

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Утверждено:  
на заседании кафедры аналитической химии  
протокол № 8 от «17» января 2022 г.  
Зав. кафедрой  /В.Н. Майстренко

Согласовано:  
Председатель УМК факультета /института  
 / Г.Г. Гарифуллина

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

дисциплина Математическая обработка результатов в аналитической химии  
(наименование дисциплины)

базовая часть, дисциплины специализации, Б1.В.07

**программа специалитета**

Направление подготовки (специальность)

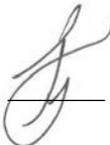
04.05.01. Фундаментальная и прикладная химия

Направленность (профиль) подготовки  
Аналитическая химия

Квалификация  
Химик. Преподаватель химии.

Разработчик (составитель)

Доцент, д.х.н.

 / Гуськов В.Ю.

Для приема: 2022 г.

Уфа 2022 г.

Составитель / составители: Гуськов В.Ю.

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры аналитической химии протокол от «24» июня 2019 г. № 29

Заведующий кафедрой

  
\_\_\_\_\_ / Майстренко В.Н.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины (обновлены перечень основной и дополнительной литературы и лицензионное программное обеспечение, необходимое для освоения дисциплины), приняты на заседании кафедры аналитической химии, протокол № 15 от «17» марта 2020 г.

Заведующий кафедрой

  
\_\_\_\_\_ / Майстренко В.Н.

### Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	
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	
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	
4.3. <i>Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)</i>	
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

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

<p>• Категория (группа) компетенций • (при наличии ОПК)</p>	<p>Формируемая компетенция (с указанием кода)</p>	<p>• Код и наименование индикатора достижения компетенции</p>	<p>• Результаты обучения по дисциплине</p>
	<p><i>ПК-2. Владением навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований</i></p>	<p>10 ПК-2.1. Знать оборудование и программы предназначенные для проведения синтеза и исследование различных физико-химических свойств веществ.</p>	<p>Знать: оборудование и программы предназначенные для проведения синтеза и исследование различных физико-химических свойств веществ.</p>
		<p>11 ПК-2.2. Уметь проводить эксперимент на научном оборудовании, проводить обработку результатов и измерений с использованием специализированных компьютерных программ.</p>	<p>Уметь: проводить эксперимент на научном оборудовании, проводить обработку результатов и измерений с использованием специализированных компьютерных программ.</p>
		<p>12 ПК-2.3. Владеть основами пробоподготовки для проведения различных физико-химических анализов</p> <p>13</p>	<p>Владеть: основами пробоподготовки для проведения различных физико-химических анализов</p>
		<p>14 ПК-2.4 Владеть начальными навыками работы со специализированным научным оборудованием</p>	<p>Владеть: начальными навыками работы со специализированным научным оборудованием</p>
		<p><i>ПК-3. Владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного</i></p>	<p>15 ПК-3.1. Знать основные понятия и законы химии</p> <p>16</p>

	<i>познания</i>	17 ПК-3.2. Уметь применять основные законы химии	Уметь: Применять основные законы химии
		18	
	<i>ПК-4. способностью применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов</i>	19 ПК-3.3. Владеть системой фундаментальных понятий химии.	Владеть: Системой фундаментальных понятий химии.
		20 ПК-4.1. Знать основные законы химии и смежных наук	Знать: основные законы химии и смежных наук
		21 ПК-4.2 Уметь применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов	Уметь: применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов
		22 ПК-4.3. Владеть основными методами анализа и обработки полученных результатов	Владеть: основными методами анализа и обработки полученных результатов

## **2. Цель и место дисциплины в структуре основной образовательной программы**

«Математическая обработка результатов в аналитической химии» относится к циклу профессиональных естественнонаучных дисциплин базовой части, дисциплин специализации. Дисциплина изучается на 5 году обучения в течение 9 семестра. Формой отчетности является зачёт.

