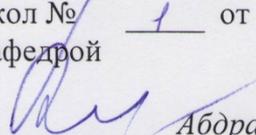


Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Сыров Игорь Анатольевич  
Должность: Директор  
Дата подписания: 25.12.2024 15:41:02  
Уникальный программный ключ:  
b683afe664d7e9f64175886cf9626a9a1493414

СТЕРЛИТАМАКСКИЙ ФИЛИАЛ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет Естественнонаучный  
Кафедра Химии и химической технологии

Утверждено  
на заседании кафедры  
протокол № 1 от 28.08.2018г.  
Зав. кафедрой

  
Абдрашитов Я.М.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

дисциплина Моделирование химико-технологических процессов

Блок Б1, вариативная часть, Б1.В.13

цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору)

Направление

18.03.01

Химическая технология

код

наименование направления или специальности

Программа

Технология и переработка полимеров

Разработчик (составитель)

к.х.н., доцент

М.М. Залимова

ученая степень, ученое звание, ФИО



подпись

28.08.2018г.

дата

## Оглавление

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).....	3
1.1. Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы.....	3
1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	3
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	4
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся.....	5
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....	5
4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах) ...	5
4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам).....	6
5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю).....	9
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).....	10
6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования и описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.....	10
6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.....	14
6.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.....	21
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля).....	22
7.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).....	22
7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля).....	23
7.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости).....	24
8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	24
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).....	25

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

### 1.1. Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший программу высшего образования, в рамках изучаемой дисциплины, должен обладать компетенциями, соответствующими виду (видам) профессиональной деятельности на который (которые) ориентирована программа:

1. способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности (ОПК-1);
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 расчета технологических параметров оборудования (ПК-2);
3. способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ПК-16).

### 1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Этапы формирования компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
1	2	3
<i>Способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности (ОПК-1)</i>	1 этап: Знания	Обучающийся должен знать: теоретические основы базовых естественнонаучных дисциплин.
	2 этап: Умения	Обучающийся должен уметь: выполнять стандартные действия (решение типовых задач, классификация веществ, определение основных характеристик процессов, составление схем процессов, систематизация данных и т.п.) с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых естественнонаучных дисциплин.
	3 этап: Владения (навыки / опыт деятельности)	Обучающийся должен владеть: навыками работы с учебной литературой по основным естественнонаучным дисциплинам.
<i>Готовностью применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной</i>	1 этап: Знания	Обучающийся должен знать: аналитические и численные методы решения поставленных задач; основные приемы работы со специализированным программным обеспечением при проведении теоретических расчетов и обработке экспериментальных данных, принципы моделирования нефтехимических процессов в программном пакете HYSYS; современные методы прогнозирования термодинамических свойств соединений в различных состояниях при различных условиях процесса; назначение хроматографии в

<p>деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования (ПК-2)</p>		химических производствах и иных сферах, классификацию методов и области применения, чувствительность метода, диапазон линейности аналитического сигнала, селективность; основные методы численного решения систем линейных алгебраических уравнений.
	2 этап: Умения	Обучающийся должен уметь: применять набор современный программный пакет HYSYS для расчета свойств органических веществ и их смесей; использовать теоретические познания для интерпретации и выявления прикладных аспектов обязательного фактического материала химической технологии.
	3 этап: Владения (навыки / опыт деятельности)	Обучающийся должен владеть: навыками выполнения материальных и стехиометрических расчетов реальных сложных процессов органического синтеза; навыками выполнения термохимического анализа процессов, протекающих в различных областях технологического пространства; навыками анализа и обобщения экспериментальных и расчетных результатов; навыками выполнения различных аддитивных расчетов; выполнения различных расчетов, основанных на принципе соответственных состояний; навыками техники важнейших физико-химических расчетов.
<p>Способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ПК-16)</p>	1 этап: Знания	Обучающийся должен знать: основные методы обработки результатов эксперимента и оценки его погрешности, планирования эксперимента, математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
	2 этап: Умения	Обучающийся должен уметь: использовать основные методы обработки результатов эксперимента и оценки его погрешности, планирования эксперимента, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
	3 этап: Владения (навыки / опыт деятельности)	Обучающийся должен владеть: навыками использования основных методов обработки, результатов эксперимента и оценки его погрешности, планирования эксперимента, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения.

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина реализуется в рамках *вариативной* части.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: математика, физика, информатика, прикладная математика, физическая химия, общая и неорганическая химия, органическая химия, химическая технология. Дисциплина «Моделирование химико-технологических процессов» рассматривает основные научные методы исследования химических процессов – математическое моделирование и системный анализ, базирующиеся на закономерностях химических и фазовых превращений, явлений переноса теплоты и вещества.

Дисциплина изучается по заочной форме обучения 5 л на 5 курсе в 10 семестре.

