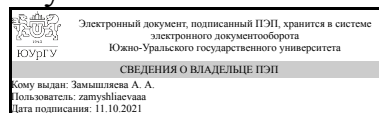


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Институт естественных и точных  
наук



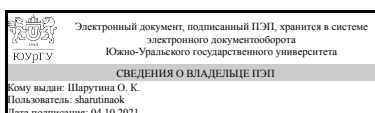
А. А. Замышляева

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** В.1.18 Прикладная метрология  
**для направления** 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии  
**уровень** бакалавр **тип программы** Академический бакалавриат  
**профиль подготовки**  
**форма обучения** очная  
**кафедра-разработчик** Теоретическая и прикладная химия

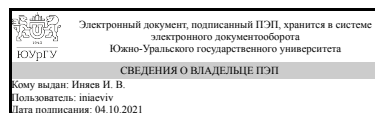
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, утверждённым приказом Минобрнауки от 12.03.2015 № 227

Зав.кафедрой разработчика,  
д.хим.н., проф.



О. К. Шарутина

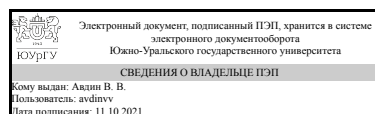
Разработчик программы,  
доцент



И. В. Иняев

СОГЛАСОВАНО

Зав.выпускающей кафедрой  
Экология и химическая  
технология  
д.хим.н., проф.



В. В. Авдин

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины "Прикладная метрология" является формирование у студентов знаний в области надежности, достоверности, качества проводимых измерений; получение навыков обоснованного выбора средств измерений и обработки экспериментальных данных; ознакомление с нормативно-правовой документацией по метрологии и стандартизации; приобретение знаний в проведении сертификации испытательных лабораторий, услуг и качества продукции. Данная дисциплина рассматривается как теоретическая и методологическая база получения достоверных данных о состоянии природных объектов и объектов антропогенного происхождения. Задачи дисциплины: 1. Дать представление о способах измерения различных физических величин и способах обеспечения единства измерений, основных понятий, терминов и определений в рамках изучаемой дисциплины; 2. Закрепить и углубить ранее полученные знания из области статистической обработки результатов эксперимента и общей метрологии, сформировать систему базовых понятий; 3. Ознакомить с историей, нормативной базой и перспективами развития метрологии; 4. Научить студента оценивать и оптимизировать метрологические характеристики методик химического анализа, используемых в исследовательских, контрольно-аналитических и испытательных лабораториях; 5. Научить студента метрологически грамотно планировать, проводить и подводить итоги в своей профессиональной и исследовательской деятельности; 6. Научить студента приемам поиска и использования нормативной документации при решении прикладных задач по профилю будущей профессиональной деятельности; 7. Получить навыки расчета и обработки результатов эксперимента с использованием электронных таблиц MS Excel.

## Краткое содержание дисциплины

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с получением знаний по расчету метрологических характеристик методов контроля объектов окружающей среды и их оценки, сертификации и стандартизации продукции и услуг. Основные разделы курса: общие вопросы метрологии и ее нормативно-правовая база; элементы математической статистики применительно к обработке экспериментальных данных; вопросы обеспечения качества химического анализа; организация контроля качества работы и компетенции испытательной (исследовательской) лаборатории. Курс рассчитан на один семестр и завершается зачетом. Этот курс имеет практическую направленность, учит решать практические задачи метрологии химического анализа. Курс начинается с рассмотрения общих сведений по метрологии, понятия физическая величина ее виды и единицы измерений, вопросов обеспечения единства измерений и организации метрологической службы. Затем рассматриваются эмпирические и основные теоретические распределения случайной величины, изучаются основные методы проверки статистических гипотез на основе критериев  $\chi^2$ , F-критерия Фишера и t-критерия Стьюдента. Далее рассматриваются вопросы разделения ошибок на составляющие с помощью простого дисперсионного анализа. Подробно рассмотрены вопросы экспериментального определения таких показателей точности стандартизованных методов анализа, как прецизионность и правильность, применение этих показателей на практике, а также оценка неопределенности анализа. Большое внимание уделено оперативному контролю, контролю

