

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Химический факультет



УТВЕРЖДАЮ:
И.о. декана ХФ

А.С. Князев

08 20 22 г.

Фонд оценочных средств

Методы исследования многокомпонентных систем

по специальности

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Специализация:

«Фундаментальная и прикладная химия»

Форма обучения

Очная

Квалификация

Химик. Преподаватель химии

Год приема

2022

Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.1.ДВ.01.02.06

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

В.В. Шелковников

Председатель УМК

Л.Н. Мишенина

Томск – 2022

Модуль I. ИК-спектроскопия

1 Паспорт фонда оценочных средств

Направление подготовки	04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
Дисциплина	Методы исследования многокомпонентных систем
Семестр обучения	8
Общий объем дисциплины, ЗЕ	4
Формы текущего контроля	тестирование отчет по лабораторной работе индивидуальное задание
Форма промежуточной аттестации	экзамен

Оценивание результатов учебной деятельности обучающихся при изучении дисциплины осуществляется по текущему контролю и промежуточной аттестации

2 Перечень формируемых компетенций и уровни их освоения

Изучение дисциплины «Методы исследования многокомпонентных систем» направлено на формирование следующих компетенций:

Коды и содержание компетенций по СУОС	Индикаторы достижения компетенций согласно ООП	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине	
ОПК-1. Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.	ИОПК-1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов.	<i>Допороговый уровень</i>	<i>Знать:</i> фрагментарно положения теории колебательных спектров; основные характеристики спектра; основы качественного и количественного анализа ИК спектров. <i>Уметь:</i> проводить отнесение полос поглощения или пропускания в ИК спектре колебаниям связей ионов и молекул допуская ошибки.
	ИОПК-1.2. Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Знать:</i> некоторые положения теории колебательных спектров; характеристики спектра; основы качественного или количественного анализа ИК спектров. <i>Уметь:</i> анализировать ИК спектры (проводить отнесение полос поглощения или пропускания в ИК спектре

<p>новых разделов химии.</p> <p>ИОПК-1.3. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.</p>		<p>колебаниям связей ионов и молекул, определять групповые и скелетные колебания, а также тип колебания (валентные, деформационные, симметричные, несимметричные и др.)) допуская ошибки при соотнесении частот и определению типа колебания.</p>
	<i>Достаточный уровень</i>	<p><i>Знать:</i> основные положения теории колебательных спектров; основные характеристики спектра; основы качественного и количественного анализа ИК спектров. <i>Уметь:</i> анализировать ИК спектры (проводить отнесение полос поглощения или пропускания в ИК спектре колебаниям связей ионов и молекул, определять групповые и скелетные колебания, а также тип колебания (валентные, деформационные, симметричные, несимметричные и др.)) допуская незначительные ошибки. <i>Владеть (обладать навыками):</i> расшифровки и интерпретации ИК спектров органических и неорганических соединений, в том числе комплексных соединений, допуская незначительные ошибки</p>
	<i>Продвинутый уровень</i>	<p><i>Знать:</i> теорию колебательных спектров; характеристики ИК спектра; основы качественного и количественного анализа ИК спектров.</p>

			<p><i>Уметь:</i> анализировать ИК спектры (проводить отнесение полос поглощения или пропускания в ИК спектре колебаниям связей ионов и молекул, определять групповые и скелетные колебания, а также тип колебания (валентные, деформационные, симметричные, несимметричные и др.))</p> <p><i>Владеть (обладать навыками):</i> расшифровки и интерпретации ИК спектров органических и неорганических соединений, в том числе комплексных соединений.</p>
<p>ОПК-2. Способен проводить химический эксперимент с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности.</p>	<p>ИОПК-2.1. Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности.</p> <p>ИОПК-2.2. Использует существующие и разрабатывает новые методики получения и характеристики веществ и материалов для решения задач профессиональной деятельности.</p>	<p><i>Допороговый уровень</i></p>	<p><i>Знать:</i> фрагментарно устройство и основные принципы работы ИК Фурье спектрометра; методики практического измерения; некоторые подходы к пробоподготовке газообразных, жидких и твердых проб.</p> <p><i>Уметь:</i> проводить качественный и количественный анализ образцов многокомпонентных систем методом ИК спектроскопии по предложенной методике без соблюдения норм техники безопасности, допуская значительные ошибки при проведении эксперимента.</p>
	<p>ИОПК-2.3. Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования.</p>	<p><i>Пороговый уровень</i></p>	<p><i>Знать:</i> устройство и основные принципы работы ИК Фурье спектрометра; некоторые методики практического измерения и подходы к пробоподготовке газообразных, жидких и твердых проб.</p> <p><i>Уметь:</i> проводить качественный и количественный анализ</p>