**3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 2 зачетные единицы (з.е.), 72 академических часа.

Объем дисциплины	Всего часов
	заочная форма обучения (5 л)
Общая трудоемкость дисциплины	72
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	24,2
лекций	12
практических	12
лабораторных	
формы контактной работы (консультации перед экзаменом, прием экзаменов и зачетов, выполнение курсовых, контрольных работ) ФКР	0,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СРС)	44
Учебных часов на контроль:	
зачет	3,8

**4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)**

Заочная форма

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
		Контактная работа с преподавателем			СРС
		Лек	Сем/ Пр	Лаб	
1	Название раздела 1. <b>Области применения ЭВМ в химической технологии.</b>				
1.1.	Тема Введение в дисциплину. Области применения ЭВМ в химической технологии	1			10
2	Название раздела 2. <b>Моделирование химико-технологических процессов</b>				
2.1.	Тема Виды моделирования. Этапы составления математического описания химических процессов	1			10

3	Название раздела 3. <b>Математическое описание структуры потоков в аппарате</b>				
3.1.	Тема Методы исследования структуры потоков	2			2
3.2.	Тема Типовые математические модели структуры потоков в аппаратах	2			2
4.	Название раздела 4. <b>Составление математических моделей экспериментальным методом</b>				
4.1.	Тема Составление математических моделей. Параметрическая идентификация. Регрессионный анализ	2	4		10
5.	Название раздела 5. <b>Методы оптимизации химико-технологических процессов и нахождения экстремума функций</b>				
5.1.	Тема Методы оптимизации химико-технологических процессов	2	4		5
5.2.	Тема Обработка результатов активных экспериментов и оптимальное планирование	2	4		5
	<b>ИТОГО</b>	<b>12</b>	<b>12</b>		<b>44</b>

#### 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

##### Лекционный курс

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Название раздела 1. <b>Области применения ЭВМ в химической технологии</b>	
1.1.	Тема. Введение в дисциплину. Области применения ЭВМ в химической технологии	Введение в дисциплину. Области применения ЭВМ в химической технологии. Переработка больших массивов информации. Обработка экспериментальных данных. Математическое моделирование. Оптимальное проектирование. Управление.
2.	Название раздела 2. <b>Моделирование химико-технологических процессов</b>	
2.1.	Тема. Виды моделирования. Этапы составления математического описания химических процессов	Математическое моделирование химических процессов. Виды моделирования: физическое и математическое. Основные виды математических моделей: статистическая, динамическая и полная математическая модель. Выбор и построение модели процесса. Этапы составления математического описания. Состав математического описания. Моделирующий алгоритм. Установление адекватности математических моделей реальным объектам. Способы построения математических моделей. Математическое моделирование. Виды математических моделей: статистическая и динамическая. Выбор и построение модели с учетом закономерностей процесса. Составление моделирующего алгоритма для решения уравнений математического описания. Установление адекватности математических моделей реальным объектам. Способы построения математических моделей: аналитические, экспериментальные, экспериментально-аналитические.
3.	Название раздела 3. <b>Математическое описание структуры потоков в аппарате</b>	
3.1.	Тема. Методы исследования структуры потоков	Импульсный ступенчатый и гармоничный методы исследования структуры потоков. Сущность методов – измерение концентрации индикатора, который вводят на входе в аппарат, на выходе потока как функцию времени: $C=f(t)$ , Основные характеристики распределения элементов потока по времени пребывания в аппарате (моменты функции распределения.)

3.2.	Тема. Типовые математические модели структуры потоков	Математическое описание структуры потоков в аппарате. Методы исследования структуры потоков: импульсный метод, метод ступенчатого возмущения. Основные характеристики распределения элементов потока по времени пребывания в аппарате. Типовые математические модели структуры потоков в аппарате: модели идеального вытеснения и идеального смешения, диффузионная и ячеечная модели.
4	Название раздела 4. <b>Составление математических моделей экспериментальным методом</b>	
4.1.	Тема. Составление математических моделей	Математические модели, составленные экспериментально-статистическим методом. Параметрическая идентификация моделей методом наименьших квадратов. Регрессионный анализ: проверка воспроизводимости опытов; оценка значимости коэффициентов уравнения регрессии; проверка адекватности модели. Корреляционный анализ: коэффициент корреляции; частный коэффициент корреляции; множественный коэффициент корреляции. Определение параметров нелинейных регрессионных моделей.
5.	Название раздела 5. <b>Методы оптимизации химико-технологических процессов и нахождения экстремума функций</b>	
5.1.	Тема. Методы оптимизации химико-технологических процессов	Методы оптимизации химико-технологических процессов и нахождения экстремума (минимума или максимума) функций. Постановка задачи. Поисковые методы для функции одной переменной: методы сканирования, дихотомии (половинного деления), золотого сечения. Поисковые методы для функций многих переменных: метод Гаусса – Зейделя (метод покоординатного поиска). Поиск экстремума методом динамического программирования.
5.2.	Тема. Обработка результатов активных экспериментов и оптимальное планирование	Обработка результатов активных экспериментов и оптимальное планирование экспериментов. Полный факторный эксперимент и обработка его результатов. Матрица полного факторного эксперимента и её свойства. Расчет коэффициентов уравнения регрессии. Дробный факторный эксперимент. Матрица дробного факторного эксперимента. Планирование со смешиванием. Определение совместных оценок коэффициентов регрессии. Разрешающая способность матрицы планирования. Расчет коэффициентов регрессии. Эксперименты на основе планов второго порядка. Ортогональное центральное композиционное планирование

#### Курс практических (семинарских) занятий

№	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
4	Название раздела 4. <b>Составление математических моделей экспериментальным методом</b>	
4.1.	Тема. Составление математических моделей экспериментальным методом	<i>Практическое задание № 1.</i> Обработка экспериментальных данных методом наименьших квадратов. Цель работы: Освоение обработки экспериментальных данных методом наименьших квадратов. <i>Практическое задание № 2.</i> Регрессионный анализ. Цель работы: Освоение метода регрессионного анализа и составление экспериментально-статистической модели процесса пиролиза.
5	Название раздела 5. <b>Методы оптимизации химико-технологических процессов и нахождения экстремума функций</b>	
5.1.	Тема. Методы оптимизации химико-технологических процессов	<i>Практическое задание № 3.</i> Методы оптимизации химико-технологических процессов. Поисковые методы нахождения экстремума для детерминированных задач. Цель работы: Освоение методов сканирования, половинного деления (дихотомии) и золотого сечения. <i>Практическое задание № 4.</i> Многомерная оптимизация. Поиск экстремума методом Гаусса-Зейделя. Цель работы: Освоение метода многомерной оптимизации Гаусса-Зейделя.

