



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»

Факультет Инженерно-физический


Кафедра Химии и химической технологии

УТВЕРЖДЕН

на заседании кафедры

« 01 » 09 2023 г., протокол № 1

Заведующий кафедрой

 Ю.А. Гужель

подпись

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

наименование дисциплины

18.04.01 «Химическая технология»

код и наименование направления подготовки

«Технологии и процессы переработки нефти и газа»

наименование профиля подготовки

магистр

квалификация (степень) выпускника

Благовещенск 2023 г.

ФОС составили

канд. хим. наук, доцент, Митрофанова Валентина Ивановна

степень, звание, фамилия, имя, отчество составителя

ФОС рассмотрен и принят на заседании кафедры Химии и химической технологии


Протокол заседания кафедры от « 01 » 09 2023 г., протокол № 1

Заведующий кафедрой



Ю.А. Гужель
Подпись

Ю.А. Гужель

	МИНОБРНАУКИ РОССИИ
	ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»
	Факультет инженерно-физический
	Кафедра химии и химической технологии

**Паспорт
фонда оценочных средств
по дисциплине Инструментальные методы исследования
в химической технологии
наименование дисциплины**

1. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ И ИНДИКАТОРОВ ИХ ДОСТИЖЕНИЙ С УКАЗАНИЕМ ЭТАПОВ ФОРМИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Универсальные компетенции и индикаторы их достижений

1.1.1 **Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения**

Категория (группа) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
1	2	3
Научные исследования и разработки	ОПК-1 Способен организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок	ИД-1 _{ОПК-1} Знает методологические основы научного знания ИД-2 _{ОПК-1} Умеет использовать методы научного исследования при решении научных задач ИД-3 _{ОПК-1} Владеет методами научного исследования
Профессиональная методология	ОПК-2 Способен использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты	ИД-1 _{ОПК-2} Знает принципы работы основных приборов в инструментальных методах химического анализа ИД-2 _{ОПК-2} Умеет применять приобретенные практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных задач ИД-3 _{ОПК-2} Владеет способами обработки полученных результатов и анализа их с учетом имеющихся литературных данных

В результате прохождения учебной практики обучающийся должен демонстрировать следующие результаты обучения:


Код компетенции	Код индикатора достижения	Результаты обучения
1	2	3
ОПК-1	ИД-1 _{ОПК-1}	Знать методологические основы научного знания: методы выбора и постановки научной цели; этапы научно-исследовательской работы; актуальность и научную

1	2	3
		<p>новизну исследования.</p> <p>Уметь ставить научную цель и выбирать методы для ее реализации; планировать этапы научно-исследовательской работы; определять актуальность и научную новизну исследования; выдвигать рабочую гипотезу в профильной области.</p> <p>Владеть умениями и навыками в выборе научной цели и методов ее достижения, планирования основных этапов научно-исследовательской работы, в определении актуальности и научной новизны, выдвигать рабочую гипотезу в профильной области.</p>
	ИД-2 _{ОПК-1}	<p>Знать пути поиска документальных источников информации, методику анализа документов, основные и передовые методы исследования при решении научных задач.</p> <p>Уметь проводить поиск и накопление научной информации, использовать электронные формы информационных ресурсов, обрабатывать научную информацию, её фиксировать и хранить, выбирать базовые и передовые методы исследования при решении научных задач в соответствующей области.</p> <p>Владеть методами теоретических исследований, общими сведениями об экспериментальных исследованиях, методикой и планированием эксперимента, метрологическим обеспечением экспериментальных исследований.</p>
	ИД-3 _{ОПК-2}	<p>Знать основные и передовые методы научного исследования, принципы организации самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы, принципы разработки плана и программы проведения научных исследований и технических разработок.</p> <p>Уметь применять принципы организации самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок.</p> <p>Владеть умениями и навыками в организации самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы, методиками разработки плана и программы проведения научных исследований и технических, навыком в выборе в базовых и современных методов исследования при решении научных задач в соответствующей области.</p>
ОПК-2	ИД-1 _{ОПК-2}	<p>Знать принципы основных теоретических и экспериментальных методов исследования, их возможности для решения конкретных категорий задач, главные принципы работы основных приборов в инструментальных методах химического анализа в соответствующей области химической технологии.</p> <p>Уметь применять базовые принципы работы на приборах в инструментальных методах химического анализа в</p>

1	2	3
		соответствующей области химической технологии.
	ИД-2 _{ОПК-2}	Владеть навыками и умениями в применении базовых принципов при работе на приборах в инструментальных методах химического анализа в соответствующей области химической технологии.
		Знать основные практические принципы работы в профессиональной деятельности для решения конкретных задач в соответствующей области химической технологии.
		Уметь применять приобретенные практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных задач в соответствующей области химической технологии.
	ИД-3 _{ОПК-2}	Владеть основными приобретенные практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных задач
		Знать способы обработки полученных результатов экспериментальных исследований: основы теории случайных ошибок и методов оценки случайных погрешностей в измерениях, интервальную оценку измерений с помощью доверительной вероятности, методы графической обработки результатов измерений.
		Уметь осуществлять на практике теоретические и экспериментальные методы исследований, проводить измерения, обрабатывать полученные данные, анализировать данные, подготавливать отчеты о проведенных исследованиях, устно представлять информацию, излагать и аргументировать выводы научных исследований.
	Владеть - приемами анализа и интерпретации полученных данных, навыками умозаключений, базирующихся на разрозненных результатах, полученных в теоретических и инструментальных исследованиях.	

