

государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования Московской области  
«Университет «Дубна»  
(государственный университет «Дубна»)

Факультет естественных и инженерных наук  
Кафедра химии, новых технологий и материалов



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методической работе

/ Деникин А.С./  
подпись                      Фамилия И.О.

« 01 » 02 2016 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИИ**

*наименование дисциплины (модуля)*


Направление подготовки  
**04.03.01 Химия**

Уровень высшего образования:  
Бакалавриат

Направленность (профиль) программы:  
**Физическая химия**

Форма обучения очная

Дубна, 2016

 преподаватели:  
Моржухина С.В., канд.хим.наук, доцент, кафедра химии, новых технологий и материалов

\_\_\_\_\_  
(подпись)  
Мухина И.В., старший преподаватель, кафедра химии, новых технологий и материалов

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

Рабочая программа разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки высшего образования 04.03.01. Химия

Программа рассмотрена на заседании кафедры химии, новых технологий и материалов  
Протокол заседания № 1 от «22» 01 2016 г.

Заведующий кафедрой  С.В. Моржухина  
(Фамилия И.О., подпись)

и.о.декана факультета  О.А. Савватеева  
«26» 01 2016 г.

Эксперт Хаситов В.П., и.м.н. корр., зам. директора ГЕОХИ РАН  
(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание, место работы, должность;  
подпись, заверенная по месту работы)

## **1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)**

Курс «Основы метрологии» для бакалавров по направлению «Химия», предназначен для углубления знаний студентов по теории и практике метрологии химического анализа и хеометрике.

Цель изучения дисциплины состоит в том, чтобы в будущем химики – выпускники университета могли самостоятельно планировать и выполнять глубокие химико-аналитические исследования, разрабатывать схемы и методы анализа, проводить реальные анализы в соответствии с поставленной перед ними задачей. Целью является изучение и освоение методов математической статистики с приложением к обработке результатов химического анализа.

Цель теоретической части – заложить основы знаний в области метрологии химического анализа и хеометрики с теоретической и практической точки зрения. Для этого необходимо использовать фундаментальные положения аналитической, неорганической и органической химии, а также математики.

При составлении программы спецкурса основное внимание уделено тому, чтобы его содержание соответствовало современному состоянию теории и практики химии

### **Задачи дисциплины:**

- Познакомить бакалавров по направлению «Химия» с основами и практическими приложениями методов химической метрологии и хеометрики в химическом анализе;
- научить ориентироваться в них; привить навыки планирования эксперимента и обработки его результатов в соответствии с существом решаемой задачи.
- Познакомить бакалавров по направлению «Химия» с современными способами и алгоритмами химической метрологии и хеометрики, применяемыми для планирования, оптимизации, обработки данных и оценки достоверности результатов химического анализа.
- Заложить фундаментальные знания о принципах, закономерностях, областях применения указанных способов.
- Научить подходить к выбору наиболее эффективных алгоритмов обработки данных в соответствии с поставленной задачей, грамотному квалифицированному применению выбранных способов и алгоритмов на практике.
- Сформировать у студентов систему знаний и навыков, необходимых для решения задач измерений и метрологического обеспечения при проведении анализа химического состава различных объектов, исследовании строения и свойств химических веществ, контроле процессов в химической технологии.

## **2. Объекты профессиональной деятельности при изучении дисциплины (модуля)**

Объектами профессиональной деятельности в рамках изучаемой дисциплины (модуля) являются: химические элементы, простые молекулы и сложные соединения в различном агрегатном состоянии (неорганические и органические вещества и материалы на их основе), полученные в результате химического синтеза (лабораторного, промышленного) или выделенные из природных объектов

### **3. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП**

Дисциплина «Основы метрологии» относится к дисциплинам по выбору вариативной части блока Б1.

Изучению курса должно предшествовать изучение дисциплин:

- неорганическая химия;
- аналитическая химия;
- молекулярная спектроскопия
- спектральные методы анализа
- теория вероятностей и математическая статистика
- информационные технологии в химии
- физика
- обработка результатов химического эксперимента
- математические методы в химии

**Изучение дисциплины «Основы метрологии» дает основу для изучения как последующих курсов химического профиля:**

- хроматография
- химические и биологические сенсоры
- электрохимия
- термические методы анализа
- высокомолекулярные соединения
- коллоидная химия
- выполнение курсовых работ по органической и физической химии
- выполнение работ в рамках производственной и преддипломной практик, ВКР, НИР.

### **4. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)**

В результате освоения материала курса бакалавр по направлению «Химия» должен:

- компетентно ориентироваться в метрологических и хеометрических методах обработки данных, используемых в химическом анализе;
- представлять место этих методов в ряду других, значение и области применения каждого из них; основные пути их совершенствования.
- четко представлять преимущества и недостатки различных вариантов указанных методов;
- понимать, какие из них целесообразно применять для решения конкретных задач (градуировки, регистрации и обработки сигнала, оценки достоверности результатов, оптимизации условий анализа) при планировании эксперимента и обработке результатов химического анализа.

Приобретенные в рамках курса компетенции и умения позволят выпускнику квалифицированно использовать методы химической метрологии и хеометрики для планирования и обработки результатов эксперимента в соответствии с поставленной задачей, оценивать целесообразность и эффективность их использования. Бакалавр по направлению «Химия» должен уметь адаптировать выбранные алгоритмы и грамотно применять их на практике.

<b>Формируемые компетенции</b> <i>(код компетенции, уровень (этап) освоения)</i> <i>(последний – при наличии в карте компетенции)</i>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций</b>
<b>ПК-1</b> *. **, ***, *****, <b>способностью выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам</b>	<b>З1(ПК-1) ЗНАТЬ:</b> принципы работы, область применения и принципиальные ограничения методов и средств измерений, инструкции по эксплуатации оборудования  <b>З2(ПК-1) ЗНАТЬ:</b> Нормативные и методические документы, регламентирующие вопросы разработки и аттестации методик измерений, принципы нормирования точности измерений, действующие стандарты и технические условия  <b>У1(ПК-1) УМЕТЬ:</b> Проводить анализ веществ и материалов на соответствие стандартам и техническим условиям, обработка экспериментальных результатов  <b>У2(ПК-1) УМЕТЬ:</b> Осуществлять выбор методов и методик анализа структуры и свойств веществ и материалов на соответствие требований к объектам исследования  <b>У3(ПК-1) УМЕТЬ:</b> Проводить корректировку и разработку методик комплексного анализа структуры и свойств веществ и материалов
<b>ПК-2</b> *. **, ***, *****, *****, <b>владением базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований</b>	<b>З1(ПК-2) ЗНАТЬ:</b> Основное лабораторное оборудование, соответствующее целям и задачам исследования, принципы действия, методы проведения лабораторного контроля, обобщения и обработки информации, оценки результатов измерений  <b>У3(ПК-2) УМЕТЬ:</b> Проводить регистрацию, анализ, обобщение и обработку результатов лабораторных исследований структуры и свойств веществ и материалов
<b>ПК-4</b> *. **, ***, *****, <b>способностью применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов</b>	<b>З1(ПК-4) ЗНАНИЕ</b> теоретические и методологические основы смежных с химией математических и естественнонаучных дисциплин и способы их использования при решении конкретных химических и материаловедческих задач
<b>ПК-5</b> *. **, ***, *****, *****, <b>способностью получать и обрабатывать результаты научных экспериментов с помощью современных компьютерных технологий</b>	<b>У2(ПК-5) УМЕТЬ:</b> Выбирать методы и средства проведения обработки экспериментальных данных
<b>ПК-6</b> *. **, ***, *****, *****, <b>владением навыками представления полученных результатов в виде кратких отчетов и презентаций</b>	<b>У1(ПК-6) УМЕТЬ:</b> Проводить анализ результатов лабораторного эксперимента  <b>У2(ПК-6) УМЕТЬ:</b> Составлять протокол и отчет по результатам исследований

**результат обучения сформулирован на основании требований профессионального стандарта:**

\*)Профессиональный стандарт СПЕЦИАЛИСТ ПО РАЗРАБОТКЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 8 сентября 2015 г. N 604н)

\*\*)Специалист по научно-техническим разработкам и испытаниям полимерных наноструктурированных пленок (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «10» июля 2014 г. №447н)

\*\*\*)**Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам** (утв. Министерством труда и социальной защиты РФ от 4 марта 2014 г. N 121н)

\*\*\*\*)**СПЕЦИАЛИСТ ПО ИЗМЕРЕНИЮ ПАРАМЕТРОВ И МОДИФИКАЦИИ СВОЙСТВ НАНОМАТЕРИАЛОВ И НАНОСТРУКТУР** (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 7 сентября 2015 г. N 593н)

\*\*\*\*\*)**Специалист по метрологии** (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 4 марта 2014 г. N 124н)

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

Объем дисциплины составляет 2 зачетных единиц, всего 72 часа, из которых:

**34 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем**

17 часов – лекционные занятия;

17 часов – практические занятия, включая мероприятия текущего контроля успеваемости, мероприятия промежуточной аттестации (зачет).