		<i>Практическое задание № 5.</i> Многомерная оптимизация. Методы стохастической оптимизации. Симплексный метод. Цель работы: Освоение симплексного метода оптимизации.
5.2.	Тема. Обработка результатов активных экспериментов и оптимальное планирование	<i>Практическое задание № 6.</i> Обработка экспериментальных данных кубическими сплайнами Цель работы: Освоение метода и алгоритма интерполяции экспериментальных данных кубическими сплайнами.

Курс лабораторных работ не предусмотрен.

## 5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

### *Темы для самостоятельного изучения*

1. Поисковые методы экстремума функции многих переменных.
2. Метод Гаусса-Зейделя (метод покоординатного поиска)
3. Поиск экстремума методом динамического программирования
4. Динамическое программирование для процессов ректификации
5. Динамическое программирование для процессов абсорбции
6. Динамическое программирование для каскада реактивов
7. Динамическое программирование для множественных адиабатических слоев
8. Моделирование гетерогенных каталитических процессов
9. Разработка математических моделей массообменных процессов
10. Разработка математических моделей тепловых процессов

### *Список учебно-методических материалов*

1. Закгейм, А.Ю. Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов: учебное пособие / А.Ю. Закгейм. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва: Логос, 2012. - 304 с. - (Новая университетская библиотека). - ISBN 978-98704-471-1; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=84988> (22.08.2018)

2. Клинов, А.В. Математическое моделирование химико-технологических процессов: учебное пособие / А.В. Клинов, А.Г. Мухаметзянова; Федеральное агентство по образованию, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный технологический университет". - Казань: Казанский государственный технологический университет, 2009. - 144 с.: ил., табл., схем. - Библ. в кн. - ISBN 978-5-7882-0774-2; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=270540> (22.08.2018)

3. Клинов, А.В. Лабораторный практикум по математическому моделированию химико-технологических процессов: учебное пособие / А.В. Клинов, А.В. Малыгин; Министерство образования и науки Российской Федерации, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский государственный технологический университет». - Казань: КГТУ, 2011. - 99 с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 97.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258853> (22.08.2018)

## 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

### 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования и описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.

Планируемые результаты освоения образовательной программы	Этап	Показатели и критерии оценивания результатов обучения				Вид оценочного средства
		неуд.	удовл.	хорошо	отлично	
<i>Способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности (ОПК-1)</i>	1 этап: Знания	Не знает, как использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности.	Имеет представление о содержании отдельных естественнонаучных дисциплин, знает терминологию, основные законы естественнонаучных дисциплин, но допускает неточности в формулировках.	Имеет представление о содержании основных учебных курсов по естественнонаучным дисциплинам, знает терминологию, основные законы и понимает сущность общих закономерностей, изучаемых в рамках базовых естественнонаучных дисциплин.	Имеет четкое, целостное представление о содержании основных естественнонаучных курсов и общих закономерностях химических процессов, изучаемых в рамках основных естественнонаучных дисциплин.	устный опрос
	2 этап: Умения	Не умеет решать типовые задачи, определять основные характеристики процессов, классифицировать вещества, составлять структурные и пространственные формулы основных классов соединений.	Умеет интерпретировать результаты относительно простых химических процессов с использованием общих представлений и закономерностей, изучаемых в рамках естественнонаучных дисциплин.	Умеет составлять схемы процессов с использованием знаний основных химических дисциплин, но допускает отдельные неточности при формулировке условий осуществления таких процессов.	Умеет прогнозировать результаты несложных последовательностей химических реакций с учетом общих закономерностей процессов, изучаемых в рамках основных химических дисциплин.	
	3 этап: Владения (навыки / опыт деятельности)	Не владеет навыками поиска учебной литературы, в т.ч., с использованием электронных ресурсов.	Владеет навыками воспроизведения освоенного учебного материала по основным естественнонаучным дисциплинам.	Владеет навыками самостоятельного изучения отдельных разделов учебной литературы по основным естественнонаучным дисциплинам и обсуждения	Владеет навыками критического анализа учебной информации по основным разделам естественнонаучных дисциплин, формулировки выводов и участия в	

