

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 математической статистики в химии**

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.1.07

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

 В.В. Шелковников

Председатель УМК

 Л.Н. Мишенина

Томск – 2022

## 1 Паспорт фонда оценочных средств

Направление подготовки	04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
Дисциплина	Методы математической статистики в химии
Семестр обучения	3, 4
Общий объем дисциплины, ЗЕ	4
Формы текущего контроля	Тестирование, решение контрольных задач
Форма промежуточной аттестации	зачет

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 «Хроматографические методы» направлено на формирование следующих компетенций:

Коды и содержание компетенций по СУОС	Индикаторы достижения компетенций согласно ООП	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине	
ОПК-4. Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач.	ИОПК-4.1. Использует базовые знания в области математики и физики при планировании работ химической направленности.	<i>Допороговый уровень</i>	Не способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений, формулировать заключения и выводы.
	ИОПК-4.2. Обрабатывает данные с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик.	<i>Пороговый уровень</i> <i>Достаточный уровень</i>	Способен анализировать и предложить интерпретацию результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений, но затрудняется формулировать заключения и выводы.
		<i>Достаточный уровень</i>	Способен анализировать и интерпретировать результаты собственных химических экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии, но затрудняется самостоятельно

			формулировать заключения и выводы.
	ИОПК-4.3. Интерпретирует результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений.	<i>Продвинутый уровень</i>	Способен анализировать и интерпретировать результаты собственных химических экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии, самостоятельно формулировать заключения и выводы.

Уровни и шкала оценивания сформированности компетенций:

Допороговый уровень	Соответствует оценке «неудовлетворительно», предполагает несформированность компетенций на достаточном уровне.
Пороговый уровень	Соответствует оценке «удовлетворительно», предполагает сформированность компетенций на достаточном уровне.
Достаточный уровень	Соответствует оценке «хорошо», предполагает сформированность компетенций на достаточно хорошем уровне.
Подвинутый уровень	Соответствует оценке «отлично», предполагает сформированность компетенций на высоком уровне.

## 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. Методы математической статистики в химии (статистика малых выборок)	Тестирование (письменный контроль)	ИОПК 4.1. ИОПК 4.2. ИОПК 4.3.
2	Тема 2. Методы математической статистики в химии (статистика больших выборок)	Тестирование (письменный контроль)	ИОПК 4.1. ИОПК 4.2. ИОПК 4.3.
3	Тема 3. Решение задач	Письменный контроль	ИОПК 4.2.
4	Тема 4. Решение задач	Письменный контроль	ИОПК 4.2.

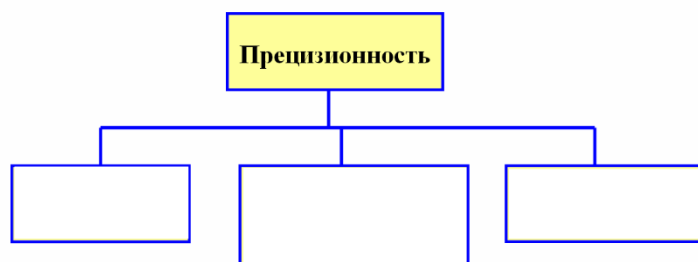
Оценочные средства: тестирование, решение расчётных задач, и др.

### 2.2 Содержание оценочных средств

**Примеры вопросов для тестирования тема 1:**

**Тест 1**

1. Что такое аккредитация, зачем она нужна?
2. Погрешность измерений составляет 5 отн.% точны ли эти измерения?
3. Что такое прецизионность? Дополните схему.



4. Чему равна вероятность достоверного события?
5. Что такое генеральное среднее и чем оно отличается от выборочного среднего?
6. Как правильно называется  $\pm\Delta$ : погрешность или расширенная неопределенность.
7. Чем отличаются нормальное распределение от нормированного?
8. Можно ли по Q-критерию оценить наличие систематической составляющей погрешности?
9. Что нужно знать для того, чтобы выбрать табличные значения для t-критерия?
10. Чему равна степень свободы  $f$ , в расчетах коэффициентов регрессии  $a$  и  $b$ ?

**Тест 2**

1. Начертите графики соответствующие двум линейным регрессиям:  $y = a + bx$ ,  $y = bx$  и сравните их между собой?
2. Что нужно знать для того, чтобы выбрать табличные значения для G-критерия?
3. Можно ли по F-критерию оценить равнозначность двух серий измерений?
4.  $\beta$  – это вероятность попадания случайной величины в заданный интервал или....?
5. Что является случайной величиной в нормированном распределении?
6. Напишите формулу для расчета погрешности для выборки.
7. Погрешность измерений составляет 50 отн.% точны ли эти измерения?
8. Какие меры надо предпринять – если обнаружена систематическая составляющая погрешности?
9. Какова на Ваш взгляд вероятность выигрыша в лотерею 1 млн \$?
10. Дополнить схему «+ или -».