Цель курса – формирование у студентов представлений о метрологических основах химического анализа – методах оценки точности анализа, способах внутрилабораторного оперативного контроля результатов анализа, методах обработки многомерных данных; рассмотрение основ теории функции распределения случайных величин, критериев для оценки степени близости наблюдаемого распределения к нормальному распределению, установление характеристики случайной составляющей погрешности, способов оценки характеристик систематической составляющей погрешности анализа, рассмотрение практического применения методов

анализа многомерных данных – метода главных компонент и проекции на латентные структуры – в аналитической химии, разбор практических примеров обработки данных результатов химического анализа.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: неорганическая химия, физическая химия, экология и математика. Для успешного усвоения материала студент должен иметь прочные знания по общему курсу «Аналитическая химия», в первую очередь, по основам статистической обработки результатов.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- Знать:
  - Основные понятия, термины, используемые при статистической оценке погрешностей анализа.
  - Методы оценки общего показателя точности измерений определяемой величины.
  - Влияние различных факторов на точность химического анализа, способы повышения правильности и прецизионности.
  - Возможности современных методов анализа многомерных данных – метод главных компонент, регрессия на главные компоненты, методы классификации и идентификации (SIMCA, PLS-DA)
- Уметь:
  - Проводить статистическую обработку результатов химического анализа и сравнение результатов анализа различных методов.
  - Использовать различные методы внутрилабораторного контроля результатов анализа.
  - Строить контрольные карты Шухарта.
  - Проводить предварительную подготовку многомерных данных для последующего МГК-моделирования и ПЛС (РГК)-регрессионного анализа.
  - Использовать МГК, ПЛС для решения задач классификации и идентификации в аналитической химии.
- Владеть навыками:
  - работы со справочной литературой (значения Q-теор, F-теор,  $\chi^2$ -теор и т. д.).
  - владеть методологией выбора метода и методики анализа;
  - устранения систематической погрешности методами рандомизации и релятивизации;
  - оценки статистической погрешности;
  - техникой обработки экспериментальных данных на современных приборах.

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

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

### **4. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся**

#### **4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ООП и описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Код и формулировка компетенции **ПК-2**. Владением навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Незачтено»	«Зачтено»
ПК-2.1. Знать оборудование и программы предназначенные для проведения синтеза и исследование различных физико-химических свойств веществ.	Знать: оборудование и программы предназначенные для проведения синтеза и исследование различных физико-химических свойств веществ.	Затрудняется в определении и назначении компонентов прибора и программ.	Самостоятельно подключает компоненты приборов. Имеет представления о нормальном и критическом режимах их функционирования. Способен диагностировать простые ошибки приборов и программ управления
ПК-2.2. Уметь проводить эксперимент на научном оборудовании, проводить обработку результатов и измерений с использованием специализированных компьютерных программ.	Уметь: проводить эксперимент на научном оборудовании, проводить обработку результатов и измерений с использованием специализированных компьютерных программ.	Затрудняется в проведении эксперимента на научном оборудовании использовании специализированных программ	Самостоятельно осуществляет все этапы эксперимент на научном оборудовании, проводит обработку результатов и измерений с использованием специализированных компьютерных программ.
ПК-2.3. Владеть основами пробоподготовки для проведения различных физико-химических анализов	Владеть: основами пробоподготовки для проведения различных физико-химических анализов	Затрудняется в подготовке проб и объектов для последующего исследования. Затрудняется в порядке включения и выключения прибора, снятии показаний измерений	Самостоятельно способен осуществить полный цикл пробоподготовки Способен к проведению полного цикла работ на специализированном научном оборудовании при проведении экспериментов невысокой сложности
ПК-2.4 Владеть начальными навыками работы со специализированным научным оборудованием	Владеть: начальными навыками работы со специализированным научным оборудованием	Затрудняется в подготовке проб и объектов для последующего исследования. Затрудняется в порядке включения и выключения прибора, снятии показаний измерений	Самостоятельно способен осуществить полный цикл пробоподготовки Способен к проведению полного цикла работ на специализированном научном оборудовании при проведении экспериментов невысокой сложности

Код и формулировка компетенции **ПК-3**. Владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Незачтено»	«Зачтено»
ПК-3.1. Знать основные понятия и законы химии	Знать: Основные понятия и законы химии	Знания носят фрагментарный характер	Сформированное и систематизированное представление о химической науке