				освоенного материала.	дискуссии по учебным вопросам.	
<p><i>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 расчета технологических параметров оборудования (ПК-2)</i></p>	1 этап: Знания	Не знает: аналитические и численные методы решения поставленных задач; основные приемы работы со специализированным программным обеспечением при проведении теоретических расчетов и обработке экспериментальных данных, принципы моделирования нефтехимических процессов в программном пакете HYSYS.	Знает частично: аналитические и численные методы решения поставленных задач, основные приемы работы со специализированным программным обеспечением при проведении теоретических расчетов и обработке экспериментальных данных, принципы моделирования нефтехимических процессов в программном пакете HYSYS.	Знает: основные приемы работы со специализированным программным обеспечением при проведении теоретических расчетов и обработке экспериментальных данных, принципы моделирования нефтехимических процессов в программном пакете HYSYS; современные методы прогнозирования термодинамических свойств соединений в различных состояниях при различных условиях процесса; диапазон линейности аналитического сигнала, селективность; основные методы численного решения систем линейных алгебраических уравнений, но допускает отдельные неточности при их реализации.	Знает на высоком уровне: основные приемы работы со специализированным программным обеспечением при проведении теоретических расчетов и обработке экспериментальных данных принципы моделирования нефтехимических процессов в программном пакете HYSYS; современные методы прогнозирования термодинамических свойств соединений в различных состояниях, при различных условиях процесса; диапазон линейности аналитического сигнала, селективность; основные методы численного решения систем линейных алгебраических уравнений.	устный опрос
	2 этап: Умения	Не умеет: применять набор современный программный пакет HYSYS для расчета свойств органических веществ и их смесей; использовать теоретические познания для интерпретации и выявления прикладных аспектов обязательного	Умеет частично: применять набор современный программный пакет HYSYS для расчета свойств органических веществ и их смесей; использовать теоретические познания для интерпретации и выявления прикладных	Умеет: применять набор современный программный пакет HYSYS для расчета свойств органических веществ и их смесей; использовать теоретические познания для интерпретации и выявления прикладных аспектов обязательного фактического материала химической технологии; но	Умеет на высоком уровне: применять набор современный программный пакет HYSYS для расчета свойств органических веществ и их смесей; использовать теоретические познания для интерпретации и выявления прикладных	тестирование

		фактического материала химической технологии.	аспектов обязательного фактического материала химической технологии, но затрудняется в их реализации.	допускает отдельные неточности при их реализации.	аспектов обязательного фактического материала химической технологии.	
	3 этап: Владения (навыки / опыт деятельности)	Не владеет: навыками выполнения материальных и стехиометрических расчетов реальных сложных процессов органического синтеза; навыками выполнения термохимического анализа процессов, протекающих в различных областях технологического пространства.	Владеет частично: навыками выполнения материальных и стехиометрических расчетов реальных сложных процессов органического синтеза; навыками выполнения термохимического анализа процессов, протекающих в различных областях технологического пространства; навыками анализа и обобщения экспериментальных и расчетных результатов; навыками выполнения различных расчетов, основанных на принципе соответствия состояний; навыками важных физико-химических расчетов.	Хорошо владеет: навыками выполнения материальных и стехиометрических расчетов реальных сложных процессов органического синтеза; навыками термохимического анализа процессов, протекающих в различных областях пространства; навыками анализа и обобщения экспериментальных и расчетных результатов; навыками выполнения различных расчетов, основанных на принципе соответственных состояний; навыками важных физико-химических расчетов, но допускает неточности.	Владеет на высоком уровне: навыками выполнения материальных и стехиометрических расчетов реальных сложных процессов органического синтеза; навыками термохимического анализа процессов, протекающих в различных областях пространства; навыками анализа и обобщения экспериментальных и расчетных результатов; навыками выполнения различных расчетов; основанных на принципе соответственных состояний; навыками важных физико-химических расчетов.	контрольная работа
<i>Способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы</i>	1 этап: Знания	Не знает: основные методы обработки результатов эксперимента и оценки его погрешности, планирования эксперимента, математического анализа.	Знает частично: основные методы обработки результатов эксперимента и оценки его погрешности, планирования эксперимента, математического анализа.	Знает: теоретический материал, основные методы обработки результатов эксперимента и оценки его погрешности, планирования эксперимента, математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования допускает неточности.	Знает и понимает: теоретический материал в полном объеме: основные методы обработки результатов эксперимента и оценки его погрешности, планирования эксперимента, математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.	устный опрос

<i>математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ПК-16)</i>	2 этап: Умения	Не умеет использовать основные методы обработки результатов эксперимента и оценки его погрешности, планирования эксперимента.	Умеет частично: использовать основные методы обработки результатов эксперимента и оценки его погрешности, планирования эксперимента, некоторых практических умений при применении знаний в конкретных ситуациях.	Умеет: использовать основные методы обработки результатов эксперимента и оценки его погрешности; выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, допускает неточности в теоретических экспериментальных исследованиях.	Умеет: использовать основные методы обработки результатов эксперимента и оценки его погрешности, планирования эксперимента, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.	тестирование
	3 этап: Владения (навыки / опыт деятельности)	Не владеет: навыками использования основных методов обработки результатов, эксперимента и оценки его погрешности, планирования эксперимента, выдвижения гипотезы и установления границы их применения.	Владеет частично: навыками использования основных методов обработки результатов, эксперимента и оценки его погрешности, планирования эксперимента, выдвижения гипотезы и установления границы их применения.	Владеет: навыками использования основных методов обработки результатов, эксперимента и оценки его погрешности, планирования эксперимента, выдвижения гипотезы и установления границы их применения, допускает некоторые неточности.	Владеет грамотно: навыками использования основных методов обработки результатов, эксперимента и оценки его погрешности, планирования эксперимента, выдвижения гипотезы границы их применения; выполнение учебных заданий по программе обучения на высоком уровне.	контрольная работа

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

**Перечень вопросов к устному опросу**

Перечень вопросов для оценки уровня сформированности компетенции **ОПК-1** на этапе «Знания»