**38 часов составляет самостоятельная работа обучающегося**

**6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий**

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля)  Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе:								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них						Самостоятельная работа обучающегося, часы, из них		
		Лекционные занятия	Семинарские занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, практические контрольные занятия и др.)*	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка к лаб. работе.	Всего
6 семестр										
Основные задачи хеометрики и химической метрологии	3	1				устный опрос в конце лекции	1	2		2
Основные понятия химической метрологии: погрешность, воспроизводимость, правильность, чувствительность, селективность	5	1		2		защита практической работы	3	1	1	2
Основы дисперсионного анализа	3	1				устный опрос в конце лекции	1			2
Основы регрессионного анализа	5	1		2		защита практической работы	3	2		2
Основы методов многомерного регрессионного анализа	5	1				устный опрос в конце лекции	1	4		4
Множественная линейная регрессия. Регрессия на главных компонентах.	5	1		2		защита практической работы	3	1	1	2
Основы методов математического планирования эксперимента	3	1				устный опрос в конце лекции	1	2		2
Понятие о планах высших порядков и дробных планах. Понятие о симплекс-оптимизации	7	1		2		защита практической работы	3	4		4
Понятие о системах обеспечения и контроля качества результатов химического анализа.	3	1				устный опрос в конце лекции	1	2		2
Выбор способов установления характеристик погрешности методик.	5	1		2		защита практической работы	3	1	1	2
Оценка погрешности результатов анализа различными способами с использованием: набора СО в одной лаборатории, другой аттестованной методики, метода добавок.	2	1				устный опрос в конце лекции	1	2		2

Контроль качества результатов анализа. Внутрिलाбораторный оперативный контроль процедуры анализа	5	1		2		Домашняя проверочная работа по вариантам.	3	2		2
Внутрिलाбораторный статистический контроль процедуры анализа	5	1				устный опрос в конце лекции	1	4		4
Контрольные карты Шухарта. Проверка подконтрольности процедуры выполнения анализа с использованием рабочих проб и метода добавок	5	1		2		защита практической работы	3	1	1	2
Аттестация и стандартизация методик.	4	2				устный опрос в конце лекции	2			2
Аккредитация химических лабораторий	5	1		2		устный опрос в конце лекции	3	2		2
Промежуточная аттестация зачет									X	
<b>Итого</b>	72						32			38

*\*Текущий контроль успеваемости может быть реализован в рамках занятий семинарского типа, групповых или индивидуальных консультаций.*



## Содержание разделов дисциплин

1. Введение. Основные задачи хеометрики и химической метрологии. Прямые и косвенные измерения. Особенности измерения химических величин. Аналитический сигнал, градуировочная функция. Абсолютные и относительные методы анализа. Образцы сравнения, стандартные образцы.

2. Основные понятия химической метрологии: погрешность, воспроизводимость, правильность, чувствительность, селективность. Статистические методы оценки воспроизводимости. Методы оценки правильности. Нормальный закон распределения и его роль в аналитической химии. Понятие о непараметрических методах статистических оценок.

3. Основы дисперсионного анализа. Применение дисперсионного анализа для сравнения нескольких средних значений, оценки представительности пробы, внутри- и межлабораторной погрешности. Воспроизводимость и сходимость.

4. Основы корреляционного анализа. Статистические критерии проверки гипотез относительно коэффициентов корреляции. Применение корреляционного анализа для выявления закономерностей, прогноза, отбора классификационных признаков.

5. Основы методов классификации и идентификации (распознавания образов). Отбор и преобразование классификационных признаков. Сокращение размерности пространства признаков. Метод главных компонент. Графики счетов и нагрузок. Кластерный и дискриминантный анализ.

6. Основы регрессионного анализа. Расчет и интерпретация параметров регрессионного анализа, оценка их погрешностей. Применение регрессионного анализа для градуировки и расчета содержания определяемого компонента.

7. Основы методов многомерного регрессионного анализа. Регрессия на главных компонентах, проекция на скрытые структуры. Оптимизация регрессионной модели, перекрестная проверка на достоверность (кросс-валидация). Многомерная градуировка. Регрессионные методы. Базовые понятия линейной регрессии. Множественная линейная регрессия (МЛР). Недостатки МЛР, пути их устранения.

8. Основы методов математического планирования эксперимента. Факторное планирование эксперимента. Выбор факторов, их основных уровней, интервалов варьирования. Многомерная регрессионная модель и матрица планирования. Расчет параметров регрессионной модели, их статистическая оценка, интерпретация и выбор стратегии оптимизации. Понятие о планах высших порядков и дробных планах. Понятие о симплекс-оптимизации.

9. Метрологические критерии выбора метода и методики анализа. Аттестация и стандартизация методик.

10. Аккредитация аналитических лабораторий. Нормирование требований к точности измерений. Установление обоснованных норм погрешности. Статус методик количественного химического анализа. Сферы распространения государственного метрологического контроля и надзора. Аккредитация аналитических лабораторий. Цели и задачи аккредитации. Критерии аккредитации. Система аккредитации аналитических лабораторий (центров). Система аккредитации испытательных лабораторий ГОСТ Р. Порядок прове-

дения аккредитации. Инспекционный контроль деятельности аккредитованных лабораторий. Формы инспекционного контроля.

11. Обеспечение компетентности аналитической лаборатории. Показатели качества методик анализа. Формы представления. Способы выражения. Оценка пригодности методик анализа. Контроль качества результатов анализа. Внутрिलाбораторный оперативный контроль процедуры анализа. Контрольные карты Шухарта. Проверка подконтрольности процедуры выполнения анализа с использованием рабочих проб и метода добавок. Межлабораторные сравнительные испытания.

12. Стандартные образцы в системе обеспечения качества работы лаборатории. Применимость стандартных образцов в лабораторной практике. Основные принципы метрологической аттестации методик количественного химического анализа. Выбор способов установления характеристик погрешности методик. Оценка погрешности результатов анализа различными способами с использованием: набора СО в одной лаборатории, другой аттестованной методики, метода добавок. Координация работы аналитической лаборатории и автоматизация процессов контроля качества процедуры анализа.

## 7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)

Изучение дисциплины предусматривает выполнение практических работ в специальных практикумах:

- Хроматографические методы анализа
- Спектроскопические методы анализа
- Электрохимические методы анализа

### Методические указания к практическим занятиям

**Практические занятия** призваны закрепить теоретические знания студентов и познакомить их с методами решения конкретных задач, возникающих при практическом применении химических знаний.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)
П1	Основные понятия химической метрологии: погрешность, воспроизводимость, правильность, чувствительность, селективность	Оценка метрологических характеристик результатов химического анализа с помощью параметрических и непараметрических критериев
П2		Оценивание правильности методик анализа сопоставлением результатов анализа группы проб контрольной и исследуемой МКХА
П3	Основы регрессионного анализа	Построение градуировочного графика
П4	Основы методов математического планирования эксперимента	Классификация химических объектов с использованием методов корреляционного анализа и главных компонент
П5	Контроль качества результатов анализа.	Оперативный контроль точности результатов количественного химического анализа
П6		Статистический контроль точности результатов количественного химического анализа

## **Методические материалы для преподавателей**

Методическая модель преподавания дисциплины основана на применении активных методов обучения. Принципами организации учебного процесса являются:

- активное участие обучающихся в учебном процессе;
- проведение практических занятий, определяющих приобретение навыков решения проблем;
- приведение примеров применения изучаемого теоретического материала к реальным практическим ситуациям.

Используемые методы преподавания: лекционные занятия с использованием мультимедиа презентаций, индивидуальные и групповые задания при проведении практических занятий. Индивидуальные задания подбираются студентам с учетом их работы над темами НИР.

С целью более эффективного усвоения студентами материала данной дисциплины рекомендуется при проведении лекционных и практических занятий использовать наглядные пособия и раздаточные материалы. К ним можно отнести:

- национальные стандарты и технические регламенты;
- международные стандарты;
- информационно-рекламную информацию Центров по сертификации;
- формы сертификатов соответствия;
- комплект документации для прохождения процедуры сертификации продукции;

Для более глубокого изучения предмета преподаватель предоставляет студентам информацию о возможности использования Интернет-ресурсов по разделам дисциплины. Рекомендуется проведение экскурсии в аккредитованную лабораторию.