ПК-3.2. Уметь применять основные законы химии	Уметь: Применять основные законы химии	Частично освоенное умение решать стандартные задачи на применение фундаментальных химических понятий и законов	Сформированное умение решать стандартные задачи на применение фундаментальных химических понятий и законов
ПК-3.3. Владеть системой фундаментальных понятий химии.	Владеть: Системой фундаментальных понятий химии.	Фрагментарное владение системой фундаментальных химических понятий	Успешное и <b>системное</b> владение системой фундаментальных химических понятий

Код и формулировка компетенции **ПК-4.** Способностью применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Незачтено»	«Зачтено»
ПК-4.1. Знать основные законы химии и смежных наук	Знать: основные законы химии и смежных наук	Имеет представление об основных химических законах	Полные и системные знания о естественнонаучных законах и закономерностях развития химической науки
ПК-4.2 Уметь применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов	Уметь: применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов	Частично освоенное умение применять естественнонаучные законы	Сформированное умение решать типичные задачи, связанные с применением естественнонаучных законов и закономерностей развития химической науки при анализе полученных результатов
ПК-4.3. Владеть основными методами анализа и обработки полученных результатов	Владеть: основными методами анализа и обработки полученных результатов	Фрагментарное владение навыками анализа и обработки результатов	Успешное и <b>системное</b> владение навыками применения основных естественнонаучных законов и закономерностей развития химической науки при анализе полученных результатов

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (для зачета: текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания:

зачтено – от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),

не зачтено – от 0 до 59 рейтинговых баллов).

**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**

<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>	<b>Результаты обучения по дисциплине</b>	<b>Оценочные средства</b>
<i>ПК-2.1.</i> Знать оборудование и программы предназначенные для проведения синтеза и исследование различных физико-химических свойств веществ.	Знать: оборудование и программы предназначенные для проведения синтеза и исследование различных физико-химических свойств веществ.	устный опрос, практическое задание
<i>ПК-2.2.</i> Уметь проводить эксперимент на научном оборудовании, проводить обработку результатов и измерений с использованием специализированных компьютерных программ.	Уметь: проводить эксперимент на научном оборудовании, проводить обработку результатов и измерений с использованием специализированных компьютерных программ.	устный опрос, практическое задание
<i>ПК-2.3.</i> Владеть основами пробоподготовки для проведения различных физико-химических анализов	Владеть: основами пробоподготовки для проведения различных физико-химических анализов	устный опрос, практическое задание
<i>ПК-2.4.</i> Владеть начальными навыками работы со специализированным научным оборудованием	Владеть: начальными навыками работы со специализированным научным оборудованием	устный опрос, практическое задание
<i>ПК-3.1.</i> Знать основные понятия и законы химии	Знать: Основные понятия и законы химии	устный опрос, практическое задание
<i>ПК-3.2.</i> Уметь применять основные законы химии	Уметь: Применять основные законы химии	устный опрос, практическое задание
<i>ПК-3.3.</i> Владеть системой фундаментальных понятий химии.	Владеть: Системой фундаментальных понятий химии.	устный опрос, практическое задание
<i>ПК-4.1.</i> Знать основные законы химии и смежных наук	Знать: основные законы химии и смежных наук	устный опрос, практическое задание
<i>ПК-4.2.</i> Уметь применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов	Уметь: применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов	устный опрос, практическое задание
<i>ПК-4.3.</i> Владеть основными методами анализа и обработки полученных результатов	Владеть: основными методами анализа и обработки полученных результатов	устный опрос, практическое задание

### **4.3. Рейтинг-план дисциплины**

Рейтинг–план дисциплины представлен в приложении 2.

### **Средства оценивания при текущем контроле**

#### **Вопросы для устного опроса**

Погрешности химического анализа. Общая характеристика и классификация. Случайные погрешности химического анализа. Систематические погрешности химического анализа, их вы-

явление и оценка.

Математическая статистика в аналитической химии. Функции распределения случайных величин. Дисперсия. Стандартное отклонение. Статистика малых выборок t-распределение. Доверительный интервал. Выявление промахов (Q-критерий, t-критерий).

Критерии для оценки степени близости наблюдаемого распределения к нормальному распределению ( $\chi^2$ -критерий, W-критерий, асимметрия и эксцесс), сравнение нескольких дисперсий (критерий Бартлетта), сравнение двух средних (t-критерий).

