

МИНОБНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОПОП

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой фундаментальной
и прикладной химии

_____ А.Г. Тырков

_____ Л.А. Джигола

«04» апреля 2024 г.

«04» апреля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Математическая обработка результатов химического эксперимента»

Составители

Очередко Ю.А., доцент, к.т.н.,
доцент кафедры ХМ

Согласовано с работодателями:

Ежова И.Н., генеральный директор
ООО НПП «Вулкан»;

Орлова О.В., главный технолог
ФГУ «Центр лабораторного анализа и технических
измерений по Астраханской области
04.03.01 Химия

Направление подготовки

Направленность (профиль) ОПОП

Химия окружающей среды, химическая
экспертиза и экологическая безопасность
бакалавр

Квалификация (степень)

Форма обучения

очная

Год приема

2024

Курс

2

Семестр

3

Астрахань – 2024

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целями освоения дисциплины «Математическая обработка результатов химического эксперимента» являются: освоить методы математической обработки результатов химического эксперимента.

1.2. Задачи освоения дисциплины: ознакомление с методами и принципами планирования эксперимента.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Учебная дисциплина «Математическая обработка результатов химического эксперимента» относится части, формируемой участниками образовательных отношений, и осваивается в 3 семестре.

Дисциплина встраивается в структуру ОПОП как с точки зрения преемственности содержания, так и с точки зрения непрерывности процесса формирования компетенций выпускника. Учебный курс логически связан с математикой. Следовательно, «входные» знания и умения обучающегося связаны со знанием теоретических основ вышеобозначенных учебных дисциплин.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие знания, умения, навыки, формируемые предшествующими учебными дисциплинами:

-Математика

Знания: основных фундаментальных разделов математики.

Умения: применять полученные знания для анализа основных задач.

Навыки: владения методами отбора материала для теоретических и практическо-семинарских занятий.

2.3. Последующие учебные дисциплины и практики, для которых необходимы знания, умения, навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

- Физическая химия

- Аналитическая химия

- Аналитическая химия объектов окружающей среды

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

в) профессиональных (ПК):

ПК-4 «Способность обрабатывать результаты работ химической направленности с использованием стандартных методов и методик»

Таблица 1. Декомпозиция результатов обучения

Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)		
		Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
ПК-4	ПК-4.1 Обрабатывает полученные результаты	метрологические основы регистрации и обработки	использовать метрологические методы и приемы для	основами теории вероятности и математической статистики для

Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)		
		Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
	исследований с использованием стандартных методов (методик)	результатов химических экспериментов	регистрации и обработки результатов научных экспериментов	обработки результатов научных экспериментов
	ПК-4.3 Обработывает и представляет результаты лабораторных испытаний в соответствии с действующими технологическими регламентами	стандартные методы обработки полученных результатов исследований	применять при обработке данных стандартное и оригинальное программное обеспечение	навыками представления результатов лабораторных испытаний в соответствии с действующими технологическими регламентами

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины в соответствии с учебным планом составляет 3 зачетные единицы (108 часов).

Трудоемкость отдельных видов учебной работы студентов очной формы обучения приведена в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Трудоемкость отдельных видов учебной работы по формам обучения

Вид учебной и внеучебной работы	для очной формы обучения
Объем дисциплины в зачетных единицах	3
Объем дисциплины в академических часах	108
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе (час.):	55,25
- занятия лекционного типа, в том числе:	18
- практическая подготовка (если предусмотрена)	-
- занятия семинарского типа (семинары, практические, лабораторные), в том числе:	36
- практическая подготовка (если предусмотрена)	-
- консультация (предэкзаменационная)	1
- промежуточная аттестация по дисциплине	0,25
Самостоятельная работа обучающихся (час.)	52,75
Форма промежуточной аттестации обучающегося (зачет/экзамен), семестр (ы)	экзамен – 3 семестр

Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий и самостоятельной работы, для каждой формы обучения представлено в таблице 2.2.

Таблица 2.2. Структура и содержание дисциплины (модуля)

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Контактная работа, час.							СР, час.	Итого часов	Форма текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации [по семестрам]
	Л		ПЗ		ЛР		КР / КП			
	Л	В т.ч. ПП	ПЗ	В т.ч. ПП	ЛР	В т.ч. ПП				
Семестр 3.										
Тема 1. Цель и задачи обработки результатов химического эксперимента.	2		4					6	12	Круглый стол Собеседование
Тема 2. Метрологические основы химического анализа	2		4					6	12	Собеседование
Тема 3. Измерения в химии. Характеристика средств измерений.	2		4					8	14	Собеседование Контрольная работа 1
Тема 4. Ошибки количественного анализа.	2		4					6	12	Круглый стол Собеседование
Тема 5. Обработка результатов анализа методами математической статистики.	4		8					8	20	Собеседование
Тема 6. Проверка нормальности распределения результатов химического анализа.	2		4					6,75	12,75	Собеседование Контрольная работа 2
Тема 7. Линейный метод наименьших квадратов.	2		4					6	12	Собеседование
Тема 8. Линейная корреляция и коэффициент корреляции. Предел обнаружения.	2		4					6	12	Собеседование
Консультации	1									
Контроль промежуточной аттестации	0,25									Экзамен
ИТОГО за семестр:	18		36					52,75	108	

Примечание: Л – лекция; ПЗ – практическое занятие, семинар; ЛР – лабораторная работа; ПП – практическая подготовка; КР / КП – курсовая работа / курсовой проект; СР – самостоятельная работа

Таблица 3. Матрица соотнесения разделов, тем учебной дисциплины и формируемых компетенций

Раздел, тема дисциплины	Кол-во часов	Код компетенции	Общее количество компетенций
		ПК-4	
Тема 1. Цель и задачи обработки результатов химического эксперимента.	12	+	1
Тема 2. Метрологические основы химического анализа	12	+	1
Тема 3. Измерения в химии. Характеристика средств измерений.	14	+	1
Тема 4. Ошибки количественного анализа.	12	+	1
Тема 5. Обработка результатов анализа методами математической статистики.	20	+	1
Тема 6. Проверка нормальности распределения результатов химического анализа.	12,75	+	1
Тема 7. Линейный метод наименьших квадратов.	12	+	1
Тема 8. Линейная корреляция и коэффициент корреляции. Предел обнаружения.	12	+	1
Итого	106,75		1

Краткое содержание учебной дисциплины

Тема 1. Цель и задачи обработки результатов химического эксперимента.

Результаты химического эксперимента. Математическая обработка результатов химического эксперимента. Цель и задачи математической обработки результатов.