1.2. Этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

№ п/п	Контролируемые модули, разделы (темы) дисциплины	Этапы формирования компетенций (номер семестра / недели семестра)	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	2	3	4	5
1	Введение в инструментальные методы исследования в химической технологии и их общая характеристика.	2/1	ОПК-1, ОПК-2	конспект, собеседование
2	Общая схема аналитического определения. Основные этапы анализа.	2/1	ОПК-1, ОПК-2	конспект, собеседование
3	Статистическая обработка ре-	2/1	ОПК-1, ОПК-2	конспект, собеседование

	МИНОБРНАУКИ РОССИИ
	ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»
	Факультет инженерно-физический
	Кафедра химии и химической технологии

1	2	3	4	5
	зультатов анализа. данным, полученным с помощью физико-химических методов.			
4	Погрешности химического анализа	2/2	ОПК-1, ОПК-2	конспекты, собеседование
5	Общая характеристика, особенности и теоретические основы хроматографии.	2/2	ОПК-1, ОПК-2	конспект, собеседование
6	Жидкостная хроматография и ее разновидности.	2/3	ОПК-1, ОПК-2	реферат
7	Газовая хроматография и ее разновидности.	2/3	ОПК-1, ОПК-2	конспект, собеседование, отчет и защита л.р.
8	Хроматографические методы разделения и анализа углеводородов нефти.	2/4	ОПК-1, ОПК-2	конспект, собеседование, отчет и защита л.р. , контрольная работа № 1
9	Спектрометрические методы исследования газо-нефтепродуктов.	2/4	ОПК-1, ОПК-2	реферат
10	Масс-спектрометрические методы исследования (МСМ). Хромато-масс-спектрометрия (ХМСМ).	2/5	ОПК-1, ОПК-2	конспект, собеседование, контрольная работа № 2
11	Инфракрасная спектроскопия (ИКС) углеводородного сырья.	2/6	ОПК-1, ОПК-2	конспект, собеседование, отчет и защита л.р., контрольная работа № 3
12	Основы ядерно-магнитной резонансной спектроскопии (ЯМРС) в исследовании углеводородов нефти.	2/7-8	ОПК-1, ОПК-2	конспект, собеседование, отчет и защита л.р. , контрольная работа № 4

1.3. Сведения об иных дисциплинах, участвующих в формировании данных компетенций

Компетенции	Дисциплины
1	2
ОПК-1 ОПК-2	Производственная практика (научно-исследовательская работа). Государственная итоговая аттестация. Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»
Факультет инженерно-физический
Кафедра химии и химической технологии

2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ

Планируемый результат обучения (показатель достижения заданного уровня освоения компетенции)	Уровень освоения компетенции / шкала оценивания	Критерии оценивания результатов обучения
1	2	3
<p>ОПК-1 Способен организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок. Знает методологические основы научного знания. Умеет использовать методы научного исследования при решении научных задач. Владеет методами научного исследования.</p> <p>ОПК-2 Способен использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты. Знает принципы работы основных приборов в инструментальных методах химического анализа. Умеет применять приобретенные практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных задач. Владеет способами обработки полученных результатов и анализа их с учетом имеющихся литературных данных.</p>	<p>Высокий / Отлично (зачтено)</p>	<p>Обучающийся свободно владеет теоретическим материалом, представляет полное изложение программного материала, последовательные, грамотные, логически излагаемые ответы. Обучающийся правильно выполнил все задания и показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы. Контрольная работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</p>
<p>ОПК-1 Способен организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок. Знает методологические основы научного знания. Умеет использовать методы научного исследования при решении научных задач. Владеет методами научного исследования.</p> <p>ОПК-2 Способен использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и</p>	<p>Повышенный / Хорошо (зачтено)</p>	<p>Содержание теоретического материала освоено полностью, без пробелов; некоторые практические навыки работы с усвоенным материалом сформированы недостаточно. Обучающийся выполнил все задания с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство</p>

1	2	3
<p>анализировать их результаты. Знает принципы работы основных приборов в инструментальных методах химического анализа. Умеет применять приобретенные практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных задач. Владеет способами обработки полученных результатов и анализа их с учетом имеющихся литературных данных.</p>		<p>дополнительных вопросов. Обучающийся полностью выполнил задание контрольной работы, показал хорошие знания и умения, но не смог обосновать оптимальность предложенного решения, есть недостатки в оформлении контрольной работы.</p>
<p>ОПК-1 Способен организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических работ. Знает методологические основы научного знания. Умеет использовать методы научного исследования при решении научных задач. Владеет методами научного исследования. ОПК-2 Способен использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты. Знает принципы работы основных приборов в инструментальных методах химического анализа. Умеет применять приобретенные практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных задач. Владеет способами обработки полученных результатов и анализа их с учетом имеющихся литературных данных.</p>	<p>Пороговый / Удовлетворительно (зачтено)</p>	<p>Содержание теоретического материала освоено не полностью, но пробелы не носят существенного характера; необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы. Обучающийся выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено много неточностей. Обучающийся полностью выполнил задание контрольной работы, но допустил существенные неточности, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, качество оформления контрольной работы имеет недостаточный уровень.</p>
<p>ОПК-1 Способен организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических работ. Знает методологические основы научного знания. Умеет использовать методы научного исследования при решении научных задач. Владеет методами научного исследования. ОПК-2 Способен использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты. Знает принципы работы основных приборов в</p>	<p>Низкий. Компетенция не освоена / Неудовлетворительно (не зачтено)</p>	<p>Содержание теоретического материала не освоено полностью; необходимые практические навыки работы не сформированы, все предусмотренные задания выполнены с грубыми ошибками либо совсем не выполнены. При выполнении задания студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множество неточностей.</p>


1	2	3
<p>инструментальных методах химического анализа. Умеет применять приобретенные практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных задач. Владеет способами обработки полученных результатов и анализа их с учетом имеющихся литературных данных.</p>		<p>Обучающийся не полностью выполнил задание контрольной работы, при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений, а также не способен пояснить полученный результат.</p>

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

Процедура оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, включает в себя:


1. Текущий контроль:
 - на лабораторных занятиях проводится собеседование для допуска к выполнению;
 - после выполнения лабораторной работы проверяется отчет и проводится ее защита в форме собеседования по контрольным вопросам;
 - после изучения некоторых тем, обучающимся выдаются индивидуальные задания для самостоятельного внеаудиторного выполнения индивидуальных работ;
 - срок выполнения задания устанавливается по расписанию занятий;
 - по основным разделам дисциплины проводятся собеседования и контрольные работы;
 - по отдельным темам предлагается составление конспектов и предусматривается собеседование;
 - результаты оценки успеваемости заносятся в журнал успеваемости и доводятся до сведения обучающихся.

