МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет химии и высоких технологий

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе, качеству образования – первый проректор
_____ Т.А. Хагуров
подпись
«28» мая 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) Б1.О.33 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

(код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

Направление подготовки/специальность 04.03.01 Химия
(код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность (профиль) / специализация Неорганическая химия и химия координационных соединений
(наименование направленности (профиля) / специализации)

Форма обучения очная
(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация бакалавр

Краснодар 2021

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 784646E3066E8274355AC2198BDD2E1D
Владелец: Хагуров Темыр Айтечевич
Действителен: с 25.07.2022 до 18.10.2023

Рабочая программа дисциплины «Метрологические основы химического анализа» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 04.03.01 – Химия (уровень бакалавриата).

Программу составила:
Тищенко Е.А., доцент кафедры аналитической химии,
канд. хим. наук



Рабочая программа дисциплины «Метрологические основы химического анализа» утверждена на заседании кафедры аналитической химии
протокол № 5 от «18» мая 2021 г.
Заведующий кафедрой Темердашев З.А.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий
протокол № 7 от «24» мая 2021 г.
Председатель УМК факультета Беспалов А.В.



Рецензент:

Бозина Т.В., канд. хим. наук, зав. лабораторией ООО «ХимАналитик»

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины

Целью дисциплины «Метрологические основы химического анализа» является формирование у студентов современных представлений о методах обеспечения надежности получаемой аналитической информации на основе метрологического обеспечения всех стадий аналитического цикла.

1.2 Задачи дисциплины

Основными задачами являются:

– ознакомление студентов с нормативно-правовыми основами метрологического обеспечения измерений;

– освоение студентами методов оценки качества результатов количественного химического анализа;

– изучение средств и методов метрологического обеспечения результатов аналитического контроля, способов оценки погрешностей измерений и контроля точности результатов измерений.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Метрологические основы химического анализа» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана. В соответствии с рабочим учебным планом дисциплина изучается на 3 курсе. Вид промежуточной аттестации: зачет.

Дисциплина базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении дисциплины «Математика». В курсе прослеживается тесная связь с разделами метрологии в дисциплине «Аналитической химии».

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

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
ОПК-1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	
ИОПК-1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов	Знает основы метрологии, основные приемы обработки информации с помощью статистических методов
	умеет применять специальное программное обеспечение для осуществления метрологической обработки аналитических данных
	владеет навыками статистической обработки экспериментальных данных и оценки их надежности
ИОПК-1.2. Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии	знает основные источники возникновения погрешностей измерений, методы выявления маловероятных результатов измерений из серии результатов, статистические методы сравнения средних значений, их дисперсий
	умеет оценивать погрешность измерения, показатели качества методики количественного химического анализа, выявлять маловероятные результаты в серии измерений, выявлять и устанавливать взаимосвязи между группами данных
	владеет навыками проведения внутреннего контроля показателей качества методики выполнения измерений
ИОПК-1.3. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных,	знает правила округления и представления результатов химического анализа

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	умеет округлять и представлять результаты собственных экспериментальных данных
	владеет навыками оценки значащих цифр при проведении расчетов и представлении результатов
ОПК-6. Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе	
ИОПК-6.1. Способен представлять результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке	знает теоретические основы получения аналитической информации, форму и содержание протоколов испытаний, содержание методики выполнения измерений
	умеет проводить оценку приемлемости аналитических характеристик полученных результатов
	владеет навыками применения метрологических данных для контроля технологических процессов
ИОПК-6.2. Учитывает требования библиографической культуры при представлении результатов исследований	знает нормы и правила представления результатов измерений и анализа
	умеет учитывать требования библиографической культуры при представлении результатов измерений
	владеет навыками представления результатов измерений в краткой и наглядной форме

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (72 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице

Вид работ		Всего часов	Форма обучения
			очная
			6 семестр (часы)
Контактная работа, в том числе:		**36,2**	**36,2**
Аудиторные занятия (всего):		**34**	**34**
Занятия лекционного типа		16	16
Лабораторные занятия		18	18
Практические занятия		-	-
Семинарские занятия		-	-
Иная контактная работа:		**2,2**	**2,2**
Контроль самостоятельной работы (КСР)		2	2
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2
Самостоятельная работа, в том числе:		**35,8**	**35,8**
Оформление лабораторных работ		8	8
Самостоятельное изучение теоретического материала		20	20
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, рефератов, презентаций)		2	2
Подготовка к текущему контролю		5,8	5,8
Контроль:		**-**	**-**
Подготовка к экзамену		-	-
Общая трудоемкость	**час.**	**72**	**72**
	в том числе контактная работа	**36,2**	**36,2**
	зач. ед	**2**	**2**

