

Задание не может быть засчитано, если:

- даны три неверных ответа на задания.

**Глава 4. Математическое моделирование процессов в нефтехимической отрасли.**

**Тема 7.**

**1. Темы индивидуальных работ**

1. Методы построения кинетических моделей сложных химических реакций.
2. Методы определения уравнений скоростей химических реакций по маршрутам.
3. Моделирование процесса циклизации лёгких алканов.
4. Превращение низших алканов на оксидных и металлоксидных катализаторах.
5. Механизм и кинетика превращения лёгких алканов на цеолитных катализаторах. Особенности технологии.
6. Моделирование процессов первичной подготовки нефти, газа и газового конденсата.

**Перечень вопросов и заданий,  
выносимых на зачёт**

1. Что такое имитационное моделирование?
2. Какие можно выделить виды имитационного моделирования и в каких областях применяется имитационное моделирование?
3. В чем заключается метод статистического моделирования?

4. Основные принципы метода Монте–Карло. В чем преимущества и недостатки метода Монте–Карло?
5. Приведите несколько примеров математических моделей для описания физических процессов.
6. Какие математические методы применяются в химии и нефтехимии?
7. Что называется базой данных (БД)?
8. Что такое система управления БД?
9. Чем отличается Microsoft Excel от Microsoft Access?
10. Какие типы данных вы знаете?
10. Как можно переименовать поле?
11. Как можно создать поле с раскрывающимся списком?
12. С каким расширением сохраняется файл БД Access?
13. С помощью чего можно создавать таблицы?
14. Что такое ключевое поле?
15. Как установить несколько ключевых полей?
16. Как установить связи между таблицами?
17. Какие существуют отношения между таблицами?
18. Зачем нужен Мастер подстановок?
19. Для чего предназначены запросы?
20. Какие виды запросов вы знаете?
21. С помощью чего можно создавать запросы?
22. Для чего используют запрос с параметром?
23. Как можно сделать вычисления в запросах?
24. Можно ли создавать запросы на основе нескольких таблиц?
25. Для чего предназначены формы?
26. Почему форма является незаменимым средством в БД?
27. С помощью чего можно создавать формы?
28. На основе чего можно создавать формы?
29. Как создать кнопку на форме?
30. Как можно разместить несколько таблиц и запросов на форме?
31. Как создать главную кнопочную форму?
32. Для чего предназначены отчеты?
33. Какие способы создания отчетов вы знаете?
34. Как в отчетах можно посчитать итоговые значения?
35. Какие итоговые значения можно посчитать в отчетах?
36. Как в Microsoft Access напечатать почтовые наклейки?

**Таблица 9.** Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
<b>ПК-4 – Способен обрабатывать и интерпретировать результаты проведенных работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках с использованием различных методов и подходов</b>				
1.	Задание закрытого типа	Для реакции $SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$ математическая модель изменения концентрации вещества <i>C</i> (продукт реакции) будет иметь вид:	б	1

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		а) $\frac{dc_C}{dt} = -k \cdot c_A^2$ б) $\frac{dc_C}{dt} = k \cdot c_A \cdot c_B$ в) $\frac{dc_C}{dt} = -k \cdot c_A \cdot c_B$		
2.		Для реакции $2CO_2 \rightarrow 2CO + O_2 \uparrow$ кинетическая модель для молекулы образовавшегося вещества В в реакции запишется в виде: а) $\frac{dc_B}{dt} = 2k \cdot c_A^2$ б) в) $\frac{dc_B}{dt} = -k \cdot c_A \cdot c_C$	а	1
3.		Метаданные – ... а) некоторый набор операций над базой данных, который рассматривается как единственное завершено, с точки зрения пользователя, действие над некоторой информацией, обычно связано с обращением к базе данных; б) разновидность систем хранения, ориентирована на поддержку процесса анализа данных целостность, обеспечивает, непротиворечивость и хронологию данных, а также высокую скорость выполнения аналитических запросов; в) высокоуровневые средства отражения информационной модели и описания структуры данных; г) это установление зависимости дискретной выходной переменной от входных переменных	в	1
4.		Коэффициент корреляции – это общая характеристика двумерных данных, отражающая существующую между ними: а) нелинейную зависимость; б) линейную зависимость	б	1
5.		Модель уравнения линейной регрессии имеет вид:	б	1