2. Промежуточная аттестация:
 - форма контроля по дисциплине – зачет;
 - зачет проводится в виде собеседования по вопросам зачета с выполнением задания по одной из тем программы;
 - объявление результатов зачета с оценкой проводится в день его проведения.


	МИНОБРНАУКИ РОССИИ
	ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»
	Факультет Инженерно-физический
	Кафедра Химии и химической технологии

Примерные вопросы к зачету

1. Спектроскопические методы анализа. Метод атомной и молекулярной спектроскопии, области применения.
2. Молекулярный спектральный анализ в ультрафиолетовой и видимой области спектра. Сущность метода, цвет и спектр. Закон Бугра-Ламберта-Бера. Оптическая плотность и светопропускание. Коэффициент поглощения. Понятие о происхождении электронных спектров поглощения.
3. Методы адсорбционного анализа (колориметрия, фотоколориметрия), количественный фотометрический анализ, условия определения (выбор аналитической длины волны, концентрации, толщины поглощающего слоя). Определение концентрации анализируемого раствора (метод градуировочного графика, метод стандарта, метод добавок).
4. Дифференциальный фотометрический анализ, сущность метода, способы определения концентрации (расчетный метод, метод градуировочного графика). Погрешности спектрофотометрического анализа.
5. Масс-спектрометрические методы (МСМ). Сущность метода. Способы ионизации. Приборное обеспечение МСМ (схема масс-спектрометра с магнитным масс-анализатором. Схема квадрупольного масс-спектрометра).
6. Сущность методики анализа органических веществ методом масс-спектрометрии.
7. Хроматографические методы количественного анализа (ионообменная хроматография, ГЖХ, ВЭЖХ.) Сущность метода, понятие о теории метода, параметры удерживания и разделения. Особенности проведения хроматографии.
8. Адсорбционная и распределительная хроматография.
9. Высокоэффективная жидкостная хроматография. Устройство жидкостного хроматографа. Параметры удерживания и разделения. Отличие газовой хроматографии от высокоэффективной жидкостной хроматографии.
10. Газожидкостная хроматография. Устройство прибора, параметры удерживания (время удерживания, время выхода несорбируемого вещества, относительное время удерживания, удерживаемый объем), параметры разделения (степень разделения, коэффициент разделения, число теоретических тарелок, высота эквивалентная теоретической тарелке).
11. Понятие об ионообменной, ситовой и гель-фильтрационной хроматографии.
12. Способы получения хроматограмм. Хроматографические параметры. Плоскостная хроматография (тонкослойная, бумажная). Особенности анализа, качественный и количественный анализ.
13. Сущность метода хромато-масс-спектроскопии (ХМС). Приборное обеспечение ХМС (схема масс-спектрометра в комбинации с газовым хроматографом). Методические аспекты проведения анализа по ХМС и перспективы применения.
14. Инфракрасная спектроскопия и спектроскопия комбинационного рассеяния. Причины происхождения ИК-спектров, типы колебаний атомов в многоатомной молекуле, с какими параметрами они связаны. Области применения.
15. Приборы и методика регистрации ИК-спектров и спектров КР. Блок-схема фурье-спектрометра. Идентификация и структурно-групповой анализ. Количественный анализ.
16. Сущность спектрометрии ядерного магнитного резонанса (ЯМР). Спектроскопия ЯМР высокого разрешения. Условие ядерного магнитного резонанса. Химсдвиг, единицы измерения, определение химсдвига, стандарты при определении химсдвига в «растворной» и «твердотельной» спектроскопии-ЯМР.

	МИНОБРНАУКИ РОССИИ
	ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»
	Факультет Инженерно-физический
	Кафедра Химии и химической технологии

17. ЯМР-спектроскопия. Химсдвиг, уменьшение и увеличение его значения. Формула расчета линий в мультиплете спектра взаимодействующих ядер.
18. Процедура декаплинга в ЯМР. Условия в ядерной магнитной спектроскопии для получения изотропных и анизотропных спектров. Прием для устранения химической анизотропии в твердотельной ЯМР-спектроскопии, «сайдбанды».
19. Применение в ЯМР-спектроскопии процедуры Фурье-преобразования.
20. Спектроскопия ядерного квадрупольного резонанса, спектры ЯКР и их использование при решении структурных задач.

	МИНОБРНАУКИ РОССИИ
	ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»
	Факультет Инженерно-физический
	Кафедра Химии и химической технологии

Примерный вариант теста для текущего контроля
(инструментальные методы анализа)

Вариант Z

1. С помощью относительного стандартного отклонения характеризуют....
 - а) правильность
 - б) чувствительность
 - в) селективность
 - г) воспроизводимость

2. Наименьшее содержание аналита, которое по данной методике с заданной доверительной вероятностью можно отличить от сигнала контрольного опыта, называется....
 - а) диапазоном определяемых содержаний
 - б) чувствительностью
 - в) пределом определения
 - г) пределом обнаружения


3. Относится к физическим методам анализа....
 - а) рефрактометрия
 - б) потенциметрическое титрование
 - в) иодометрическое титрование
 - г) экстракционная фотометрия

4. Погрешность, которая в ходе измерения одной и той же величины остаётся постоянной или изменяется закономерным образом, называется
 - а) систематической
 - б) случайной
 - в) грубой
 - г) относительной

5. Не относится к спектроскопическим метод анализа
 - а) атомно-эмиссионная спектроскопия
 - б) рефрактометрия
 - в) поляриметрия
 - г) полярография

6. К спектроскопическим методам анализа, основанным на поглощении веществом электромагнитного излучения, относится
 - а) атомно-абсорбционная спектроскопия
 - б) атомно-эмиссионная спектроскопия
 - в) рефрактометрия
 - г) поляриметрия

7. Электромагнитное излучение с наименьшей длиной волны используется в
 - а) ИК-спектроскопии
 - б) спектроскопии в видимой области спектра
 - в) ЯМР-спектроскопии

	МИНОБРНАУКИ РОССИИ
	ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»
	Факультет Инженерно-физический
	Кафедра Химии и химической технологии

г) УФ-спектроскопии

8. Спектр поглощения вещества представляет собой зависимость оптической плотности раствора от.....