На первом вводном лекционном занятии при рассмотрении исторических сведений по метрологии, стандартизации, сертификации, преподавателю необходимо уделить внимание следующим вопросам:

- роли стандартизации, сертификации и метрологии в решение проблемы повышения качества производимой продукции на национальном, и международном уровне;
- присуждению премий по качеству в РФ, США, Японии, ЕС.

Содержание практических занятий определяется календарным планом, который составляется преподавателем, проводящим занятия на основе рабочей программы дисциплины «Основы метрологии» и утверждается заведующим кафедрой и проректором по учебной и воспитательной работе.

При наличии академических задолженностей по практическим занятиям, связанных с их пропусками преподаватель вправе выдать задание студенту в виде реферата по пропущенной теме занятия.

## **Методические материалы по организации самостоятельной работы студентов**

Рабочей программой дисциплины «Основы метрологии» предусмотрена самостоятельная работа студентов в объеме 38 часов, из них часть часов отводится на выполнение расчетно-графических работ по индивидуальному заданию.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- изучение отдельных разделов тем дисциплины
- чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;
- подготовку к практическим занятиям;
- работу с Интернет-источниками.

Программой дисциплины предусмотрено выполнение практических работ. Для выполнения практических работ необходимо получить у преподавателя индивидуальное зада-

ние, произвести все необходимые расчеты, получить допуск к работе. После выполнения практической работы необходимо оформить отчет и защитить практическую работу.

Кроме этого, запланировано выполнение расчетно-графических работ по индивидуальным заданиям, которые выполняются на компьютере, состоят из нескольких заданий. Каждое задание после выполнения работы необходимо защитить.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе.

По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в рабочей программе дисциплины «Основы метрологии» следует сначала прочитать рекомендованную литературу и при необходимости составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме и для освоения последующих разделов курса.

Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы: проводить поиск в различных системах и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях.

## **8. Применяемые образовательные технологии для различных видов учебных занятий и для контроля освоения обучающимися запланированных результатов обучения**

В учебном процессе, помимо чтения лекций, широко используются активные и интерактивные формы (обсуждение отдельных разделов дисциплины, обсуждение отдельных разделов дисциплины в рамках устных опросов на лекциях, выполнение расчетно-графических заданий в группах, защита расчетно-графической работы, выполнение индивидуальных практических домашних работ с последующей их защитой). В сочетании с внеаудиторной работой это способствует формированию и развитию профессиональных навыков обучающихся.

### Перечень обязательных видов работы студента:

- посещение лекционных занятий;
- участие в дискуссии в рамках устных опросов на лекциях;
- ответы на теоретические вопросы на практических занятиях;
- решение практических задач и заданий на практических занятиях;
- выполнение в группах расчетно-графических работ;
- выполнение расчетно-графических работ по индивидуальному заданию
- выполнение индивидуальных практических домашних работ
- защита индивидуальных практических домашних работ

### Инновационные формы проведения учебных занятий

Семестр	Вид учебных занятий	Используемые инновационные формы проведения учебных занятий	Количество академ. часов
6	Лекционные занятия	Проблемная технология,	2
	Практические занятия	Работа по индивидуальному заданию, дискуссия во время устного опроса Работа в группах Выполнение групповой расчетно-графической работы Допуск к практической работе, Составление отчета по практической работе Защита практической работы,	8
Всего:			10

При изучении теоретического курса на лекциях предусматривается изложение материала в виде презентации. Отдельные лекции излагаются по проблемной технологии.

Некоторые разделы теоретического курса изучаются с использованием опережающей самостоятельной работы: студенты получают задания на ознакомление с новым материалом до его изложения на лекциях.

При прохождении практических занятий студентам предлагается работать в малых группах: учебная группа разбивается на несколько небольших групп – по 2-3 человека.

Каждая группа выполняет задание. Процесс выполнения заданий осуществляется на основе обмена мнениями и выбора оптимального пути решения.

На основании полученных данных по всем опытам каждый студент заполняет свой отчет, где записывает результаты, составляет уравнения реакций химических процессов, производит соответствующие расчеты и результаты представляет в виде графической зависимости.

На собеседовании с преподавателем студент представляет оформленный отчет по данной работе и отвечает на вопросы преподавателя, связанные с методикой работы, результатами и выводами. По ряду работ предусматривается применение метода «защиты».

Групповая работа в практикуме стимулирует согласованное взаимодействие между студентами, отношения взаимной ответственности и сотрудничества. При формировании групп учитывается два признака: степень химической подготовленности студентов и характер межличностных отношений. В ряде случаев студентам самим предлагается разбиться на группы, состав которых впоследствии может корректироваться для повышения качества работы.

В практикуме при выполнении отдельных опытов используется метод проблемного обучения: студент получает задание на химический процесс, методику которого он должен подобрать самостоятельно, обсудить ее с преподавателем и затем приступить к его выполнению.

Курс «Основы метрологии» сопровождается практическими занятиями в студенческом химическом практикуме, основная цель которых – закрепление теоретических знаний, а также получение практических навыков. Организация практических работ проводится таким образом, чтобы студенты научились самостоятельно решать поставленные задачи путем проведения экспериментальных исследований и квалифицированной обработкой полученных результатов.

## **9. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине**

- **Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования**

Полный перечень компетенций выпускников образовательной программы «Химия. Физическая химия» с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования приведен в картах компетенций образовательной программы.

Перечень компетенций выпускников образовательной программы «Химия. Физическая химия», в формировании которых участвует данная дисциплина представлен в разделе 4 рабочей программы дисциплины. Указание результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы формирования компетенций, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования представлено ниже.

- **Описание шкал оценивания**

При проведении промежуточной аттестации по дисциплине в форме зачета используется дихотомическая шкала оценивания: зачтено – не зачтено.

Сопоставление дихотомической шкалы и пятибалльной системы оценивания: 1-2 балла – не зачтено, 3-5 баллов – зачтено.

Описание шкал оценивания для различных заданий, выполняемых в рамках текущего контроля, представлено в методических материалах, определяющих процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

- **Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине, характеризующих этапы формирования компетенций**

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине ШКАЛА оценивания					ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ
	1	2	3	4	5	
<b>ЗНАТЬ:</b> принципы работы, область применения и принципиальные ограничения методов и средств измерений, инструкции по эксплуатации оборудования <b>Код 31(ПК-1)</b>	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания принципов работы, области применения и принципиальных ограничений методов и средств измерений, инструкции по эксплуатации оборудования	Общие, но не структурированные знания принципов работы, области применения и принципиальных ограничений методов и средств измерений, инструкции по эксплуатации оборудования	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных принципов работы, области применения и принципиальных ограничений методов и средств измерений, инструкции по эксплуатации оборудования	Сформированные систематические знания принципов работы, области применения и принципиальных ограничений методов и средств измерений, инструкции по эксплуатации оборудования	Устное собеседование выполнение практических работ защита практических работ зачет
<b>ЗНАТЬ:</b> Нормативные и методические документы, регламентирующие вопросы разработки и аттестации методик измерений, принципы нормирования точности измерений, действующие стандарты и технические условия <b>Код 32(ПК-1)</b>	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания нормативных и методических документов, регламентирующих вопросы разработки и аттестации методик измерений, принципов нормирования точности измерений, действующих стандартов и технических условий	Общие, но не структурированные знания нормативных и методических документов, регламентирующих вопросы разработки и аттестации методик измерений, принципов нормирования точности измерений, действующих стандартов и технических условий	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных нормативных и методических документов, регламентирующих вопросы разработки и аттестации методик измерений, принципов нормирования точности измерений, действующих стандартов и технических условий	Сформированные систематические знания нормативных и методических документов, регламентирующих вопросы разработки и аттестации методик измерений, принципов нормирования точности измерений, действующих стандартов и технических условий	Устное собеседование выполнение практических работ защита практических работ выполнение в группе расчетно-графического задания Выполнение индивидуально-го практического задания зачет
<b>УМЕТЬ:</b> Проводить анализ веществ и материалов на соответствие стандартам и техническим условиям, обработка экспериментальных результатов <b>Код У1 (ПК-1)</b>	Отсутствие умений	Частично освоенное умение анализировать структуру и состав веществ и материалов на соответствие стандартам и техническим условиям, проводить обработку экспериментальных результатов	В целом успешно, но не систематически осуществляемые анализ веществ и материалов на соответствие стандартам и техническим условиям, обработка экспериментальных результатов	В целом успешно, но содержащие отдельные пробелы анализ веществ и материалов на соответствие стандартам и техническим условиям, обработка экспериментальных результатов	Сформированное умение анализировать структуру и состав веществ и материалов на соответствие стандартам и техническим условиям, проводить обработку экспериментальных результатов	выполнение практических работ защита практических работ выполнение в группе расчетно-графического задания Выполнение индивидуально-го практического задания