Тема 2. Метрологические основы химического анализа.

Метрология как основа хеометрики. Основные понятия метрологии.

Тема 3. Измерения в химии. Характеристика средств измерений.

Измерения в химии. Ошибки измерений. Класс точности средств измерений. Характеристика средств измерений.

Тема 4. Ошибки количественного анализа.

Правильность и воспроизводимость результатов количественного анализа. Классификация ошибок количественного анализа. Значащие цифры и правила округления.

Тема 5. Обработка результатов анализа методами математической статистики.

Грубые промахи. Расчет метрологических параметров. Представление результатов количественного анализа.

Тема 6. Проверка нормальности распределения результатов химического анализа.

Сравнение методов анализа по воспроизводимости. Метрологическая характеристика методов анализа по правильности. Оценка допустимого расхождения результатов параллельных определений.

Тема 7. Линейный метод наименьших квадратов.

Метод наименьших квадратов. Независимая переменная. Угловой коэффициент. Свободный член. Отклонение.

Тема 8. Линейная корреляция и коэффициент корреляции. Предел обнаружения.

Корреляция. Корреляционная связь. Коэффициент корреляции. Предел обнаружения. Стандартное отклонение фонового сигнала.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Указания для преподавателей по организации и проведению учебных занятий по дисциплине

Преподаватель должен активно непосредственно участвовать в учебном процессе и проводить подготовку к нему. Необходимость постоянной подготовки к семинарским и практическим занятиям обусловлена потребностью отражать современные подходы, взгляды, данные по темам и разделам. Проводя подготовку к учебному процессу необходимо изучать современные методические рекомендации, результаты научных исследований, новые технологии и т.д. При реализации различных видов учебной работы преподаватель должен использовать образовательные технологии: создание интерактивных презентаций, обучающие компьютерные программы, технологии развития мышления (эффективная лекция, таблицы, работа в группах и т.д.)

В ходе подготовки лекции преподаватель должен разрабатывать план лекции, в котором должен определить те основные материалы, которые слушатели должны понять и записать. Содержание лекции должно быть организованным и четким, что делает усвоение материала доступным. Содержание лекции должно отвечать следующим требованиям: изложение материала от простого к сложному; от известного к неизвестному; логичность, четкость и ясность в изложении материала; возможность проблемного изложения; дискуссии и диалога в конце лекции с целью активизации деятельности слушателей; опора смысловой части лекции на подлинные факты, события, явления, статистические данные; тесная связь теоретических положений и выводов с практикой и профессиональной деятельностью. В ходе лекционного занятия преподаватель должен четко озвучить тему, представить план, кратко изложить цель, учебные вопросы. Раскрывая содержание учебных вопросов, акцентировать внимание на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Следует также раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. При изложении лекционного материала следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам, приводя примеры, раскрывать положительный отечественный и зарубежный опыт. По ходу изложения, возможно, задавать риторические вопросы и самому давать на них ответ. Преподаватель в целом не должен отвлекаться от излагаемого материала лекции. Преподаватель должен руководить работой слушателей по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы. Используемый во время лекции наглядный материал – слайды, таблицы, схемы, иллюстрации помогает вести конспекты и улучшает темп предложения материала лекций. В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Для закрепления материала, подготовки к семинарским и практическим занятиям и выполнения самостоятельной работы необходимо рекомендовать литературу, основную и дополнительную, в том числе учебно-методические материалы, а также электронные источники (интернет-ресурсы).

Во время практических и семинарских занятий используются словесные методы обучения, как беседа и дискуссия, что позволяет вовлекать в учебный процесс всех слушателей и стимулирует творческий потенциал обучающихся. Преподавателю необходимо иметь для проведения практических и семинарских занятий наглядные пособия – наборы таблиц по теме занятия, схемы и др. При подготовке к практическим и семинарским занятиям преподавателю необходимо знать план его проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, познакомиться с новыми публикациями по теме. В начале занятия преподаватель должен раскрыть теоретическую и практическую значимость темы занятия, определить порядок

его проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. В ходе занятия следует дать возможность выступить всем желающим и предложить выступить тем слушателям, которые проявляют пассивность. Целесообразно в ходе обсуждения учебных вопросов задавать выступающим и аудитории дополнительные и уточняющие вопросы с целью выяснения их позиций по существу обсуждаемых проблем, а также поощрять выступление с места в виде кратких дополнений. В заключительной части практического занятия следует подвести итог: дать объективную оценку выступления слушателя и учебной группы в целом, раскрыть положительные стороны и недостатки проведения занятия, ответить на вопросы, назвать тему очередного занятия и дать необходимые задания.

5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины

Самостоятельная работа обучающихся по подготовке к практическим (семинарским) занятиям проводится с использованием учебно-методической литературы и интернет-ресурсов. В случае возникновения вопросов они могут быть заданы преподавателю на индивидуальной консультации или по электронной почте.

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

1. Отто, М. Современные методы аналитической химии. (в 2-х томах) . Т. 2 / Перев. с нем. под ред. А.В. Гармаша. - М. : Техносфера, 2004. - 288 с.

2. Метрология. Аналитические измерения в пищевой и перерабатывающей промышленности [Электронный ресурс]: учебник для вузов / А.А. Бегунов - СПб. : ГИОРД, 2014. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785988791713.html>

3. Введение в аналитическую химию [Электронный ресурс] / Ю.А. Золотов - М. : Лаборатория знаний, 2016. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785932082157.html>

Таблица 4. Содержание самостоятельной работы обучающихся

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Формы работы
<i>Тема 1. Цель и задачи обработки результатов химического эксперимента.</i> Результаты химического эксперимента. Математическая обработка результатов химического эксперимента. Цель и задачи математической обработки результатов.	6	Индивидуальная работа
<i>Тема 2. Метрологические основы химического анализа.</i> Метрология как основа хеометрики. Основные понятия метрологии.	6	Индивидуальная работа
<i>Тема 3. Измерения в химии. Характеристика средств измерений.</i> Измерения в химии. Ошибки измерений. Класс точности средств измерений. Характеристика средств измерений.	8	Индивидуальная работа
<i>Тема 4. Ошибки количественного анализа.</i> Правильность и воспроизводимость результатов количественного анализа. Классификация ошибок количественного анализа. Значащие цифры и правила округления.	6	Индивидуальная работа
<i>Тема 5. Обработка результатов анализа методами математической статистики.</i> Грубые промахи. Расчет метрологических параметров. Представление результатов количественного анализа.	8	Индивидуальная работа
<i>Тема 6. Проверка нормальности распределения результатов</i>	6,75	Индивидуальная