1. Поисковые методы экстремума функции многих переменных.
2. Метод Гаусса-Зейделя (метод покоординатного поиска)
3. Поиск экстремума методом динамического программирования
4. Динамическое программирование для процессов ректификации
5. Динамическое программирование для процессов абсорбции
6. Динамическое программирование для каскада реактивов
7. Динамическое программирование для множественных адиабатических слоев
8. Моделирование гетерогенных каталитических процессов
9. Разработка математических моделей массообменных процессов
10. Разработка математических моделей тепловых процессов

Перечень вопросов для оценки уровня сформированности компетенции **ПК-2** на этапе «Знания»

1. Области применения ЭВМ в химической технологии;
2. Виды моделирования;
3. Выбор и построение модели процесса;
4. Этапы составления математического описания, моделирующий алгоритм;
5. Установление адекватности математических моделей реальным объектам;
6. Математическое описание структуры потоков в аппарате;
7. Импульсный метод исследования структуры потоков;
8. Метод ступенчатого возмущения;
9. Типовые математические модели структуры потоков в аппаратах;
10. Основные характеристики распределения элементов потока по времени пребывания в аппарате (моменты функции распределения).

Перечень вопросов для оценки уровня сформированности компетенции **ПК-16** на этапе «Знания»

1. Математические модели, составленные экспериментально-статистическим методом;
2. Параметрическая идентификация моделей методом наименьших квадратов;
3. Регрессионный анализ: проверка воспроизводимости опытов;
4. Корреляционный анализ: коэффициент корреляции; частный коэффициент корреляции; множественный коэффициент корреляции, определение параметров нелинейных регрессионных моделей;
5. Методы оптимизации химико-технологических процессов и нахождения экстремума (минимума или максимума) функций;

6. Поисковые методы для функции одной переменной: методы сканирования, дихотомии (половинного деления), золотого сечения;
7. Поисковые методы для функций многих переменных: метод Гаусса – Зейделя (метод покоординатного поиска);
8. Поиск экстремума методом динамического программирования;
9. Полный факторный эксперимент и обработка его результатов. Матрица полного факторного эксперимента и её свойства. Расчет коэффициентов уравнения регрессии;
10. Дробный факторный эксперимент. Матрица дробного факторного эксперимента.

### Тестовые задания

Перечень вопросов для оценки уровня сформированности компетенции **ОПК-1** на этапе «Умения»

1. Значение какого критерия необходимо определить для проверки воспроизводимости опытов?

Выберите один ответ:

- 1) Критерия Фруда
- 2) *Критерия Кохрена*
- 3) Критерия Стьюдента
- 4) Критерия Рейнольдса

2. На сколько частей делится новый интервал  $L_1$  по правилу золотого сечения?

Выберите один ответ:

- 1) *На три*
- 2) На шесть
- 3) На два
- 4) На четыре

3. Какой эксперимент проводится по заранее составленному плану, в соответствии с которым ставится задача не только определения оптимальных условий проведения эксперимента, но и оптимизации процесса?

Выберите один ответ:

- 1) Лабораторный
- 2) Полевой
- 3) Пассивный
- 4) *Активный*

4. Какие виды моделирования Вам известны?

Выберите один ответ:

- 1) *Физическое и математическое*
- 2) Аналитическое и физическое
- 3) Аналитическое и экспериментальное
- 4) Физическое и экспериментальное

5. Какой будет разрешающая способность матрицы, если линейные эффекты смешаны с произведениями наибольшего количества факторов?

Выберите один ответ:

- 1) Переменной
- 2) *Максимальной*
- 3) Дискретной
- 4) Минимальной

Перечень тестов для оценки уровня сформированности компетенции **ПК-2** на этапе «Умения»:

1. Какому типу аппаратов соответствует процесс модели идеального вытеснения?

Выберите один ответ:

1. Колонному
- 2) Баковому
- 3) Емкостному
- 4) *Трубчатому*

2. Структура какого порядка, предназначенного для происхождения коэффициентов квадратичной модели, имеет существенное значение для экспериментаторов?

Выберите один ответ:

- 1) Нулевого порядка
- 2) *Второго порядка*
- 3) Первого порядка
- 4) Третьего порядка

3. На сколько частей делится новый интервал  $L_1$  по правилу золотого сечения?

Выберите один ответ:

- 1) *На три*
- 2) На шесть
- 3) На два
- 4) На четыре

4. Какой эксперимент проводится по заранее составленному плану, в соответствии с которым ставится задача не только определения оптимальных условий проведения эксперимента, но и оптимизации процесса?

Выберите один ответ:

- 1) Лабораторный
- 2) Полевой
- 3) Пассивный
- 4) *Активный*

5. Какова задача разработки моделирующего алгоритма?

Выберите один ответ:

- 1) Оптимизация химического процесса
- 2) Описание химического процесса
- 3) Решение системы уравнений физического описания
- 4) *Решение системы уравнений математического описания*

6. Из скольких этапов состоит составление математической модели?

Выберите один ответ:

- 1) 4
- 2) 3
- 3) 5
- 4) 9

7. Что означает переменная  $\varepsilon$ ?

Выберите один ответ:

- 1) *Наименьшее изменение  $x$ , которое приводит к осязательному изменению*
- 2) Среднее изменение  $x$ , которое приводит к осязательному изменению
- 3) Наибольшее изменение, которое не приводит к изменению
- 4) Наибольшее значение  $x$ , которое приводит к осязательному изменению

Перечень тестов для оценки уровня сформированности компетенции **ПК-16** на этапе «Умения»:

1. Мерой линейной зависимости каких двух величин служит коэффициент корреляции?