стабильности результатов анализа и внутрилабораторному контролю показателей качества химического анализа. В заключение рассмотрена система и порядок аккредитации и общие требования к компетентности аналитической лаборатории. Закрепление теоретического курса и приобретение практических навыков производится на практических занятиях по решению конкретных метрологических задач с использованием инструмента электронных таблиц MS Excel.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
<p>ОПК-2 способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p>	<p>Знать:основные, теоретические положения, законы и методы естественнонаучных дисциплин, математического анализа и моделирования.</p>
	<p>Уметь:применять полученные знания на практике для правильной постановки эксперимента или наблюдения при работе с природными объектами.</p>
	<p>Владеть:методами проведения экспериментов и наблюдений, обобщения обработки информации, навыками работы с учебной и научной литературой.</p>
<p>ПК-3 способностью использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программ и баз данных для расчета технологических параметров оборудования и мониторинга природных сред</p>	<p>Знать:основные понятия и положения обработки информации, на базе математических методов обработки результатов научного эксперимента с использованием прикладных программ, для расчета технологических параметров оборудования и мониторинга природных сред.</p>
	<p>Уметь:проводить метрологическую обработку результатов научного эксперимента в электронных таблицах, представлять результаты в таблицах и графиках в коммерчески доступном программном обеспечении.</p>
	<p>Владеть:сновными навыками использования компьютерных технологий и интернет-ресурсов для обработки, сбора и хранения экспериментальных результатов в сфере профессиональной деятельности.</p>
<p>ПК-4 способностью использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий</p>	<p>Знать:основные понятия стандартизации, сертификации и метрологии, порядок и правила проведения сертификации и стандартизации испытательных лабораторий, услуг и качества продукции.</p>
	<p>Уметь:использовать стандарты и другие нормативные документы для проведения сертификации испытательных лабораторий продукции и услуг, стандартизировать методы проведения исследований объектов профессиональной деятельности.</p>
	<p>Владеть:навыками проведения метрологических исследований и обработки экспериментальных</p>

	данных при сертификации и стандартизации испытательных лабораторий, услуг и качества продукции.
ОПК-1 способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	Знать: основные понятия, виды и формы организации поиска научной и научно-технической информации, информационную и библиографическую технологии.
	Уметь: решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий требований информационной безопасности
	Владеть: способами поиска научной, научно-технической и нормативно-правовой информации по темам и ключевым словам с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.06 Теория вероятностей и математическая статистика, Б.1.08 Информатика, Б.1.12 Аналитическая химия и физико-химические методы анализа	В.1.09 Экологическая экспертиза, ДВ.1.06.02 Охрана и рациональное использование животных, растительных и земельных ресурсов, В.1.08 Физические методы исследования

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Б.1.06 Теория вероятностей и математическая статистика	Знать основные понятия и методы математического анализа, линейной алгебры, дискретной математики, теории дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики. Уметь проводить анализ функций, решать основные задачи теории вероятности и математической статистики.
Б.1.08 Информатика	Знать технические и программные средства реализации информационных технологий, основы работы в локальных и глобальных сетях, типовые численные методы решения математических задач и алгоритмы их реализации. Уметь работать в качестве пользователя персонального компьютера, использовать внешние носители информации для обмена данными между машинами, создавать резервные копии и архивы данных и программ,

	использовать численные методы для решения математических задач, работать с программными средствами общего назначения. Владеть методами поиска и обмена информацией в глобальных и локальных компьютерных сетях, техническими и программными средствами защиты информации при работе с компьютерными системами, включая приемы антивирусной защиты.
Б.1.12 Аналитическая химия и физико-химические методы анализа	Знать основные принципы химических и инструментальных методов анализа, способы химической идентификации веществ, теорию и практику пробоотбора и пробоподготовки, методы теоретического и экспериментального исследования в аналитической химии, метрологические основы химического анализа. Уметь решать типовые задачи, связанные с основными разделами аналитической химии. Иметь навыки по обращению с аналитическими приборами и оборудованием.