химического анализа. Сравнение методов анализа по воспроизводимости. Метрологическая характеристика методов анализа по правильности. Оценка допустимого расхождения результатов параллельных определений.		работа
Тема 7. Линейный метод наименьших квадратов. Метод наименьших квадратов. Независимая переменная. Угловой коэффициент. Свободный член. Отклонение.	6	Индивидуальная работа
Тема 8. Линейная корреляция и коэффициент корреляции. Предел обнаружения. Корреляция. Корреляционная связь. Коэффициент корреляции. Предел обнаружения. Стандартное отклонение фонового сигнала.	6	Индивидуальная работа

5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины, выполняемые обучающимися самостоятельно

По каждой теме, изученной обучающимися самостоятельно, должен быть написан конспект. Конспект должен быть выполнен в ученической тетради в клетку (строчки «через клеточку») «от руки». На титульном листе должны быть разборчиво написаны фамилия, имя, отчество, факультет, курс, группа, тема. Конспект должен отражать основные понятия, формулы, постулаты. В конце работы ставится число и подпись.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентностного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития требуемых компетенций обучающихся.

При реализации различных видов учебной работы по дисциплине могут использоваться электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

6.1. Образовательные технологии

Таблица 5. Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий

Раздел, тема дисциплины	Форма учебного занятия		
	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа
Тема 1. Цель и задачи обработки результатов химического эксперимента.	Обзорная лекция	Фронтальный опрос, групповые дискуссии	Не предусмотрено
Тема 2. Метрологические основы химического анализа	Обзорная лекция Лекция-диалог	Фронтальный опрос, групповые дискуссии	Не предусмотрено
Тема 3. Измерения в химии. Характеристика средств измерений.	Обзорная лекция Лекция-диалог	Выполнение практических заданий	Не предусмотрено
Тема 4. Ошибки количественного анализа.	Лекция-диалог	Фронтальный опрос, выполнение практических заданий, групповые дискуссии	Не предусмотрено
Тема 5. Обработка результатов	Обзорная лекция	Фронтальный опрос,	Не

анализа методами математической статистики.		групповые дискуссии, выполнение практических заданий,	предусмотрено
Тема 6. Проверка нормальности распределения результатов химического анализа.	Обзорная лекция Лекция-диалог	Фронтальный опрос, выполнение практических заданий, групповые дискуссии	Не предусмотрено
Тема 7. Линейный метод наименьших квадратов.	Обзорная лекция Лекция-диалог	Выполнение практических заданий	Не предусмотрено
Тема 8. Линейная корреляция и коэффициент корреляции. Предел обнаружения.	Лекция-диалог	Фронтальный опрос, групповые дискуссии	Не предусмотрено

Учебные занятия по дисциплине могут проводиться с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) интерактивном взаимодействии обучающихся и преподавателя в режимах *on-line* и/или *off-line* в формах: видеолекций, лекций-презентаций, видеоконференций, собеседования в режиме чата, выполнения виртуальных лабораторных работ и др.

6.2. Информационные технологии

Информационные технологии, используемые при реализации различных видов учебной и внеучебной работы:

- использование возможностей интернета в учебном процессе (использование сайта преподавателя (рассылка заданий, предоставление выполненных работ, ответы на вопросы, ознакомление обучающихся с оценками и т. д.));
- использование электронных учебников и различных сайтов (например, электронных библиотек, журналов и т. д.) как источников информации;
- использование возможностей электронной почты преподавателя;
- использование средств представления учебной информации (электронных учебных пособий и практикумов, применение новых технологий для проведения очных (традиционных) лекций и семинаров с использованием презентаций и т. д.);
- использование виртуальной обучающей среды (LMS Moodle «Электронное образование») или иных информационных систем, сервисов и мессенджеров.

6.3. Программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

6.3.1. Программное обеспечение

1. Microsoft Office 2013;
2. Microsoft Windows 7 Professional;
3. Платформа дистанционного обучения *LMS Moodle* (виртуальная обучающая среда).

6.3.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. <https://library.asu.edu.ru/catalog/> (Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем»)

2. <https://journal.asu.edu.ru/> (Электронный каталог «Научные журналы АГУ»)

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине «Математическая обработка результатов химического эксперимента» проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

Таблица 6. Соответствие разделов, тем дисциплины, результатов обучения по дисциплине и оценочных средств

Контролируемый раздел, тема дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
Цель и задачи обработки результатов химического эксперимента.	ПК-4	Собеседование
Метрологические основы химического анализа	ПК-4	Собеседование
Измерения в химии. Характеристика средств измерений.	ПК-4	Практическое задание
Ошибки количественного анализа.	ПК-4	Собеседование Практическое задание
Обработка результатов анализа методами математической статистики.	ПК-4	Собеседование Практическое задание
Проверка нормальности распределения результатов химического анализа.	ПК-4	Собеседование Практическое задание Контрольная работа 1
Линейный метод наименьших квадратов.	ПК-4	Практическое задание
Линейная корреляция и коэффициент корреляции. Предел обнаружения.	ПК-4	Собеседование Практическое задание Контрольная работа 2

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Таблица 7. Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументированно отвечать на вопросы, приводить примеры
4 «хорошо»	демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные

	ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении, затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры

Таблица 8. Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы
4 «хорошо»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки, выполняет задание при подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	не способен правильно выполнить задание

7.3. Контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине

Тема 1. Цель и задачи обработки результатов химического эксперимента.

1. Вопросы для собеседования

- 1) Каковы основные направления использования математической обработки результатов химического эксперимента?
- 2) Для чего необходимо проводить математическую обработку результатов химического эксперимента?
- 3) Какова цель математической обработки результатов химического эксперимента?
- 4) Назовите задачи математической обработки результатов химического эксперимента?

Тема 2. Метрологические основы химического анализа

1. Вопросы для собеседования

- 1) Дайте определение метрологии. Какие она имеет цели и задачи?
- 2) Назовите значения теоретической, законодательной и прикладной метрологии.
- 3) В чем отличие между статическими и динамическими измерениями?
- 4) В чем отличие между прямыми и косвенными измерениями?
- 5) В чем отличие методов непосредственной оценки и сравнения с мерой?
- 6) Как определить диапазон измерений средства измерения?
- 7) Какие существуют погрешности измерения?
- 8) Что такое поверка, калибровка?

Тема 3. Измерения в химии. Характеристика средств измерений.

1. Практическое задание «Характеристика средств измерений»

Охарактеризуйте (укажите: средство измерений, физическая величина, единица физической величины, вид единицы, вид измерения по времени, метод измерения) средства измерения, используемые в предлагаемой методике анализа.