			<p>образцов многокомпонентных систем методом ИК спектроскопии по предложенной методике с соблюдением некоторых норм техники безопасности, допуская ошибки при проведении эксперимента. <i>Владеть (обладать навыками):</i> качественного и количественного анализа образцов многокомпонентных систем методом ИК спектроскопии по известным методикам</p>
		<p><i>Достаточный уровень</i></p>	<p><i>Знать:</i> устройство и основные принципы работы ИК Фурье спектрометра; основные методики практического измерения; подходы к пробоподготовке газообразных, жидких и твердых проб. <i>Уметь:</i> проводить качественный и количественный анализ образцов многокомпонентных систем методом ИК спектроскопии по предложенной методике с соблюдением норм техники безопасности, допуская незначительные ошибки при проведении эксперимента. <i>Владеть (обладать навыками):</i> качественного и количественного анализа образцов многокомпонентных систем методом ИК спектроскопии</p>
		<p><i>Продвинутый уровень</i></p>	<p><i>Знать:</i> устройство и принцип работы ИК Фурье спектрометра; методики практического измерения; подходы к пробоподготовке</p>

			газообразных, жидких и твердых проб. <i>Уметь:</i> проводить качественный и количественный анализ образцов многокомпонентных систем методом ИК спектроскопии по предложенной методике с соблюдением всех норм техники безопасности <i>Владеть (обладать навыками):</i> качественного и количественного анализа образцов многокомпонентных систем методом ИК спектроскопии
ПК-1. Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках.	ИПК-1.1. Разрабатывает стратегию научных исследований, составляет общий план и детальные планы отдельных стадий. ИПК-1.2. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи, используя достижения современной химической науки, и исходя из имеющихся, материальных, информационных и временных ресурсов.	<i>Допороговый уровень</i>	<i>Знать:</i> фрагментарно теоретические основы ИК спектроскопии: теорию гармонического и ангармонического осциллятора; положения о симметрии нормальных колебаний и правила отбора колебаний в ИК спектроскопии; методики определения кислотно-основных центров поверхности методом ИК спектроскопии и основы проведения ИК спектроскопии в режиме <i>in-situ</i> <i>Уметь:</i> определять число колебаний, которые возможно наблюдать в ИК спектре, определять симметрию молекул по данным ИК спектроскопии; определять тип кислотно-основных центров на поверхности твердых веществ и их силу, допуская грубейшие ошибки при анализе данных.
		<i>Пороговый уровень</i>	<i>Знать:</i> некоторые теоретические основы ИК

			<p>спектроскопии: теорию гармонического и ангармонического осциллятора; основные положения о симметрии нормальных колебаний и правила отбора колебаний в ИК спектроскопии; методики определения кислотно-основных центров поверхности методом ИК спектроскопии и основы проведения ИК спектроскопии в режиме in-situ</p> <p><i>Уметь:</i> определять число колебаний, которые возможно наблюдать в ИК спектре, определять симметрию молекул по данным ИК спектроскопии; определять тип кислотно-основных центров на поверхности твердых веществ и их силу, допуская ошибки при анализе данных.</p> <p><i>Владеть (обладать навыками):</i> некоторыми методиками анализа веществ в различном агрегатном состоянии методом ИК-спектроскопии</p>
		<p><i>Достаточный уровень</i></p>	<p><i>Знать:</i> теоретические основы ИК спектроскопии: теорию гармонического и ангармонического осциллятора; основные положения о симметрии нормальных колебаний и правила отбора колебаний в ИК спектроскопии; методики определения кислотно-основных центров поверхности методом ИК спектроскопии и основы проведения ИК спектроскопии в режиме in-situ</p>