2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 6 семестре (очная форма обучения)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1.	Основы метрологии	4	2	-	-	2
2.	Элементы математической статистики, используемые в аналитической химии	12	2	-	2	8
3.	Статистическое оценивание результатов измерений	16	4	-	4	8
4.	Погрешности химического анализа	14	2	-	4	8
5.	Статистика линейных связей	6	2	-	2	2
6.	Контроль результатов количественного химического анализа	17,8	4	-	6	7,8
	Итого по разделам дисциплины:	**69,8**	**16**	**-**	**18**	**35,8**
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	2				
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2				
	Общая трудоемкость по дисциплине	**72**				

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Основы метрологии	Основные термины и определения. Физическая величина (ФВ) и ее свойства. Единица ФВ, система единиц. Шкала измерений, типы шкал. Измерение, виды измерений. Количественный химический анализ как косвенное измерение.	Контрольная работа
2.	Элементы математической статистики, используемые в аналитической химии	Элементы математической статистики, используемые при обработке результатов измерений. Результат анализа как случайная величина. Оценивание генеральных параметров. Распределения случайных величин. Статистические гипотезы и их проверка. Значащие цифры при проведении расчетов и представлении результатов.	Контрольная работа
3.	Статистическое оценивание результатов измерений	Методы исключения выбросов. Сравнение дисперсий. Оценка доверительных интервалов выборочных характеристик. Сравнение двух средних результатов. Сравнение среднего результата с известным	Контрольная работа

4.	Погрешности химического анализа	Случайные погрешности химического анализа. Систематические погрешности химического анализа, их выявление и оценка.	Контрольная работа
5.	Статистика линейных связей	Корреляционный анализ. Определение параметров прямой линии. Проверка гипотезы линейности.	Контрольная работа
6.	Контроль результатов количественного химического анализа	Этапы разработки и аттестации МВИ. Показатели точности МВИ. Организация внутреннего контроля показателей МВИ. Контроль стабильности метрологических характеристик с помощью контрольных карт. Предел определения и предел обнаружения	Контрольная работа

2.3.2 Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия/ лабораторные работы)

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/работ	Форма текущего контроля
1.	Основы метрологии	Физические величины и единицы их измерения	ЛР 1, устный опрос
2.	Элементы математической статистики, используемые в аналитической химии	Обнаружение грубых погрешностей с применением различных статистических критериев	ЛР 2, устный опрос
3.	Статистическое оценивание результатов измерений	Определение величины доверительного интервала выборки определений, полученных в ходе химического анализа	ЛР 3, устный опрос
4.	Погрешности химического анализа	Вычисление различных видов погрешностей абсолютных, относительных и приведённых погрешностей средств измерений	ЛР 4, устный опрос
5.	Статистика линейных связей	Определение параметров прямой линии при построении градуировочной зависимости и проверка ее линейности	ЛР 5, устный опрос
6.	Контроль результатов количественного химического анализа	Оценка показателя повторяемости методики количественного химического анализа	ЛР 6, устный опрос
7.		Оценка показателя внутрилабораторной прецизионности методики количественного химического анализа	ЛР 7, устный опрос
8.		Оценка показателя правильности и точности методики количественного химического анализа	ЛР 8, устный опрос

Примечание: ЛР – защита лабораторной работы

2.3.3 Примерная тематика курсовых работ

Курсовая работа не предусмотрена учебным планом.

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

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Самостоятельное изучение теоретического материала	Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. - 89 с.
2	Оформление лабораторных работ	Тищенко, Е.А. Метрология, стандартизация и подтверждение соответствия: метрология: учеб.-метод. пособие / Е.А. Тищенко, Н.А. Долженко, Н.А. Алмастян. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2020. – 107 с. ISBN 978-5-8209-1857-5. Смагунова, А.Н. Математическое планирование эксперимента в методических исследованиях аналитической химии [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Н. Смагунова, Г.В. Пашкова, Л.И. Белых. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 120 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/98248.
3	Подготовка к текущему контролю	

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа,

– в форме аудиофайла,

– в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа,

– в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)

В процессе освоения данной учебной дисциплины используются следующие образовательные технологии: аудиторная работа в виде традиционных форм: лекции и лабораторной работы; самостоятельная работа студентов. Активизации и интенсификации познавательного процесса способствуют моделирование проблемных ситуаций, решение ситуационных задач и мультимедийные презентации в лекционном курсе. В рамках лабораторных занятий применяются исследовательские методы и методы конкретных ситуаций. Даются ситуационные задачи по различным разделам дисциплины.