1) ГОСТ 1437-75 «НЕФТЕПРОДУКТЫ ТЕМНЫЕ. УСКОРЕННЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СЕРЫ»

3.1. Анализируемый нефтепродукт взвешивают с погрешностью не более 0,0002 г в фарфоровой лодочке, на дно которой помещено небольшое количество шамота. Навеску равномерно распределяют по всей лодочке.

3.2. Массу нефтепродукта в лодочке засыпают предварительно просеянным и прокаленным шамотом (массу кокса шамотом не засыпают) и помещают в кварцевую трубку перед входом в печь. Трубку быстро закрывают пробкой и пропускают через систему воздух со скоростью около 0,5 дм³/мин, измеряя скорость подачи воздуха с помощью реометра или другого измеряющего устройства.

Сжигание нефтепродукта проводят при 900 - 950 °С в течение 30 - 40 мин, а для летучих продуктов (нефтей) и продуктов, содержащих 50 % и более ароматических соединений, в течение 50 - 60 мин, постепенно передвигая трубку с лодочкой вдоль печи, не давая продукту воспламениться. После этого трубку с лодочкой помещают в центральную, наиболее раскаленную часть печи, где ее прокаливают еще в течение 15 мин.

3.3. По окончании сжигания трубку с лодочкой постепенно в течение 10 - 15 мин отодвигают в обратном направлении, отсоединяют приемник от трубки и промывают кварцевое колено 25 дм³ дистиллированной воды, сливая ее в приемник. Содержимое приемника титруют 0,02 моль/дм³ (0,02 н.) раствором гидроокиси натрия в присутствии 8 капель смешанного индикатора до перехода фиолетовой окраски раствора в ярко-зеленую.

2) ГОСТ 2070-82 «НЕФТЕПРОДУКТЫ СВЕТЛЫЕ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЙОДНЫХ ЧИСЕЛ И СОДЕРЖАНИЯ НЕПРЕДЕЛЬНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ»

1.3. Проведение испытания

1.3.1. Взвешивают в стаканчиках необходимое количество нефтепродукта с погрешностью не более 0,0004 г в зависимости от предполагаемого йодного числа.

1.3.2. Наливают в коническую колбу вместимостью 500 см³ с притертой пробкой 15 см³ этилового спирта и опускают туда стаканчик с нефтепродуктом, слегка приоткрывая крышку стаканчика. Из бюретки добавляют 25 см³ спиртового раствора йода, плотно закрывают колбу пробкой, предварительно смоченной раствором йодистого калия, осторожно встряхивают колбу. Прибавляют 150 см³ дистиллированной воды, быстро закрывают колбу пробкой, содержимое колбы встряхивают в течение 5 мин и оставляют в темноте еще на 5 мин. Обмывают пробку и стенки колбы небольшим количеством дистиллированной воды. Добавляют 20 - 25 см³ раствора йодистого калия и титруют раствором тиосульфата натрия. Когда жидкость в колбе примет светло-желтый цвет, прибавляют от 1 до 2 см³ раствора крахмала и продолжают титровать до исчезновения синевато-фиолетового окрашивания.

1.3.3. Для вычисления йодного числа проводят контрольный опыт но без нефтепродукта.

3) ГОСТ 5985-79 «НЕФТЕПРОДУКТЫ. МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ КИСЛОТНОСТИ И КИСЛОТНОГО ЧИСЛА»

3. Проведение испытания

3.1. Для испытания светлых нефтепродуктов отбирают от 50 до 100 см³ пробы.

При испытании пластичных смазок в коническую колбу вместимостью 250 см³ помещают 5 - 8 г испытуемого продукта, взвешенного с погрешностью не более 0,01 г.

3.2. В другую коническую колбу наливают 50 см³ 85 %-ного этилового спирта и кипятят с обратным холодильником водяным или воздушным в течение 5 мин. В прокипяченный спирт добавляют 8 - 10 капель (0,25 см³) индикатора нитрозинового желтого и нейтрализуют в горячем состоянии при непрерывном перемешивании 0,05 н. спиртовым раствором гидроокиси калия до первого изменения желтой окраски в зеленую.

3.3. Определение кислотности

В колбу с нейтрализованным горячим спиртом приливают испытуемую пробу и кипятят в течение 5 мин (точно) с обратным холодильником при постоянном перемешивании.

Если содержимое колбы после кипячения все еще сохраняет зеленую окраску, испытание прекращают и считают, что кислотность испытуемой пробы отсутствует.

В случае изменения окраски смесь в горячем состоянии титруют спиртовым раствором гидроокиси калия при непрерывном интенсивном перемешивании до изменения желтой (или желтой с оттенками) окраски спиртового слоя или смеси в зеленую (или зеленую с оттенками). Окраска должна быть устойчивой без перемешивания в течение 30 с.

Титрование проводят в горячем состоянии быстро во избежание влияния углекислого газа, содержащегося в воздухе.

3.4. Определение кислотного числа

В коническую колбу помещают пробу испытуемого продукта. Добавляют при взбалтывании не менее 40 см³ щелочного голубого до полного растворения пробы. Затем содержимое колбы титруют при легком взбалтывании спиртовым раствором гидроокиси калия до изменения голубой окраски на красную или голубого оттенка на красный.

Параллельно проводят контрольный опыт без испытуемой пробы, применяя то же количество раствора щелочного голубого.

В случае плохого растворения пробы содержимое колбы кипятят с обратным холодильником в течение 5 мин при постоянном перемешивании.

При испытании смазки продолжительность кипячения увеличивают на 5 мин после полного ее растворения.

4) ГОСТ 6370-83 «НЕФТЬ, НЕФТЕПРОДУКТЫ И ПРИСАДКИ. МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ»

2. Подготовка к испытанию

2.3. Бумажный или стеклянный фильтр промывают тем же растворителем, который применяют при испытании.

Бумажный фильтр помещают в чистый сухой стаканчик для взвешивания.

Стаканчик с фильтром с открытой крышкой или стеклянный фильтр сушат в сушильном шкафу при температуре $(105 \pm 2)^\circ\text{C}$ в течение 45 мин, после чего стаканчик закрывают крышкой. Стеклянный фильтр или стаканчик с фильтром охлаждают в эксикаторе в течение 30 мин и взвешивают с погрешностью не более 0,0002 г.

Стаканчик с фильтром или стеклянный фильтр высушивают и взвешивают до получения расхождения между двумя последовательными взвешиваниями не более 0,0004 г. Повторные высушивания фильтра производят в течение 30 мин.