		<p><i>Уметь:</i> определять число колебаний, которые возможно наблюдать в ИК спектре, определять симметрию молекул по данным ИК спектроскопии; определять тип кислотно-основных центров на поверхности твердых веществ и их силу, допуская незначительные ошибки при анализе данных.</p> <p><i>Владеть (обладать навыками):</i> методиками анализа веществ в различном агрегатном состоянии методом ИК-спектроскопии</p>
		<p><i>Продвинутый уровень</i></p> <p><i>Знать:</i> теоретические основы ИК спектроскопии: теорию гармонического и ангармонического осциллятора; положения о симметрии нормальных колебаний и правила отбора колебаний в ИК спектроскопии; методики определения кислотно-основных центров поверхности методом ИК спектроскопии и основы проведения ИК спектроскопии в режиме in-situ</p> <p><i>Уметь:</i> определять число колебаний, которые возможно наблюдать в ИК спектре, определять симметрию молекул по данным ИК спектроскопии; определять тип кислотно-основных центров на поверхности твердых веществ и их силу.</p> <p><i>Владеть (обладать навыками):</i> методиками анализа веществ в различном агрегатном</p>

			состоянии методом ИК-спектроскопии
--	--	--	------------------------------------

Уровни и шкала оценивания сформированности компетенций

Допороговый уровень	Соответствует оценке «неудовлетворительно», предполагает несформированность компетенций на достаточном уровне. Студент имеет пробелы по отдельным теоретическим разделам и не владеет основными умениями и навыками.
Пороговый уровень	Соответствует оценке «удовлетворительно», предполагает сформированность компетенций на достаточном уровне. Студент имеет недостаточно глубокие знания по отдельным теоретическим разделам, показал не все основные умения и навыки.
Достаточный уровень	Соответствует оценке «хорошо», предполагает сформированность компетенций на достаточно хорошем уровне. Студент изучил все теоретические вопросы, показал основные умения и навыки.
Продвинутый уровень	Соответствует оценке «отлично», предполагает сформированность компетенций на высоком уровне. Студент показал творческое отношение к обучению, в совершенстве овладел всеми теоретическими вопросами дисциплины, показал все требуемые умения и навыки.

2 Этапы формирования компетенций и оценочные средства (текущая аттестация)

2.1 Виды оценочных средств

№	Контролируемые темы/разделы	Наименование оценочного средства для текущего контроля	Код индикатора достижения компетенции согласно ОПП
1	Тема 1. Введение. Основы инфракрасной спектроскопии	Тестирование	ИОПК-1.3.
2	Тема 2. ИК спектрометры	Отчет по лабораторной работе	ИОПК-1.1. ИОПК-2.1. ИОПК-2.2. ИОПК-2.3.
3	Тема 3. ИК спектры: качественный и количественный анализ	Отчет по лабораторной работе	ИОПК-1.2. ИОПК-2.1. ИОПК-2.2. ИОПК-2.3.
4	Тема 4. Некоторые области применения ИК спектроскопии	Индивидуальное задание	ИОПК-1.3. ИПК-1.2.

2.2 Содержание оценочных средств

2.2.1 Примеры тестов по теме 1 «Введение. Основы инфракрасной спектроскопии»

Вопрос 1. Выберите вариант ответа, в котором области спектра электромагнитных колебаний приведены в порядке уменьшения длины волны и увеличения энергии:

- 1) микроволны, инфракрасное излучение, радиоволны, видимые лучи, ультрафиолетовое излучение, γ -излучение, рентгеновское излучение;
- 2) γ -излучение, рентгеновское излучение, ультрафиолетовое излучение, видимые лучи, инфракрасное излучение, микроволны, радиоволны;
- 3) радиоволны, микроволны, инфракрасное излучение, видимые лучи, ультрафиолетовое излучение, рентгеновское излучение, γ -излучение;
- 4) инфракрасное излучение, микроволны, радиоволны, видимые лучи, ультрафиолетовое излучение, рентгеновское излучение, γ -излучение.

Вопрос 2. Укажите, чем обусловлена активность колебаний в ИК-спектрах:

- а) ионизацией вещества;
- б) изменением поляризуемости молекул;
- в) изменением дипольного момента;
- г) абсорбционными явлениями.

Вопрос 3. Дайте определение валентным колебаниям молекул

- 1) колебания, приводящие к изменению длины связи между атомами, валентные углы меняются незначительно;
- 2) колебания, приводящие к изменению валентного угла, образованного связями у общего атома, и незначительному изменению их длин.

Вопрос 4. Укажите число колебательных степеней свободы у молекул бензола:

- а) 6;
- б) 30;
- в) 36;
- г) 102.

