

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Институт фундаментальной и прикладной химии

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета биологии и экологии



О.А. Маракаев
«19» мая 2023 г.

Рабочая программа
«Метрологические основы химического анализа»

Направление подготовки
04.03.01 Химия

Направленность (профиль)
«Медицинская и фармацевтическая химия»

Форма обучения
очная

Программа одобрена
на заседании института
протокол № 7 от «17» апреля 2023 года

Программа одобрена
НМК факультета биологии и экологии
протокол № 8 от «28» апреля 2023 года

Ярославль

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование у студентов системы знаний и навыков, необходимых для решения задач и представления данных в области измерений и метрологического обеспечения химического анализа.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Метрологические основы химического анализа» относится к обязательной части Блока 1 учебного плана (код дисциплины Б1.О.08.02), является частью модуля «Аналитическая химия и физические методы исследования».

Для освоения данной дисциплиной студенты должны владеть базовыми знаниями из областей химии, физики и математики.

Знания и навыки, полученные при изучении дисциплины, необходимы при изучении естественнонаучных дисциплин для грамотной работы с единицами измерения, погрешностями, для статистической обработки результатов измерений и т.п., а также при выполнении курсовой и выпускной работ и в научно-исследовательской деятельности.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ООП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
Общепрофессиональные компетенции		
ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений.	ОПК-1.1 Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов.	Знать: – основные понятия и приемы в области систематизации и анализа результатов химических экспериментов, наблюдений, измерений, результатов расчетов свойств веществ и материалов. Уметь: – использовать основные понятия и приемы в области систематизации и анализа результатов химических экспериментов, наблюдений, измерений, результатов расчетов свойств веществ и материалов. Владеть навыками: – использования основных понятий и приемов в области систематизации и анализа результатов химических экспериментов, наблюдений, измерений, результатов расчетов свойств веществ и материалов.

	<p>ОПК-1.2 Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии.</p>	<p>Знать: – принципы интерпретации результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии.</p> <p>Уметь: – использовать принципы интерпретации результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии.</p> <p>Владеть навыками: – использования принципов интерпретации результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии.</p>
	<p>ОПК-1.3 Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.</p>	<p>Знать: – приемы формулировки заключений и выводов по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.</p> <p>Уметь: – использовать приемы формулировки заключений и выводов по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.</p> <p>Владеть навыками: – использования приемов формулировки заключений и выводов по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.</p>
<p>ОПК-3 Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники.</p>	<p>ОПК-3.2 Использует стандартное программное обеспечение при решении задач химической направленности.</p>	<p>Знать: – основные возможности программного обеспечения формата электронных таблиц (например, Microsoft Excel или Open Office Calc) в части анализа и статистической обработки данных.</p> <p>Уметь: – пользоваться программным обеспечением формата электронных таблиц для осуществления задач, связанных с анализом и статистической обработкой результатов многократных измерений.</p> <p>Владеть навыками: – работы с программным обеспечением формата электронных таблиц для осуществления задач, связанных с анализом и статистической обработкой результатов многократных измерений.</p>

<p>ОПК-4 Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач.</p>	<p>ОПК-4.2 Обрабатывает данные с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик.</p>	<p>Знать: – основные понятия и приемы в области обработки данных с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик. Уметь: – использовать основные понятия и приемы в области обработки данных с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик. Владеть навыками: – использования основных понятий и приемов в области обработки данных с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик.</p>
	<p>ОПК-4.3 Интерпретирует результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений.</p>	<p>Знать: – основные понятия и приемы в области интерпретации результатов химических наблюдений с использованием физических законов и представлений. Уметь: – использовать основные понятия и приемы в области интерпретации результатов химических наблюдений с использованием физических законов и представлений. Владеть навыками: – использования основных понятий и приемов в области интерпретации результатов химических наблюдений с использованием физических законов и представлений.</p>

4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 acad.ч.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации (по семестрам) Формы ЭО и ДОТ (при наличии)
			Контактная работа						
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания	самостоятельная работа	
1	Введение.	3	2						–
2	Метрология как наука об измерениях.	3	3	4		1		–	Опрос
3	Система метрологического обеспечения в РФ.	3	4	4		1		–	Опрос
4	Системы единиц величин.	3	9	7		2		1	Опрос
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>							1	
5	Основные понятия об изменениях и средствах измерений.	3	4	4		3		8	Опрос
6	Метрологические характеристики методов анализа. Решение задач.	3	14	17		5		13	Опрос, решение задач
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>							1	
		3				2	0,5	33,5	Экзамен
	ИТОГО		36	36		14	0,5	57,5	