3. Проведение испытания

3.1. В стакан помещают подготовленную пробу испытуемого продукта и разбавляют подогретым растворителем (бензином, толуолом).

Содержимое стакана фильтруют через подготовленный бумажный фильтр, помещенный в стеклянную воронку или стеклянный фильтр, укрепленный в штативе.

Остатки нефтепродукта или твердые примеси, приставшие к стенкам стакана, снимают стеклянной палочкой и смывают на фильтр горячим чистым бензином (толуолом), нагретым до 40°C (80°C).

3.5. После фильтрации фильтр с осадком при помощи промывалки с резиновой грушей промывают подогретым до 40°C бензином до тех пор, пока на фильтре не будет следов нефтепродукта и растворитель не будет стекать совершенно прозрачным и бесцветным.

3.7. По окончании промывки фильтр с осадком переносят в стаканчик для взвешивания с открытой крышкой, в котором сушился чистый фильтр. Стаканчик с фильтром с открытой крышкой или стеклянный фильтр сушат в сушильном шкафу при температуре $(105 \pm 2)^\circ\text{C}$ не менее 45 мин. Затем стаканчик закрывают крышкой, стаканчик с фильтром или стеклянный фильтр охлаждают в эксикаторе в течение 30 мин и взвешивают, с погрешностью не более 0,0002 г.

Стаканчик с фильтром или стеклянный фильтр высушивают и взвешивают до получения расхождения между двумя последовательными взвешиваниями не более 0,0004 г. Повторные высушивания фильтра так же, как и последующие охлаждения, проводят в течение 30 мин.

5) ГОСТ 1567-97 (ИСО 6246-95) «НЕФТЕПРОДУКТЫ. БЕНЗИНЫ АВТОМОБИЛЬНЫЕ И ТОПЛИВА АВИАЦИОННЫЕ. МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СМОЛ ВЫПАРИВАНИЕМ СТРУЕЙ»

Собирают аппарат, как указано на рисунке (Рисунок - Аппарат для определения содержания смол выпариванием струей: 1 - фильтр из хлопчатобумажной или стеклянной ваты; 2 - гнездо для термометра (произвольное); 3 - термометры; 4 - съемный держатель (адаптер); 5 - медный экран 500 - 600 мкм; 6 - терморегулятор; 7 - баня (цельнометаллический блок); 8 - расходомер; 9 - стакан; 10 - пароперегреватель; 11 - пароулавливатель). При комнатной температуре регулируют поток воздуха так, чтобы получить из одного выпускного отверстия скорость потока 600 см³/с при постоянном местоположении конического держателя.

Регулируют скорость потока в каждом выпускном отверстии 510 - 690 см³/с, отмечают общую скорость потока, указанную расходомером.

10 Проведение испытания

10.1 Лабораторные стаканы, включая стакан для контрольного опыта, промывают растворителем до тех пор, пока не удалят все смолы.

Стаканы взвешивают с погрешностью не более 0,1 мг относительно контрольного стакана.

10.5 В каждый из стаканов помещают по 50 или 25 см³ топлива, за исключением стакана для контрольного опыта, для каждого топлива используют один стакан.

10.6 По окончании нагревания стаканы вынимают из бани и переносят для охлаждения в емкость, которую помещают около весов, и охлаждают не менее 2 ч. Стаканы взвешивают.

10.7 Стаканы, содержащие нерастворимую в гептане порцию смол, отделяют. Остальные стаканы промывают для повторного использования.

10.8 В каждый из стаканов и контрольный стакан добавляют 25 см³ гептана и встряхивают в течение 30 с. Смесь выдерживают 10 мин.

10.9 Раствор гептана сливают и отбрасывают, предотвратив потери любого твердого остатка.

10.10 Повторяют экстрагирование, добавляя повторно 25 см³ гептана. Экстрагирование проводят третий раз, если экстракт окрашен.

10.11 Стаканы, включая стакан для контрольного опыта, помещают в баню для выпаривания, температура которой 160 - 165 °С, и, не устанавливая конических держателей, сушат их в течение 5 мин.

10.12 По окончании сушки стаканы удаляют из бани и помещают в емкость для охлаждения, стоящую около весов; охлаждают не менее 2 ч. Взвешивают и записывают массу стаканов.

Тема 4. Ошибки количественного анализа.

1. Вопросы для собеседования

- 1) Каковы источники ошибок количественного анализа?
- 2) Приведите классификацию ошибок анализа.
- 3) Охарактеризуйте систематическую ошибку анализа.
- 4) Охарактеризуйте случайную ошибку анализа.
- 5) Чем обусловлены грубые ошибки анализа?
- 6) Какие цифры называют значащими при обработке результатов анализа?

2. Практическое задание «Правила округления»

- 1) Укажите, сколько значащих цифр содержат числа, записанные в приведенной ниже форме. Укажите нули, являющиеся значащими. 0,216; 90,7; 800,0; 0,0670.
- 2) Приведите результаты вычисления молярной массы HNO_3 по значениям относительных атомных масс, представив только значащие цифры, и укажите, какой из участников арифметических действий лимитирует точность результата.
- 3) Приведите результат вычисления молярной концентрации раствора HNO_3 , имеющего плотность $\rho = 1,413 \text{ кг/дм}^3$, если массовая доля раствора в процентах составляет $\omega = 70 \%$, с наибольшим возможным числом значащих цифр и укажите, какой из участников арифметических действий лимитирует точность результата.
- 4) Чему равно значение pH для раствора $1,9 \cdot 10^{-2} \text{ М}$ раствора HNO_3 ?
- 5) Чему равна концентрация H^+ для раствора с pH 4,75?

Тема 5. Обработка результатов анализа методами математической статистики.

1. Вопросы для собеседования

- 1) Дайте определения следующим понятиям: варианта, стандартное отклонение.
- 2) Дайте определения следующим понятиям: дисперсия, выборка.
- 3) Дайте определения следующим понятиям: полуширина доверительного интервала, воспроизводимость.
- 4) Дайте определения следующим понятиям: правильность, доверительный интервал.
- 5) Приведите классификацию ошибок анализа.
- 6) Для чего и как проводится исключение грубых промахов?

2. Практическое задание «Статистическая обработка результатов анализа»

- 1) Пусть содержание определяемого компонента в анализируемом образце, найденное в пяти параллельных единичных определениях, оказалось равным, %: 3,01; 3,04; 3,08; 3,16 и 3,31. Проведите статистическую обработку результатов анализа (оцените их воспроизводимость) при доверительной вероятности $P = 0,95$.
- 2) При анализе лекарственного препарата метазона потенциометрическим методом найдены следующие значения pH этого раствора: 4,50; 4,52; 4,55; 4,60; 4,70; 4,75. Определите доверительный интервал среднего значения pH раствора метазона при доверительной вероятности $P = 0,95$ и относительную ошибку среднего.