Вопрос 5. Укажите колебания, которые относятся к плоскостным деформационным колебаниям

- а) симметричные;
- б) асимметричные;
- в) ножничные;
- г) маятниковые;
- д) крутильные.

2.2.2 Пример структуры написания отчетов:

1. Название работы
2. Цель работы
3. Теоретическая часть
4. Экспериментальная часть
5. Выводы
6. Список используемой литературы

2.2.3 Примеры индивидуального задания

1. Вариант 1. Провести анализ ИК спектров неорганических солей Na_2SO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, CdSO_4 : провести отнесение полос в спектре типам колебаний, отвечающим данным полосам. По характеру расщепления полос вырожденных колебаний, сделайте вывод об искажении симметрии тетраэдрических ионов, определить точечную группу симметрии искаженного тетраэдра для каждого из соединений.
2. Вариант 1. Провести анализ ИК спектров неорганических солей Na_2SO_4 , CdSO_4 , CaSO_4 : провести отнесение полос в спектре типам колебаний, отвечающим данным

полосам. По характеру расщепления полос вырожденных колебаний, сделайте вывод об искажении симметрии тетраэдрических ионов, определить точечную группу симметрии искаженного тетраэдра для каждого из соединений.

Оценочные материалы в полном объеме содержатся на странице курса в системе Moodle: <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=21490§ion=4>

2.3 Методические рекомендации

2.3.1 Порядок проведения текущего контроля

Текущий контроль осуществляется на протяжении периода обучения по дисциплине в рамках организации и проведения лекционных занятий, лабораторных работ, самостоятельной работы студентов.

2.3.2 Критерии оценивания по видам оценочных средств

1. Тесты

- студент дает правильный ответ на 50 % и более вопросов теста – зачтено;
- студент дает правильный ответ на менее чем 50 % вопросов теста – не зачтено.

2. Отчет

- отчет соответствует требованиям, в теоретической части отражен теоретический материал по тематике работы; в экспериментальной части представлены расчеты, результаты и анализ результатов, сделан вывод по результатам работы, который соответствует поставленной цели – зачтено.
- отчет не соответствует требованиям, в теоретической части теоретический материал отражен не по тематике работы; в экспериментальной части представлены некоторые расчеты, результаты, не проведен анализ результатов, сделан вывод по результатам работы, который не соответствует поставленной цели – не зачтено

3. Индивидуальное задание

- индивидуальное задание выполнено согласно требованиям, все задания выполнены в полном объеме, проведен анализ результатов и сделаны выводы, соответствующие цели задания – зачтено.
- индивидуальное задание выполнено не по требованиям, выполнен менее 50 % заданий, анализ результатов не проведен – не зачтено.

3 Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Экзамен проводится в устной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из двух вопросов, проверяющих знания, полученные по ОПК-1 (ИОПК-1.3) и ПК-1 (ИПК-1.1). Продолжительность экзамена 1 час. Продолжительность подготовки ответа по билету составляет 40 минут, ответ – 20 минут. Ответ на вопросы даётся в развёрнутой форме. Содержание вопросов соответствует содержанию дисциплины (п.8).

3.2 Примеры экзаменационных билетов

Билет №1.

Вопрос 1. Основы метода ИК спектроскопии. Вращательные и колебательные спектры. Скелетные и групповые частоты.

Вопрос 2. Особенности метода подготовки проб жидких и твердых вещества для ИК спектроскопии.

Билет №2

Вопрос 1. Основные положения о симметрии нормальных колебаний и правила отбора колебаний в ИК спектроскопии;
Вопрос 2. Типы приборов: диспергирующие и недиспергирующие ИК спектрометры.
Принципы устройства и действия ИК-Фурье спектрометров

Оценочные материалы для промежуточной аттестации в полном объеме содержатся на странице курса в системе Moodle: <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=21490§ion=4>

3.3. Критерии оценивания

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». К экзамену допускаются студенты, выполнившие лабораторный практикум в полном объеме и не имеющие задолженности по работам, предусмотренным текущим контролем в курсе.

Критерии оценивания ответов:

«отлично» – студент демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументированно отвечать на вопросы, приводить примеры;

«хорошо» – студент демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя;

«удовлетворительно» – демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении, затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов;

«неудовлетворительно» – демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры, не способен правильно выполнить задание.