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		5	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48	
Лекции (Л)	32	32	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	60	60	
Подготовка к контрольным работам	15	15	
Подготовка к зачету	20	20	
Выполнение домашних индивидуальных заданий	25	25	
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	

#### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Общие вопросы метрологии	4	4	0	0
2	Математическая статистика в химическом анализе	24	14	10	0
3	Обеспечение качества химического анализа	8	6	2	0
4	Организация контроля качества работы аналитической лаборатории	12	8	4	0

## 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Предмет и задачи метрологии. Основные принципы измерений. Общие вопросы теории измерений. Физические величины. Эталоны физических величин. Средства измерения и их классификация, погрешности средств измерения. Передача размеров физических величин.	2
2	1	Количественный химический анализ особенности его метрологии. Основные понятия, термины и определения химической метрологии: погрешность (случайная и систематическая), воспроизводимость, правильность, точность. Их числовые характеристики.	2
3	2	Элементы математической статистики в химических методах анализа. Основные понятия математической статистики. Генеральная совокупности и выборка. Статистические модели. Оценка параметров генеральной совокупности по выборке. Свойства оценок. Описательные статистики выборки.	2
4	2	Результат анализа как случайная величина. Оценивание генеральных параметров (свертывание цифровой информации). Основные виды распределения случайных величин. Нормальное распределение случайной величины. Распределение Пуассона. Распределение Стьюдента. Распределение Фишера. Хи <sup>2</sup> – распределение. Логнормальное распределение. Равномерное распределение. Определение вида распределения случайной величины.	2
5	2	Систематические погрешности измерений. Классификация и причины возникновения систематических погрешностей. Расчетный способ оценки систематических погрешностей. Систематические погрешности, вносимые средствами измерения при химическом анализе.	2
6	2	Теория ошибок в применении к обработке результатов. Закон сложения погрешностей. Закон накопления погрешностей. Следствия из закона накопления погрешностей. Геометрическая интерпретация закона сложения погрешностей. Сложение неисключенных систематических погрешностей результатов измерений. Суммирование случайной и систематической погрешностей.	2
7	2	Статистические гипотезы и их проверка. Статистические гипотезы. Уровень значимости. Доверительная вероятность. Односторонние и двусторонние статистические критерии. Выбор уровня значимости. Оценка близости наблюдаемого распределения к нормальному распределению. Методы исключения выбросов (грубых ошибок). Сравнение двух (нескольких) дисперсий. Оценка доверительных интервалов выборочных характеристик. Сравнение двух средних результатов. Сравнение среднего результата с известным.	2
8	2	Дисперсионный анализ. Сложение погрешностей. Принцип пренебрежения малыми погрешностями. Однофакторный дисперсионный анализ. Двухфакторный дисперсионный анализ. Общие принципы планирования факторных экспериментов	2
9	2	Корреляционный анализ. Проверка взаимосвязи двух физических величин. Регрессионный анализ. Упрощенные варианты регрессионного анализа. Принцип наименьших квадратов. Случаи невыполнения основных предположений. Анализ остатков. Многомерная регрессия.	2
10	3	Метрологические и нормативные аспекты методики количественного химического анализа. О выборе методики анализа. Проблема отбора проб. Исследование методики анализа. Градуировочные характеристики и	2