Статистические методы оценки случайной и систематической составляющей погрешности определения измеряемой величины. Установление характеристики случайной составляющей погрешности (показатель прецизионности) с помощью образцов сравнения. Оценка характеристик систематической составляющей погрешности измерений (показатель правильности). Оценка общего показателя точности измерений определяемой величины.

Внутрилабораторный оперативный контроль результатов анализа. Контрольные карты Шухарта.

Расчет точности результатов анализа по нормативам оперативного контроля.

### **Критерии оценки (в баллах) устного опроса**

- 0 баллов выставляется студенту, если студент не имеет представления об обсуждаемом вопросе;
- 1 балл выставляется студенту, если студент имеет фрагментарные представления об обсуждаемом вопросе;
- 2 балла выставляется студенту, если студент имеет неполные представления об обсуждаемом вопросе;
- 3 балла выставляется студенту, если студент имеет сформированные, но содержащие существенные пробелы представления об обсуждаемом вопросе;
- 4 балла выставляется студенту, если студент имеет сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления об обсуждаемом вопросе;
- 5 баллов выставляется студенту, если студент имеет сформированные систематические представления об обсуждаемом вопросе.

### **Средства оценивания при рубежном контроле**

#### **Практические задания**

Тестирование с целью проверки остаточных знаний по метрологическим основам аналитической химии, полученным на II курсе. Разбор ответов. Решение типовых задач по обработке результатов анализа. Статистика малых выборок t-распределение. Доверительный интервал. Выявление промахов (Q-критерий, t-критерий).

Критерии для оценки степени близости наблюдаемого распределения к нормальному распределению ( $\chi^2$ -критерий, W-критерий, асимметрия и эксцесс), сравнение нескольких дисперсий (критерий Бартлетта), сравнение двух средних (t-критерий).

Оценивание метрологических характеристик методик количественного химического анализа проб.

- питьевых вод на содержание в них ионов железа;
- малолетучих органических веществ по результатам хромато-масс-спектрометрического анализа, полученным в условиях внутрилабораторной воспроизводимости. Контроль стабильности результатов определения при выполнении рутинного анализа. Построение контрольных карт Шухарта. Оперативный контроль качества результатов КХА. Определение сахаров в вине и виноматериалах. Оценка результатов испытаний сухого цельного молока на соответствие медико-биологическим требованиям Минздрава СССР по содержанию ртути.

### **Критерии оценки (в баллах) практического задания**

- 0 баллов выставляется студенту, если студент не имеет представления об обсуждаемом вопросе;
- 1 балл выставляется студенту, если студент имеет фрагментарные представления об обсуждаемом вопросе;
- 2 балла выставляется студенту, если студент имеет неполные представления об обсуждаемом вопросе;
- 3 балла выставляется студенту, если студент имеет сформированные, но содержащие существенные пробелы представления об обсуждаемом вопросе;
- 4 балла выставляется студенту, если студент имеет сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления об обсуждаемом вопросе;
- 5 баллов выставляется студенту, если студент имеет сформированные систематические представления об обсуждаемом вопросе.

### Средства оценивания при итоговом контроле

#### Контрольные вопросы для проведения итоговой аттестации (зачёта) по итогам освоения дисциплины

1. Точность, правильность и прецизионность анализа.
2. Классификация погрешностей анализа.
3. Систематические погрешности, их признаки и классификация.
4. Способы оценки правильности анализа.
5. Случайные погрешности. Генеральная и выборочные совокупности.
6. Закон нормального распределения погрешностей и t - распределение.
7. Дисперсия, стандартное отклонение и относительное стандартное отклонение выборочной совокупности результатов химического анализа, доверительный интервал.  
Формулы для расчета этих величин.
8. Проверка значимости гипотез. F – критерий, сравнение двух выборок по воспроизводимости. t – критерий, сравнение средних двух выборок. Использование критерия для оценки правильности анализа.
9. Критерий Бартлета, сравнение нескольких дисперсий.
10. Оценка грубого отклонения (промаха). Q – критерий,  $\tau$  – критерий.
11. Проверка подчинимости результатов анализа закону нормального распределения ( $\chi^2$  – критерий, W – критерий, асимметрия и эксцесс).
12. Метод оценки показателей качества методики анализа с помощью набора образцов для оценивания в виде СО или АС:
  - а) оценка показателей прецизионности (повторяемости и воспроизводимости) методики анализа, проверка дисперсий на воспроизводимость с помощью критерия Кохрена;
  - б) оценка показателя правильности анализа;
  - в) оценка показателя точности методики анализа;
  - г) установление показателя точности во всем диапазоне действия методики анализа, Нахождение параметров  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  функциональной зависимости приписанной характеристики погрешности результатов анализа от содержания определяемого компонента методом наименьших квадратов с использованием компьютера.
13. Расчет нормативов оперативного контроля.
14. Контроль стабильности результатов определения рутинного анализа с использованием карт Шухарта.