<p>УМЕТЬ: Осуществлять выбор методов и методик анализа структуры и свойств веществ и материалов на соответствие требований к объектам исследования <b>Код У2 (ПК-1)</b></p>	Отсутствие умений	Частично освоенное умение осуществлять выбор методов и методик анализа структуры и свойств веществ и материалов на соответствие требований к объектам исследования	В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение выбора методов и методик анализа структуры и свойств веществ и материалов на соответствие требований к объектам исследования	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение осуществлять выбор методов и методик анализа структуры и свойств веществ и материалов на соответствие требований к объектам исследования	Сформированное умение осуществлять выбор методов и методик анализа структуры и свойств веществ и материалов на соответствие требований к объектам исследования	<p>выполнение практических работ защита практических работ выполнение в группе расчетно-графического задания Выполнение индивидуально-го практического задания</p>
<p>УМЕТЬ: Проводить корректировку и разработку методик комплексного анализа структуры и свойств веществ и материалов <b>Код У3 (ПК-1)</b></p>	Отсутствие умений	Частично освоенное умение проводить корректировку и разработку методик комплексного анализа структуры и свойств веществ и материалов	В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение проводить корректировку и разработку методик комплексного анализа структуры и свойств веществ и материалов	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение проводить корректировку и разработку методик комплексного анализа структуры и свойств веществ и материалов	Сформированное умение проводить корректировку и разработку методик комплексного анализа структуры и свойств веществ и материалов	<p>выполнение практических работ защита практических работ выполнение в группе расчетно-графического задания Выполнение индивидуально-го практического задания</p>
<p>ЗНАТЬ: Основное лабораторное оборудование, соответствующее целям и задачам исследования, принципы действия, методы проведения лабораторного контроля, обобщения и обработки информации, оценки результатов измерений <b>Код З1(ПК-2)</b></p>	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления об основном лабораторном оборудовании, соответствующем целям и задачам исследования, принципах действия, методах проведения лабораторного контроля, обобщения и обработки информации, оценки результатов измерений	Неполные представления об основном лабораторном оборудовании, соответствующем целям и задачам исследования, принципах действия, методах проведения лабораторного контроля, обобщения и обработки информации, оценки результатов измерений	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы об основном лабораторном оборудовании, соответствующем целям и задачам исследования, принципах действия, методах проведения лабораторного контроля, обобщения и обработки информации, оценки результатов измерений	Сформированные систематические представления об основном лабораторном оборудовании, соответствующем целям и задачам исследования, принципах действия, методах проведения лабораторного контроля, обобщения и обработки информации, оценки результатов измерений	<p>Устное собеседование выполнение практических работ защита практических работ выполнение в группе расчетно-графического задания Выполнение индивидуально-го практического задания зачет</p>



<p>УМЕТЬ: Проводить регистрацию, анализ, обобщение и обработку результатов лабораторных исследований структуры и свойств веществ и материалов</p> <p><b>Код У3(ПК-2)</b></p>	Отсутствие умений	Фрагментарное умение проводить регистрацию, анализ, обобщение и обработку результатов лабораторных исследований структуры и свойств веществ и материалов	В целом успешное, но не систематическое умение проводить регистрацию, анализ, обобщение и обработку результатов лабораторных исследований структуры и свойств веществ и материалов	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение проводить регистрацию, анализ, обобщение и обработку результатов лабораторных исследований структуры и свойств веществ и материалов	Сформированное умение проводить регистрацию, анализ, обобщение и обработку результатов лабораторных исследований структуры и свойств веществ и материалов	<p>выполнение практических работ</p> <p>защита практических работ</p> <p>выполнение в группе расчетно-графического задания</p> <p>Выполнение индивидуально-го практического задания</p>
<p>ЗНАНИЕ</p> <p>теоретические и методологические основы смежных с химией математических и естественнонаучных дисциплин и способы их использования при решении конкретных химических и материаловедческих задач</p> <p><b>Код 31 (ПК-4)</b></p>	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания теоретических и методологических основ смежных с химией математических и естественнонаучных дисциплин и способы их использования при решении конкретных химических и материаловедческих задач	Неполные знания теоретических и методологических основ смежных с химией математических и естественнонаучных дисциплин и способы их использования при решении конкретных химических и материаловедческих задач	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания теоретических и методологических основ смежных с химией математических и естественнонаучных дисциплин и способы их использования при решении конкретных химических и материаловедческих задач	Сформированные и систематические знания теоретических и методологических основ смежных с химией математических и естественнонаучных дисциплин и способы их использования при решении конкретных химических и материаловедческих задач	<p>Устное собеседование</p> <p>выполнение практических работ</p> <p>защита практических работ</p> <p>выполнение в группе расчетно-графического задания</p> <p>Выполнение индивидуально-го практического задания</p> <p>зачет</p>
<p>УМЕТЬ: Проводить анализ результатов лабораторного эксперимента</p> <p><b>Код У1(ПК-6)</b></p>	Отсутствие умений	Частично освоенное умение проведения анализа результатов лабораторного эксперимента	В целом успешное, но не систематическое умение проведения анализа результатов лабораторного эксперимента	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение проведения анализа результатов лабораторного эксперимента	Успешное и систематическое умение проведения анализа результатов лабораторного эксперимента	<p>выполнение практических работ</p> <p>защита практических работ</p> <p>выполнение в группе расчетно-графического задания</p> <p>Выполнение индивидуально-го практического задания</p>
<p>УМЕТЬ: Составлять протокол и отчет по результатам исследований</p> <p><b>Код У2(ПК-6)</b></p>	Отсутствие умений	Частично освоенное умение составлять протокол и отчет по результатам исследований	В целом успешное, но не систематическое умение составлять протокол и отчет по результатам исследований	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение составлять протокол и отчет по результатам исследований	Успешное и систематическое умение выбирать составлять протокол и отчет по результатам исследований	<p>выполнение практических работ</p> <p>защита практических работ</p> <p>выполнение в группе расчетно-графического задания</p> <p>Выполнение индивидуально-го практического задания</p>

- **Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций**

### **Материалы для промежуточной аттестации**

#### перечень вопросов, выносимых на зачет

1. Прямые и косвенные измерения.
2. Аналитический сигнал, градуировочная функция.
3. Образцы сравнения, стандартные образцы.
4. Основные понятия химической метрологии: погрешность, воспроизводимость, правильность, чувствительность, селективность.
5. Статистические методы оценки воспроизводимости.
6. Методы оценки правильности.
7. Применение дисперсионного анализа для сравнения нескольких средних значений, оценки представительности пробы, внутри- и межлабораторной погрешности.
8. Воспроизводимость и сходимость.
9. Статистические критерии проверки гипотез относительно коэффициентов корреляции. Применение корреляционного анализа для выявления закономерностей, прогноза, отбора классификационных признаков.
10. Метод главных компонент. Графики счетов и нагрузок. Кластерный и дискриминантный анализ.
11. Расчет и интерпретация параметров регрессионного анализа, оценка их погрешностей. Применение регрессионного анализа для градуировки и расчета содержания определяемого компонента.
12. Регрессия на главных компонентах, проекция на скрытые структуры.
13. Оптимизация регрессионной модели, перекрестная проверка на достоверность (кросс-валидация).
14. Многомерная градуировка. Множественная линейная регрессия (МЛР).
15. Факторное планирование эксперимента. Выбор факторов, их основных уровней, интервалов варьирования.
16. Многомерная регрессионная модель и матрица планирования.
17. Аттестация и стандартизация методик.
18. Аккредитация аналитических лабораторий. Цели и задачи аккредитации. Критерии аккредитации.
19. Контроль качества результатов анализа. Внутрिलाбораторный оперативный контроль процедуры анализа. Контрольные карты Шухарта.
20. Проверка подконтрольности процедуры выполнения анализа с использованием рабочих проб и метода добавок.
21. Стандартные образцы в системе обеспечения качества работы лаборатории.
22. Основные принципы метрологической аттестации методик количественного химического анализа.
23. Выбор способов установления характеристик погрешности методик.