		градуировка методики. Предел обнаружения. Оценка правильности. Робастьность, селективность и специфичность методики.	
11	3	Метрологические характеристики в аналитическом контроле. Основные термины и определения. Погрешность и неопределенность результатов измерений и причины их возникновения.	2
12	3	Оценка прецизионности методики выполнения измерений. Алгоритмы определения показателей повторяемости и воспроизводимости методик. Оценка правильности и точности методики выполнения измерений. Алгоритмы определения показателей точности и правильности методик (метода).	2
13	4	Метрологическое обеспечение количественного химического анализа. Средства измерений и их поверка. Испытательное оборудование и его аттестация. Стандартные образцы и аттестованные смеси состава и свойств веществ и материалов. Методики выполнения измерений.	2
14	4	Организация контроля качества работы аналитической лаборатории. Менеджмент лаборатории Виды контроля. Оперативный контроль повторяемости (сходимости). Оперативный контроль внутрилабораторной прецизионности. Оперативный контроль точности результатов анализа. Контроль точности с помощью СО или АС.	2
15	4	Контроль стабильности метрологических характеристик с помощью контрольных карт. Общие принципы применения контрольных карт. Контрольные карты Шухарта. Контрольные карты кумулятивных сумм. Компьютерное обеспечение контроля. Лабораторные информационные менеджмент-системы.	2
16	4	Межлабораторные сравнительные испытания. Контрольные материалы и дизайн межлабораторного эксперимента. Способы, применяемые для получения объективной информации о качестве анализа. Методы обработки результатов межлабораторных экспериментов. Внешняя оценка качества количественного химического анализа.	2

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	2	Основные статистические функции используемые в метрологии и общие сведения о надстройке «Пакета анализа» и библиотеки статистических функциях MS Excel	2
2	2	Использование электронных таблиц Excel для построения распределений случайных величин (СВ) и генерации случайных чисел. Проверка гипотез о виде генеральной совокупности.	2
3	2	Статистические гипотезы при обработке результатов и методы их проверки. Инструменты MS Excel.	2
4	2	Дисперсионный анализ. Инструменты MS Excel	2
5	2	Корреляционный и регрессионный анализ. Инструменты MS Excel	2
6	3	Метрологические характеристики методик количественного анализа. Моделирование на компьютере.	2
7	4	Внутрилабораторный контроль качества количественного химического анализа. Алгоритмы оценки случайной и систематической составляющей погрешности. Моделирование на компьютере.	2
8	4	Контроль стабильности метрологических характеристик с помощью контрольных карт. Моделирование на компьютере.	2

### 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

### 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Выполнение домашних индивидуальных заданий	1. Терещенко, А.Г. Внутрिलाбораторный контроль качества результатов анализа с использованием лабораторной информационной системы. [Электронный ресурс] / А.Г. Терещенко, Н.П. Пикула, Т.В. Толстихина. — Электрон. дан. — М. : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 315 с. 2. Шачнева, Е.Ю. Хемометрика. Базовые понятия. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 160 с. 3. Козлов, А. Ю. Статистический анализ данных в MS Excel [Текст] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности "Статистика" и другим экономическим специальностям / А. Ю. Козлов, В. С. Мхитарян, В. Ф. Шишов. - Москва : ИНФРА-М, 2012. - 319, [1] с. : ил., табл.; 22 см. 4. Иняев, И.В. Метрологическая обработка результатов химического анализа : учеб. пособие , Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. ; ЮУрГУ. 2015.	25
Подготовка к контрольным работам	1. Аналитическая химия: Проблемы и подходы Т. 2 В 2 т. Ред.: Р. Кельнер и др.; Под ред. Ю. А. Золотова. - М.: Мир: АСТ, 2004. - 728 с. ил. 2. Карпов, Ю. А. Аналитический контроль в металлургическом производстве Текст учеб. для вузов по направлению и специальности "Металлургия" Ю. А. Карпов, А. П. Савостин, В. Д. Сальников. - М.: Академкнига, 2006. - 351 с. ил. 3. Ананьев, В.А. Анализ экспериментальных данных: учебное пособие. Ч. 1. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Кемерово : КемГУ, 2009. — 106 с.	15
Подготовка к зачету	1. Карпов, Ю. А. Аналитический контроль в металлургическом производстве Текст учеб. для вузов по направлению и специальности "Металлургия" Ю. А. Карпов, А. П. Савостин, В. Д. Сальников. - М.: Академкнига, 2006. - 351 с. ил. 2. 2. Джонсон, Н. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке: Методы планирования эксперимента Пер. с англ.	20