- а) длины волны
- б) молярной концентрации вещества
- в) титра раствора
- г) толщины поглощающего слоя

9. Интенсивность света, выходящего из раствора, в 10 раз меньше интенсивности падающего света. Оптическая плотность раствора равна

- а) 0,01
- б) 0,1
- в) 0,5
- г) 1,0

10. Аналитическим сигналом в производной спектрофотометрии является

- а) оптическая плотность раствора
- б) произведение оптических плотностей двух растворов
- в) производная оптической плотности по длине волны
- г) отношение оптических плотностей двух растворов

11. Вторичный монохроматор при измерении флуоресценции пропускает свет с большей длиной волны, чем первичный. Это следует из...

- а) независимости спектра флуоресценции от длины волны возбуждающего света;
- б) закона Стокса-Ломмеля;
- в) уравнения Штерна-Фольмера;
- г) закона Вавилова

12. Пламя в атомно-абсорбционной спектроскопии используется в качестве

- а) источника излучения
- б) атомизатора
- в) монохроматора
- г) детектора излучения


13. Метод атомно-абсорбционной спектроскопии используется

- а) только в качественном анализе
- б) только для количественного определения веществ
- в) как для идентификации, так и для количественного определения
- г) в структурном анализе

14. Источником излучения в приборе для атомно-эмиссионной спектроскопии является

- а) дейтериевая лампа
- б) лампа накаливания
- в) лампа с полым катодом
- г) возбуждённые атомы определяемого элемента

15. Вариант атомно-эмиссионной спектроскопии, в котором в качестве излучения используется пламя, называется...

	МИНОБРНАУКИ РОССИИ
	ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»
	Факультет Инженерно-физический
	Кафедра Химии и химической технологии

- а) флуориметрией
- б) фосфориметрией
- в) люминометрией
- г) пламенной фотометрией

16. Метод атомно-эмиссионной спектроскопии используется

- а) только в качественном анализе
- б) только для количественного определения веществ
- в) как для идентификации, так и для количественного определения
- г) в структурном анализе

17. Методом поляриметрии можно провести количественное определение

- а) этилового спирта
- б) бензола
- в) уксусной кислоты
- г) глюкозы

18. Нефелометр похож по устройству на

- а) флуориметр
- б) рефрактометр
- в) спектрофотометр
- г) атомно-абсорбционный спектрометр

19. При турбидиметрическом титровании сульфата натрия в качестве титранта может быть использован

- а) гидроксид калия
- б) серная кислота
- в) трилон Б
- г) хлорид бария

20. Самым чувствительным методом является

- а) масс-спектрометрия
- б) лазерная спектроскопия
- в) атомно-абсорбционная спектроскопия
- г) радиофизический

21. Площадь сигнала в ПМР спектре прямо пропорциональна


- а) электроотрицательности атома углерода
- б) величине эффективного заряда на атоме водорода
- в) числу протонов определённого типа в молекуле вещества
- г) числу атомов водорода соседних с протонами данного типа

22. ЯМР-спектроскопия используется в основном в

- а) элементном анализе
- б) структурном анализе
- в) количественном анализе
- г) молекулярном анализе

23. Поглощение электромагнитного излучения в спектроскопии ЭПР обусловлено энергетическими переходами между

- а) электронными состояниями
- б) колебательными состояниями

	МИНОБРНАУКИ РОССИИ
	ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»
	Факультет Инженерно-физический
	Кафедра Химии и химической технологии

- в) вращательными состояниями
г) электронно-спиновыми состояниями

24. Основными характеристиками масс-анализатора являются

- а) массовый диапазон и разрешение
б) линейный диапазон и время отклика
в) чувствительность и диапазон определяемых концентраций
г) предел обнаружения и селективность

25. В качестве детектора в масс-спектрометрах используют

- а) термопару б) счётчик Гейгера в) линейку фотодиодов г) электронный умножитель

26. Нобелевская премия по химии 2002 г. была присуждена за разработку некоторых используемых в масс-спектрометрии способов

- а) ионизации б) разделения ионов
в) детектирования ионов г) интерпретации масс-спектров

27. В зависимости от преобладающего механизма разделения хроматография может быть

- а) бумажной б) тонкослойной
в) газотвёрдофазной г) ионообменной

28. Хроматография не может быть одновременно

- а) газовой и адсорбционной б) газовой и тонкослойной
в) жидкостной и колоночной г) колоночной и эксклюзионной

29. Капиллярная колонка отличается от насадочной тем, что

- а) имеет меньшую длину
б) имеет больший диаметр
в) сорбент в ней занимает всё внутреннее пространство
г) сорбент в ней расположен только на внутренних стенках

30. Двухмерная плоскостная хроматография отличается от одномерной тем, что в ней:


- а) элюирование всегда проводят двухкомпонентной смесью растворителей
б) проводится два разделения, причём второе в направлении параллельном первому
в) проводится два разделения, причём второе в направлении противоположном первому
г) проводится два разделения, причём второе в направлении перпендикулярном первому

31. Если при хроматографировании вещество остаётся на старте, то величина R_f для него равна

- а) 1,00 б) 0,50 в) 0,25 г) 0

32. После разделения смеси методом ТСХ (или бумажной) будет находиться ближе всего к линии фронта растворителя компонент, R_f которого равен

- а) 0,20 б) 0,70 в) 0,50 г) 0,10

	МИНОБРНАУКИ РОССИИ
	ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»
	Факультет Инженерно-физический
	Кафедра Химии и химической технологии

33. Идентификацию веществ в методе ТСХ **не** проводят


- а) по величине R_f идентифицируемого вещества
- б) по отношению R_f идентифицируемого и стандартного веществ
- в) по площади пятна идентифицируемого вещества
- г) с помощью других методов анализа

34. Вещества при их разделении методом гель-хроматографии выходят из колонки в порядке...