В процессе самостоятельной деятельности студенты осваивают и анализируют нормативную документацию в области метрологии стандартизации и сертификации, используя имеющуюся литературу и информационные технологии.

Информационные технологии, применяемые при изучении дисциплины: использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Метрологические основы химического анализа».

Оценочные средства включают контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме тестовых заданий, разноуровневых заданий и **промежуточной аттестации** в форме вопросов к зачету.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей. При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачет. При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями; При необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов. Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:
– в печатной форме увеличенным шрифтом,
– в форме электронного документа.
Для лиц с нарушениями слуха:
– в печатной форме,
– в форме электронного документа.
Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
– в печатной форме,
– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4)	Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ИОПК-1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также	Знает основы метрологии, основные приемы обработки информации с помощью статистических методов	Контрольная работа	Вопрос на зачете
		умеет применять специальное программное обеспечение для осуществления метрологической обработки аналитических данных	Лабораторная работа	-

	результаты расчетов свойств веществ и материалов	владеет навыками статистической обработки экспериментальных данных и оценки их надежности	Лабораторная работа	-
2	ИОПК-1.2. Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии	знает основные источники возникновения погрешностей измерений, методы выявления маловероятных результатов измерений из серии результатов, статистические методы сравнения средних значений, их дисперсий	Контрольная работа	Вопрос на зачете
		умеет оценивать погрешность измерения, показатели качества методики количественного химического анализа, выявлять маловероятные результаты в серии измерений, выявлять и устанавливать взаимосвязи между группами данных	Лабораторная работа	-
		владеет навыками проведения внутреннего контроля показателей качества методики выполнения измерений	Лабораторная работа	-
3	ИОПК-1.3. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	знает правила округления и представления результатов химического анализа	Контрольная работа	-
		умеет округлять и представлять результаты собственных экспериментальных данных	Лабораторная работа	-
		владеет навыками оценки значащих цифр при проведении расчетов и представлении результатов	Лабораторная работа	-
	ИОПК-6.1. Способен представлять результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке	знает теоретические основы получения аналитической информации, форму и содержание протоколов испытаний, содержание методики выполнения измерений	Контрольная работа	Вопрос на зачете
		умеет проводить оценку приемлемости аналитических характеристик полученных результатов	Лабораторная работа	-
		владеет навыками применения метрологических данных для контроля технологических процессов	Лабораторная работа	-
	ИОПК-6.2. Учитывает требования библиографической культуры при представлении результатов исследований	знает нормы и правила представления результатов измерений и анализа	Контрольная работа	Вопрос на зачете
		умеет учитывать требования библиографической культуры при представлении результатов измерений	Лабораторная работа	-
		владеет навыками представления результатов измерений в краткой и наглядной форме	Лабораторная работа	-

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

Примеры вариантов контрольной работы

Вариант 1

1.Нормальное распределение случайной величины

2.Задача: При атомно-абсорбционном определении кальция в пробе технического электролита получили 9 результатов анализа, %: 3,27; 3,35; 3,28; 3,39; 3,24; 3,37; 3,33. Рассчитать их дисперсию стандартное отклонение и коэффициент вариации.

Вариант 6

1. *r*- распределение

2.Задача:

При анализе рассола получили 7 значений содержания брома, мг/дм3: 23,8; 23,6; 23,2; 24,0; 24,2; 23,6; 23,7. Найти среднее арифметическое, моду, медиану. Рассчитать их дисперсию стандартное отклонение и коэффициент вариации

Вариант 8

1. В чем состоит отличие понятий метод анализа, методика анализа и способ анализа?
2. Что означает «свертывание информации»?
3. Округлите результат измерения оптической плотности 0,345846, если погрешность измерения на данном участке шкалы составляет 0,005 единиц? Какая из оставленных цифр является недостоверной или таковая в записи результата не приводится?
4. Проверить на выбросы средние результаты определения pH в контрольной пробе воды, полученные в 8 лабораториях. Значения pH составили: 7,45; 7,56; 7,84; 7,64; 7,98; 7,52; 7,48; 7,61.