### **Примеры билетов для зачета**

#### **Билет №1**

1. Основные метрологические характеристики (воспроизводимость, правильность, точность и т.п.).
2. Физическая величина. Единицы измерения физических величин.
3. При анализе стандартного образца стали, содержащего  $5,2 \cdot 10^{-4}\%$  марганца, получены следующие данные (%):  $5,25 \cdot 10^{-4}$ ;  $5,40 \cdot 10^{-4}$ ;  $5,05 \cdot 10^{-4}$ ;  $4,83 \cdot 10^{-4}$ ;  $4,71 \cdot 10^{-4}$ . Сколько параллельных определений должен сделать аналитик, чтобы с вероятностью 0,95 попасть в интервал значений  $3,2 \cdot 10^{-4} - 7,2 \cdot 10^{-4}$ ?

## Материалы для текущего контроля

### Перечень примерных контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы:

1. Дайте классификацию погрешностям в химическом анализе.
2. Что такое стандартное отклонение для выборочной совокупности?
3. Что такое доверительный интервал?
4. Q-тест для оценки выбросов.
5. Какова формула t-критерия при сравнении средних?
7. Дисперсия выборки. Отличие от дисперсии генеральной совокупности.
8. Применение критерия Фишера.
9. Относительное стандартное отклонение.
10. Критерий Кохрена. Условия его применения.
11. Что такое доверительная вероятность?
12. Дайте понятия доверительных границ и доверительного интервала.
13. Что такое точность результатов анализа?
14. В чем отличие понятий сходимость и воспроизводимость результатов измерений?
15. Дайте понятие «принятое опорное значение».
16. Что такое условия повторяемости?
17. Сформулируйте условия воспроизводимости?
18. Что такое математическое ожидание?
19. Перечислите основные источники систематических погрешностей анализа
20. Приведите примеры систематических погрешностей.
21. Перечислите основные способы проверки правильности результатов анализа.
23. Дайте определение систематической и случайной погрешности результатов измерений.
24. Сформулируйте цель регрессионного анализа.
25. Что такое корреляционный анализ?
26. Какими способами можно проверить правильность результатов анализа?
27. Какие величины характеризуют сходимость (повторяемость) результатов анализа?
28. Дайте определение выброса.
29. Приведите формулы критериев, используемых для обнаружения выбросов.
30. Какова роль погрешности пробоотбора в анализе объектов окружающей среды?
31. Что такое хемометрика?
32. Что такое предел обнаружения?
33. Что такое стандартный образец химического состава?
34. Дисперсия выборки и дисперсия генеральной совокупности.
35. Что такое дисперсия воспроизводимости?
36. В чем сущность метода наименьших квадратов?
37. Что такое коэффициент чувствительности?
38. Какую информацию дают результаты корреляционного анализа?
39. Что такое ковариация?
40. В чем отличие случайных погрешностей от систематических?
41. Что такое t-распределение? Его связь с нормальным распределением.
42. Что такое погрешность результата анализа?
43. Дайте определение среднего, медианы и размаха варьирования.
44. Целесообразность использования среднеарифметического и медианы.
45. Каким образом готовят стандартный образец химического состава объекта окружающей среды?
46. Что такое степень свободы?
48. Как связано число степеней свободы с числом измерений в случае одной и нескольких выборочных совокупностей?
49. Что такое правильность результатов анализа?
50. Какие Вы знаете приемы исключения выбросов?
51. Как выявить систематическую погрешность, пользуясь истинным значением измеряемой величины и статистическими оценками выборки?
52. Почему индивидуальные погрешности исполнителя относятся к систематическим?
53. Что такое погрешности интерпретации?
56. Почему в рядовых аналитических определениях ограничиваются 3-я -5-ю параллельными анализами пробы?

57. Что характеризует коэффициент Стьюдента? От каких факторов он зависит?
57. Что есть распределение Стьюдента? Его связь с нормальным распределением.
58. Что такое уровень значимости и как он связан с величиной доверительной вероятности?
59. Как записать выражение для доверительного интервала, и что он характеризует?
60. Как используются методы математической статистики для проверки значимости различий серийных измерений?
61. Что такое однородность дисперсий?
64. Специфика применения критерия Кохрена.
65. Что такое дисперсия воспроизводимости?
66. Как проверить нормальность распределения результатов анализа объектов окружающей среды?
67. В каком случае возможно сравнение средних результатов, выборочных совокупностей?

#### Примерная тематика индивидуальных расчетно-графических работ:

- Программирование при помощи Excel расчета характеристик градуировочного графика, данные для которого получены в ходе выполнения студентом лабораторных работ.
- Расчет нормативов для оперативного и статистического контроля точности при помощи Excel, Statistica
- Обработка результатов эксперимента при помощи Excel, Statistica
- Построение матрицы для факторного планирования эксперимента при помощи Excel, Statistica

#### Пример выполнения индивидуальных расчетно-графических работ (приложение 2)

#### Перечень задач:

1. При кондуктометрическом определении электропроводности в слюне стоматологических больных получены следующие результаты ( $\text{ом} \cdot \text{см}^{-1}$ ):  
 1-ый больной: 3,52; 3,48; 3,43  
 2-ой больной: 2,99; 2,95; 3,08  
 3-ий больной: 4,01; 3,78; 3,69; 3,57  
 4-ый больной: 3,41; 2,95  
 Найдите дисперсию и стандартное отклонение объединенной выборки.
2. При определении калия в сточной воде получены следующие результаты:  
 12,4 12,8 12,3 12,4. Определите доверительный интервал и доверительные границы при доверительной вероятности 0,95 и 0,99.
3. При измерении pH раствора вытяжки почвы получены следующие результаты: 8,48 8,55 8,20 8,40. Определить содержат ли результаты выброс.
4. Оцените прецизионность результатов определения теллура в сточных водах спектрофотометрическим методом (в виде иодидного комплекса), если получены следующие результаты: 6,0 10,0 7,0 9,0 мкг/л.
5. Среднее из пяти результатов определения ртути в растительном сырье атомно-абсорбционным методом равно 3,425 мг/кг, а среднее из трех результатов определения ртути в том же сырье спектрофотометрическим методом – 3,482 мг/кг. Установлено, что выборки имеют однородную дисперсию, равную  $3,6 \cdot 10^{-3}$ . Можно ли объединить результаты, найденные обеими методиками, для оценки результата? Вероятность – 0,95
6. Методика спектрофотометрического определения железа в сплавах характеризуется стандартным отклонением  $3,0 \cdot 10^{-5}\%$ . Сколько определений нужно сделать, чтобы с вероятностью 0,90 результат определения железа попал в интервал  $\pm 6,2 \cdot 10^{-5}\%$
7. Два лаборанта получили следующие результаты определения молярности соли Мора:  
 1-й лаборант: 0,1123; 0,1125; 0,1120; 0,1126  
 2-й лаборант: 0,1119; 0,1118; 0,1107; 0,1111  
 Значима ли разница между результатами, полученными лаборантами ( $P=0,99$ )?

8. При определении кальция в сыворотке крови спектрофотометрическим и атомно-абсорбционным методами получены соответствующие результаты (мг/кг): 91; 97; 92 и 95; 96; 95; 94. Можно ли объединить данные, полученные обоими методами для вычисления результата определения ( $P=0,95$ )?

9. В двух лабораториях получены следующие результаты определения ртути в речной воде (мкг/л): 0,928; 0,932; 0,942 и 0,981; 0,920; 0,960. Значима ли разница между результатами, полученными лабораториями ( $P=0,95$ )?

10. При определении железа в лекарственном сырье спектрофотометрическим и атомно-абсорбционным методами получены соответствующие результаты (мкг/кг): 2,35; 2,48; 2,82 и 2,42; 2,78; 2,56. Можно ли объединить данные, полученные обоими методами, для вычисления результата определения ( $P=0,95$ )?

11. При анализе стандартного образца стали, содержащего  $6,3 \cdot 10^{-4}\%$  циркония, получены следующие данные (%):  $6,48 \cdot 10^{-4}$ ;  $6,35 \cdot 10^{-4}$ ;  $6,28 \cdot 10^{-4}$ ;  $6,32 \cdot 10^{-4}$ ;  $6,20 \cdot 10^{-4}$ . Сколько параллельных определений должен сделать лаборант, чтобы с вероятностью 0,95 попасть в интервал значений  $4,0 \cdot 10^{-4}$ –  $8,5 \cdot 10^{-4}$ ?