4. Информация о разработчиках

Автор программы: Халипова Ольга Сергеевна, канд. тех. наук, кафедра неорганической химии Национального исследовательского Томского государственного университета, доцент.

Модуль II. ИК-спектроскопия

1 Паспорт фонда оценочных средств

Направление подготовки	04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
Дисциплина	Методы исследования многокомпонентных систем Модуль 2. Хроматография
Семестр обучения	8
Общий объем дисциплины, ЗЕ	2
Формы текущего контроля	отчет по лабораторной работе, индивидуальное задание, тестирование
Форма промежуточной аттестации	экзамен

Оценивание результатов учебной деятельности обучающихся при изучении дисциплины осуществляется по текущему контролю и промежуточной аттестации.

2 Перечень формируемых компетенций и уровни их освоения

Изучение дисциплины «Методы исследования многокомпонентных систем Модуль 2. Хроматография» направлено на формирование следующих компетенций:

Коды и содержание компетенций по СУОС	Индикаторы достижения компетенций согласно ООП	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине	
ОПК-1. Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.	ИОПК 1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов. ИОПК 1.2. Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов	<i>Допороговый уровень</i>	<i>Знать:</i> не знает основных законов хроматографии <i>Уметь:</i> не умеет решать типовые задачи <i>Владеть (обладать навыками):</i> не владеет навыками работы с учебной литературой
		<i>Пороговый уровень</i>	<i>Знать:</i> затрудняется в определении базовых понятий и формулировок основных законов, описывающих хроматографические системы <i>Уметь:</i> умеет решать поставленные задачи по некоторым разделам дисциплины по алгоритму <i>Владеть (обладать навыками):</i> владеет навыками поиска учебной литературы, в т.ч. с использованием электронных ресурсов
		<i>Достаточный уровень</i>	<i>Знать:</i> имеет представление о

	<p>химии.</p> <p>ИОПК 1.3. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.</p>		<p>содержании основных законов химии и хроматографии, но допускает неточности в формулировках <i>Уметь</i>: умеет решать поставленные задачи самостоятельно с незначительными погрешностями <i>Владеть (обладать навыками)</i>: владеет навыками самостоятельного изучения отдельных разделов дисциплины</p>
		<i>Продвинутый уровень</i>	<p><i>Знать</i>: дает точные формулировки основных законов, правильно использует терминологию хроматографии и других химических дисциплин <i>Уметь</i>: умеет самостоятельно решать поставленные задачи по всем разделам дисциплины <i>Владеть (обладать навыками)</i>: владеет навыками анализа учебной информации, формулировками, выводами и участия в дискуссии</p>
<p>ОПК-2. Способен проводить химический эксперимент с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности.</p>	<p>ИОПК 2.1. Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности.</p> <p>ИОПК 2.2. Использует существующие и разрабатывает новые методики получения и характеристики веществ и материалов для решения задач профессиональной</p>	<i>Допороговый уровень</i>	<p><i>Знать</i>: не знает, как работать с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности <i>Уметь</i>: не умеет проводить синтез веществ с применением известных методик <i>Владеть (обладать навыками)</i>: не может проводить стандартные химические операции: синтез химических соединений, анализ полученных веществ</p>
		<i>Пороговый уровень</i>	<p><i>Знать</i>: знает, как работать с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности;</p>

	<p>деятельности.</p> <p>ИОПК 2.3. Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования.</p>		<p>имеет представление, как проводить синтез веществ с применением известных методик <i>Уметь:</i> умеет проводить синтез химических веществ при наличии методики <i>Владеть (обладать навыками):</i> может проводить стандартные химические операции: синтез химических соединений</p>
		<p><i>Достаточный уровень</i></p>	<p><i>Знать:</i> знает, как работать с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности; знает, как проводить синтез веществ с применением известных методик; знаком со стандартными операциями для определения свойств веществ <i>Уметь:</i> умеет проводить синтез веществ; умеет анализировать полученные результаты и проводить стандартные действия при использовании серийного оборудования <i>Владеть (обладать навыками):</i> может проводить стандартные химические операции: синтез химических соединений, анализ полученных веществ; может анализировать полученные результаты</p>
		<p><i>Продвинутый уровень</i></p>	<p><i>Знать:</i> знает, как работать с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности; знает, как проводить синтез веществ с применением известных методик; знаком со стандартными операциями для определения свойств веществ; знаком с</p>

