МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Утверждено:
на заседании кафедры
протокол от «_20_» _апреля_ 20_20_ г. №_8_
Зав. кафедрой _____/ _Спивак С.И._

Согласовано:
Председатель УМК факультета
_____/_____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

дисциплина___*Системы управления химико-технологическими процессами*_____
(наименование дисциплины)

_____*Вариативная часть*_____
(Цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору))

программа бакалавриата

Направление подготовки
*18.03.01 Химическая технология*
(указывается код и наименование направления подготовки (специальности))

Направленность (профиль) подготовки
"Технология и переработка полимеров",

Квалификация
бакалавр

Разработчик (составитель) *профессор каф.математического моделирования, д.ф.-м.н., профессор* (должность, ученая степень, ученое звание)	_____/ *Спивак С.И.* (подпись, Фамилия И.О.)

Для приема: 2020

Уфа 2020 г.

Составитель: *профессор каф.математического моделирования, д.ф.-м.н., профессор Спивак С.И.*

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры *_математического моделирования_* протокол от «*_20_*» *_апреля_* 2020 г. № *_8_*

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	5
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся) - *(Приложение №1)*	5 (14)
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	6
4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	6
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	8
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	12
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	12
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	12
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	13

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	1. Знать аналитические и численные методы расчёта параметров технологического оборудования	ПК-2: готовностью применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчёта технологических параметров оборудования	
Умения	1. Уметь применять стандартное программное обеспечение при решении химических и материаловедческих задач, при подготовке научных публикаций и докладов	ПК-2: готовностью применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчёта технологических параметров оборудования	
Владения (навыки / опыт деятель-ности)	1. Владеть навыками работы с научными и образовательными порталами 2. Владеть базовыми	ПК-2: готовностью применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии,	

	навыками применения стандартного программного обеспечения для расчёта технологических параметров оборудования	проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчёта технологических параметров оборудования	

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «*Системы управления химико-технологическими процессами*» относится к вариативной части.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 5 семестре (зимняя сессия).

Цель изучения дисциплины: знакомство с современными информационными технологиями, связанными с управлением и автоматизацией ХТП.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: математика, информатика, физика, физическая химия, общая химическая технология, прикладная математика.

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

Объем дисциплины «*Системы управления химико-технологическими процессами*» составляет 4 ЗЕТ, или 144 академических часа, в том числе контактная работа с преподавателем 16,2 часа, самостоятельная работа студентов – 123,8 часов, контроль – 4 часа.

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

ПК-2: готовностью применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчёта технологических параметров оборудования

Этап (уровень) освоения компетенции	**Планируемые результаты обучения** (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	**Критерии оценивания результатов обучения**	
		3 («Удовлетворительно»)	**4 («Хорошо»)**
Первый этап (уровень)	1. Знать аналитические и численные методы расчёта параметров технологического оборудования	Фрагментарные представления об аналитических и численных методах расчёта параметров технологического оборудования	Сформированные, но, возможно, содержащие отдельные пробелы представления об аналитических и численных методах расчёта параметров технологического оборудования
Второй этап (уровень)	1. Уметь применять стандартное программное обеспечение при решении химических и материаловедческих задач, при подготовке научных публикаций и докладов	Фрагментарные умения использовать основные функции наиболее распространенных программных продуктов при обработке экспериментальных данных и подготовке научных публикаций и докладов	В целом успешное, систематическое использование стандартного программного обеспечения при обработке экспериментальных данных и подготовке научных публикаций и докладов
Третий этап (уровень)	1. Владеть навыками работы с научными и образовательными порталами	Фрагментарное владение начальными навыками работы с научными и образовательными порталами	Успешное владение навыками составления запросов для поиска необходимой информации на научных и образовательных порталах в сети Интернет

	2. Владеть базовыми навыками применения стандартного программного обеспечения для расчёта технологических параметров оборудования	Фрагментарное владение первичными навыками применения стандартных программ для обработки экспериментальных данных, набора текстов и построения простых графиков	Успешное владение базовыми навыками применения стандартных программ для расчёта технологических параметров оборудования, форматирования текстов, построения графиков и рисунков

Шкалы оценивания:

для зачета:

зачтено – если студент владеет терминологическим аппаратом, разбирается в разделах и темах дисциплины, старается логически размышлять и на основании этого выводить основные формулы и анализировать их