Тема 6. Проверка нормальности распределения результатов химического анализа.

1. Вопросы для собеседования

- 1) Как осуществляется сравнение двух методов анализа по воспроизводимости?
- 2) Как проводится оценка допустимого расхождения результатов параллельных определений?
- 3) Для чего используют анализ стандартного образца?

1. Практическое задание «Статистическая обработка результатов анализа»

- 1) Определение содержания основного вещества в жидком лекарственном препарате двумя методами – газожидкостной хроматографией (ГЖХ) и осадительного титрования – дало следующие результаты для массовой доли основного вещества, %:
Метод ГЖХ: 98,20; 98,30; 98,30; 98,40; 98,40; 98,50; 98,50; 98,60; 98,60; 98,70; 98,70.
Метод осадительного титрования: 98,30; 98,40; 98,40; 98,50; 98,50; 98,60; 98,60; 98,70; 98,70; 98,80.
Охарактеризуйте воспроизводимость обоих методов при доверительной вероятности $P = 0,95$. Проведите сравнение двух методов по воспроизводимости и правильности при доверительной вероятности $P = 0,99$. Истинное значение содержания активного вещества в препарате 98,50%.

2) Вещество проанализировали на содержание олова и при трех параллельных определениях нашли массу олова, мг: 0,075; 0,080; 0,085. Оцените сходимость результатов параллельных определений при доверительной вероятности $P=0,95$.

2. Комплект заданий для контрольной работы

Вариант 1.

1. Дайте определения следующим понятиям: правильность, доверительный интервал.
2. Приведите классификацию ошибок анализа.
3. Спектрофотометрическим методом провели контроль качества лекарственной формы – таблеток ацифеина – на содержание в них примеси 4-аминофенола. В пяти параллельных определениях нашли следующее содержание (массовую долю) указанной примеси, %: 0,010; 0,010; 0,020; 0,030; 0,020. Рассчитайте доверительный интервал и относительную ошибку определения среднего результата при доверительной вероятности 0,95.
4. Для оценки правильности методики анализа образец поваренной соли тщательно проанализировали методом неводного потенциометрического титрования и нашли содержание (массовую долю) хлорида натрия в пяти параллельных определениях равным, %: 99,930; 99,910; 99,900; 99,910; 99,920. Истинное содержание основного вещества в поваренной соли равно 99,900%. Охарактеризуйте методику анализа по правильности при доверительной вероятности 0,95.

Вариант 2.

1. Дайте определения следующим понятиям: варианта, стандартное отклонение.
2. Как проводится оценка допустимого расхождения результатов параллельных определений?
3. При контроле качества этилового эфира рефрактометрическим методом получены следующие результаты для показателя преломления при параллельных измерениях: 1,4493; 1,4494; 1,4500; 1,4499; 1,4497. Охарактеризуйте воспроизводимость полученных данных, рассчитав доверительный интервал и относительную ошибку среднего результата при доверительной вероятности 0,95.
4. При контроле качества лекарственного препарата пираретама методом ВЭЖХ содержание основного вещества найдено равным, %: 98,9; 99,4; 99,1; 99,7; 99,5. Истинное значение содержания пираретама в препарате составляет 99,3%. Охарактеризуйте методику анализа по правильности при доверительной вероятности 0,95.

Вариант 3.

1. Дайте определения следующим понятиям: дисперсия, выборка.
2. Для чего и как проводится исключение грубых промахов?
3. С целью контроля качества определили пикнометрическим методом плотность раствора серной кислоты и нашли его плотность в пяти параллельных определениях равной, г/мл: 1,061; 1,058; 1,060; 1,060; 1,059. Рассчитайте доверительный интервал и относительную ошибку определения средней плотности при доверительной вероятности 0,95.
4. Раствор анальгина для инъекций проанализировали с целью оценки правильности методики анализа способом йодиметрического титрования на содержание анальгина и нашли в пяти параллельных определениях массу анальгина в 1 мл раствора, равную, г: 0,500; 0,499; 0,497; 0,502; 0,503. Истинное содержание анальгина в 1 мл раствора равно

0,500 г. Охарактеризуйте методику анализа по правильности при доверительной вероятности 0,95.

Вариант 4.

1. Дайте определения следующим понятиям: полуширина доверительного интервала, воспроизводимость.
2. Как осуществляется сравнение двух методов анализа по воспроизводимости?
3. При определении массовой доли механических примесей в нефти получены следующие результаты в пяти параллельных определениях, %: 0,10; 0,30; 0,10; 0,20; 0,20. Охарактеризуйте воспроизводимость результатов анализа, рассчитав доверительный интервал и относительную ошибку среднего результата анализа при доверительной вероятности 0,95.
4. При контроле качества лекарственного препарата пирасетама содержание посторонних примесей найдено равным, %: 0,45; 0,50; 0,48; 0,52; 0,55. Истинное значение содержания пирасетама в препарате составляет 0,50%. Охарактеризуйте методику анализа по правильности при доверительной вероятности 0,95.

Тема 7. Линейный метод наименьших квадратов.

1. Практическое задание «Градуировочный график по методу наименьших квадратов»

- 1) В растворе определяли массовую концентрацию железа спектрофотометрическим методом, измеряя оптические плотности растворов, окрашенных в результате реакции взаимодействия иона железа с сульфосалициловой кислотой. Для построения градуировочной зависимости были измерены оптические плотности растворов с возрастающими концентрациями железа, обработанных сульфосалициловой кислотой.

C, мг	0,010	0,020	0,030	0,040	0,050
A	0,100	0,210	0,290	0,420	0,530

По полученным данным при помощи метода наименьших квадратов рассчитать параметры наилучшей прямолинейной зависимости и построить градуировочный график.

Тема 8. Линейная корреляция и коэффициент корреляции. Предел обнаружения.

1. Вопросы для собеседования

- 1) Как рассчитывают коэффициент корреляции?
- 2) Что такое предел обнаружения?
- 3) Как вычисляется стандартное отклонение фонового сигнала?
- 4) Какую формулу для расчета предела обнаружения рекомендует использовать Международный союз по теоретической и прикладной химии?

2. Практическое задание «Проверка нормальности распределения результатов химического анализа»

- 1) Группа студентов из 20 человек провела анализ воздуха хроматографическим методом на содержание азота. Для дальнейшего расчета были отобраны 100 результатов.