	<p>Под ред.: Э. К. Лецкого, Е. В. Марковой. - М.: Мир, 1981. - 520 с. ил. 3. Терещенко, А.Г. Внутрिलाбораторный контроль качества результатов анализа с использованием лабораторной информационной системы. [Электронный ресурс] / А.Г. Терещенко, Н.П. Пикула, Т.В. Толстихина. — Электрон. дан. — М. : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 315 с. 4. Шачнева, Е.Ю. Хемометрика. Базовые понятия. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 160 с.</p>	
--	---	--

## 6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Применение мультимедийных технологий при передаче информации	Лекции	Аудиовизуальный лекционный курс	32
Применение информационных технологий в решении ситуационных задач (деловая игра).	Практические занятия и семинары	Использование электронных таблиц Excel и некоммерческих демо-версий лабораторных информационных менеджмент-систем (ЛИМС) для моделирования ситуаций возникающих при контроле качества работы аналитической лаборатории.	16

## Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

## 7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

### 7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Все разделы	ПК-4 способностью использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий	Текущий (Контрольная работа)	Задания для текущего контроля
Все разделы	ПК-3 способностью использовать современные информационные	Текущий (Домашние)	Задания для текущего

	технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программ и баз данных для расчета технологических параметров оборудования и мониторинга природных сред	индивидуальные задания)	контроля
Все разделы	ОПК-1 способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	Текущий (Домашние индивидуальные задания)	Задания для текущего контроля
Все разделы	ОПК-2 способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Текущий (Домашние индивидуальные задания)	Задания для текущего контроля
Все разделы	ПК-3 способностью использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программ и баз данных для расчета технологических параметров оборудования и мониторинга природных сред	Текущий (Практические занятия)	Задания для текущего контроля
Все разделы	ОПК-2 способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Текущий (Практические занятия)	Задания для текущего контроля
Все разделы	ОПК-1 способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	Промежуточная аттестация (Зачет)	Задания для промежуточного контроля
Все разделы	ОПК-2 способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Промежуточная аттестация (Зачет)	Задания для промежуточного контроля
Все разделы	ПК-3 способностью использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программ и баз данных для расчета технологических параметров оборудования	Промежуточная аттестация (Зачет)	Задания для промежуточного контроля

	и мониторинга природных сред		
Все разделы	ПК-4 способностью использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий	Промежуточная аттестация (Зачет)	Задания для промежуточного контроля

## 7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Текущий (Контрольная работа)	<p>Письменная контрольная работа предусматривает самостоятельный ответ обучающегося в свободной форме на поставленные вопросы. В качестве вопросов могут использоваться вопросы, входящие в план лекционных занятий. Контрольная работа содержит 3 вопроса. Время проведения контрольной работы - не более 45 мин на работу. Контрольная работа проводится во время лекции. Для повышения эффективности данной формы контроля используют не менее трех вариантов. Контрольное мероприятие состоит из 4 частей (контрольных работ). Каждая часть оценивается по 5 баллов. Критерии оценивания: 5 баллов: Обучающийся выполнил работу без ошибок и недочетов в объеме не меньше, чем было освещено на лекционных занятиях. 4 балла: Обучающийся выполнил работу полностью, в объеме не меньше, чем было освещено на лекционных занятиях, но допустил в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух недочетов. 3 балла: Обучающийся правильно выполнил не менее 2/3 всей работы и/или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов. 2 балла: Обучающийся правильно выполнил менее 2/3 всей работы и/или допустил более одной грубой ошибки и двух недочетов. 1 балл: Обучающийся допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «2 балла». 0 баллов: Работа не сдана При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Максимальный балл контрольно-рейтингового мероприятия – 20 баллов. Весовой коэффициент мероприятия – 0,36.</p>	<p>Зачтено: Рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 %. Не зачтено: Рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %</p>
Текущий (Домашние индивидуальные задания)	<p>Домашние индивидуальные задания представляют собой расчетные статистические и метрологические задачи по темам, изучаемым на практических занятиях. Вычисления при выполнении заданий проводятся с использованием статистических пакетов электронных таблиц Excel и алгоритмов проведения контроля качества, принятых в испытательных аналитических лабораториях. Выполненные задания представляются в письменном и/или электронном виде, по согласованию с преподавателем, в соответствии со сроками, определенными планом – графиком. Контрольное мероприятие состоит из 5 частей (домашних</p>	<p>Зачтено: Рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 % Не зачтено: Рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %</p>