не зачтено – при отсутствии умения оперирования терминологическим аппаратом дисциплины; при отсутствии знаний по разделам и темам дисциплины; при очень слабом знании учебной литературы по дисциплине

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап Знания	1. Знать аналитические и численные методы расчёта параметров технологического оборудования	ПК-2: готовностью применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчёта технологических параметров оборудования	Индивидуальный, групповой опрос, тестирование;
2-й этап Умения	1. Уметь применять стандартное программное обеспечение при решении химических и материаловедческих задач, при подготовке научных	ПК-2: готовностью применять аналитические и численные методы решения поставленных задач,	Домашние задания; контрольные работы;

	публикаций и докладов	использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчёта технологических параметров оборудования	
3-й этап Владеть навыками	1. Владеть навыками работы с научными и образовательными порталами 2. Владеть базовыми навыками применения стандартного программного обеспечения для расчёта технологических параметров оборудования	ПК-2: готовностью применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей	Контрольные работы, зачёт

		профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчёта технологических параметров оборудования	

Примерные вопросы к зачету, 5 семестр (зимняя сессия)

1. Обратные задачи химической кинетики. Основные понятия и определения.
2. Химическая реакция. Закон сохранения массы веществ.
3. Относительная атомная масса элемента. Относительная молекулярная масса вещества.
4. Химическая реакция. Постоянная Авогадро.
5. Стехиометрическое уравнение. Кинетическое уравнение. Скорость элементарной реакции.
6. Элементарная реакция. Общий порядок элементарной реакции.
7. Механизм сложной реакции. Общий порядок сложной реакции.
8. Необратимые реакции. Обратимые реакции. Химическое равновесие.
9. Построение кинетических моделей сложных химических реакций.
10. Молекулярная матрица. Молекулярные веса веществ. Стехиометрическая матрица.
11. Стехиометрические уравнения сложной реакции. Стехиометрическое соотношение Гиббса.
12. Постановка обратной задачи химической кинетики.
13. Физический смысл константы скорости реакции. Скорость сложного процесса.
14. Система дифференциальных уравнений, описывающая изменение концентраций во времени.
15. Обобщенная форма системы обыкновенных дифференциальных уравнений, описывающая кинетику химического процесса.
16. Стационарность, квазистационарность, равновесие.
17. Математическая модель стационарной реакции.
18. Маршруты реакций как метод исключения промежуточных веществ. Правило Д.Хориути.
19. Исключение промежуточных веществ с помощью теории графов. Циклические подграфы.
20. Графическая интерпретация М.И.Темкина.
21. Геометрическое описание механизмов сложных реакций А.И.Вольперта.
22. Эквивалентность четырѐх форм описания сложной реакции.
23. Графические правила нахождения маршрутов.
24. Теоретико-графовая интерпретация суммарных уравнений химических реакций.
25. Ключевые вещества. Алгебраическая интерпретация.
26. Ключевые вещества. Теоретико-графовая интерпретация.

27. Декомпозиция по независимым маршрутам сложных механизмов протекания химических реакций.

Примерные задания для контрольных работ и тестовых заданий

Примерные варианты контрольных работ:

Контрольная работа 1.

Тема: Базис маршрутов химических реакций.

Задание. Построить граф химической реакции. Определить базис маршрутов и выписать суммарные уравнения для механизма изотопного обмена водорода на дейтерий:

1) $H_2 + 2Z \Leftrightarrow 2HZ$

2) $D_2 + 2Z \Leftrightarrow 2DZ$

3) $HZ + DZ \Leftrightarrow HD + 2Z$

4) $HZ + D_2 \Leftrightarrow HD + DZ$

5) $DZ + H_2 \Leftrightarrow HD + HZ$

Разработать программу, реализующую теоретико-графовый алгоритм определения базиса маршрутов и соответствующих суммарных уравнений.