12. При амперометрическом определении ртути получены следующие результаты (мг/мл):

1-ый студент: 3,51; 3,48; 3,45

2-ой студент: 2,98; 2,95; 3,08

3-ий студент: 3,78; 4,01; 3,57; 3,69

4-ый студент: 3,38; 2,95

Найдите дисперсию и стандартное отклонение объединенной выборки.

13. Два лаборанта получили следующие результаты определения молярности хлороводородной кислоты:

1-й лаборант: 0,2123; 0,2125; 0,2120; 0,2126

2-й лаборант: 0,2119; 0,2118; 0,2107; 0,2111

Значима ли разница между результатами, полученными лаборантами ( $P=0,99$ )?

14. При определении меди спектрофотометрическим и атомно-абсорбционным методами получены соответствующие результаты (мг/кг): 71; 77; 72 и 75; 76; 75; 74. Можно ли объединить данные, полученные обоими методами для вычисления результата определения ( $P=0,95$ )?

15. При кондуктометрическом определении электропроводности анализируемого раствора получены следующие результаты (ом $\cdot$ см $^{-1}$ ):

1-ый студент: 5,52; 5,48; 5,43

2-ой студент: 4,99; 4,95; 5,08

3-ий студент: 6,01; 5,78; 5,69; 5,57

4-ый студент: 5,41; 4,95

Найдите дисперсию и стандартное отклонение объединенной выборки.

16. При анализе стандартного образца сплава, содержащего  $5,2 \cdot 10^{-4}\%$  никеля, получены следующие данные (%):  $8,25 \cdot 10^{-4}$ ;  $8,40 \cdot 10^{-4}$ ;  $8,05 \cdot 10^{-4}$ ;  $7,83 \cdot 10^{-4}$ ;  $7,71 \cdot 10^{-4}$ .

Сколько параллельных определений должен сделать аналитик, чтобы с вероятностью 0,95 попасть в интервал значений  $6,2 \cdot 10^{-4}$  –  $10,2 \cdot 10^{-4}$ ?

17. Можно ли объединить результаты определения содержания циркония в сплаве для нахождения общего среднего? Спектрофотометрический (СФ) метод: 15; 12; 13; 16; 17 %. Полярографический метод: 17,0; 16,5; 19,0; 15,5; 18,0; 15,6 %. Если результаты однородны, найдите общее среднее, дисперсию и случайную погрешность результата.

18. Результат анализа  $x = 48,0$  , мг число параллельных определений  $n = 25$ ; СКО единичного определения  $2,0$  / .  $\sigma = \text{мг л}$  Результаты параллельных определений подчиняются нормальному закону распределения. Используя функцию Лапласа 1) найти доверительный интервал, в котором с доверительной вероятностью  $P = 0,90$  находится результат параллельного определения и результат анализа; 2) найти доверительную вероятность нахождения результата параллельного определения в интервале  $[47,0; 48,5]$  мг

19. На основании пяти определений концентрации компонента 20,5; 20,8; 20,9; 20,6 ммоль/л оцените случайную погрешность результата анализа ( $P = 0,95$ ) 1) когда известно СКО единичного определения  $\sigma = 0,17$  / ; ммоль л 2) когда значение генерального параметра неизвестно.

20. При определении серебра в монете были получены следующие результаты: 90,04; 90,12; 89,92; 89,94; 90,08; 90,02 %. Используя закон распределения Стьюдента определить довери-

- тельные границы случайной погрешности ( $P = 0,95$ ). Сколько измерений необходимо провести, чтобы доверительный интервал результата анализа составил  $\pm 0,06 \%$
21. При определении серебра в монете были получены следующие результаты: 90,04; 90,12; 89,92; 89,94; 90,08; 90,02 %. Используя закон распределения Стьюдента определить доверительные границы случайной погрешности ( $P = 0,95$ ). Сколько измерений необходимо провести, чтобы доверительный интервал результата анализа составил  $\pm 0,06 \%$
  22. Подчиняются ли нормальному закону распределения данные, полученные при определении содержания углерода в стали, %: 0,42; 0,44; 0,47; 0,41; 0,44; 0,43; 0,40; 0,43; 0,42; 0,44.
  23. Результаты параллельных определений фенола в воде (мг/л): 1,84; 1,92; 1,94; 1,92; 1,85; 1,91; 2,07. Является ли последний результат промахом при уровне значимости 0,05; 0,1?
  24. Установите предел обнаружения методики определения серебра, если оптическая плотность раствора, содержащего 10 нг/мл серебра, составляет 0,251, оптическая плотность холостой пробы 0,003. В каждом случае результат получен на основании трех измерений, известно  $S_{\beta}$  фонового сигнала 0,004.
  25. Установить предел погрешности приготовления раствора  $K_2Cr_2O_7$  с молярной концентрацией вещества эквивалента 0,1 М для бихроматометрического титрования путем растворения соответствующей навески бихромата (99,98 %) в мерной колбе II класса на 1000 мл, на 100 мл.
  26. Установите уравнение линейной зависимости для следующих данных

Концентрация, мкг/мл (x)	Аналитический сигнал (y)
0	0,2
2	7,5
4	15,0
6	20,4
8	25,9

Найдите коэффициент корреляции. Какова погрешность установления концентрации по данной зависимости, если среднее значение аналитического сигнала при анализе пробы для трех измерений равно 15,0.

27. Установить случайную и суммарную погрешности результата анализа, если получены следующие данные: 120, 118, 119, 123, и 122 мг/л. Относительная неисключенная систематическая погрешность составляет 2,5 %.
28. Установите, влияют ли условия хранения стандартного раствора на степень флуоресценции. С какого момента начинается влияние.

Условия	Интенсивность флуоресценции
свежеприготовленный	102 100 101
1 час в темноте	101 101 104
1 час на слабом свете	97 95 99
1 час при ярком освещении	90 92 94

29. Объем  $HCl$ , пошедший на титрование щелочи, составляет 10,15 мл, стандартное отклонение равно 0,02 мл. Найти доверительную вероятность нахождения истинного значения в интервале 10,12 мл—10,20 мл.
30. Найти доверительный интервал при 95 % вероятности для истинного значения, если известно среднее 0,500 мг/мл, полученное на основании 9 измерений, и стандартное отклонение единичного измерения 0,0165 мг/мл.
31. Получены следующие результаты параллельных определений (г/л):  $5,1 \cdot 10^{-3}$ ;  $5,5 \cdot 10^{-3}$ ;  $5,4 \cdot 10^{-3}$ ;  $5,8 \cdot 10^{-3}$ ;  $5,2 \cdot 10^{-3}$ . Используя закон распределения Стьюдента, найти СКО и доверительный интервал результата анализа ( $P = 0,95$ ).
32. Результаты параллельных определений содержания углерода в легированной стали: 0,42; 0,44; 0,47; 0,44; 0,43; 0,40; 0,43 %. Используя закон распределения Стьюдента, найти среднее, СКО и доверительный интервал ( $P = 0,95$ ; 0,99).
33. Результаты параллельных определений калия пламенно-фотометрическим методом составили: 12,4; 12,8; 12,3; 12,4 мг/л. Найти доверительный интервал результата ( $P = 0,95$ ), исходя из

за-кона распределения Стьюдента, а также при условии, что закон распределения не известен.