Выберите один ответ:

- 1) Специально подобранных величин
- 2) Геометрических величин
- 3) Постоянных величин
- 4) *Случайных величин*

2. Какие виды математических моделей Вы знаете?

Выберите один ответ:

- 1) Дискретные и непрерывные
- 2) *Статистические и детерминированные*
- 3) Дискретные и детерминированные
- 4) Статистические и непрерывные

3. Какие виды моделирования Вам известны?

Выберите один ответ:

- 5) *Физическое и математическое*
- 6) Аналитическое и физическое
- 7) Аналитическое и экспериментальное
- 8) Физическое и экспериментальное

4. В чем заключается идея дробного факторного эксперимента?

Выберите один ответ:

- 1) *В сокращении числа опытов полного факторного эксперимента*
- 2) В увеличении числа опытов полного факторного эксперимента
- 3) В получении математического описания процесса в виде отрезка
- 4) В расчете коэффициентов уравнения регрессии

5. Математическое моделирование включает следующие стадии:

Выберите один ответ:

- 1) Программирование решения → построение математической модели - установление адекватности модели изучаемому процессу

- 2) Изучение кинетики химических реакций - изучение кинетики процессов теплопередачи → построение математической модели
- 3) Установление адекватности модели изучаемому процессу - программирование решения - построение математической модели
- 4) *Построение математической модели - программирование решения - установление адекватности модели изучаемому процессу*
- 5) Изучение кинетики химических реакций - изучение кинетики процессов массопередачи - исследование гидродинамической модели процесса

6. Какой будет разрешающая способность матрицы, если линейные эффекты смешаны с произведениями наибольшего количества факторов?

Выберите один ответ:

- 5) Переменной
- 6) *Максимальной*
- 7) Дискретной
- 8) Минимальной

7. Значение какого критерия необходимо определить для проверки воспроизводимости опытов?

Выберите один ответ:

- 5) Критерия Фруда
- 6) *Критерия Кохрена*
- 7) Критерия Стьюдента
- 8) Критерия Рейнольдса

### **Контрольная работа**

Каждому студенту предлагается индивидуальный вариант практического задания  
*Структура практической работы по дисциплине "Математическое моделирование химических процессов" представлена ниже:*

#### **Практическая работа № 4**

#### **Многомерная оптимизация.**

#### **Поиск экстремума методом Гаусса-Зейделя**

#### **Цель работы**

Освоение метода многомерной оптимизации Гаусса-Зейделя.

#### **Порядок выполнения работы**

1. Для выполнения лабораторной работы запустить файл LP5.EXE. В контуре «Исходные данные» напротив ячеек «Расход пропана, куб. м в час» и «Температура, град. Цельсий» вводятся соответствующие значения. При нажатии кнопки «Расчет выхода пропилена» производится вычисление выхода пропилена в зависимости от заданных условий.

2. Получить от преподавателя начальные исходные данные (температуру, расход и шаг расчета для температуры и расхода). Ввести в ячейки исходных данных полученные значения.

3. Согласно пунктам 1 и 2 алгоритма, указанного в п. 5.2, методом сканирования вычислить локальные значения максимума выхода пропилена.

4. При завершении 1-го цикла расчета разделить заданные шаги для расчета температуры и расхода пополам и продолжить расчет по пунктам 1 и 2 указанного алгоритма (в случае, если при делении шага пополам и дальнейшем расчете максимум не определяется, следует еще раз разделить шаг на два).

5. Дать геометрическую интерпретацию хода поиска экстремального значения  $Y$ .

6. По полученным результатам сделать выводы.

7. Составить отчет о проделанной работе.

### Варианты

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$G_0, \text{ м}^3/\text{ч}$	4000	4200	4400	4600	4800	5000	4000	4200	4400	4600	4800
$T_0, \text{ }^\circ\text{C}$	720	720	720	720	720	730	730	730	730	730	730
$\Delta G_0$	1000	800	1000	800	1000	800	600	800	600	800	600
$\Delta T_0$	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20
Номер варианта	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
$G_0, \text{ м}^3/\text{ч}$	11000	10800	10600	10400	10200	10000	11000	10800	10600	10400	10200
$T_0, \text{ }^\circ\text{C}$	880	860	880	860	880	860	880	860	880	860	880
$\Delta G_0$	1000	800	1000	800	1000	800	600	800	600	800	600
$\Delta T_0$	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20

Перечень контрольных работ для оценки уровня сформированности компетенции **ОПК-1** на этапе «Владения»:

#### Вариант 1

1. Основные характеристики распределения элементов потока по времени пребывания в аппарате (моменты функции распределения).

2. Регрессионный анализ: проверка воспроизводимости опытов.

#### Вариант 2

1. Математические модели, составленные экспериментально-статистическим методом.

2. Модель идеального смешения.

#### Вариант 3

1. Типовые структуры математические модели потоков в аппаратах. Модель идеального вытеснения

2. Корреляционный анализ: коэффициент корреляции; частный коэффициент корреляции; множественный коэффициент корреляции, определение параметров нелинейных регрессионных моделей.

Перечень контрольных работ для оценки уровня сформированности компетенции **ПК-2** на этапе «Владения»:

#### Вариант 1

1. Расчет коэффициентов регрессии для полного факторного эксперимента (ПФЭ) методом наименьших квадратов
2. Проверка гипотезы о значимости коэффициентов уравнения регрессии с помощью критерия Стьюдента

#### Вариант 2

1. Метод пассивного экспериментирования
2. Обработка результатов пассивного эксперимента методами регрессионного и корреляционного анализа, выбор уравнения регрессии.