V, %	m	V, %	m	V, %	m	V, %	m
79,20	1	79,60	2	80,05	5	80,45	3
79,25	1	79,65	3	80,10	5	80,50	3
79,30	1	79,70	3	80,15	6	80,55	2
79,35	1	79,80	7	80,20	4	80,60	2
79,40	2	79,85	5	80,25	4	80,65	3
79,45	2	79,90	4	80,30	5	80,70	1

79,50	2	79,95	3	80,35	4	80,75	2
79,55	3	80,00	6	80,40	3	80,80	1

Оцените характер распределения результатов анализа двумя методами.

3. Комплект заданий для контрольной работы

Вариант 1.

1. Даны оптические плотности (A) окрашенных растворов, которые измерены при соответствующих концентрациях комплексобразователя C(X). Полученные данные приведены в таблице:

C(X), мг/см ³	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10
A(Y)	0,110	0,208	0,330	0,447	0,547

При помощи метода наименьших квадратов рассчитать параметры наилучшей прямолинейной зависимости и построить градуировочный график.

2. В таблице приведены данные анализа воздуха хроматографическим методом на содержание кислорода:

X, %	18.10	18.20	18.30	18.40	18.50	18.60	18.70	18.80
m _i	1	1	1	1	2	2	4	3
X, %	18.90	19.00	19.10	19.20	19.30	19.40	19.50	19.60
m _i	1	3	4	4	5	4	3	6
X, %	19.70	19.80	19.90	20.00	20.10	20.20	20.30	20.40
m _i	5	5	6	4	4	5	4	3
X, %	20.50	20.60	20.70	20.80	20.90	21.00	21.10	21.20
m _i	3	3	2	2	3	1	2	3

Вычислите асимметрию и эксцессу, их дисперсии, произвести сравнение и оценить наблюдаемое распределение. Построить гистограмму и оценить имеет ли огибающая ее кривая вид, характерный для кривой нормального распределения.

Вариант 2.

1. Даны оптические плотности (A) окрашенных растворов, которые измерены при соответствующих концентрациях комплексобразователя C(X). Полученные данные приведены в таблице:

C(X), мг/см ³	0,03	0,06	0,09	0,12	0,15
A(Y)	0,190	0,375	0,570	0,768	0,959

При помощи метода наименьших квадратов рассчитать параметры наилучшей прямолинейной зависимости и построить градуировочный график.

2. В таблице приведены данные анализа воздуха хроматографическим методом на содержание кислорода:

X, %	19,00	19,05	19,10	19,15	19,20	19,25	19,30	19,35
m _i	1	1	1	1	2	2	4	3
X, %	19,40	19,45	19,50	19,55	19,60	19,65	19,70	19,75
m _i	1	3	4	4	5	4	3	6
X, %	19,80	19,85	19,90	19,95	20,00	20,05	20,10	20,15
m _i	5	5	6	4	4	5	4	3
X, %	20,20	20,25	20,30	20,35	20,40	20,45	20,50	20,55
m _i	3	3	2	2	3	1	2	3

Вычислите асимметрию и эксцессу, их дисперсии, произвести сравнение и оценить наблюдаемое распределение. Построить гистограмму и оценить имеет ли огибающая ее кривая вид, характерный для кривой нормального распределения.

**Перечень вопросов и заданий,
выносимых на экзамен**

1. Цель и задачи обработки результатов химического эксперимента.
2. Метрология как основа обработки результатов химического эксперимента.
3. Основные понятия метрологии.
4. Измерения в химии. Ошибки измерений.
5. Класс точности средств измерений. Характеристика средств измерений.
6. Правильность и воспроизводимость результатов количественного анализа.
7. Классификация ошибок количественного анализа.
8. Грубые промахи.
9. Расчет метрологических параметров.
10. Сравнение методов анализа по воспроизводимости.
11. Метрологическая характеристика методов анализа по правильности.
12. Оценка допустимого расхождения результатов параллельных определений.
13. Линейный метод наименьших квадратов.
14. Линейная корреляция и коэффициент корреляции.
15. Предел обнаружения.

Таблица 9. Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
Код и наименование проверяемой компетенции				
ПК-4 Способность обрабатывать результаты работ химической направленности с использованием стандартных методов и методик				
1.	Задание закрытого типа	Укажите, сколько значащих цифр содержат числа, записанные в приведенной ниже форме: 0,216; 90,7; 800,0; 0,0670	3,3,4,3	1
2.		Приведите результаты вычисления молярной массы HNO_3 по значениям относительных атомных масс, представив только значащие цифры	63,0129	3
3.		Пусть содержание определяемого компонента в анализируемом образце, найденное в пяти параллельных единичных определениях ($n=5$), оказалось равным, %: 3,01; 3,04; 3,08; 3,16 и 3,31. Рассчитайте среднее значение	3,12	3-4
4.		Пусть содержание	4,8	5-6

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		определяемого компонента в анализируемом образце, найденное в пяти параллельных единичных определениях ($n=5$), оказалось равным, %: 3,01; 3,04; 3,08; 3,16 и 3,31. Известно, что систематическая ошибка отсутствует. Определите относительную ошибку среднего (%)		
5.	Задание открытого типа	Как определяется значимость цифр при сложении и вычитании?	Значимость суммы или разности определяется значимостью числа с наименьшим числом десятичных знаков. Например, при сложении чисел $50,1 + 2 + 0,55$ значимость определяется недостоверностью числа 2 и, следовательно, сумму чисел 52,65 следует округлить до 53. Если при сложении и вычитании используют числа, содержащие положительные или отрицательные показатели степени, то эти числа следует преобразовывать таким образом, чтобы показатели степени у всех них были одинаковы.	3-4
6.		Как избежать ошибки при округлении расчетов при проведении анализа?	Во избежание накопления ошибки округления в промежуточных расчетах следует сохранять на одну цифру больше, чем	1-2

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			требуют правила обращения со значащими цифрами. В конечном результате эта цифра округляется.	
7.		Какие бывают ошибки количественного анализа?	Ошибки количественного анализа условно подразделяют на грубые, случайные и систематические. Грубые ошибки, обусловленные несоблюдением методики анализа, очевидны. Они устраняются при повторном проведении анализа с соблюдением всех требуемых условий, предусмотренных методикой анализа. Случайные ошибки показывают отличие результатов параллельных определений друг от друга и характеризуют воспроизводимость анализа. причины случайных ошибок однозначно указать невозможно. При многократном повторении анализа они или не воспроизводятся, или имеют разные численные значения и даже разные знаки. Случайные ошибки можно оценить методами математической статистики, если выявлены и	2-3