34. При измерении pH крови больного получены следующие результаты параллельных определений: 6,95; 6,93; 6,95. Найти доверительный интервал для  $P = 0,95$ ;  $0,99$ .
35. Получены следующие результаты параллельных определений содержания антител в сыворотке крови (%): 2,15; 1,13; 2,04; 1,45; 1,35; 1,09; 0,99; 2,07. Предполагая логнормальный закон распределения, найти среднее значение, СКО и доверительный интервал для 95 % вероятности. Оценить результат анализа и его  $\sigma$  используя неизвестный закон распределения. Значимо ли отличаются результаты, вычисленные для различных законов распределения?
36. Результаты параллельных определений массы компонента в пробе: 28,6; 28,3; 28,4; 28,2; 28,5; 28,0; 28,8 мг. Оценить результат анализа и его  $\sigma$  для усеченного нормального и логнормального законов распределения, значимо ли различаются результаты, вычисленные для различных законов распределения?
37. Есть ли промахи среди результатов параллельных определений pH: 1,12; 1,20; 1,16; 1,28; 1,17 при выполнении нормального закона распределения и  $\beta = 0,01$ .
38. Есть ли промахи среди результатов параллельных определений содержания Ni (%): 1,76; 1,80; 1,72; 1,74; 1,71; 1,47 при неизвестном законе распределения; при выполнении нормального закона и уровне значимости 0,05?
39. При измерении pH раствора получены следующие результаты параллельных определений: 5,48; 5,45; 5,30; 5,52. Есть ли среди результатов промахи при  $\beta = 0,05$ ;  $0,01$ ?
40. При определении константы диссоциации были получены следующие результаты параллельных определений:  $4,27 \cdot 10^{-4}$ ;  $4,63 \cdot 10^{-4}$ ;  $4,18 \cdot 10^{-4}$ . Следует ли использовать все результаты при расчете среднего? Принять доверительную вероятность равной 0,95.
41. Подчиняются ли нормальному закону распределения данные, полученные при анализе почвы на содержание цинка, % (10–3): 8,5; 9,2; 10,4; 10,9; 7,2; 7,3; 9,4; 8,9; 7,3; 6,7.
42. Подчиняются ли нормальному закону распределения данные, полученные при анализе содержания углерода в стали, %: 0,42; 0,44; 0,47; 0,41; 0,44; 0,43; 0,40; 0,43; 0,42; 0,44.
43. При определении молярной концентрации вещества эквивалента перманганата калия тремя лабoрантами были получены следующие результаты параллельных определений, моль/л: 1) 0,1013 0,1012 0,1012 0,1014; 2) 0,1015 0,1012 0,1012 0,1013; 3) 0,1013 0,1015 0,1015 0,1013. Сравните дисперсии каждой серии, можно ли объединить серии. Если да, найдите среднее и общую дисперсию и случайную погрешность результата.
44. Среднее из 5 результатов определения магния 10,20 %, среднее из 3 результатов 10,30 %. Дисперсии в обоих случаях одинаковы  $4,0 \cdot 10^{-3}$  %. Можно ли объединить результаты? Если да, найдите среднее и общую случайную погрешность результата.
45. При определении кальция в сыворотке крови комплексонометрическим и атомно-абсорбционным методом получены следующие результаты (мкг/мл): 104; 103; 108; 107 и 111; 109; 111, соответственно. Можно ли объединить выборки для расчета среднего ( $P = 0,95$ ). Если да, рассчитайте среднее и доверительный интервал.
46. В серии определений олова в продуктах, образцы кипятили с соляной кислотой разное время. Были получены следующие результаты: При кипячении 30 мин. найдено содержание олова (мг/кг): 55 57 59 56 56 59. При кипячении 75 мин. найдено содержание олова (мг/кг): 57 55 58 59 59 59. Значимо ли отличается количество определенного олова для двух времен, можно ли объединить результаты и рассчитать среднее и найти погрешность?
47. При определении кальция в стандартном образце известняка с содержанием Ca 30,10 % студент получил данные: 29,80; 29,40; 29,90; 30,00 %. Присутствует ли систематическая ошибка, значима ли она по сравнению со случайной.
48. Содержание азота в аммиачной селитре составляет 34,90 %. Присутствует ли систематическая ошибка в результатах 34,52; 34,72; 34,68; 34,64 %, превосходит ли она случайную.
49. Присутствует ли систематическая ошибка при комплексонометрическом методе анализа магния, если были получен результат 10,40 % (результат рассчитан на основании 3 параллельных определений), а при анализе того же образца по аттестованной методике получен результат 10,21 % (5 параллельных определений). Для обе их методик известно генеральное СКО  $3,6 \cdot 10^{-3}$  %.
50. Рассчитать предел погрешности приготовления аттестованной смеси  $\text{Cl}^-$  с концентрацией 5 мг/л, приготовленной путем растворения хлорида натрия «хч» (99,9 %) с использованием

мерной колбы вместимостью 100 мл II класса. Систематическую погрешность взвешивания считать равной 0,0002 г.

51. Установите систематическую погрешность определения титра раствора перманганата калия с молярной концентрацией вещества эквивалента 0,1 моль/л, с учетом, что для стандартизации берется навеска оксалата натрия 201 мг (методом отсыпания, ошибка одного взвешивания 0,2 мг) и систематическая погрешность определения объема при титровании составляет 0,05 мл.
52. Установить случайную и суммарную погрешность результата анализа, если получены следующие результаты параллельных определений компонента в аттестованной смеси: 28, 30, 32, 34, 35, 36, 40 мкг/мл. Общая  $\theta = 2$  мкг/мл. 25) Найти относительную суммарную погрешность фотометрического определения железа (III) при  $P = 0,95$ , для  $n = 3$  и 9. значимый вклад вносят относительные систематические погрешности средства измерения 0,5. Известно относительное генеральное СКО 4,0 %. В общую систематическую погрешность%, градуировки 2,5 % и приготовления градуировочных растворов 1 %. 26) Были получены следующие результаты химического анализа: 11,5; 11,0; 12,0; 13,0; 14,0; 14,5 мг/л. Известна относительная неисключенная систематическая погрешность 2,5 %. Найти относительную суммарную погрешность анализа.
53. Градуировочная зависимость: Определен выход флуоресценции стандартных водных растворов флуоресцина, получены следующие данные: Концентрация, пг/мл 0 2 4 8 10 Интенсивность флуоресценции 2,1 5,0 9,0 17,3 21,0 Вычислить коэффициент корреляции и коэффициенты уравнения линейной зависимости.
54. С помощью аналитических весов 2 класса точности с пределом взвешивания 200 г взяли навеску 4,9032 г первичного стандартного вещества дихромата калия. Навеску количественно перенесли в мерную колбу 2 класса точности вместимостью 100 мл, объем раствора довели до метки дистиллированной водой и перемешали. Приготовленным 0,1 моль/л раствором дихромата калия титровали раствор ионов железа (II) в присутствии индикатора дифениламина в среде фосфорной кислоты. При этом отбирали три аликвотные порции раствора ионов железа (II) с помощью пипетки 2 класса точности вместимостью 20 мл. На титрование аликвот были израсходованы 20,0; 20,1; 20,1 мл раствора титранта. В работе использовали бюретку 2 класса точности вместимостью 25 мл. Рассчитайте массовую концентрацию ионов железа (II) в анализируемом растворе и расширенную неопределенность определения аналита.

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

Для контроля знаний студентов по данной дисциплине необходимо проводить текущий и промежуточный контроль.

Текущий контроль выполняется в виде приема допусков и защит практических и расчетно-графических с работ, устного опроса на лекциях и практических занятиях.

Промежуточный контроль проводится в виде зачета, на котором обсуждаются теоретические вопросы курса. Практическая часть зачитывается по результатам работ, выполненным в семестре, на основе балльно-рейтинговой системы. При рейтинговой системе все знания, умения и навыки, приобретаемые студентами в результате изучения дисциплины, оцениваются в баллах.

Оценка качества работы в рейтинговой системе является накопительной и используется для оценивания системной работы студентов в течение всего периода обучения. Максимально-возможная сумма баллов по всем видам заданий приравнивается 100 %. При этом также учитывается посещаемость занятий – 0,5 балла за посещение одного занятия продолжительностью 1 академический час, при этом максимальный балл за посещаемость равен 17. Каждое практическое задание оценивается в зависимости от сложности от 1 до 10 баллов. Окончательно задания формируются перед началом семестра преподавателем в зависимости от тем НИР студентов. Максимальный балл за каждый вид задания определяется преподавателем.



телем в зависимости от уровня сложности задания в начале семестра, проставляется в журнале успеваемости и доводится до сведения студентов.

Чтобы быть допущенным к зачету, студент обязан проделать и сдать **все** практические работы. Работы, пропущенные без уважительной причины, а также работы, не защищенные студентом в течение 2х недель после проведения практической части, оцениваются преподавателем с понижающим коэффициентом 0,5.

Преподаватель может использовать «**штрафы**» в виде уменьшения набранных баллов за пропуск лекционных занятий, за нарушение сроков выполнения учебной работы, за систематический отказ отвечать на семинарских занятиях и т.д.

Результаты работы студентов фиксируются преподавателем в журнале успеваемости. В течение семестра проводится 2 промежуточные аттестации, о результатах которых преподаватель сообщает студенту, куратору группы и заведующему кафедре.

Если к моменту окончания семестра студент набирает не менее 55 % от максимальной возможной суммы баллов, то он получает допуск к зачету.

Студент, сдающий зачет, получает отметку «Зачтено» при выполнении более половины заданий зачетного билета. Баллы за зачетное задание студент не получает.