- а) увеличения молярных масс
- б) уменьшения молярных масс
- в) уменьшения заряда
- г) уменьшения сродства к неподвижной фазе

35. Спектры, регистрируемые при испускании квантов термически возбужденными частицами, называются:


- а) спектры люминесценции;
- б) спектры фосфоресценции;
- в) имиссионные спектры;
- г) эмиссионные спектры;
- д) спектры флуоресценции

	МИНОБРНАУКИ РОССИИ
	ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»
	Факультет Инженерно-физический
	Кафедра Химии и химической технологии

Типовые контрольные задания или иные контролирующие материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины «Инструментальные методы исследования в химической технологии»

Примерные темы рефератов

1. Хроматографические методы разделения и анализа углеводородов нефти.
(Рассматриваемые вопросы: Практические основы интерпретации хроматограмм. Правило Ауверса-Скита для углеводородов ряда циклопентана и циклогексана. Связь времени удерживания углеводородов различных классов и относительной термодинамической устойчивости изомеров).
2. Хроматографические методы разделения и анализа углеводородов нефти.
(Рассматриваемые вопросы: Специальные методы одновременного синтеза нескольких углеводородов заведомо известного строения для идентификации неизвестных смесей углеводородов. Примеры хроматограмм нефтей различного типа).
3. Инфракрасная спектроскопия (ИКС).
(Рассматриваемые вопросы: Идентификация органических соединений по ИК-спектру. Анализ калибровочных моделей для SARA анализа нефтей).
4. Современные ИК-спектрометры и их возможности.
5. Масс-спектрометрические методы анализа (МСМ).
(Рассматриваемые вопросы: Идентификация соединений по библиотекам спектров. Построение структуры на основе общих закономерностей фрагментации органических соединений. Использование специфических, структурно-специфических методов ионизации).
6. Радиоспектроскопические методы анализа – основы ядерно-резонансной спектроскопии (ЯМРС).
(Рассматриваемые вопросы: Знакомство со спектрами ЯМР. Протонная спектроскопия. Расчет инкрементов сигналов и анализ мультиплетности спектральных линий. Решение структурных задач с помощью спектроскопии ЯМР. Установление структуры вещества по протонному и углеродному спектрам. Определение примесей).
7. Ядерный магнитный резонанс.
(Рассматриваемые вопросы: Определение спиновой системы, ее анализ, вычисление констант спин-спинового взаимодействия. Закономерности расположения в спектре сигналов атомов ^1H и ^{13}C . Определение структуры соединения по брутто-формуле и спектру ЯМР ^1H).
8. Ядерный магнитный резонанс.
(Рассматриваемые вопросы: Определение геометрической конфигурации сложных молекул с использованием спектров гомоядерной корреляции NOESY. Составление таблиц кросс-пиков двумерных спектров ЯМР. Определение строения сложных молекул на основании анализа спектров ЯМР ^1H , ^{13}C).

	МИНОБРНАУКИ РОССИИ
	ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»
	Факультет Инженерно-физический
	Кафедра Химии и химической технологии

*** готовится реферат по заданной теме по следующему плану:

1 - физическая суть метода, законы, лежащие в основе метода; 2 – классификация; 3 – приборное обеспечение (принципиальная схема, основные узлы); 4 – особенности подготовки пробы, требования к аналитической пробе; 5 – области применения

Примерные вопросы для собеседования
(в том числе для защиты лабораторных работ)

Тема Аналитический сигнал. Аналитические параметры. Классификация методов анализа.


1. Что такое химический анализ, каковы его задачи и классификация? Что такое аналитический сигнал?
2. Какие методы применяют в анализе веществ и чем они характеризуются?
3. Каковы основные требования, предъявляемые к аналитическим методам, реакциям и реагентам?
4. Что такое предел обнаружения, чувствительность и избирательность?
5. Как классифицируются ошибки в химическом анализе и каковы пути их преодоления?

Тема Хроматографические методы анализа

1. Определение хроматографии.
2. Виды хроматографии по технике (способу) выполнения.
3. Что используют в качестве подвижной фазы в бумажной хроматографии?
4. Что используют в качестве неподвижной фазы в бумажной хроматографии?
5. Как определяются зоны распределения катионов в бумажной хроматографии?
6. Природа ионита в ионно-обменной хроматографии.
7. Какой ионит используется в лабораторной работе?
8. Каким методом определяется количество исследуемого вещества в колоночной ионно-обменной хроматографии?
9. Что понимают под регенерацией ионно-обменной хроматографической колонки?
10. Что можно использовать в качестве адсорбентов в методах хроматографии?

Тема Спектральные методы анализа (оптические).


1. В чем сущность фотометрических методов анализа?
2. В какой области спектра проводятся измерения в спектрофотометрии (фотоэлектроколориметрии)?
3. Закон Бугера-Ламберта-Бера в экспоненциальном и логарифмическом виде, в чем преимущество второй формулы?
4. Какие существуют отклонения от закона Бугера-Ламберта-Бера?
5. Каков физический смысл молярного коэффициента поглощения?
6. Чем определяется выбор оптического прибора и длины кюветы для измерения оптической плотности раствора?
7. Для чего используются светофильтры в фотоэлектроколориметрии?
8. Как осуществляется выбор светофильтра?
9. Какова зависимость оптической плотности и пропускания от концентрации вещества?

	МИНОБРНАУКИ РОССИИ
	ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»
	Факультет Инженерно-физический
	Кафедра Химии и химической технологии

10. В каком виде регистрируются спектры ЯМР?
11. Каково условие резонанса?
12. Что такое химсдвиг?
13. Какую роль выполняют внутренние и внешние стандарты при записи спектров ЯМР?
14. Сформулируйте правило аддитивности. Для чего оно используется?
15. Что дает процедура накопления спектров?
16. При каких условиях регистрируется изотропный спектр?
17. В чем причина возникновения анизотропии?
18. В сущность фурье-преобразования спектров ЯМР?