4.1 Информация о реализации дисциплины в форме практической подготовки

Информация о разделах дисциплины и видах учебных занятий, реализуемых в форме практической подготовки

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Место проведения занятий в форме практической подготовки
			Контактная работа						
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания	самостоятельная работа	
1	Метрология как наука об измерениях.	3		4					Факультет биологии и экологии ЯрГУ
2	Система метрологического обеспечения в РФ.	3		4					Факультет биологии и экологии ЯрГУ
3	Системы единиц величин.	3		7					Факультет биологии и экологии ЯрГУ
4	Основные понятия об изменениях и средствах измерений.	3		4					Факультет биологии и экологии ЯрГУ
5	Метрологические характеристики методов анализа. Решение задач.	3		17					Факультет биологии и экологии ЯрГУ
	ИТОГО			36					

Содержание разделов дисциплины:

1. Введение
 - 1.1. Исторический экскурс
 - 1.2. Понятие химического анализа, его общность и специфика
 - 1.3. Качественный и количественный химический анализ. Методы исследования, применяемые в химическом анализе
2. Метрология как наука об измерениях
 - 2.1. Основные понятия и задачи метрологии
 - 2.2. Области и виды измерений
 - 2.3. Шкалы измерений
3. Система метрологического обеспечения в РФ
 - 3.1. Законодательная метрология
 - 3.2. Государственная система обеспечения единства измерений
4. Системы единиц величин
 - 4.1. Деление величин системы СИ на основные и производные. Основное уравнение измерения

- 4.2. Наиболее известные единицы величин системы СИ: названия, обозначения, единицы измерения
- 4.3. Достоинства и преимущества системы СИ перед другими системами единиц величин
- 4.4. Кратные, дольные и внесистемные единицы: принципы образования, обозначения

5. Основные понятия об изменениях и средствах измерений

- 5.1. Задача любого измерения. Основные этапы процесса измерения. Классификация измерений
- 5.2. Основные характеристики и критерии качества измерений: принцип, метод, погрешность измерений, сходимость, воспроизводимость, точность, правильность
- 5.3. Средства измерений и принципы их выбора
- 5.4. Погрешности измерений и средств измерений: понятие погрешности, критерии классификации, нормальные условия определения погрешностей
- 5.5. Классы точности средств измерений, примеры обозначения. Пределы допускаемых погрешностей
- 5.6. Эталоны единиц величин: понятие, назначение, существенные признаки. Классификация эталонов. Эталонная база РФ
- 5.7. Поверочные схемы: понятие, назначение, классификация
- 5.8. Поверка и калибровка средств измерений: назначение, типы проверок, порядок проведения проверок
- 5.9. Методы передачи размера единицы величины. Классификация методов передачи
- 5.10. Стандартные образцы состава и свойств веществ и материалов: понятие, назначение, критерии классификации. База данных стандартных образцов РФ

6. Метрологические характеристики методов анализа. Решение задач

- 6.1. Погрешность измерения как главная метрологическая характеристика любого вида анализа. Классификация погрешностей. Расчетные формулы.
- 6.2. Правильность, воспроизводимость и точность анализа, среднее значение и стандартное отклонение
- 6.3. Нормальное распределение. Кривые нормального распределения. Уравнение Гаусса.
- 6.4. Распределение Стьюдента (t-распределение). Кривые t-распределения. Отличие t-распределения от нормального.
- 6.5. Понятия единичного отклонения, стандартного отклонения, дисперсии, доверительной вероятности (статистической надежности), доверительного интервала, доверительных границ, уровня значимости. Общий алгоритм вычисления величины доверительного интервала как главной метрологической характеристики точности результата многократного измерения.
- 6.6. Погрешность суммы и произведения. Аддитивность как свойство дисперсии.
- 6.7. Обнаружение грубых погрешностей (промахов). Некоторые статистические критерии, используемые для этого: Q-критерий, 3S-критерий, критерий V_{max} . Методики их применения.
- 6.8. Сравнение двух средних выборочных значений. Вычисление F-критерия для сравнения массивов данных по дисперсии и t-критерия для сравнения этих массивов по средним выборочным значениям.