Вариант 15

1. Чем отличается результат анализа от результата аналитического контроля?
2. Что означает «статистическая гипотеза»?
3. Определите, сколько значащих цифр содержат числа: 564,98; 40,230; 0,00546; 5,0045; 78007, $3{,}99 \cdot 10^{-4}$; $12{,}05 \cdot 102$; 0,8060; 4000; 20800; 0,00002. Какие из цифр определены недостоверно?
4. При определении фторид-ионов в природной среде фотоколориметрическим методом получены следующие результаты x_i (в мг/дм^3): 1,05; 1,02; 1,04; 0,94; 1,03; 1,06; 1,02; 1,08; 1,20; 1,04. Проверить наличие грубой ошибки в подчеркнутых результатах.

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен/зачет)

Список вопросов для подготовки к зачету

1. Метрология. Основные термины и определения
2. Физическая величина, ее свойства и виды. Система единиц.
3. Шкалы, типы шкал
4. Измерение, виды измерений.
5. Результат анализа как случайная величина.
6. Функции распределения случайных величин
7. Числовые характеристики случайных величин
8. Нормальное распределение Гаусса
9. Определение математического ожидания, моды, медианы.
10. Мера воспроизводимости. Определение и расчет дисперсии, стандартного отклонения
11. Стандартное отклонение среднего

12. Статистика малых выборок. *t*-распределение. Доверительный интервал
13. Оценка грубого отклонения. *Q*-критерий
14. Оценка грубого отклонения. *r*-критерий
15. Оценка грубого отклонения. Критерий Граббса
16. Оценка грубого отклонения. Критерий Романовского
17. Расчет числа параллельных измерений
18. Проверка значимости гипотез. Применение *t*-критерия
19. Количественные характеристики способности методики КХА определять малые содержания аналита.
20. Показатели качества методики выполнения измерений
21. Контроль точности с помощью СО
22. Контроль точности методом добавок
23. Контроль точности методом добавок совместно с разбавлением
24. Контроль точности результатов анализа с применением методики сравнения
25. Контрольные карты Шухарта

Критерии оценивания результатов обучения

Критерии оценивания по зачету:

«Зачтено»: студент владеет теоретическими знаниями по разделам дисциплины «Метрологические основы химического анализа», знает основные приемы обработки информации с помощью статистических методов, основные источники возникновения погрешностей правила округления и представления результатов химического анализа допускает незначительные ошибки; студент умеет правильно оценивать приемлемость аналитических характеристик полученных результатов, иллюстрирует наглядными примерами алгоритмы проведения внутреннего контроля показателей качества методики выполнения измерений.

«Не зачтено»: материал не усвоен или усвоен частично, студент затрудняется в объяснениях основных терминов и определений в области метрологии, плохо ориентируется в методах математической статистики, имеет довольно ограниченный объем практических знаний по данной дисциплине.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

5.1. Учебная литература

1. Смагунова, А.Н. Математическое планирование эксперимента в методических исследованиях аналитической химии [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Н. Смагунова, Г.В. Пашкова, Л.И. Белых. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 120 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/98248.

2. Вершинин, В.И. Планирование и математическая обработка результатов химического эксперимента [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.И. Вершинин, Н.В. Перцев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 236 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/92623.

3. Сергеев, А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация в 2 ч. Часть 1. Метрология : учебник и практикум для академического бакалавриата / А. Г. Сергеев. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2018. — 324 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-03643-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/421401.

5.2. Периодическая литература

1. «Журнал аналитической химии», Россия, Москва.
2. «Аналитика и контроль», Россия, Екатеринбург.