#### Вариант 3

1. Задачи активного эксперимента, функции отклика, факторы, факторное пространство, поверхность отклика.
2. Что называют

#### Вариант 4

1. Расчет коэффициентов регрессии для дробного факторного эксперимента методом наименьших квадратов Недостатки и преимущества по сравнению с полным факторным экспериментом
2. Матрица полного факторного эксперимента и ее свойства

Перечень контрольных работ для оценки уровня сформированности компетенции **ПК-16** на этапе «Владения»:

#### Вариант 1

1. Планирование со смешиванием Определение совместных оценок коэффициентов регрессии.
2. Матрица дробного факторного эксперимента и ее свойства

#### Вариант 2

1. Проверка гипотезы о значимости коэффициентов уравнения регрессии с помощью критерия Стьюдента
2. Математическое описание структуры потоков в аппарате. Методы исследования структуры потоков. Метод ступенчатого возмущения

#### Вариант 3

1. Математическое описание структуры потоков в аппарате. Методы исследования структуры потоков. Метод ступенчатого возмущения
2. Поисковые методы для функций многих переменных: метод Гаусса – Зейделя (метод покоординатного поиска)

### Вопросы к зачету

1. Области применения ЭВМ в химической технологии
2. Математическое моделирование химико-технологических процессов. Виды моделирования
3. Основные виды математических моделей
4. Выбор и построение модели процесса
5. Этапы составления математического описания
6. Состав математического описания

7. Моделирующий алгоритм
8. Установление адекватности математических моделей реальным объектам
9. Способы построения математических моделей
10. Математическое описание структуры потоков в аппарате. Методы исследования структуры потоков. Импульсный метод исследования структуры потоков
11. Математическое описание структуры потоков в аппарате. Методы исследования структуры потоков. Метод ступенчатого возмущения
12. Основные характеристики распределения элементов потока по времени пребывания в аппарате (моменты функции распределения)
13. Типовые структуры математические модели потоков в аппаратах. Модель идеального вытеснения
14. Модель идеального смешения
15. Диффузионная модель
16. Ячеечная модель
17. Составление математических моделей экспериментальным методом. Математические модели, составленные экспериментально-статистическим методом
18. Параметрическая идентификация моделей методом наименьших квадратов
19. Регрессионный анализ. Проверка воспроизводимости опытов
20. Оценка значимости коэффициентов уравнения регрессии
21. Проверка адекватности модели
22. Корреляционный анализ. Коэффициент корреляции
23. Частный коэффициент корреляции
24. Множественный коэффициент корреляции
25. Методы оптимизации химико-технологических процессов и нахождения экстремума (минимума или максимума) функций. Поисковые методы для функции одной переменной. Метод сканирования
26. Метод дихотомии (половинного деления)
27. Метод золотого сечения

### 6.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

**Рейтинг-план дисциплины**

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1</b>				
<b>Текущий контроль</b>			<b>0</b>	<b>25</b>
1. Письменная контрольная работа	10	2	0	20
2. Устный опрос	5	1	0	5
<b>Рубежный контроль</b>			<b>0</b>	<b>25</b>
Тестирование	25	1	0	15
<b>Модуль 2</b>				
<b>Текущий контроль</b>			<b>0</b>	<b>25</b>
1. Письменная контрольная работа	10	2	0	20
2. Устный опрос	5	1	0	5

<b>Рубежный контроль</b>			<b>0</b>	<b>25</b>
Тестирование	25	1	0	25
<b>Поощрительные баллы</b>				
Активная работа на лекционных и лабораторных занятиях			<b>0</b>	<b>10</b>
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
Посещение лекционных занятий			<b>0</b>	<b>-6</b>
Посещение лабораторных занятий			<b>0</b>	<b>-10</b>
<b>Итоговый контроль</b>				
<b>Зачет</b>				

Объем и уровень сформированности компетенций целиком или на различных этапах у обучающихся оцениваются по результатам текущего контроля количественной оценкой, выраженной в рейтинговых баллах. Оценке подлежит каждое контрольное мероприятие.

При оценивании сформированности компетенций применяется четырехуровневая шкала «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично».

Максимальный балл по каждому виду оценочного средства определяется в рейтинг-плане и выражает полное (100%) освоение компетенции.

Уровень сформированности компетенции «хорошо» устанавливается в случае, когда объем выполненных заданий соответствующего оценочного средства составляет 80 - 100%; «удовлетворительно» – выполнено 40 - 80%; «неудовлетворительно» – выполнено 0 - 40%

Рейтинговый балл за выполнение части или полного объема заданий соответствующего оценочного средства выставляется по формуле:

$$\text{Рейтинговый балл} = k \times \text{Максимальный балл},$$

где  $k = 0,2$  при уровне освоения «неудовлетворительно»,  $k = 0,4$  при уровне освоения «удовлетворительно»,  $k = 0,8$  при уровне освоения «хорошо» и  $k = 1$  при уровне освоения «отлично».