Если к началу зачетной недели набранное студентом суммарное количество баллов с учетом дополнительных, составляет **менее 55 % от максимальной суммы баллов**, он не допускается к сдаче зачета. Такие студенты могут довести свой балл до необходимой суммы в течение последней (зачетной) недели семестра, написав контрольную работу по теме, за которую студент получил наименьшее количество баллов. Выполненные практические задания на зачетной неделе **не принимаются**.

#### ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ КОНТРОЛЕ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ

1. Проверка выполненной практической работы.
2. Защита практической работы
3. Проверка и защита расчётно-графической работы (выполненной в группе и индивидуально)
4. Устный опрос на лекции и практическом занятии
5. Зачет по теоретическим вопросам

## 10. Ресурсное обеспечение

### *Основная учебная литература*

1. Химия и контроль качества эксплуатационных продуктов: Учебник / Э.А. Иртуганова, С.Ю. Гармонов, В.Ф. Сопин. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 528 с.: 60х90 1/16 + ( Доп. мат. znanium.com). - (Высшее образование). (ЭБС ZNANIUM.COM)
2. **Систематические и случайные погрешности химического анализа** : Учебное пособие для вузов / Черновьянц Маргарита Сергеевна [и др.]; Под ред. М.С.Черновьянц. - М. : Академкнига, 2004. - 160с. : ил. - (Учебник для вузов). - Лит.:с.142.-Прил.:с.145. - студенты. - ISBN 5-94628-154-2.

### *Дополнительная учебная литература*

1. Любомудров С.А. Метрология, стандартизация и сертификация: нормирование точности: Учебник / Любомудров Сергей Александрович, Смирнов Александр Алексеевич, Тарасов Станислав Борисович. - М.: ИНФРА-М, 2012. - 206с.: ил. - (Высшее образование: Бакалавриат). - Библиогр.список:с.185.-Прил.:с.186. - ISBN 9785160052465
2. **Метрология, стандартизация и сертификация** : Учебник для вузов / Авдеев Борис Яковлевич [и др.]; Под ред. В.В.Алексеева. - 2-е изд.,стер. - М. : Академия, 2008. - 384с. : ил. - (Высшее профессиональное образование: Приборостроение). - Список лит.:с.374. - студенты. - ISBN 978-5-769-55052-2.
3. Основы метрологии, стандартизации и сертификации: Учебное пособие / Н.Д. Дубовой, Е.М. Портнов. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 256 с.: (Профессиональное образование). (Знаниум)
4. **Причард Э.** Контроль качества в аналитической химии / Причард Э., Барвик В.; Пер.с англ. И.В.Болдырева. - СПб.: Профессия, 2012. - 320с. - Лит.-Прил.:с.287. - ISBN 978-5-91884-023-8.
5. **Доерфель К.** Статистика в аналитической химии / Доерфель К.; Пер.с нем. И.С.Шаплыгина; Под ред. В.В.Налимова. - М.: Мир, 1969. - 248с.: ил. - Лит. [подробнее]
6. Государственные стандарты и аттестованные методики химического анализа, имеющиеся в университета «Дубна» (приложение 1)

### **Периодические издания**

- Вестник Московского университета. Серия 2, Химия : научный журнал / учредитель: Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова, фак-т химии. - М. : МГУ. - Журнал, основан в ноябре 1946 года. - Выходит отдельной серией с 1960 года - Доступ к архиву статей с 1998 г. на сайте журнала: <http://www.chem.msu.ru/rus/vmgu/>
- Геохимия / учредитель: РАН, отделение геологии, геофизики, геохимии и горных наук РАН [и др.]. - М. : МАИК НАУКА. - Журнал, основан в январе 1956 года академиком А.П. Виноградовым. - Содержание выпусков и аннотации статей на английском языке с 1996 г. на сайте издательства: <http://www.maik.rssi.ru/cgi-perl/search.pl?lang=rus>
- Журнал аналитической химии / учредитель: РАН, отделение физикохимии и технологии неорганических материалов и Институт геохимии и аналитической химии. - М. : МАИК Наука. - Журнал, основан в 1946 году. - Содержание выпусков с 1999 г. на сайте журнала: <http://www.zhakh.ru/Lists/Content/view.aspx>
- Журнал неорганической химии / учредитель: РАН, отд-ние физикохимии и технологии неорганических материалов. - М. : МАИК НАУКА. - Журнал, основан в январе 1956 года. - Содержание выпусков и аннотации статей с 1996 г. на английском языке на сайте издательства: <http://www.maik.rssi.ru/cgi-perl/search.pl?lang=rus>
- Заводская Лаборатория. Издательство "Тест-эл" (доступ через Elibrary.ru.)- — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Электрофоретические и хроматографические процессы Воронежский государственный университет (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Аналитика и контроль (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

- Успехи химии. Издательство Журнала "Успехи химии" Известия Академии наук. Серия химическая. Издательство журнала "Известия Академии наук. Серия химическая" (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Научный вестник Новосибирского государственного технического университета Новосибирский государственный технический университет (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Сборник научных трудов Новосибирского государственного технического университета Федеральная информационная система: «Единое окно доступа к информационным ресурсам»: <http://window.edu.ru/>
- Естественные науки. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Астраханский государственный университет" (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Башкирский химический журнал ООО "Научно-исследовательский институт истории науки и техники" (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология Иркутский национальный исследовательский технический университет (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация Воронежский государственный университет (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

- **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

***Электронно-библиотечные системы и базы данных***

- Университетская библиотека онлайн – [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru) - Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- ZNANIUM – [www.znanium.com](http://www.znanium.com) -- Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- БД российских журналов East View : <http://dlib.eastview.com> - Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Электронная библиотека диссертаций (ЭБД) РГБ: <http://diss.rsl.ru/> - Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Реферативная и библиографическая БД Web of Science, JCR компании Thomson Reuters: <http://webofknowledge.com> Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Реферативная и библиографическая БД SCOPUS: <http://www.scopus.com/home.url> Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Elibrary.ru. Научная электронная библиотека (РУНЭБ) Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

***Научные поисковые системы***

- SCIENCE INDEX на основе данных РИНЦ [http://elibrary.ru/project\\_risc.asp](http://elibrary.ru/project_risc.asp) Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Scopus <http://www.scopus.com/home.url> Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Web of Science <http://webofknowledge.com> Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Научная электронная библиотека РФФИ <http://www.elibrary.ru> Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

***Профессиональные ресурсы сети «Интернет»***

<http://window.edu.ru/> - Федеральная информационная система: «Единое окно доступа к информационным ресурсам»

<http://www.rsl.ru> РГБ Российская государственная библиотека

<http://ben.irex.ru> БЕН Библиотека естественных наук

<http://www.gpntb.ru> ГПНТБ Государственная публичная научно-техническая библиотека

<http://ban.pu.ru> БАН Библиотека Академии наук

<http://www.nlr.ru> РНБ Российская национальная библиотека

<http://www.elibrary.ru> Научная электронная библиотека РФФИ

<http://www.chem.msu.ru> Электронная библиотека на сервере химфака МГУ

<http://www.lib.msu.ru> Библиотека МГУ

<http://www.kge.msu.ru> Библиотеки химической литературы

<http://www.lib.asu.ru> Электронная библиотека зарубежных изданий

<http://www.chem.asu.ru> Электронная библиотека/неорганическая химия

<http://www.chem.port.ru/>

<http://www.ars.org/portalchemistry/>

<http://lib.uni-dubna.ru/biblweb/> Библиотека университета «Дубна»

***Интернет-ресурсы:***

1. Библиотека Гумер-Наука. Метрология, стандартизация, сертификация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.gumer.info/bibliotek\\_Buks/Science/metr/01.php](http://www.gumer.info/bibliotek_Buks/Science/metr/01.php), свободный. – Загл. с экрана.
2. Лекции по метрологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.studfiles.ru/dir/cat34/subj197/file10912/view102606.html>, свободный. – Загл. с экрана.
3. <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/analyt/garmasch.pdf>
4. <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2600.html>

- **Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости)**

В ходе изучения курса предусмотрено использование компьютера для выполнения статистических и иных расчетов с применением программных пакетов Excel, Statistica

Для самостоятельной работы используются классы с доступом к ресурсу Интернет.

- **Описание материально-технической базы**

Лекционная аудитория с компьютером и видеопроектором.

Лабораторные работы проводятся в специально оборудованном химическом практикуме.

Приборы:

- Весы электронные Ohaus Adventure
- Весы электронные Acculab ALC
- Весы аналитические AW Shimadzu
- иономер «Эксперт-001»
- Спектрофотометр ЮНИКО-2800
- Спектрофотометр ЮНИКО-2100

## **11. Язык преподавания – русский язык**