Примерные тестовые задания

1. Химическая кинетика - это…

1) наука, объясняющая химические явления и устанавливающая их закономерности на основе общих принципов физики

2) одна из отраслей естествознания, предметом изучения которой являются химические элементы (атомы), образуемые ими простые и сложные вещества (молекулы), их превращения и законы, которым подчиняются эти превращения

3) раздел физической химии, изучающий скорости химических реакций

4) научная дисциплина, изучающая наиболее общие свойства материального мира, свойства и строение материи, формы ее движения и изменения

2. Основные задачи химической кинетики:

1) расчет скоростей реакций и определение кинетических кривых, т.е. зависимости концентраций реагирующих веществ от времени

2) определение механизмов реакций по кинетическим кривым

3) расчет скоростей реакций и определение кинетических кривых, т.е. зависимости концентраций реагирующих веществ от времени

4) определение скоростей реакций по кинетическим кривым

3. Превращение исходных веществ в другие вещества, в процессе которого изменяется их химическое строение - это…

1) химическое равновесие
2) кинетика каталитических реакций
3) химическая реакция
4) стандартное состояние

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Марков, Ю.Г. Математические модели химических реакций [Электронный ресурс] : учебник / Ю.Г. Марков, И.В. Маркова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 192 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/40052. — Загл. с экрана.
2. Гумеров, А.М. Математическое моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.М. Гумеров. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 176 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/41014. — Загл. с экрана.

Дополнительная

3. Самойлов, Н.А. Примеры и задачи по курсу "Математическое моделирование химико-технологических процессов" [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.А. Самойлов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 176 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/37359. — Загл. с экрана.
4. Линд Ю.Б. Математическое моделирование и решение производственных задач на основе параллельных вычислений: учеб. пособие / Ю.Б.Линд, И.М.Губайдуллин, С.И.Спивак – Уфа: РИЦ БашГУ, 2011 – 92 с.
5. Спивак С.И. Математические модели химической кинетики: учеб. пособие / С.И.Спивак, А.С.Исмагилова; Башкирский государственный университет – Уфа: РИЦ БашГУ, 2010 – 98 с.
6. Исмагилова А.С., Спивак С.И. Математическое моделирование химических процессов: монография / С.И.Спивак, А.С.Исмагилова; Башкирский государственный университет – Уфа: РИЦ БашГУ, 2014 – 115 с.

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

1. Электронная библиотечная система «ЭБ БашГУ» - https://elib.bashedu.ru/
2. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» - https://biblioclub.ru/
3. Электронная библиотечная система издательства «Лань» - https://e.lanbook.com/
4. Электронный каталог Библиотеки БашГУ - http://www.bashlib.ru/catalogi/
5. Универсальная Базы данных EastView (доступ к электронным научным журналам) - https://dlib.eastview.com/browse

6. Научная электронная библиотека - elibrary.ru (доступ к электронным научным журналам) - https://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_open.asp
7. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные
8. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные
9. Linux OpenSUSE 12.3 (x84_64) GNU General Public License

6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	**Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы**	**Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа**
1	***2***	***3***
1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: аудитория № 405 (химфак корпус), аудитория № 311 (химфак корпус), аудитория № 310 (химфак корпус), аудитория № 305 (химфак корпус), аудитория № 001 (химфак корпус), аудитория № 002 (химфак корпус), аудитория № 006 (химфак корпус), аудитория № 007 (химфак корпус), аудитория № 008 (химфак корпус). **2. учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа:** аудитория № 405 (химфак корпус), аудитория № 311 (химфак корпус), аудитория № 310 (химфак корпус), аудитория № 305 (химфак корпус), аудитория № 001 (химфак корпус), аудитория № 002 (химфак корпус), аудитория № 006 (химфак корпус), аудитория № 007 (химфак корпус), аудитория № 008 (химфак корпус), аудитория аудитория № 004 (химфак корпус), аудитория № 005 (химфак корпус). **3. учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций:** аудитория № 405 (химфак корпус), аудитория № 311	**Аудитория № 405** Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска,ноутбук,мультимедиа-проектор Mitsubishi XD3200U, экран с электроприводом 300*400см Spectra Classic. **Аудитория № 311** Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, ноутбук,проектор Mitsubishi XD 600U, экран с электроприводом Projecta 183*240см Matte white. **Аудитория № 310** Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, ноутбук,мультимедиа-проектор Mitsubishi EW230ST, экран настенный Classic Norma 244*183. **Аудитория № 305** Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, ноутбук,мультимедиа-проектор Mitsubishi EW230ST, экран настенный Classic Norma 244*183. **Аудитория № 001** Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска. **Аудитория № 002** Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска. **Аудитория № 006** Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска. **Аудитория № 007** Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска. **Аудитория № 008** Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска. **Аудитория № 004**	1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные 2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные 3. Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный. Договор №31806820398 от 17.09.2018 г. Срок действия лицензии до 25.09.2019 4. LinuxOpenSUSE 12.3 (x84_64) GNUGeneralPublicLicense