5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

Вводная лекция, дающая целостное представление о дисциплине и ориентирующая студента в системе изучения данной дисциплины. Дается краткий обзор курса.

Академические лекции (лекции общего курса), в рамках которых дается основной материал. Требования к академической лекции: современный научный уровень, убедительная аргументация, доступная и понятная речь, четкая структура и логика изложения.

Практические занятия, посвященные освоению конкретных умений и навыков и закреплению полученных на лекциях знаний на практике.

Консультации – групповые занятия, являющиеся одной из форм контроля самостоятельной работы студентов.

Для организации самостоятельной работы студентов и проведения текущего контроля успеваемости в форме тестовых занятий используются **дистанционные технологии** в виде электронного учебного курса (ЭУК) в системе Moodle ЯрГУ. В ЭУК имеются электронные конспекты лекций, примеры решения практических задач, задачи для самостоятельного решения с обратной связью в виде текстового ответа студента или приложенного им файла, тестовые задания.

6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

- операционные системы семейства Microsoft Windows;
- программы Microsoft Office или их бесплатные аналоги из пакета Open Office.

7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются:

1. Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT» http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php
2. Электронно-библиотечная система «Юрайт» <https://www.urait.ru/>
3. Электронно-библиотечная система «Консультант Студента» <https://www.studentlibrary.ru/>

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости), рекомендуемых для освоения дисциплины

а) основная литература

1. Сергеев, А.Г. Метрология, стандартизация и сертификация в 2 ч. Часть 1. Метрология : учебник и практикум для вузов / А.Г. Сергеев. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2021. – 324 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-03643-5. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/490836>
2. Сергеев, А.Г. Метрология, стандартизация и сертификация в 2 ч. Часть 2. Стандартизация и сертификация : учебник и практикум для вузов / А.Г. Сергеев, В.В. Терегеря. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2021. – 325 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-03645-9. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/490837>

б) дополнительная литература

1. Метрология. Теория измерений : учебник для вузов / В.А. Мещеряков, Е.А. Бадеева, Е.В. Шалобаев ; под общей редакцией Т.И. Мурашкиной. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2021. – 167 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-07295-2. –

Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/490977>

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

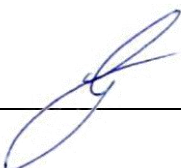
- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа;
- учебные аудитории для проведения практических занятий (семинаров);
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций;
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Специальные помещения укомплектованы средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ЯрГУ.

Автор:

Доцент института
фундаментальной и прикладной химии, к.х.н.



А.В. Сирик

**Приложение № 1 к рабочей программе дисциплины
«Метрологические основы химического анализа»**

**Фонд оценочных средств
для проведения текущего контроля успеваемости
и промежуточной аттестации студентов
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания и иные материалы,
используемые в процессе текущего контроля успеваемости**

Вопросы к семинарам

1. Что такое химический анализ (ХА)? Две его основные составляющие и их сущность? Методы исследования, используемые в ХА? Что общего между ХА и другими видами анализа и в чем его специфика?
2. Метрология. Составляющие этого понятия. Главные задачи метрологии. Три самостоятельные раздела метрологии.
3. Измерение как одно из основных понятий метрологии. Аспекты, выражающие значимость измерений.
4. Понятие величины. Отличие величины от других свойств системы/объекта. Классификация величин. Понятия размера величины, значения величины, единицы величины.
5. Истинное и действительное значения величины. Метод познания, лежащий в основе измерения какой-либо величины. Основное уравнение измерения и следствие из него. Понятие единства измерений.
6. Понятия области измерений и вида измерений, их различие. Перечислить некоторые из областей и видов. Понятие объекта измерения.
7. Понятие шкалы измерения. Типы шкал. Деление шкал на группы.
8. Законодательная метрология: определение, цель. База, на которой строится система законодательного управления метрологической деятельностью в РФ.
9. Гос. орган, занимающийся обеспечением единства измерений. Гос. система обеспечения единства измерений: что это и для чего служит, из каких подсистем состоит.
10. Системы единиц величин: общее понятие. Необходимость создания таких систем.
11. Основные и производные величины.
12. Понятие размерности величины, уравнение размерности. Размерные и безразмерные величины. Понятие единицы величины.
13. Система единиц величин, используемая в РФ. Ее основные преимущества перед другими системами. Перечислить основные величины этой системы и привести примеры некоторых ее производных величин.
14. Классификация величин системы СИ.
15. Значение термина «измерение». Задача любого измерения. Этапы процесса измерения.
16. Классификация измерений. Основные характеристики и критерии качества измерений.
17. Средства измерений: понятие, принципы выбора.
18. Погрешность результата измерения, погрешность средства измерения. Классификация погрешностей.
19. Среднее арифметическое значение многократных измерений, среднеквадратическое (стандартное) отклонение. Дисперсия.
20. Деление прямых многократных измерений на равноточные и неравноточные. Порядок обработки результатов прямых многократных равноточных измерений.
21. Понятия доверительной вероятности, доверительного интервала, доверительных границ, уровня значимости.