			современным состоянием проблематики дисциплины <i>Уметь</i> : умеет проводить синтез веществ; умеет анализировать полученные результаты и проводить стандартные действия при использовании серийного оборудования; умеет самостоятельно спланировать эксперимент и методики эксперимента <i>Владеть (обладать навыками)</i> : может проводить стандартные химические операции: синтез химических соединений, анализ полученных веществ; может анализировать полученные результаты; может при необходимости корректировать проведение экспериментальной работы
ПК-1. Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках.	ИПК 1.1. Разрабатывает стратегию научных исследований, составляет общий план и детальные планы отдельных стадий. ИПК 1.2. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи, используя достижения современной химической науки, и исходя из имеющихся, материальных, информационных и временных ресурсов.	<i>Допороговый уровень</i>	
		<i>Пороговый уровень</i>	Умеет провести первичный анализ результатов типовых экспериментов Владеет базовыми навыками анализа результатов типового эксперимента
		<i>Достаточный уровень</i>	Умеет выявлять частные закономерности на основе анализа совокупности полученных экспериментальных данных и формулировать частные выводы Владеет ограниченными навыками планирования, анализа и результатов типового эксперимента
		<i>Продвинутый уровень</i>	Умеет строить типовые модели для описания экспериментальных данных и прогнозирования явлений и свойств, делать обоснованные выводы о применимости модели к поставленной задаче

			Владеет навыками планирования типового эксперимента, анализа и обобщения его результатов
--	--	--	--

Уровни и шкала оценивания сформированности компетенций

Допороговый уровень	Соответствует оценке «неудовлетворительно», предполагает несформированность компетенций на достаточном уровне. Студент имеет пробелы по отдельным теоретическим разделам и не владеет основными умениями и навыками.
Пороговый уровень	Соответствует оценке «удовлетворительно», предполагает сформированность компетенций на достаточном уровне. Студент имеет недостаточно глубокие знания по отдельным теоретическим разделам, показал не все основные умения и навыки.
Достаточный уровень	Соответствует оценке «хорошо», предполагает сформированность компетенций на достаточно хорошем уровне. Студент изучил все теоретические вопросы, показал основные умения и навыки.
Продвинутый уровень	Соответствует оценке «отлично», предполагает сформированность компетенций на высоком уровне. Студент показал творческое отношение к обучению, в совершенстве овладел всеми теоретическими вопросами дисциплины, показал все требуемые умения и навыки.

2 Этапы формирования компетенций и оценочные средства (текущая аттестация)

2.1 Виды оценочных средств

№	Контролируемые темы/разделы	Наименование оценочного средства для текущего контроля	Код индикатора достижения компетенции согласно ОПП
1	Тема 1. Общие понятия и принципы хроматографии. Тема 2. Газовая хроматография.	Тестирование	ИПК 1.1., ИПК 1.2., ИОПК 2.1
2	Тема 2. Газовая хроматография.	Индивидуальное задание	ИПК 1.1., ИПК 1.2.

оценочные средства: индивидуальное задание, тест.

2.2 Содержание оценочных средств

2.2.1 Тестовые задания контроля

1. Время удерживания компонента в колонке – это время

- А) от начала ввода пробы до начала сигнала детектора.
- Б) от момента ввода пробы до максимального выхода компонента из колонки.
- В) от начала сигнала детектора до выхода компонента из колонки.
- Г) от момента ввода пробы до последнего максимального сигнала детектора.

2. Метод, не относящийся к методам количественного определения это

- А) метод нормализации.
- Б) метод внутреннего стандарта.
- В) применение веществ-тесторов.
- Г) метод абсолютной градуировки.

3. Эффективность хроматографической колонки характеризуют ...

- А) относительная ширина пиков и число теоретических тарелок.
- Б) материал, из которого изготовлена колонка и ее форма.
- В) диаметр и длина колонки.
- Г) высота и ширина пиков.

4. Параметр, по которому идентифицируют вещества в газовой хроматографии.

- А) температура кипения.
- Б) площадь хроматографического пика.
- В) время удерживания.
- Г) высота хроматографического пика.