(химфак корпус), аудитория № 310 (химфак корпус), аудитория № 305 (химфак корпус), аудитория № 001 (химфак корпус), аудитория № 002 (химфак корпус), аудитория № 006 (химфак корпус), аудитория № 007 (химфак корпус), аудитория № 008 (химфак корпус). **4. учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации:** аудитория № 405 (химфак корпус), аудитория № 311 (химфак корпус), аудитория № 310 (химфак корпус), аудитория № 305 (химфак корпус), аудитория № 001 (химфак корпус), аудитория № 002 (химфак корпус), аудитория № 006 (химфак корпус), аудитория № 007 (химфак корпус), аудитория № 008 (химфак корпус), аудитория аудитория № 004 (химфак корпус), аудитория № 005 (химфак корпус). **5. помещения для самостоятельной работы:** читальный зал № 1 (главный корпус), читальный зал № 2 (физмат корпус-учебное), читальный зал № 5 (гуманитарный корпус), читальный зал № 6 (учебный корпус), читальный зал № 7 (гуманитарный корпус). **6. помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования:** аудитория № 405 (химфак корпус).	Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, **к**оммутатор HP V1410-24G, персональный компьютер Lenovo ThinkCentre A70z Intel Pentium E 5800, 320 Gb, 19" - 15 шт, шкаф настенный TLK6U. **Аудитория № 005** Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, компьютер DEPONeos 470 MDi5_3450/4GDDR/T500 G/DVD+R и монитор ViewSonic 21.5 - 13 шт, шкаф TLK TWP-065442-G-GY, шкаф монтажный NT PRACTIC 2MP47-610B/SSt450/ SKS1/SSt750,59560, 00 T.316-14, шкаф настенный TLK6U. **Читальный зал № 1** Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт., неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 76. **Читальный зал №2** Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок), подключенных к сети Интернет, – 8 шт., неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50. **Читальный зал № 5** Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 27. **Читальный зал № 6** Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 6 шт, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 30. **Читальный зал № 7** Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 5 шт, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 18.	

Приложение № 1

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины *Системы управления химико-технологическими процессами* на 5 семестр
(наименование дисциплины)
заочная
форма обучения

Вид работы	**Объем дисциплины**
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	144/4
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	8
практических/ семинарских	8
лабораторных	
ФКР	0,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	123,8
Учебных часов на подготовку к зачёту (Контроль)	4

Формы контроля:
зачёт 5 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	**Прямые и обратные задачи химической кинетики.** Основные понятия и определения. Химическая кинетика. Химическая реакция. Закон сохранения массы веществ. Относительная атомная масса элемента. Относительная молекулярная масса вещества. Моль. Постоянная Авогадро. Молярная масса. Стехиометрическое уравнение. Кинетическое уравнение. Молекулярность химической реакции. Элементарная реакция	3	3		40	[1],[2] Доп.лит-ра [3]-[6]	Проработка лекционного материала, литературных источников.	Групповой и индивидуальный опрос, тесты
2.	**Теоретико-графовая**	3	3		40	[1],[2]	Проработка	Групповой и

	интерпретация маршрутов и суммарных уравнений химических реакций. Маршруты реакций. Независимые маршруты. Независимые стадии. Правило Хориути. Исключение промежуточных веществ с помощью теории графов. Циклические подграфы. Интерпретация М.И. Темкина. Геометрическое описание механизмов сложных реакций А.И.Вольперта.					Доп.лит-ра [3]-[6]	лекционного материала, литературных источников. Выполнение домашнего задания.	индивидуальный опрос Контрольная работа
3.	**Ключевые вещества.** Алгебраическая интерпретация. Правило стехиометрии Гиббса. Теоретико-графовая интерпретация. Двудольный граф закона сохранения массы атомов. Алгоритм выделения базиса ключевых веществ.	2	2		43,8	[1],[2] Доп.лит-ра [3]-[6]	Проработка лекционного материала, литературных источников. Выполнение домашнего задания.	Групповой и индивидуальный опрос Контрольная работа
	Зачёт						Проработка лекционного	

							материала, литературных источников.	
	Всего часов:	8	8		123,8			