	<p>индивидуальных заданий). Каждая часть оценивается по 5 баллов. Критерии оценивания: 5 баллов: Задание выполнено правильно и в полном объеме, получены верные расчетные формулы и численные результаты. Нет ошибок в логических рассуждениях. Обучающийся показал полный объем знаний, умений в освоении пройденных тем и применение их на практике. 4 балла: Задание выполнено правильно и в полном объеме, получены верные расчетные формулы и численные результаты. Допущена одна ошибка или два-три недочета. 3 балла: Задание выполнено не в полном объеме. Получены в принципе верные расчетные формулы, но не учитывающие особенностей решаемой задачи. Допущены более одной ошибки или более двух-трех недочетов. 2 балла: Обучающийся правильно выполнил менее 2/3 всей работы и/или допустил более одной грубой ошибки и двух недочетов. 1 балл: Задание выполнено не полностью. Допущены грубые ошибки. Работа выполнена не самостоятельно. 0 баллов: Задание не сдано. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Максимальный балл контрольно-рейтингового мероприятия – 25 баллов. Весовой коэффициент мероприятия – 0,45.</p>	
<p>Текущий (Практические занятия)</p>	<p>Практические занятия проводятся для закрепления материала теоретического курса и приобретение практических навыков производится на практических занятиях по решению конкретных метрологических задач с использованием инструмента электронных таблиц MS Excel. Контрольное мероприятие состоит из 8 частей (практических занятий). Каждая часть оценивается по 3 баллов. Критерий оценивания: Посещаемость практического занятия: 0 – 8 балла. (1 балл – присутствовал на занятии; 0 баллов – отсутствовал на занятии). Выполнение расчетного задания на занятии: 0 – 8 балла. (1 балл – расчетное задание выполнил; 0 баллов – расчетное задание не выполнил). Интерактивное взаимодействие (работа у доски, вопросы-ответы, работа в мини-группе и т.п.): 0 – 8 балла. (1 балл – работал на занятии у доски и/или участвовал в обсуждении вопросов, возникающих в течение занятия, и/или участвовал в работе мини-групп при решении расчетных заданий; 0 баллов – не принимал участие в проведении занятия). При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Максимальный балл контрольно-рейтингового мероприятия – 24 балла. Весовой коэффициент мероприятия – 0,19.</p>	<p>Зачтено: Рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 %. Не зачтено: Рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %.</p>
<p>Промежуточная аттестация (Зачет)</p>	<p>Рейтинг по дисциплине формируется по результатам рейтинга текущего контроля. Промежуточная аттестация (зачет) не является обязательной.</p>	<p>Зачтено: Рейтинг обучающегося по дисциплине больше</p>

	<p>Обучающийся вправе прийти на зачет для улучшения своего рейтинга по дисциплине и получить оценку с учетом текущего рейтинга и баллов за промежуточное испытание. Зачет проводится в форме устного опроса. Студенту задается один вопрос или задание из каждой темы, выносимой на зачет. При неправильном ответе студенту могут быть заданы уточняющие или новые вопросы из этой темы, а также по другим темам в рамках программы дисциплины. Критерий оценивания:</p> <p>4 балла: Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Ответил на большинство дополнительных вопросов. 3 балла: Обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Ответил на большинство дополнительных вопросов. 2 балла: Обучающийся дал не полные ответы на теоретические вопросы. При ответах на дополнительные вопросы были допущены грубые ошибки. 1 балл: Обучающийся при ответе на теоретические вопросы продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений в рамках учебного материала. Не ответил на большинство дополнительных вопросов. 0 баллов: Обучающийся не явился на зачет. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Максимальный балл контрольно-рейтингового мероприятия – 4 балла. Весовой коэффициент мероприятия – 1.</p>	<p>или равен 60 %. Не зачтено: Рейтинг обучающегося по дисциплине менее 60 %.</p>
--	--	---