Тема «Инфракрасная спектроскопия органических соединений»

1. Что является физической причиной характеристичности полос в
2. Что такое валентные и деформационные колебания?
3. В каком диапазоне волновых чисел ν (см⁻¹) регистрируют ИК-
4. Представьте принципиальную схему устройства ИК-спектрометра.
5. Гармонический осциллятор. Колебательная энергия и частота колебаний гармонического осциллятора.
6. Ангармонический осциллятор. Колебательная энергия ангармонического осциллятора.
7. Теоретический расчет частот валентных колебаний. Формула расчета ν (см⁻¹) для валентных колебания отдельных связей в молекулах органических соединений.
8. Что такое силовая постоянная связи и что она характеризует?
Каковы средние значения силовых постоянных для простой, двойной и тройной связей?
9. Где в ИК-спектрах проявляются валентные (ν) и деформационные α) алкильных групп – CH₃, –CH₂–; б) гидроксильных групп O–H.
10. Дайте интервалы валентных и деформационных колебания для связей: X–H, X=Y, X≡Y, X–Y.
11. Условия подготовки образцов и регистрации ИК-спектров.
12. Какие задачи можно решать с помощью ИК-спектроскопии?
13. Дайте определения понятиям: основная частота, нормальные колебания, первый обертона, второй обертона, силовая постоянная связи.
14. Колебания каких связей в молекулах органических соединений проявляются с высокой интенсивностью? Приведите примеры таких связей.
15. Инфракрасная спектроскопия алканов. Укажите области валентных и деформационных колебаний соответствующих связей.
16. Инфракрасная спектроскопия алкенов. Укажите области валентных и деформационных колебаний соответствующих связей.
17. Инфракрасная спектроскопия алкинов. Укажите области валентных и деформационных колебаний соответствующих связей.
18. Инфракрасная спектроскопия гидроксилсодержащих соединений (спиртов и фенолов). Укажите области валентных и деформационных колебаний соответствующих связей. Определение межмолекулярных и внутримолекулярных водородных связей с помощью ИК-спектроскопии.
19. Инфракрасная спектроскопия алкилзамещенных аренов. Укажите основные области валентных и деформационных колебаний C–C и C–H связей.

	МИНОБРНАУКИ РОССИИ
	ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»
	Факультет Инженерно-физический
	Кафедра Химии и химической технологии

20. Инфракрасная спектроскопия галогенбензолов, нитробензолов и ариламинов. Укажите области колебаний соответствующих связей.
21. Инфракрасная спектроскопия альдегидов. Укажите области колебаний соответствующих связей.
22. Инфракрасная спектроскопия кетонов. Укажите области колебаний соответствующих связей.
23. Инфракрасная спектроскопия карбоновых кислот и сложных эфиров. Укажите области колебаний соответствующих связей.
24. Инфракрасная спектроскопия азотсодержащих соединений (аминов, нитросоединений, нитрилов). Укажите области колебаний (валентных и деформационных) соответствующих связей.

Тема «Ядерная магнитная резонансная спектроскопия»

- 1 Физические основы ЯМР.
- 2 В каких веществах наблюдается ЯМР?
- 3 Сверхтонкая структура. Причины ее появления.
- 4 Что такое продольная и поперечная релаксация?
- 5 Каковы причины уширения линии ЯМР?
- 6 От чего зависит насыщение и каковы методы его снижения?
- 7 Почему переменное поле должно быть перпендикулярным статическому магнитному полю?
- 8 Применения ЯМР.
- 9 Какие существуют принципиальные схемы наблюдений ЯМР?
- 10 Метод генератора слабых колебаний.
- 11 Осциллограммы сигналов в различных точках блок-схемы.
- 12 Для чего применяется модуляция магнитного поля?
- 13 Что такое слабая и сильная модуляции?
- 14 Источники шумов в схеме.
- 15 Как в данной работе измеряется частота ВЧ- генератора?
- 16 Как определить номер гармоники гетеродина в измерителечастоты?

КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ ПО РАЗДЕЛАМ ДИСЦИПЛИНЫ

Тема – Хроматографические методы анализа

Вариант X

1. Перечислите этапы проведения анализа бумажной хроматографии.
2. Приведите классификацию хроматографии по агрегатному состоянию ПФ и НФ; по природе процесса, обуславливающего распределение сорбатов между ПФ и НФ.
3. Укажите возможности и ограничения разных количественных методов хроматографического анализа.
4. Какую информацию дают хроматографические пики, какими параметрами они характеризуются?
- 5.

Вариант XX



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»

Факультет Инженерно-физический

Кафедра Химии и химической технологии

1. В чем сущность ионообменной хроматографии? Положительные стороны этого метода и его недостатки.
2. Для чего используется хроматографический параметр R_f и процедуру «проявления» в плоскостной хроматографии? Какие процессы лежат в основе «проявления»?
3. Каковы преимущества двухмерной хроматографии перед простой одномерной бумажной или ТСХ?
4. Кем и когда был открыт способ хроматографирования, актуальность и перспективы методов хроматографии.

Тема «Спектральные методы анализа»

ИК-спектроскопия

Вариант XXX

Задача. Какому из приведенных ниже соединений принадлежит ИК-спектр, показанный на рисунке? Объясните ваш выбор.