**Критерии оценивания:** на зачёте задаётся 4 вопроса из списка, каждый вопрос оценивается в 5 баллов, суммарно можно получить 20 баллов.

- 0 баллов ставится, если студент не в состоянии ответить на вопрос зачёта
- 1 балл ставится, если знания студента по вопросу обрывочны, неточны

-2 балла ставится, если студент ответил на поставленный вопрос, однако ответ содержал множество недочётов, а студент смутно понимает смысл самого вопроса

-3 балла ставится, если студент ответил на поставленный вопрос с пониманием сути вопроса, однако затруднился при ответе на дополнительные вопросы, а также его ответ содержал небольшое количество ошибок и неточностей

-4 балла ставится, если студент ответил на поставленный вопрос с пониманием сути вопроса, однако либо затруднился при ответе на дополнительные вопросы, либо его ответ содержал небольшое количество ошибок и неточностей

-5 баллов ставится, если студент ответил на поставленный вопрос без ошибок и неточностей, сумел раскрыть суть вопроса и ответил на все дополнительные вопросы.

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (*для зачета*: текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания:

зачтено – от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),

не зачтено – от 0 до 59 рейтинговых баллов).

**План самостоятельной работы по курсу «Математическая обработка результатов в аналитической химии».**

вид самостоятельной работы	кол-во часов	форма и сроки контроля
<i>обязательная</i> : расчёт случайной погрешности химического анализа для серии измерений	2	проверка выполненного домашнего задания; следующее практическое занятие
<i>обязательная</i> : выявление и оценка систематической погрешности химического анализа для выданной в конце занятия задачи	2	проверка выполненного домашнего задания; следующее практическое занятие
<i>обязательная</i> : расчёт критерия оценки близости наблюдаемого распределения к нормальному	2	проверка выполненного домашнего задания; следующее практическое занятие
<i>обязательная</i> : расчёт возможности сравнения двух дисперсий по F-критерию для выданной задачи <i>рекомендуемая</i> : расчёт возможности сравнения нескольких дисперсий по критерию Бартлетта для выданной задачи	2	проверка выполненного домашнего задания; следующее практическое занятие
<i>обязательная</i> : расчёт возможности сравнения двух средних по t-критерию	2	проверка выполненного домашнего задания; следующее практическое занятие

<i>обязательная:</i> построение контрольных карт Шухарта.	2	проверка выполненного домашнего задания
<i>обязательная:</i> выполнение самостоятельного задания по разработке метрологических характеристик методик количественного химического анализа проб различных объектов окружающей среды	3,3	коллоквиум по результатам составления методики количественных измерений и их метрологических характеристик

## Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

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

#### а) основная литература:

1. Вершинин В.И., Власова И.В., Никифорова И.А. Аналитическая химия: учебник. Кн.2 [Электронный ресурс] М. Издательство "Лань" 2019 г. 428 с. <https://e.lanbook.com/book/115526>
2. Золотов Ю.А. Введение в аналитическую химию [Электронный ресурс] 2-е изд. – М. Лаборатория знаний: лаборатория базовых знаний, 2016. 266 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/84079/#1>

#### б) дополнительная литература:

1. Вершинин В.И., Перцев Н.В. Планирование и математическая обработка результатов химического эксперимента. 4-е изд., стер. М. Издательство "Лань" 2019. с. 236 <https://e.lanbook.com/book/92623>
2. МИ 2336-95 ГСИ Характеристики погрешности результатов количественного химического анализа. Алгоритмы оценивания.
3. ГОСТ Р ИСО 5725-2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. М.: Госстандарт России.