22. Классы точности средств измерений. Порядок нормирования метрологических характеристик, определяемых классами точности. Привести примеры обозначения классов точности.
23. Утверждение типа средств измерений: назначение данной процедуры, этапы утверждения.
24. Эталоны: назначение, классификация.
25. Передача размера единицы величины и хранение единицы величины. Порядок передачи в соответствии с классификацией эталонов.
26. Поверочные схемы: назначение, классификация. Состав поверочных схем.
27. Поверка и калибровка средств измерений: назначение, процедура проведения. Виды поверок. Отличие калибровки и поверки.
28. Методы передачи размера единицы величины.
29. Стандартные образцы (СО): определение, назначение, классификация.
30. Погрешности. Классификация погрешностей.
31. Абсолютная, относительная, приведенная погрешности. Дать краткую характеристику каждого вида, привести расчетные формулы.
32. Систематическая и случайная погрешности. Привести примеры проявления.
33. Грубая погрешность (промах). Причины возникновения, способы устранения.
34. Критерии качества измерений: правильность, сходимость, воспроизводимость, точность. Количественное выражение точности.
35. Стандартное отклонение отдельного определения, дисперсия: расчетные формулы, физический смысл абсолютной величины стандартного отклонения/дисперсии.
36. Генеральная совокупность. Выборочное среднее и среднее генеральной совокупности. Выборочное стандартное отклонение и генеральное стандартное отклонение.
37. Нормальное распределение. Уравнение Гаусса. Физический смысл интегрирования уравнения Гаусса в некоторых пределах. Доверительная вероятность.
38. Доверительный интервал: методика расчета с использованием нормального распределения.
39. Основной недостаток нормального распределения. t-Распределение, отличие его от нормального.
40. Доверительный интервал: методика расчета с использованием t-распределения.
41. Погрешность суммы и произведения.
42. Обнаружение грубых погрешностей. Статистические критерии, используемые для этого.
43. Сравнение двух средних. F-критерий. Средневзвешенная дисперсия. t-Критерий.

Примеры задач

1. В серебряной монете при анализе параллельных проб получили следующее содержание серебра (%): 90,04; 90,12; 89,92; 89,94; 90,08; 90,02. Вычислить среднее значение, стандартное отклонение единичного определения и доверительный интервал (для $P = 0,95$).
2. При определении концентрации перманганата калия $C(1/5KMnO_4)$ тремя студентами получены следующие результаты (моль/л): а) 0,1013; 0,1012; 0,1012; 0,1014; б) 0,1015; 0,1012; 0,1012; 0,1013; в) 0,1013; 0,1015; 0,1015; 0,1013. Вычислить среднее значение, стандартное отклонение единичного определения и доверительный интервал (для $P = 0,95$).
3. Содержание марганца в трех образцах ферромарганца по результатам анализов составляет (%): а) 21,34; 21,32; 21,31; 21,35; б) 34,45; 34,41; 34,42; 34,43; в) 50,17; 50,14; 50,13; 50,16. Вычислить стандартное отклонение в определении содержания марганца.

4. При анализе топаза получили следующие данные о содержании в нем Al_2O_3 (%): 53,96; 54,15; 54,05; 54,08; 54,32. Установить является ли последний результат грубой погрешностью, используя критерии Q , $3S$ и V_{\max} .

5. Имеется ли систематическая погрешность в определении платины новым методом, если при анализе стандартного образца руды, содержащего 85,97% Pt, были получены следующие результаты (%): 85,97; 85,71; 85,84; 85,79.

6. При определении массовой доли серы в вулканизированной резине новым апробируемым методом получены следующие результаты (%): 12,11; 12,15; 12,22; 12,10; 12,16. Искомое значение также было определено ранее заведомо более точным методом и составило 12,18%. Определить, значительно ли различие результатов, полученных апробируемым и заведомо более точным методами.