5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. «ЮРАЙТ» https://urait.ru/
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» www.biblioclub.ru
3. ЭБС «BOOK.ru» https://www.book.ru
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com
5. ЭБС «ЛАНЬ» https://e.lanbook.com

Профессиональные базы данных:

1. Web of Science (WoS) http://webofscience.com/
2. Scopus http://www.scopus.com/
3. ScienceDirect www.sciencedirect.com
4. Журналы издательства Wiley https://onlinelibrary.wiley.com/
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) http://www.elibrary.ru/
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН http://archive.neicon.ru
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) https://rusneb.ru/
8. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action
9. Springer Journals https://link.springer.com/

10. Nature Journals https://www.nature.com/siteindex/index.html
11. Springer Nature Protocols and Methods
https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols
12. Springer Materials http://materials.springer.com/
13. Springer eBooks: https://link.springer.com/

Информационные справочные системы:

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

Ресурсы свободного доступа:

1. Американская патентная база данных http://www.uspto.gov/patft/
2. Полные тексты канадских диссертаций http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/
3. КиберЛенинка (http://cyberleninka.ru/);
4. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" http://window.edu.ru/;
5. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов http://school-collection.edu.ru/ .

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:

1. Среда модульного динамического обучения http://moodle.kubsu.ru
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций http://mschool.kubsu.ru/
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий http://mschool.kubsu.ru;
4. Электронный архив документов КубГУ http://docspace.kubsu.ru/

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал и разъясняются наиболее сложные методы обработки результатов химических экспериментов. На лабораторных занятиях студенты закрепляют полученные теоретические знания, осваивают методы устранения грубых погрешностей, виды сравнения двух средних результатов, использование дисперсионного и корреляционного анализов. При подготовке к выполнению расчетных заданий необходимо внимательно изучить теоретический материал по данной теме, требования к обработке и оформлению результатов.

Важнейшим этапом курса является самостоятельная работа по дисциплине, в рамках которой студенты осуществляют проработку учебного (теоретического) материала, подготовку к текущему и промежуточному контролю, а также выполняют индивидуальные задания (например, готовят короткие сообщения).

Перед решением задач необходимо внимательно изучить теоретический материал, проработать конспект лекции, разобрать примеры решения задач. Решение задач рекомендуется начинать с наиболее простых, близких к имеющимся в задачнике примерам. Не рекомендуется использовать готовые конечные формулы, которые выводятся в примерах решения задач. Запись в тетради должна содержать формулы и все вычисления с указанием единиц измерения. При вычислениях необходимо обращать внимание на их точность (использование нужного числа значащих цифр) и соблюдение правил округления.

При подготовке к лекционному занятию студентам рекомендуется:

1) просмотреть записи предыдущей лекции и восстановить в памяти ранее изученный материал;

2) бегло просмотреть материал предстоящей лекции, с целью лучшего усвоения нового материала;

3) самостоятельно проработать отдельные фрагменты темы прошлой лекции, если это необходимо.

При конспектировании лекционного материала студентам нужно стремиться кратко, схематично, последовательно и логично фиксировать основные положения, выводы, обобщения и формулировки, не пытаясь записать весь преподаваемый материал слово в слово.

При подготовке к лабораторному занятию рекомендуется:

1) внимательно изучить материал предстоящей работы и составить план ее выполнения;

2) уделить повышенное внимание экспериментальным особенностям предстоящей работы (используемому оборудованию, а также технике работы с ним);

Выполнять лабораторную работу необходимо аккуратно и последовательно, отражая все ее основные этапы в лабораторном журнале. Для успешной защиты лабораторной работы необходимо тщательно изучить лекционный и, если это необходимо, дополнительный теоретический материал по теме работы, а также правильно заполнить лабораторный журнал, сделав все необходимые расчеты и сформулировав выводы по проделанной работе.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал. Лабораторные работы проводятся с целью закрепления основного материала, а также для приобретения обучающимися практических и научно-исследовательских навыков в соответствии с установленными компетенциями курса.

Важнейшим этапом курса является самостоятельная работа по дисциплине. Используются следующие виды самостоятельной работы студентов:

– работа с конспектом лекции;
– подготовка к лабораторной работе;
– обработка результатов лабораторных работ;
– поиск информации в сети Интернет и печатных источниках;
– подготовка реферата и доклада по нему с компьютерной презентацией;
– подготовка к сдаче зачёта.

7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Microsoft Windows; Microsoft Office
Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа,	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Microsoft Windows; Microsoft Office

групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации		
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ (242с, 126с).	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: переносное мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор)	Microsoft Windows; Microsoft Office
Учебные аудитории для курсового проектирования (выполнения курсовых работ)	Курсовая работа не предусмотрена учебным планом.	

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows; Microsoft Office
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 401 С)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows; Microsoft Office