### 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](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

## 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного

**го процесса по дисциплине**

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
<p><b>учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:</b></p> <p>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).</p>	<p>лекции</p>	<p align="center"><b>Аудитория № 405</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi XD3200U, экран с электроприводом 300*400см Spectra Classic</p> <p align="center"><b>Аудитория № 311</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, проектор Mitsubishi XD 600U, экран с электроприводом Projecta 183*240см Matte white</p> <p align="center"><b>Аудитория № 310</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi EW230ST, экран настенный Classic Norma 244*183</p> <p align="center"><b>Аудитория № 305</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi EW230ST, экран настенный Classic Norma 244*183</p> <p align="center"><b>Аудитория № 001</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p align="center"><b>Аудитория № 002</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p align="center"><b>Аудитория № 006</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p align="center"><b>Аудитория № 007</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p align="center"><b>Аудитория № 008</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p>
<p><b>учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа:</b> 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).</p>	<p>лабораторные работы</p>	<p align="center"><b>Аудитория № 405</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi XD3200U, экран с электроприводом 300*400см Spectra Classic</p> <p align="center"><b>Аудитория № 311</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, проектор Mitsubishi XD 600U, экран с электроприводом Projecta 183*240см Matte white</p> <p align="center"><b>Аудитория № 310</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi EW230ST, экран настенный Classic Norma 244*183</p> <p align="center"><b>Аудитория № 305</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi EW230ST, экран настенный Classic Norma 244*183</p> <p align="center"><b>Аудитория № 001</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p align="center"><b>Аудитория № 002</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p align="center"><b>Аудитория № 006</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p align="center"><b>Аудитория № 007</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p align="center"><b>Аудитория № 008</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p>
<p><b>учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций</b> аудитория № 405</p>	<p>групповая, индивидуальная консультация</p>	<p align="center"><b>Аудитория № 405</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi XD3200U, экран с электроприводом 300*400см Spectra Classic</p>

<p>(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).</p>		<p><b>Аудитория № 311</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, проектор Mitsubishi XD 600U, экран с электроприводом Projecta 183*240см Matte white</p> <p><b>Аудитория № 310</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi EW230ST, экран настенный Classic Norma 244*183</p> <p><b>Аудитория № 305</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi EW230ST, экран настенный Classic Norma 244*183</p> <p><b>Аудитория № 001</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p><b>Аудитория № 002</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p><b>Аудитория № 006</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p><b>Аудитория № 007</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p><b>Аудитория № 008</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p>
<p><b>учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации:</b> 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 № 004 (химфак корпус), аудитория № 005 (химфак корпус).</p>	<p>текущий контроль и промежуточная аттестация</p>	<p><b>Аудитория № 405</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi XD3200U, экран с электроприводом 300*400см Spectra Classic</p> <p><b>Аудитория № 311</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, проектор Mitsubishi XD 600U, экран с электроприводом Projecta 183*240см Matte white</p> <p><b>Аудитория № 310</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi EW230ST, экран настенный Classic Norma 244*183</p> <p><b>Аудитория № 305</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi EW230ST, экран настенный Classic Norma 244*183</p> <p><b>Аудитория № 001</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p><b>Аудитория № 002</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p><b>Аудитория № 006</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p><b>Аудитория № 007</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p><b>Аудитория № 008</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p><b>Аудитория № 004</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, коммутатор HP V1410-24G, персональный компьютер Lenovo ThinkCentre A70z Intel Pentium E 5800, 320 Gb, 19" - 15 шт, шкаф настенный TLK6U.</p> <p><b>Аудитория № 005</b> 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.</p>
<p><b>помещение для самостоятельной работы</b> Читальный зал №1 (глав-</p>	<p>самостоятельная работа</p>	<p><b>Читальный зал №1</b> Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество</p>