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		а) $y = 1/a + b \cdot x + e$ б) $y = a + b \cdot x + e$ в) $y = b \cdot x^2 + e$ г) $y = e^{a + b \cdot x}$		
6.	Задание открытого типа	Составьте математическую модель реакции гидрирования этилена на никелевом катализаторе: $C_2H_4 + H_2 \rightarrow C_2H_6$	Введем обозначение, где $A$ соответствует реагенту (этилен), $B$ – продукту реакции (этан), тогда $c_A$ – концентрация вещества $A$ , $c_B$ – концентрация вещества $B$ . Концентрацию вещества водорода в газовой фазе можно считать постоянным множителем, который входит в константу скорости реакции $k$ , поэтому в кинетической модели концентрация $H_2$ не записывается. Таким образом, общая схема реакции будет иметь вид: $A \rightarrow B$ , а кинетическая модель данной реакции запишется $\frac{dc_A}{dt} = -k \cdot c_A$ Отрицательный знак свидетельствует о том, что вещество $A$ расходуется в данной реакции. Константа скорости реакции вычисляется по закону Аррениуса:	5-8

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			$k = A \cdot \exp(-E/RT)$ <p>где <math>A</math> – предэкспоненциальный множитель; <math>E</math> – энергия активации; <math>R</math> – универсальная газовая постоянная; <math>T</math> – температура.</p> <p>Используя закон сохранения массы: <math>c_A + c_B = 1(\text{const})</math>, концентрацию вещества <math>B</math> можно вычислить по формуле: <math>c_B = 1 - c_A</math>. Необходимо заметить, что для любой реакции первого порядка кинетическая модель, а значит и математические методы исследования будут одинаковы.</p>	
7.		Вы или ваш коллектив изобрели «НОУ-ХАУ», ваши дальнейшие действия по защите интеллектуальной собственности? Опишите этапы.	В первую очередь необходимо будет провести патентный анализ существующих аналогов. В среднем, от 5 до 7 объектов интеллектуальной собственности. По каждому требуется оценить – преимущества и недостатки, проанализировать свойства, состав, схему и т.д. Из рассмотренных объектов, выбрать один объект в качестве эталонного образца, относительно которого будет проводиться сравнение	5-8

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			<p>(сопоставление). От эталонного образца, наш разработанный будет отличаться по характеристикам. Поэтому, на данном этапе, проводится доказательная сравнительная оценка, но, с минимальным раскрытием информации по химическому составу. Делается акцент на качестве и апробации материала. Заявка может быть оформлена как от физического лица, так и от юридического лица (в случае, научных групп, от университета).</p>	
8.		Перечислите этапы процесса построения математической модели.	<p>Большинство программ, реализующих математические модели, состоят из трех основных частей: препроцессора (подготовка и проверка исходных данных модели); процессора (решение задачи, реализация вычислительного эксперимента); постпроцессора (отображение полученных результатов). Соответственно, к основным этапам можно отнести:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-формулировку проблемы;</li> <li>-формализацию;</li> <li>-постановку целей и задач моделирования;</li> </ul>	5-8

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			<p>-выбор численного аппарата и проведение вычислений и с последующим решением уравнений;</p> <p>-отладка и корректировка модели;</p> <p>-оценка точности и интерпретация полученных результатов;</p> <p>-встраивание подходящих решений в ранее созданные системы.</p>	
9.		<p>Ниже приведен список онлайн открытых электронных ресурсов. Установите какая база данных содержит данные о токсической оценке влияния нефти и нефтепродуктов на обитателей морской флоры и фауны? Опишите типовой протокол.</p> <p>ADIOS Database - <a href="https://adios.orr.noaa.gov/oils">https://adios.orr.noaa.gov/oils</a></p> <p>Chemical Synthesis - <a href="https://www.chemsynthesis.com/">https://www.chemsynthesis.com/</a></p> <p>CAFE Database - <a href="https://cafe.orr.noaa.gov/">https://cafe.orr.noaa.gov/</a></p> <p>ExonMobil - <a href="https://corporate.exxonmobil.com/Crude-oils/Crude-trading/Assays-available-for-download">https://corporate.exxonmobil.com/Crude-oils/Crude-trading/Assays-available-for-download</a></p>	<p>Открытый ресурс Chemical Aquatic Fate and Effects (CAFE) предназначен для скорейшего реагирования при разливах нефти и нефтепродуктов в качестве инструмента, помогающего ликвидаторам при оценке воздействия разливов на водную среду в ситуациях, когда необходимо принимать важные решения в течение нескольких часов после разлива В базе данных собраны сведения о микроорганизмах и о влиянии на них разлитых химикатов, о потенциальном воздействии на водные рецепторы. Для этого достаточно указать тип месторождения нефти и выбрать сценарий. Далее в таблице будут выведены сведения о токсичной опасности</p>	5-8