7. При химическом анализе качества стали получено следующее содержание марганца: 48,35; 48,00. Определить погрешность измерения. Установить, сколько параллельных проб необходимо для определения марганца с погрешностью, не превышающей $\pm 0,48$.

8. Содержание Fe_2O_3 в руде определили двумя методами: перманганатометрическим и комплексонометрии. Получены следующие результаты (%): а) 60,12; 61,00; 61,25; б) 58,75; 58,90; 59,50. Существует ли статистически значимая разница между результатами анализа этими двумя методами?

Примеры тестовых заданий

1. В ходе поверки лабораторного рефрактометра выяснилось, что пределы допускаемой основной абсолютной погрешности одного из его составных приборов – амперметра, описываются уравнением $\Delta = \pm (1,5 + 1,05 \cdot x)$ А. Какое обозначение класса точности следует использовать для характеристики данного амперметра?

Ответы: а) Класс точности М; б) Класс точности 0,5; в) Класс точности 1,5; г) Класс точности С.

2. Пробы одного и того же реактива были переданы для анализа на содержание кинетически значимых примесей в две разные лаборатории. Результаты многократных измерений, полученные этими лабораториями, составили, в %: $3,42 \pm 0,12$ и $3,51 \pm 0,63$. Является ли достоверным утверждение о том, что приведенные результаты различаются статистически незначимо?

Выберите один или несколько ответов:

а) Да, поскольку разница средних арифметических 0,09, что меньше наименьшего из двух доверительных интервалов ($\pm 0,12$);

б) Да, поскольку границы доверительных интервалов перекрываются;

в) Нет, поскольку не выполнено сравнение результатов по разбросу данных;

г) Нет, поскольку не указаны методы анализа и количество измерений в сериях (размеры выборок).

Критерии оценивания результатов текущего контроля успеваемости

Форма текущего контроля успеваемости	Правила выставления оценки
Опрос	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Отлично</i> выставляется за полный ответ на поставленный вопрос с включением в содержание ответа рассказа (лекции) преподавателя, материалов учебников, дополнительной литературы без наводящих вопросов. - <i>Хорошо</i> выставляется за полный ответ на поставленный вопрос в объеме рассказа (лекции) преподавателя с включением в содержание ответа материалов учебников с четкими положительными ответами на наводящие вопросы преподавателя. - <i>Удовлетворительно</i> выставляется за ответ, в котором озвучено более половины требуемого материала, с положительным ответом на большую часть наводящих вопросов. - <i>Неудовлетворительно</i> выставляется за ответ, в котором озвучено менее половины требуемого материала или не озвучено главное в содержании вопроса с отрицательными ответами на наводящие вопросы, или обучающийся отказался от ответа без предварительного объяснения уважительных причин.
Решение задач	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Отлично</i> выставляется, если при решении задачи был использован верный алгоритм и дан правильный ответ. - <i>Хорошо</i> выставляется, если при решении задачи был использован верный алгоритм, но дан неправильный ответ по причине арифметической ошибки. - <i>Удовлетворительно</i> выставляется, если при решении задачи были допущены незначительные ошибки в трактовке использованного алгоритма решения. - <i>Неудовлетворительно</i> выставляется, если обучающийся не приступал к выполнению задания или не смог выработать алгоритм его решения.
Гестовое задание	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Отлично</i> выставляется за 90% правильных ответов. - <i>Хорошо</i> выставляется за 70% правильных ответов. - <i>Удовлетворительно</i> выставляется за 50% правильных ответов. - <i>Неудовлетворительно</i> выставляется при наличии менее 50% правильных ответов или при отказе обучающегося пройти тест.

Фонды оценочных средств по дисциплине предусматривают проверку индикаторов достижения компетенций.

2. Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации

Вопросы к экзамену

1. Химический анализ: виды, сущность, схожесть и отличие по сравнению с другими видами анализа. Методы исследования, используемые в химическом анализе.
2. Метрология: краткое и полное определение, задачи метрологии. Самостоятельные разделы метрологии.
3. Измерение: сущность, важность с точки зрения метрологии. Аспекты, выражающие значимость измерений. Метод познания, лежащий в основе любого измерения.