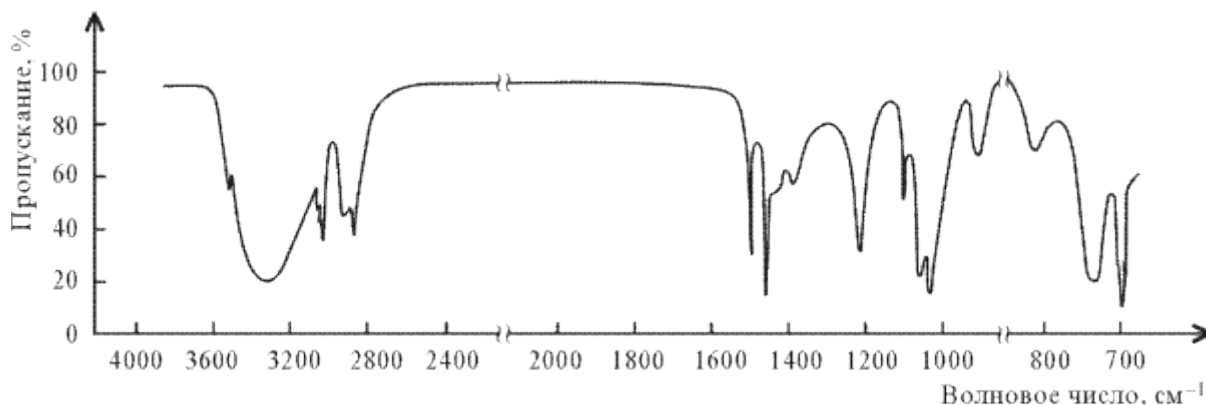
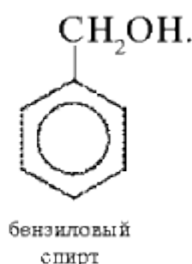
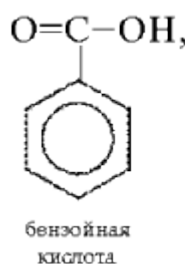
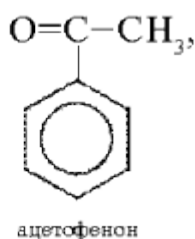
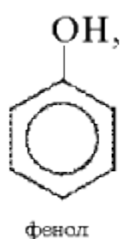


Рисунок - ИК-спектр неизвестного соединения

Задача. Из о-нитротолуола, в ИК-спектре которого имеются полосы поглощения 2960, 2870, 1520, 1465, 1380, 1330, 850, 750 см^{-1} , были получены соединения А и Б. ИК-спектр соединения А, по сравнению со спектром исходного соединения не имеет полос при 1520, 1330, 850 и 750 см^{-1} , но содержит новые полосы при 3420, 3340, 1644 см^{-1} . В ИК-спектре соединения Б исчезли полосы при 2960, 2870, 1465 и 1380 см^{-1} и появилась широкая полоса в области



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»

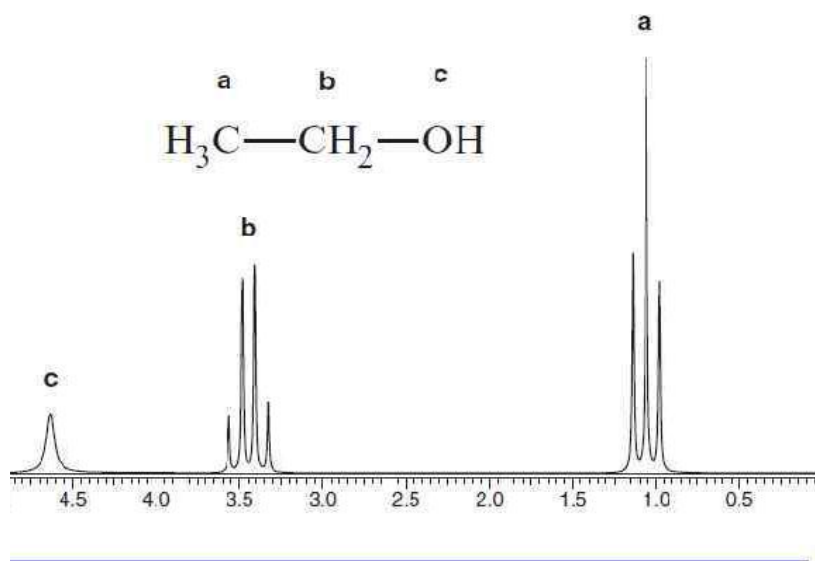
Факультет Инженерно-физический

Кафедра Химии и химической технологии

2700-2600 см⁻¹ и интенсивная полоса при 1680 см⁻¹. Какое строение имеют соединения А и Б и какими реакциями они были получены из о-нитротолуола?

Тема «Ядерная магнитная резонансная спектроскопия»

Задание: Ниже представлен спектр-ЯМР этанола. Проведите соотнесение сигналов от протонов.



Контрольный тест по теме «Хромато-масс-спектроскопия»

Выберите один правильный ответ

1 МЕТОД ЭЛЕКТРОННОГО УДАРА ИМЕЕТ ДРУГОЕ НАЗВАНИЕ

- 1) метод электронной доставки
- 2) метод электронной ионизации
- 3) метод поверхностной ионизации
- 4) метод молноеностного удара

2 В МЕТОДЕ ВЭЖХ/МС, МАСС-СПЕКТРОМЕТР РАСПОЛОЖЕН


- 1) на входе в хроматографическую колонку
- 2) на выходе из хроматографической колонки
- 3) в термостате
- 4) перед насосом

3 МЕТОД МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ ПОЯВИЛСЯ

- 1) в конце XIX века
- 2) в начале XX века
- 3) в середине XX века
- 4) в конце XX века

4 РАЗРЕШЕНИЕ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ – ЭТО

- 1) способность измерить количество ионов

	МИНОБРНАУКИ РОССИИ
	ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»
	Факультет Инженерно-физический
	Кафедра Химии и химической технологии

2) количественная мера, характеризующая способность анализатора разделять ионы с соседними массами

3) способность разделить некоторые ионы

4) мера, использующая способность разделить ионы по массе

5 НЕОБХОДИМЫМ УСЛОВИЕМ РАБОТЫ ОСНОВНЫХ УЗЛОВ ПРИБОРА МАСС-СПЕКТРОМЕТРА ЯВЛЯЕТСЯ

1) низкое давление

2) высокое давление

3) отсутствие света

4) создание глубокого вакуума

6 ДИНАМИЧЕСКИЙ ДИАПАЗОН МАСС-СПЕКТРОМЕТРА СОСТАВЛЯЕТ

1) 1-2 порядка

2) 2-3 порядка

3) 3-4 порядка

4) 5-6 порядков

Выберите несколько правильных ответов

7 ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ГИБРИДНОГО МЕТОДА ГЖХ/МС, ПО СРАВНЕНИЮ С МЕТОДА ГЖХ, ДОСТИГАЕТСЯ

1) повышение чувствительности

2) повышение достоверности

3) уменьшение времени анализа

4) уменьшение стоимости анализа

8 СОЧЕТАНИЯ МЕТОДА МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ С

ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИМ МЕТОДОМ ПОЗВОЛЯЕТ, В СРАВНЕНИИ С МЕТОДОМ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ

1) снизить уровень шума, критерия (сигнал – шум)

2) повысить достоверность результатов

3) уменьшить стоимость анализа

4) поднять уровень сигнала, критерия (сигнал – шум)

9 ОСНОВНЫМИ ТЕХНИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ МЕТОДА МС ЯВЛЯЮТСЯ:

1) специфичность

2) разрешение

3) чувствительность

4) динамический диапазон

10 ДЛЯ ИОНИЗАЦИИ СЛОЖНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ МОЛЕКУЛ В МЕТОДЕ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ ИСПОЛЬЗУЮТ

1) метод электронного удара

2) метод ионизации в электроспрее

3) метод ионизации лазерной десорбцией

4) метод химической ионизации при атмосферном давлении


11 ПРИБОР МАСС-СПЕКТРОМЕТР РАБОТАЕТ В ДВУХ РЕЖИМАХ

1) мониторинг характеристических ионов

2) отдаленного взаимодействия

3) скоростного приближения

12 В ПРИБОРЕ МАСС-СПЕКТРОМЕТР ИСПОЛЬЗУЮТ

	МИНОБРНАУКИ РОССИИ
	ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»
	Факультет Инженерно-физический
	Кафедра Химии и химической технологии

- 1) УФ-детектор
- 2) ИК-анализатор
- 3) квадрупольный масс-анализатор
- 4) времяпролетный масс-анализатор.

Методические рекомендации учета погрешности в физико-химическом анализе

1. При определении содержания алюминия в растворе фотометрическим методом получили для испытаний следующие значения оптической плотности:

$$A_1 = 0,178$$

$$A_2 = 0,180$$

Определите содержание алюминия X , мг/л,

$$X = \frac{A}{b}$$

где A – значение оптической плотности,

b – коэффициент градуировочной характеристики, равный 0,8.

Результат определения представьте в виде $X_{\text{ср.}} \pm \Delta$, где

$X_{\text{ср.}}$ – среднее арифметическое двух параллельных определений, полученных в условиях повторяемости при выполнении условия:

$$200|X_1 - X_2| \leq r(X_1 + X_2), \text{ где}$$

r – значение повторяемости по таблице 1;

Δ – границы доверительного интервала абсолютной погрешности измерений массовой концентрации алюминия, мг/л, при доверительной вероятности $P = 0,95$, рассчитываемые по формуле:

$$\Delta = 0,01 \cdot \delta \cdot X_{\text{ср.}}$$

где δ – границы доверительного интервала относительной погрешности измерений массовой концентрации алюминия, по таблице 1.

Числовое значение результата измерений должно оканчиваться цифрой того же разряда, что и абсолютное значение характеристики погрешности измерений.

Абсолютное значение погрешности измерений представляют двумя значащими цифрами, если первая цифра не превышает трех. В остальных случаях оставляют одну значащую цифру.

Таблица 1


Диапазон измерений массовой концентрации алюминия, мг/л	Предел повторяемости (относительное значение допустимого расхождения между двумя результатами, полученными в условиях повторяемости, при $P = 0,95$), r , %	Показатель точности (границы относительной погрешности при $P = 0,95$), $\pm \delta$, %
от 0,04 до 0,15 включ.	34	35
св. 0,15 до 0,56 включ.	20	20

2. При определении содержания алюминия в растворе фотометрическим методом получили для испытаний следующие значения оптической плотности:

$$A_1 = 0,062$$

$$A_2 = 0,065$$

Определите содержание алюминия X , мг/л,

	МИНОБРНАУКИ РОССИИ
	ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»
	Факультет Инженерно-физический
	Кафедра Химии и химической технологии

$$X = \frac{A}{b}$$

где A – значение оптической плотности,

b – коэффициент градуировочной характеристики, равный 0,8.

Результат определения представьте в виде $X_{\text{ср.}} \pm \Delta$, где

$X_{\text{ср.}}$ – среднее арифметическое двух параллельных определений, полученных в условиях повторяемости при выполнении условия:

$$200|X_1 - X_2| \leq r(X_1 + X_2), \text{ где}$$

r – значение повторяемости по таблице 1;

Δ – границы доверительного интервала абсолютной погрешности измерений массовой концентрации алюминия, мг/л, при доверительной вероятности $P = 0,95$, рассчитываемые по формуле:

$$\Delta = 0,01 \cdot \delta \cdot X_{\text{ср.}}$$

где δ – границы доверительного интервала относительной погрешности измерений массовой концентрации алюминия, по таблице 1.

Числовое значение результата измерений должно оканчиваться цифрой того же разряда, что и абсолютное значение характеристики погрешности измерений.

Абсолютное значение погрешности измерений представляют двумя значащими цифрами, если первая цифра не превышает трех. В остальных случаях оставляют одну значащую цифру.

Таблица 1

Диапазон измерений массовой концентрации алюминия, мг/л	Предел повторяемости (относительное значение допустимого расхождения между двумя результатами, полученными в условиях повторяемости, при $P = 0,95$), r , %	Показатель точности (границы относительной погрешности при $P = 0,95$), $\pm \delta$, %
от 0,04 до 0,15 включ.	34	35
св. 0,15 до 0,56 включ.	20	20


Пример расчетного задания для самостоятельной работы

Хроматография

Вариант У

Задача 1. Найдите число теоретических тарелок в колонке длиной 2 м, если при $t_R = 25$ мин пик имеет ширину 40 с. Рассчитайте значение H .

Задача 2. Рассчитайте число теоретических тарелок и H колонки длиной 40,2 см, если на хроматограмме максимум пика соединения А появился через 15 минут после введения образца и ширина пика 24,5 с.

	МИНОБРНАУКИ РОССИИ
	ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»
	Факультет Инженерно-физический
	Кафедра Химии и химической технологии

Лист изменений

Перечень изменений в ФОС по дисциплине «Инструментальные методы исследования в химической технологии» для реализации в

20___/20___ учебном году.

1. ...

2. ...

3. ...