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			на кораллы, ракообразные, рыб, моллюсков и других микроорганизмов.	
10.		<p>Ниже приведен список онлайн открытых электронных ресурсов. Установите какая база данных содержит сведения о физико-химических свойствах нефти и нефтепродуктов (масел)? Опишите типовой протокол.</p> <p>ADIOS Database - <a href="https://adios.orr.noaa.gov/oils">https://adios.orr.noaa.gov/oils</a></p> <p>Chemical Synthesis - <a href="https://www.chemsynthesis.com/">https://www.chemsynthesis.com/</a></p> <p>CAFE Database - <a href="https://cafe.orr.noaa.gov/">https://cafe.orr.noaa.gov/</a></p> <p>ExonMobil - <a href="https://corporate.exxonmobil.com/Crude-oils/Crude-trading/Assays-available-for-download">https://corporate.exxonmobil.com/Crude-oils/Crude-trading/Assays-available-for-download</a></p>	<p>ADIOS Oil Database предназначена для поддержки операций по обеспечению готовности к внештатным ситуациям при разливе сырой нефти посредством компиляции общедоступных физико-химических свойств нефтей. Типовой протокол содержит сведения о названии месторождения нефти, идентификатор и параметры (температура застывания, плотность, точка возгорания, сведения по межфазному натяжению, динамической вязкости), данные о дистилляции, а также, приводится ссылка на цитируемую литературу.</p>	5-8
11.		<p>Для чего предназначены формы? Форма – это объект, который _____ контактирует с пользователем. Предназначены формы для ввода и отображения _____ на экране, однако, они могут быть распечатаны (также как и отчеты) и содержать дополнительные элементы управления, к которым можно отнести поля, списки, флажки, переключатели.</p>	<p>1. напрямую 2. данных</p>	3-5

Полный комплект оценочных материалов по дисциплине (модулю) (фонд оценочных средств) хранится в электронном виде на кафедре, утверждающей рабочую программу дисциплины (модуля), и в Центре мониторинга и аудита качества обучения.

#### 7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

Методические материалы составляют систему текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины, закрепляют виды и формы текущего контроля, сроки проведения, а также виды промежуточной аттестации по дисциплине, ее сроки и формы проведения. В системе контроля указывается процедура оценивания результатов обучения по данной дисциплине при использовании балльно-рейтинговой системы, показывается механизм получения оценки, основные положения БАРС, указывается система бонусов и штрафов, примерный набор дополнительных показателей.

**Таблица 10. Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине**

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество баллов за одно мероприятие	Кол-во мероприятий	Максимальное количество баллов	Срок предоставления
<b>Основной блок</b>					
1. Опрос					
1.1.	полный ответ по вопросу	5	5	25	по расписанию
1.2.	дополнение	0,2	5	1	по расписанию
2. Круглый стол					
2.1.	активное участие	12	2	24	по расписанию
3.	Контрольная работа	20	1	20	по расписанию
4.	Отчет по индивидуальной работе (5 заданий)	20	1	20	по расписанию
<b>Всего</b>				<b>90</b>	-
<b>Дополнительный блок</b>					
6.	Зачет			10	по расписанию
<b>Всего</b>				<b>10</b>	-
<b>ИТОГО</b>				<b>100</b>	-

**Таблица 11. Система штрафов (для одного занятия)**

Показатели	Балл
Опоздание (более двух раз)	-2
Не готов(а) к практической части лабораторных занятий	-3
Нарушение учебной дисциплины	-2
Пропуск лекций без уважительной причины (за одно занятие)	-3
Пропуск лабораторного занятия без уважительной причины (за одно занятие)	-3
Нарушение правил техники безопасности	-2

**Таблица 12. Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр по дисциплине**

Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале	
90–100	5 (отлично)	Зачтено
85–89	4 (хорошо)	
75–84		
70–74		
65–69	3 (удовлетворительно)	Не зачтено
60–64		
Ниже 60	2 (неудовлетворительно)	

При реализации дисциплины в зависимости от уровня подготовленности обучающихся могут быть использованы иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