Оценка на этапе промежуточной аттестации выставляется согласно Положению о модульно-рейтинговой системе обучения и оценки успеваемости студентов БашГУ:

На зачете выставляется оценка:

- зачтено - при накоплении от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),
- не зачтено - при накоплении от 0 до 59 рейтинговых баллов.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **7.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

#### **Основная учебная литература:**

1. Закгейм, А.Ю. Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов: учебное пособие / А.Ю. Закгейм. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва: Логос, 2012. - 304 с. - (Новая университетская библиотека). - ISBN 978-98704-471-1; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=84988> (22.08.2018)

2. Клинов, А.В. Математическое моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие / А.В. Клинов, А.Г. Мухаметзянова ; Федеральное агентство по образованию, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный технологический университет". - Казань: Казанский государственный технологический университет, 2009. - 144 с. : ил., табл., схем. - Библ. в кн. - ISBN 978-5-7882-0774-2; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=270540> (22.08.2018)

3. Клинов, А.В. Лабораторный практикум по математическому моделированию химико-технологических процессов: учебное пособие / А.В. Клинов, А.В. Малыгин; Министерство образования и науки Российской Федерации, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский государственный технологический университет». - Казань: КГТУ, 2011. - 99 с.: ил., табл. - Библиогр.: с. 97.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258853> (22.08.2018)

### Дополнительная учебная литература:

1. Пугачев, В.М. Химическая технология: учебное пособие / В.М. Пугачев; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Кемеровский государственный университет». - Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2014. - 108 с.: ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-8353-1682-3; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=278505> (22.08.2018)

## 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

№	Наименование документа с указанием реквизитов	Срок действия документа
1.	Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM, договор с ООО «ЗНАНИУМ» № 3151эбс от 31.05.2018	До 03.06.2019
2.	Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» (коллекция книг для СПО), договор от 31.05.2018.	До 02.06.2019
3.	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online», договор с ООО «Нексмедиа» № 847 от 29.08.2017	До 01.10.2018
4.	Электронно-библиотечная система издательства «Лань», договор с ООО «Издательство «Лань» № 838 от 29.08.2017	До 01.10.2018
5.	База данных периодических изданий (на платформе EastView EBSCO), договор с ООО «ИВИС» № 133-П 1650 от 03.07.2018	До 31.06.2019
6.	База данных периодических изданий на платформе Научной электронной библиотеки (eLibrary), Договор с ООО «РУНЭБ» № 1256 от 13.12.2017	До 31.12.2018
7.	Электронная база данных диссертаций РГБ, Договор с ФГБУ «РГБ» № 095/04/0220 от 6 дек. 2017 г.	До 07.12.2018
8.	Национальная электронная библиотека, Договор с ФГБУ «РГБ» № 101/НЭБ/1438 от 13 апр. 2016 г.	Бессрочный
9.	Электронно-библиотечная система «ЭБ БашГУ», договор с ООО «Открытые библиотечные системы» № 095 от 01.09.2014	Бессрочный

№	Адрес (URL)	Описание страницы
1.	<a href="http://www.en.edu.ru/">http://www.en.edu.ru/</a>	<b>Естественно-научный образовательный портал.</b> Портал является составной частью федерального портала "Российское образование". Содержит ресурсы и ссылки на ресурсы по естественнонаучным дисциплинам (физика, химия и биология)
2.	<a href="http://www.xumuk.ru/">http://www.xumuk.ru/</a>	<b>ХиМик.ru</b> сайт о химии
3.	<a href="http://www.twirpx.com/">http://www.twirpx.com/</a>	<b>Сайт студентов, аспирантов и преподавателей ВУЗов</b> Доступ к ресурсам осуществляется через регистрацию. Скачивание ресурсов происходит за счет баллов. Баллы начисляются посредством sms.
4.	<a href="http://gigapedia.com/">http://gigapedia.com/</a>	<b>Химическая наука и образование в России</b> На сайте собрано более 10 тыс. книг по химии, преимущественно на английском языке. Для загрузки книг необходима регистрация.
5.	<a href="http://www.chem.msu.su/">http://www.chem.msu.su/</a>	<b>chemNet</b> Химическая информационная сеть. Химический факультет МГУ.

### 7.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Наименование программного обеспечения
Office Standard 2007 Russian OpenLicensePackNoLevelAcdbc
Windows 7 Professional

### 8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид учебных занятий	Организация деятельности обучающегося
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Практические занятия	Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом (указать текст из источника и др.). Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, решение расчетно-графических заданий, решение задач.

Контрольная работа / индивидуальные задания	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующихся для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам и др.
Устный опрос	Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам и др.
Тестирование	Тесты направлены на максимально быстрое и эффективное выявление знаний обучающихся по различным разделам контролируемого материала.
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

## 9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория текущего контроля и промежуточной аттестации, учебная аудитория групповых и индивидуальных консультаций №12	Учебная мебель, доска, мультимедиа-проектор, экран настенный, учебно-наглядные пособия
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория текущего контроля и промежуточной аттестации, учебная аудитория групповых и индивидуальных консультаций №32	Учебная мебель, доска, компьютеры, переносной проектор, интерактивная доска
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория текущего контроля и промежуточной аттестации, учебная аудитория групповых и индивидуальных консультаций №33	Учебная мебель, доска, компьютеры, переносной проектор, интерактивная доска
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория текущего контроля и промежуточной аттестации, учебная аудитория групповых и индивидуальных консультаций №36	Учебная мебель, доска, мультимедиа-проектор, экран настенный, учебно-наглядные пособия
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория текущего контроля и промежуточной аттестации, учебная аудитория групповых и индивидуальных консультаций №37	Учебная мебель, доска, мультимедиа-проектор, экран настенный, учебно-наглядные пособия
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория текущего контроля и промежуточной аттестации, учебная аудитория групповых и индивидуальных консультаций №38	Учебная мебель, доска, мультимедиа-проектор, экран настенный, учебно-наглядные пособия
Читальный зал: помещение для самостоятельной работы №144	Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, компьютеры