5. Детектор предназначен для

- А) получения и регистрации аналитического сигнала.
- Б) равномерного перемещения смеси в колонке.
- В) введения пробы в хроматограф.

Г) статистической обработки результатов.

6. Время удерживания по хроматограмме измеряется

А) от начала пика до его конца.

Б) по расстоянию между пиками.

В) от момента ввода пробы до начала пика.

Г) от момента ввода пробы до максимума пика.

7. Площадь хроматографического пика характеризует

А) качественный состав пробы.

Б) полноту разделения.

В) количественное содержание компонентов в пробе.

Г) последовательность выхода компонентов из колонки.

8. Основное требование, предъявляемое к неподвижной фазе в газовой хроматографии это

А) способность растворять определяемые вещества.

Б) инертность к определяемым веществам.

В) небольшая вязкость.

Г) высокая селективность по отношению к определяемым веществам.

Индивидуальное задание

1. Расчет методом абсолютной калибровки.

Определяемые компоненты: метан (м), азот (а), моноокись углерода (у).

Абсолютные калибровочные коэффициенты (% об): для азота $k(a) = 2,54 \cdot 10^{-3}$, для метана $k(m) = 3,95 \cdot 10^{-3}$, для окиси углерода $k(y) = 7,71 \cdot 10^{-3}$.

Площади пиков (мм²): для азота - 160, для метана - 480, для окиси углерода - 60.

Объем вводимой пробы: $V_n = 3,08$ мл.

А) *Рассчитать процентное содержание компонентов газовой смеси методом абсолютной калибровки.*

Б) *Рассчитать процентное содержание компонентов газовой смеси методом внутренней нормализации.*

2. Расчет методом внутреннего стандарта.

Анализируемая смесь: бензол (б), толуол (т), ксилол (к). Внутренний стандарт н-нонан (н).

Относительные калибровочные коэффициенты по отношению к нонану (% масс.): бензол $k(б/н) = 1,03$, толуол $k(т/н) = 1,05$, ксилол $k(к/н) = 1,12$, нонан $k(н/н) = 1,00$.

Навеска пробы: $M_p = 1,006$ г, навеска стандарта нонана $M_c = 0,102$ г.

Площади пиков (мв•с): бензол - 17 000, толуол - 4080, ксилол - 1520, нонан - 2520.

Рассчитать процентные концентрации методом внутреннего стандарта: бензола, толуола, ксилола.

3. Расчет методом внутренней нормализации.

Анализируемая смесь – смесь легких пиридиновых оснований, определяемые компоненты: пиридин (п), α -пиколин (а), 2,6-лутидин (л), β -пиколин (б), γ -пиколин (г).

Относительные калибровочные коэффициенты по отношению к пиридину (масс.): пиридин $k(п/п)= 1,0$, α -пиколин $k(а/п)= 0,99$, 2,6-лутидин $k(л/п)= 1,02$, β -пиколин $k(б/п)= 1,02$, γ -пиколин $k(г/п)= 1,04$.

Площади пиков (мв•с): пиридин - 882, α -пиколин - 5060, 2,6-лутидин - 170, β -пиколин - 165, γ -пиколин - 137.

Рассчитать процентное содержание компонентов методом внутренней нормализации.

Оценочные материалы в полном объеме содержатся в архиве кафедры и в Moodle

2.3 Методические рекомендации

2.3.1 Порядок проведения текущего контроля

Текущий контроль осуществляется на протяжении периода обучения по дисциплине в рамках организации и проведения лекционных занятий, практических занятий, лабораторных работ, самостоятельной работы студентов.

2.3.2 Критерии оценивания по видам оценочных средств

- индивидуальное задание

«зачет/незачет»

- тестирование

«зачет/незачет»

3 Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

3.1 Порядок проведения экзамена

Экзамен в восьмом семестре проводится в устной форме по билетам. Билет включает в себя два вопроса: первый проверяющий – ИОПК 1.1, ИОПК 1.2., ИОПК 1.3. ИПК 1.1., второй проверяющий – ИОПК 2.1, ИОПК 2.2., ИОПК 2.3., ИПК 1.2. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Вопросы определяющие ИОПК 1.1, ИОПК 1.2., ИОПК 1.3. ИПК 1.1.

1. Физико-химические основы хроматографического процесса. Терминология и классификация в хроматографии.

2. Классификация по методам: проявительная (элюентная) хроматография, вытеснительная хроматография, фронтальная хроматография.