### 7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
Текущий (Контрольная работа)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дайте определения следующих понятий: физическая величина; размер и размерность физической величины; основные, производные и дольные единицы физической величины.</li> <li>2. Основные параметры, которыми характеризуется функция распределения случайной величины.</li> <li>3. Сформулировать основные следствия из закона накопления погрешностей.</li> <li>4. Методы сравнение двух равноточных результатов при неизвестных и известных оценках дисперсий.</li> <li>5. Какие оценки точности и правильности методики получают при внутрिलाбораторном эксперименте?</li> </ol>
Текущий (Домашние индивидуальные задания)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. В двух лабораториях при определении кремния в биологическом материале дифференциально-спектрофотометрическим методом получили следующие результаты: I – 0,84; 0,95; 0,91; 0,91; II – 0,90; 0,82; 0,96; 0,91; 0,81. Существует ли значимое расхождение между результатами двух лабораторий? Если нет, объедините данные в одну выборку, рассчитайте среднее и доверительный интервал (<math>P = 0,95</math>). Если да, проведите расчеты для каждой лаборатории в отдельности.</li> <li>2. Из заготовки подшипникового антифрикционного сплава (баббита) было взято <math>m = 6</math> пробных кернов, каждый по 500 мг. Каждая из этих проб была</li> </ol>

	<p>полностью растворена и проанализирована дважды. Получились следующие результаты (%Sb):</p> <p>Номер заготовки результаты анализа сплава (%Sb)</p> <p>1 14,72 15,51 14,6 15,1 14,7 14,74</p> <p>2 15,05 15,23 14,35 15,23 14,95 14,5</p> <p>3 15,03 14,14 14,93 14,60 15,11 14,77</p> <p>4 14,08 14,54 14,12 14,84 14,52 14,55</p> <p>5 15,09 15,10 14,84 14,40 14,87 14,65</p> <p>- Решить задачу однофакторного дисперсионного анализа;</p> <p>- Определить, можно ли рассматривать такое количество как репрезентативную (представительную) пробу исследуемого сплава</p> <p>- Вычислить коэффициент детерминации;</p> <p>- Если нулевая гипотеза принимается вычислить общее среднее и доверительный интервал.</p> <p>3. Для полярографического определения кобальта построена следующая градуировочная зависимость:</p> <p>ССо, мкг/мл 0,1 0,2 0,3 0,5 0,8 1,0</p> <p>Н, мм (высота волны) 14 22 37 51 77 110.</p> <p>а) Рассчитайте параметры градуировочной зависимости <math>Y = a + bx</math>, укажите доверительные интервалы.</p> <p>б) При анализе образца получено три параллельных значения Н, равных 58, 55 и 59 мм. Рассчитайте содержание кобальта, укажите доверительный интервал.</p>
Текущий (Практические занятия)	<p>Шаблоны расчетных задач выполняемых на практических занятиях.</p> <p>1. Функции распределения случайных величин.</p> <p>2. Проверка статистических гипотез.</p> <p>3. Оперативный контроль качества и оценивание методики анализа</p> <p>Оперативный контроль и оценивание методики анализа.xlsx</p>
Промежуточная аттестация (Зачет)	<p>Темы, выносимые на зачет:</p> <p>1. Общие вопросы метрологии.</p> <p>2. Математическая статистика в химическом анализе.</p> <p>3. Обеспечение качества химического анализа.</p> <p>4. Организация контроля качества работы аналитической лаборатории.</p> <p>Вопросы к зачету.pdf</p>

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Аналитическая химия: Проблемы и подходы Т. 2 В 2 т. Ред.: Р. Кельнер и др.; Под ред. Ю. А. Золотова. - М.: Мир: АСТ, 2004. - 728 с. ил.