## 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Основная литература

1. Математические методы решения химических задач: доп. УМО по клас. унив. образованию в качестве учеб. пособия для студентов вузов...по направ. подготовки "Химия" / А.И. Козко и др. - М.: Академия, 2013. - 368 с. - (Унив. учеб. Высш. математика и ее приложения к химии);
2. Зарубин В.С., Математическое моделирование в технике: учеб. для вузов / В.С. Зарубин - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010. - 495 с. (Серия Математика в техническом университете“. Вып. XXI, заключительный) - ISBN 978-5-7038-3194-6 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703831946.html>
3. Заварухин С.Г. Математическое моделирование химико-технологических процессов и аппаратов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Заварухин С.Г. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2017. - 86 с. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778232846.html>
4. Золотарева Н.В. Математическое моделирование химико-технологических процессов: Учебно-методическое пособие. – Астрахань: Издатель: Сорокин Роман Васильевич, 2020. – 86 с.
5. Базы данных и знаний. Проектирование баз данных в Microsoft Access [электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / О.В. Чурбанова, А.Л. Чурбанов – Архангельск: ИД САФУ, 2015, 151 с. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785261010296.html>
6. Латыпова Р.Р. Базы данных. Курс лекций: учебное пособие [Электронный ресурс] / Латыпова Р.Р. - М.: Проспект, 2016. - 96 с. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785392192403.html>

### 8.2. Дополнительная литература

7. Информационные технологии в экономике и управлении (эффективная работа в MS Office 2007) [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Г. М. Киселев, Р.В. Бочкова, В. И. Сафонов. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2013. – 272 с. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785394017551.html>
8. Наац В.И. Математические модели и численные методы в задачах экологического мониторинга атмосферы: [монография] [Электронный ресурс] / В.И. Наац., И.Э. Наац – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 330 с. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922111607.html>
9. Харитонов Ю.Я., Аналитическая химия. Аналитика 2. Количественный анализ. Физико-

химические (инструментальные) методы анализа [Электронный ресурс] / Ю.Я. Харитонов - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 656 с. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429419.html>

10. Наац В.И., Математические модели и численные методы в задачах экологического мониторинга атмосферы / Наац В.И., Наац И.Э. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922111607.html>
11. Быкова В.В., Искусство создания базы данных в Microsoft Office Access 2007 / В.В. Быкова - Красноярск : СФУ, 2011. - 260 с. Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785763823554.html>
12. Золотарев А.А. Методы оптимизации распределительных процессов: Монография / Золотарев А.А. - М.: Инфра-Инженерия, 2014. - 160 с. Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972900749.html>
13. Золотарева Н.В. Численные методы анализа в химии: Учебно-методическое пособие. – Астрахань: Издатель: Сорокин Роман Васильевич, 2020. – 76 с.

### **8.3. Интернет-ресурсы, необходимые для освоения дисциплины**

1. Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных периодических изданий ООО «ИВИС» <http://dlib.eastview.com>  
Имя пользователя: AstrGU  
Пароль: AstrGU
2. Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем» <https://library.asu.edu.ru/catalog/>
3. Электронный каталог «Научные журналы АГУ» <https://journal.asu.edu.ru/>
4. Корпоративный проект Ассоциации региональных библиотечных консорциумов (АРБИКОН) «Межрегиональная аналитическая роспись статей» (МАРС) – сводная база данных, содержащая полную аналитическую роспись 1800 названий журналов по разным отраслям знаний. Участники проекта предоставляют друг другу электронные копии отсканированных статей из книг, сборников, журналов, содержащихся в фондах их библиотек <http://mars.arbicon.ru>
5. Электронная библиотечная система IPRbooks [www.iprbookshop.ru](http://www.iprbookshop.ru)
6. Электронно-библиотечная система BOOK.ru <https://book.ru>
7. Электронная библиотечная система издательства ЮРАЙТ, раздел «Легендарные книги» [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru), <https://urait.ru/>
8. Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на платформе ЭБС «Электронный Читальный зал – БиблиоТех» <https://biblio.asu.edu.ru> Учётная запись образовательного портала АГУ
9. Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента» [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru) Регистрация с компьютеров АГУ

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает в себя лекционную аудиторию, оснащенную проекционным оборудованием, экраном, ЭВМ с презентационным ПО и компьютерный класс для проведения практических и семинарских работ. В учебном процессе для освоения дисциплины используются следующие технические средства – компьютерное, мультимедийное оборудование для проведения практических занятий.

## **10. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Рабочая программа дисциплины (модуля) при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т. д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т. д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочитать задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).