3. Классификация по механизму: адсорбционная, распределительная, ионообменная, проникающая хроматография.

4. Классификация по формам осуществления: колоночная, бумажная, тонкослойная хроматография, хроматография в открытой трубке, капиллярная хроматография.

5. Теория газожидкостной хроматографии. Коэффициент и изотерма распределения. Процессы, протекающие в хроматографической колонке. Понятие теоретической тарелки. Уравнение Ван-Деемтера.

6. Теория хроматографического разделения газо-адсорбционным методом. Влияние адсорбента. Дисперсность адсорбента. Эффективность адсорбции.

7. Подвижная фаза. Сжимаемость газа-носителя. Оптимальная линейная скорость. Влияние природы газа-носителя на эффективность разделения.

8. Твердые носители. Влияние дисперсности носителя на разделение. Полярность носителя. Твердые носители, применение в хроматографии.

9. Неподвижная фаза (НФ). Селективность НФ. Требования к НФ. Классификация НФ. Полярность колонки. Некоторые указания к выбору НФ. Особоселективные фазы. Количество НФ. Эффективность колонки.

10. Адсорбенты. Молекулярные сита. Силикагель. Углеродные адсорбенты. Пористые полимеры.

11. Выбор оптимальных условий для хроматографического разделения. Температура колонки и испарителя. Скорость газов.

12. Хроматограф. Принципиальная схема современного хроматографа. Колонки. Детекторы. Катарометр. Пламенно-ионизационный детектор. Селективные детекторы.

13. Качественный анализ. Хроматографическая идентификация. Величина удерживания. Индексы удерживания.

14. Количественный анализ. Возможные источники ошибок. Методика ввода пробы. Методы количественного расчета. Нормировка площадей. Абсолютная калибровка. Метод внутреннего стандарта. Поправочные коэффициенты. Интегрирование.

15. Физико-химические измерения методом газовой хроматографии.

16. Классификация методов жидкостной хроматографии. Варианты жидкостной хроматографии по механизму удерживания.

17. Колоночная жидкостная хроматография.

18. Планарная жидкостная хроматография.

19. Хроматографическая колонка, свойства сорбентов. Профиль хроматографического тракта.

20. Аппаратура для жидкостной хроматографии. Детекторы.

Вопросы определяющие ИОПК 2.1, ИОПК 2.2., ИОПК 2.3., ИПК 1.2.

Методы расчета состава анализируемой смеси по хроматограммам - абсолютной калибровки

Методы расчета состава анализируемой смеси по хроматограммам - внутренней нормализацией

Методы расчета состава анализируемой смеси по хроматограммам- внутреннего стандарта

Методы расчета состава анализируемой смеси по хроматограммам- стандартной добавки

Методы расчета состава анализируемой смеси по хроматограммам – постоянной дозы

- Основы работы в ПО «Хроматэк – Аналитик 3.5»
- Основы работы в ПО «Хроматэк – Аналитик 2.5»
- Основы работы в ПО «Хроматэк Газ»
- Основы работы в ПО «Дистилляция»
- Основы работы в ПО «Хроматэк – Газолин»

3.2 Примеры экзаменационных билетов

Билет №1

1. Классификация по формам осуществления: колоночная, бумажная, тонкослойная хроматография, хроматография в открытой трубке, капиллярная хроматография.
2. Методы расчета состава анализируемой смеси по хроматограммам-внутреннего стандарта

Билет №2

1. Хроматограф. Принципиальная схема современного хроматографа. Колонки. Детекторы. Катарометр. Пламенно-ионизационный детектор. Селективные детекторы.
2. Методы расчета состава анализируемой смеси по хроматограммам - абсолютной калибровки

Оценочные материалы в полном объеме содержатся в архиве кафедры и в Moodle

3.3. Критерии оценивания

Результаты дисциплины определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

«отлично» - студент демонстрирует знание теоретических основ хроматографии, даны полные и правильные ответы на все вопросы, выполнена практическая часть билета

«хорошо» - ответ содержит несущественные фактические ошибки, практическая часть билета выполнена правильно

«удовлетворительно» - отсутствует ответ на первый вопрос дан не развернуто, в выполнении практической части допущены ошибки

«неудовлетворительно» - нет ответа на первый вопрос, практическая часть не выполнена.