#### б) дополнительная литература:

1. Карпов, Ю. А. Аналитический контроль в металлургическом производстве Текст учеб. для вузов по направлению и специальности "Металлургия" Ю. А. Карпов, А. П. Савостин, В. Д. Сальников. - М.: Академкнига, 2006. - 351 с. ил.
2. Джонсон, Н. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке: Методы планирования эксперимента Пер. с англ. Под ред.: Э. К. Лецкого, Е. В. Марковой. - М.: Мир, 1981. - 520 с. ил.

#### в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Журнал аналитической химии ,науч. журн. ,Рос. акад. наук, Отд-ние химии и наук о материалах. М. ,Наука ,1949-
2. Заводская лаборатория: Диагностика материалов ,науч.-техн. журн. по аналит. химии, физ., мат. и мех. методам исслед., а также сертификации материалов. М. ,Металлургия ,1936-

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Иняев, И.В. Метрологическая обработка результатов химического анализа : учеб. пособие / И. В. Иняев, Е. И. Данилина ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. ; ЮУрГУ. 2015

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Иняев, И.В. Метрологическая обработка результатов химического анализа : учеб. пособие / И. В. Иняев, Е. И. Данилина ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. ; ЮУрГУ. 2015

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Терещенко, А.Г. Внутрिलाбораторный контроль качества результатов анализа с использованием лабораторной информационной системы. [Электронный ресурс] / А.Г. Терещенко, Н.П. Пикула, Т.В. Толстихина. — Электрон. дан. — М.: Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 315 с. ISBN 978-5-9963-7123-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/66283">https://e.lanbook.com/book/66283</a>
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Пикула, Н. П. Метрологическое обеспечение и контроль качества химического анализа : учебное пособие / Н. П. Пикула, А. А. Бакибаев, Г. Б. Слепченко. — Томск : ТПУ, 2012. — 216 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/45152">https://e.lanbook.com/book/45152</a>
3	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Васильков, Д. В. Основы метрологии : учебное пособие / Д. В. Васильков, Т. П. Кочеткова. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д. Г. Устинова, 2012. — 79 с. — ISBN 978-5-85546-704-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/63682">https://e.lanbook.com/book/63682</a>
4	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Шачнева, Е. Ю. Хемометрика. Базовые понятия : учебное пособие / Е. Ю. Шачнева. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 160 с. — ISBN 978-5-8114-1923-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/90051">https://e.lanbook.com/book/90051</a>
5	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Бурнаева, Э. Г. Обработка и представление данных в MS Excel : учебное пособие / Э. Г. Бурнаева, С. Н. Леора. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 156 с. — ISBN 978-5-8114-1923-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/90051">https://e.lanbook.com/book/90051</a>
6	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Электронный каталог ЮУрГУ	Иняев, И.В. Метрологическая обработка результатов химического анализа : учебное пособие / И. В. Иняев, Е. И. Данилина ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. ; ЮУрГУ. — URL: <a href="https://lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000535387&amp;dtype=FullText">https://lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000535387&amp;dtype=FullText</a>

7	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Работа пользователя в Microsoft Excel 2010 : учебное пособие / Т. В. Зубина, В. В. Одиночкина, И. С. Осетрова, Н. А. Осипов. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 87 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/40723">https://e.lanbook.com/book/40723</a> (дата обращения: 02.10.2021) — Доступ: для авториз. пользователей.
---	--	---	---

## 9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых информационных справочных систем:

1. ООО "ГарантУралСервис"-Гарант(бессрочно)

## 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары	208 (1а)	Компьютеры, подключенные с сети Интернет, пакет прикладных программ MS Excel.
Лекции	202 (1а)	Оборудование для проведения мультимедийных лекций: проектор, документ камера.