4. Понятие величины. Классификация величин. Размера величины, значение величины, единицы измерения величины.
5. Основное уравнение измерения и следствие из него. Единство измерений.
6. Области и виды измерений.
7. Шкалы измерений. Типы шкал.
8. Законодательная метрология. Система законодательного управления метрологической деятельностью в РФ.
9. Государственная система обеспечения единства измерений: назначение, из каких подсистем состоит.
10. Система единиц СИ, ее основные преимущества перед другими системами. Необходимость создания систем единиц.
11. Основные и производные величины системы СИ.
12. Размерность величины, уравнение размерности. Размерные и безразмерные величины.
13. Основные единицы системы СИ. Примеры производных единиц.
14. Задача процесса измерения. Этапы этого процесса.
15. Классификация измерений. Основные характеристики и критерии качества измерений.
16. Средства измерений: понятие, принципы выбора.
17. Погрешность результата измерения, погрешность средства измерения.
18. Среднее арифметическое многократных измерений. Стандартное отклонение. Дисперсия.
19. Порядок обработки результатов прямых многократных равноточных измерений.
20. Классы точности средств измерений. Порядок нормирования метрологических характеристик, определяемых классами точности. Примеры обозначения классов точности.
21. Эталоны: назначение, классификация.
22. Передача размера единицы величины и хранение единицы величины. Порядок передачи.
23. Поверочные схемы: назначение, классификация. Состав поверочных схем.
24. Поверка и калибровка средств измерений: назначение, процедура проведения. Виды поверок. Отличие калибровки и поверки.
25. Методы передачи размера единицы величины.
26. Стандартные образцы: определение, назначение, классификация.
27. Абсолютная, относительная, приведенная погрешности. Краткое описание, формулы для расчета.
28. Систематическая и случайная погрешности. Примеры проявления.
29. Грубая погрешность: причины возникновения, способы устранения.
30. Критерии качества измерений: правильность, сходимость, воспроизводимость, точность. Количественное выражение точности.
31. Физический смысл абсолютной величины стандартного отклонения и дисперсии. Расчетные формулы.
32. Нормальное распределение. Уравнение Гаусса. Доверительная вероятность.
33. t-Распределение, отличие его от нормального.
34. Расчет величины доверительного интервала с использованием нормального распределения.
35. Расчет величины доверительного интервала с использованием t-распределения.
36. Погрешность суммы и произведения.
37. Статистические критерии, используемые для выявления промахов.
38. Сравнение двух средних: описать алгоритм процесса.

Оценка ответа на экзамене по билетам

Показатели	Критерии
Ответы по вопросам билета	- Содержание ответа соответствует поставленному вопросу; - Раскрываются наиболее значимые факты, научные положения; - Соблюдается логическая последовательность в изложении материала.
Ответы на дополнительные вопросы	- Содержание ответа соответствует поставленному вопросу; - Раскрываются наиболее значимые факты, научные положения; - Соблюдается логическая последовательность в изложении материала.

Шкала оценивания: 0 баллов – полное отсутствие критерия; 1 балл – частичное выполнение критерия; 2 балла – полное выполнение критерия

Оценка проставляется по количеству набранных баллов:

- менее 60% от максимально возможного количества баллов – неудовлетворительно;
- 60-75% от максимально возможного количества баллов – удовлетворительно;
- 76-85% от максимально возможного количества баллов – хорошо;
- 86-100% от максимально возможного количества баллов – отлично.

Приложение № 2 к рабочей программе дисциплины «Метрологические основы химического анализа»

Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине «Метрологические основы химического анализа» являются лекции и практические занятия. Практические занятия предусмотрены для большинства тем. Во время этих занятий происходит закрепление лекционного материала путем применения его к конкретным задачам.

В процессе освоения дисциплины рекомендуется регулярное повторение изученного лекционного материала. Изученный материал рекомендуется дома повторно прорабатывать и при необходимости дополнять сведениями из учебной литературы.

Для проверки и контроля усвоения материала и приобретенных практических навыков в течение обучения проводятся мероприятия текущей аттестации в виде устных опросов и тестовых заданий.

В конце семестра изучения дисциплины студенты сдают экзамен. Экзамен принимается по экзаменационным билетам. Билет включает один теоретический вопрос и одну задачу, аналогичную рассматривавшимся на практических занятиях. В рамках подготовки к экзамену предусмотрена групповая консультация.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

Для самостоятельной работы студентов рекомендуется использовать литературу, указанную в разделе 8 данной программы. Также для поиска литературы рекомендуется использовать различные информационные интернет-ресурсы, такие как «Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ» (http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php).