<p>ный корпус)  Читальный зал №2 (физмат корпус-учебное)  Читальный зал №5 (гуманитарный корпус)  Читальный зал №6 (учебный корпус)  Читальный зал №7 (гуманитарный корпус)</p>		<p>посадочных мест – 76.  <b>Читальный зал №2</b>  Научный и учебный фонд, научная периодика, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50.  <b>Читальный зал №5</b>  Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 27.  <b>Читальный зал №6</b>  Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 6 шт, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 30.  <b>Читальный зал №7</b>  Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 5 шт, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 18.</p>
<p><b>помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования</b>  лаборатория 318 (химфак корпус)</p>		<p><b>Лаборатория № 318</b>  Учебная мебель, МФУ M Samsung лазерный SCX-4623F, Компьютер в составе: системный блок DEPO 460MDi5-650, монитор, клавиатура, мышь, Рефрактометр, набор ариометров, 2 рН-метра АНИОН-4100, 2 рН-метра HI98103 Checker1</p>

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины Математическая обработка результатов в аналитической химии на 9 семестр  
очная форма обучения

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3/108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	90,7
лекций	18
практических/ семинарских	36
лабораторных	36
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0,7
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	17,3
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	-

Форма(ы) контроля:  
зачет 9 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.)
		Всего	ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СРС			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Погрешности химического анализа. Общая характеристика и классификация. Случайные погрешности химического анализа. Систематические погрешности химического анализа, их выявление и оценка.	12	2	4	4	2	Л.1. С.5-12.	расчёт случайной погрешности химического анализа для серии измерений	устный опрос, практическое задание
2.	Математическая статистика в аналитической химии. Функции распределения случайных величин. Дисперсия. Стандартное отклонение. Статистика малых выборок t-распределение. Доверительный интервал. Выявление	12	2	4	4	2	Л.1. С.47-57, 60-62. Л.2. С.68-89.	выявление и оценка систематической погрешности химического анализа для выданной в конце занятия задачи	устный опрос, практическое задание

	промахов (Q-критерий, т-критерий).								
3.	Критерии для оценки степени близости наблюдаемого распределения к нормальному распределению	12	2	4	4	2	Л.1. С.39-40. Л.2. С.99-107.	расчёт критерия оценки близости наблюдаемого распределения к нормальному	устный опрос, практическое задание
4.	Статистические методы проверки гипотез. Сравнение двух дисперсий (F-критерий), сравнение нескольких дисперсий (критерий Бартлетта), сравнение двух средних (t-критерий).	12	2	4	4	2	Л.1. С.114-125.	расчёт возможности сравнения двух дисперсий по F-критерию для выданной задачи	устный опрос, практическое задание
5	Статистические методы оценки случайной и систематической составляющей погрешности определения измеряемой величины. Установление характеристики случайной составляющей погрешности (показатель прецизионности) с помощью образцов сравнения. Оценка характеристик	12	2	4	4	2	Л.2. С.84-95, 99-100.		устный опрос, практическое задание

	систематической составляющей погрешности измерений (показатель правильности). Оценка общего показателя точности измерений определяемой величины.								
6	Внутрилабораторный оперативный контроль результатов анализа. Контрольные карты Шухарта.	12	2	4	4	2			устный опрос, практическое задание
7	Аккредитация испытательных лабораторий.	24	4	8	8	2			устный опрос, практическое задание
8	Проекционные методы.	12	2	4	4	3,3			устный опрос, практическое задание
	<b>Всего часов:</b>	144	18	36	36	17,3			устный опрос, практическое задание

**Рейтинг-план дисциплины «Математическая обработка результатов в аналитической химии»**

Направление 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия», курс 5, семестр 1

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1</b>				
<b>Текущий контроль</b>				<b>25</b>
1. Устный опрос	5	5	0	25
<b>Рубежный контроль</b>				<b>15</b>
1. Выполнение практического задания	5	3	0	15
<b>Модуль 2</b>				
<b>Текущий контроль</b>				<b>25</b>
1. Устный опрос	5	5	0	25
<b>Рубежный контроль</b>				<b>15</b>
1. Выполнение практического задания	5	3	0	15
<b>Поощрительные баллы</b>				
1. Студенческая олимпиада				<b>3</b>
2. Публикация статей				<b>5</b>
3. Работа со школьниками (кружок, конкурсы, олимпиады)				<b>2</b>
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
1. Посещение лекционных занятий	<b>-0,4</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>-6</b>
2. Посещение практических (семинарских, лабораторных занятий)	<b>-1</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>-10</b>
<b>Итоговый контроль</b>				
<b>Зачёт</b>				<b>20</b>