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			устранены систематические ошибки (или систематические ошибки меньше случайных). Систематическая ошибка результата анализа – это статистически значимая разность между средним и действительным значениями содержания определяемого компонента	
8.		Что такое выборка?	Выборка (выборочная совокупность) – совокупность ограниченного числа статистически эквивалентных вариантов, рассматриваемая как случайная выборка из генеральной совокупности. Т.е. выборочная совокупность – это совокупность результатов измерений аналитических сигналов или определяемых содержаний, рассматриваемая как случайная выборка из генеральной совокупности, полученной в указанных условиях. Объем выборки – число вариантов n , составляющих выборку. При статистической обработке	2-3

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			результатов количественного анализа используют выборку, описываемую распределением Стьюдента.	
9.	Задания комбинированного типа	<i>Выберите правильный ответ и аргументируйте его:</i> Ошибки, обусловленные несоблюдением методики анализа и устраняемые при повторном проведении анализа с соблюдением всех требуемых условий, предусмотренных методикой анализа А) грубые ошибки Б) случайные ошибки В) систематические ошибки	А Ошибки количественного анализа условно подразделяют на грубые, случайные и систематические. Грубые ошибки, обусловленные несоблюдением методики анализа, очевидны. Они устраняются при повторном проведении анализа с соблюдением всех требуемых условий, предусмотренных методикой анализа. Случайные ошибки показывают отличие результатов параллельных определений друг от друга и характеризуют воспроизводимость анализа. причины случайных ошибок однозначно указать невозможно. При многократном повторении анализа они или не воспроизводятся, или имеют разные численные значения и даже разные знаки. Случайные ошибки можно оценить методами математической	5-6

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			статистики, если выявлены и устранены систематические ошибки (или систематические ошибки меньше случайных). Систематическая ошибка результата анализа – это статистически значимая разность между средним и действительным значениями содержания определяемого компонента	
10.		<i>Заполните пропуск и аргументируйте его:</i> Физическая величина фиксированного размера, которой условно присвоено числовое значение равное 1, и применяемое для количественного выражения однородных физических величин (например: 1 м – единица длины, 1 с – времени, 1А – силы электрического тока), – это _____	единица физической величины Физическая величина – характеристика одного из свойств физического объекта (явления или процесса), общая в качественном отношении для многих физических объектов, но в количественном отношении индивидуальная для каждого объекта (т. е. значение физической величины может быть для одного объекта в определенное число раз больше или меньше, чем для другого). Например: длина, время, сила электрического тока.	4-5

Полный комплект оценочных материалов по дисциплине (модулю) (фонд оценочных средств) хранится в электронном виде на кафедре, утверждающей рабочую программу дисциплины (модуля), и в Центре мониторинга и аудита качества обучения.

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

Текущий и внутрисеместровый контроль, промежуточная аттестация учебных достижений студентов проводится путем балльно-рейтинговой системы. Общая оценка учебных достижений студента в семестре по учебному курсу определяется как сумма баллов, полученных студентом по различным формам текущего и промежуточного контроля в течение данного семестра. Итоговой формой отчетности является экзамен, поэтому балльная оценка распределяется на две составляющие: семестровую (текущий контроль по учебной дисциплине в течение семестра) – 50 баллов и экзаменационную – 50 баллов. 50 баллов семестрового контроля состоят из 40 баллов полученных на различных формах текущего контроля и 10 баллов, включающих различного рода бонусы (отсутствие пропусков занятий, активная работа в течение семестра).

Таблица 10. Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
Основной блок				
1.	Ответ на занятии	6 / 1	6	по расписанию
2.	Выполнение практического задания	6 / 2	12	по расписанию
3.	Контрольная работа	2 / 11	22	по расписанию
Всего			40	-
Блок бонусов				
4.	Посещение занятий	27 / 0,27	7,2	по расписанию
5.	Своевременное выполнение всех заданий	12 / 0,23	2,8	по расписанию
Всего			10	-
Дополнительный блок				
6.	Экзамен			по расписанию
Всего			50	-
ИТОГО			100	-

Таблица 11. Система штрафов (для одного занятия)

Показатель	Балл
Опоздание на занятие	-0,5
Нарушение учебной дисциплины	-0,5
Неготовность к занятию	-3
Пропуск занятия без уважительной причины	-1

Таблица 12. Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр по дисциплине

Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале
90–100	5 (отлично)
85–89	4 (хорошо)
75–84	
70–74	

65–69	3 (удовлетворительно)
60–64	
Ниже 60	2 (неудовлетворительно)

При реализации дисциплины (модуля) в зависимости от уровня подготовленности обучающихся могут быть использованы иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Основная литература

1. Введение в аналитическую химию [Электронный ресурс] / Ю.А. Золотов - М. : Лаборатория знаний, 2016. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785932082157.html> (ЭБС «Консультант студента»)
2. Метрология. Аналитические измерения в пищевой и перерабатывающей промышленности [Электронный ресурс]: учебник для вузов / А.А. Бегунов - СПб. : ГИОРД, 2014. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785988791713.html> (ЭБС «Консультант студента»)
3. Отто, М. Современные методы аналитической химии (в 2-х томах) . Т. 2 / Перев. с нем. под ред. А.В. Гармаша. - М. : Техносфера, 2004. - 288 с.

8.2. Дополнительная литература

1. Аналитическая химия. Проблемы и подходы: В 2 т. Т.1 / Ред. Р.Кельнер, Ж.-М. Мерме, М.Отто, Г.М.Видмер; Под ред. Золотова. - М. : Мир-АСТ, 2004. - 608 с.
2. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. В 2-х т. Т. 1 : рек. ГОУ ВПО "Казанский гос. технол. ун-т" в качестве учеб. для студентов вузов...по хим.-технол. направлениям; Рег. № рецензии 390 от 20 ноября 2008 г. ФГУ "ФИРО" / под ред. А.А. Ищенко. - 2-е изд. ; испр. - М. : Академия, 2012. - 351, [1] с.

8.3. Интернет-ресурсы, необходимые для освоения дисциплины

1. <http://asu.edu.ru>
2. <https://biblio.asu.edu.ru> (Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на платформе ЭБС «Электронный Читальный зал – БиблиоТех»)
3. <http://www.studentlibrary.ru> (Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента». www.studentlibrary.ru)

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает в себя аудиторию для проведения практических (семинарских) занятий. Проведение занятий сопряжено с применением компьютеров для выполнения поисковой работы, вычислений и работе в информационных системах.

10. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Рабочая программа дисциплины (модуля) при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т. д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т. д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочесть задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).