<b>Показатель</b>				
Прецизионность	+	+		
Правильность	+	-		
Точность	+	-		

**Примеры вопросов для тестирования тема 2:**

## Тест 1

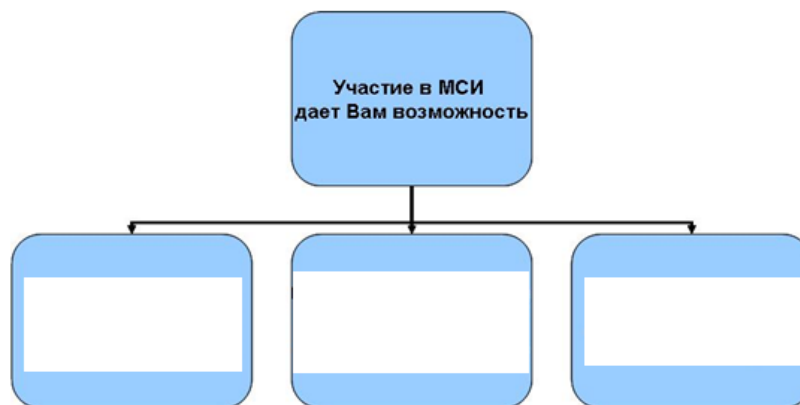
1. Что такое опорное значение в метрологии?
2. Какой показатель качества измерений при аттестации методики рассчитывается по данному алгоритму

$$X_m = \frac{\sum_{i=1}^L X_{mi}}{L}$$

$$S_{Rm} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^L (X_{mi} - X_m)^2}{L-1} + \left(\frac{1}{n} - \frac{1}{N}\right) S_{rm}^2}$$

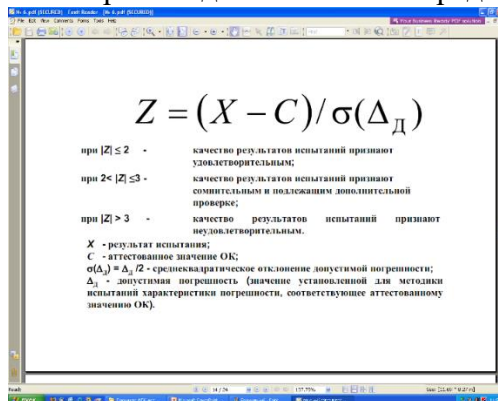
$$\sigma_{Rm} \approx S_{Rm} \quad R_m = Q(P, 2) \sigma_{Rm} \quad R_m = 2,77 \sigma_{Rm}$$

3. Перечислите показатели качества измерений рассчитываемые в результате метрологической аттестации по методике
4. Чем отличается предел воспроизводимости от предела внутрिलाбораторной прецизионности по методике?
5. В чем смысл федерального закона «Об обеспечении единства измерений»?
6. Какие объекты входят в «сферу государственного регулирования» в РФ (выборочно)?
7. Для чего необходимо было России вступать во Всемирную торговую организацию (ВТО)?
8. Зачем России необходимо было получить признание и вступить в международную организацию по аккредитации ИЛАС?
9. Можно ли по Нормативу РМГ 76-2014 ГСИ. **Внутренний контроль качества результатов количественного химического анализа** аттестовать методики?
10. Для чего проводится МСИ в аккредитованных лабораториях?



## Тест 2

1. Где используется данный алгоритм в деятельности аккредитованных лабораторий?



2. Какой показатель качества измерений при аттестации методики рассчитываются по данному алгоритму?

$$X_m = \frac{\sum_{l=1}^L X_{ml}}{L} \quad S_m^2 = \frac{\sum_{l=1}^L (X_{ml} - X_m)^2}{L-1}$$

$$t_m = \frac{|\Theta_m|}{\sqrt{\frac{S_m^2}{L} + \frac{\Delta_{0m}^2}{3}}} \quad \Theta_m = X_m - C_m$$

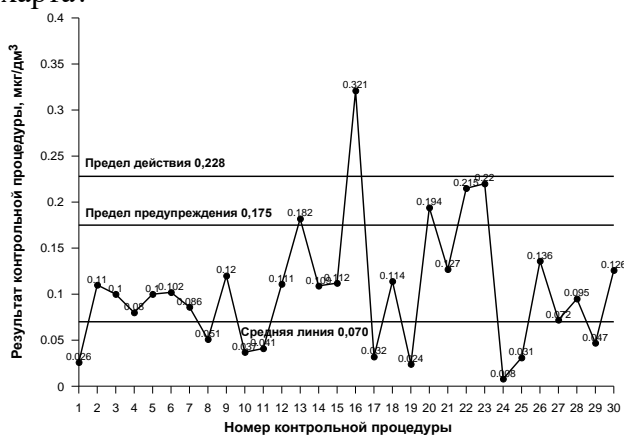
$$t_m \leq t_{\text{табл}} \quad \Theta_m = 0$$

3. Можно ли по Нормативу РМГ-61-2010 ГСИ - проводить оперативный и статистический контроль в аккредитованной лаборатории?

4. Что это за алгоритм, для чего он используется?

$$R_k = |\bar{x}_1 - \bar{x}_2| \leq R_A$$

5. Перечислите показатели качества измерений, которые необходимо определять при метрологической аттестации методики
6. Дайте оценку работы лаборатории в контролируемый период по предлагаемой карте Шухарта?



7. В чем смысл федерального закона «Об обеспечении единства измерений»
8. Какие объекты входят в «сферу государственного регулирования» в РФ (выборочно)
9. Чем отличается обязательная сертификация от добровольной

10. Для чего необходимо было России вступить во Всемирную торговую организацию (ВТО)

### **Примеры задач для письменного контроля тема 3, 4:**

**Задача №1.** В образце воды определяли содержание марганца в условиях воспроизводимости методом атомно-абсорбционной спектроскопии. Получили следующую серию значений ( $\text{мг/дм}^3$ ): 1,0; 1,3; 1,4; 1,2; 1,7; 2,8; 1,3. Грубый результат оценить по - Q критерию. Рассчитать среднее значение ( $\bar{x}$ ) и доверительные границы ( $\epsilon$ ) для содержания марганца при доверительной вероятности (P) равной 90%, 95% и 99%.

**Задача №2.** В условиях повторяемости двумя аналитиками выполнены две серии измерений и получены результаты.

Серия 1: 0,91; 0,90; 0,91; 0,92; 0,90; 0,95; 1,5.

Серия 2: 0,97; 0,94; 0,96; 0,05; 1,0.

Вторая серия измерений выполнена с использованием стандарта.

1. Проверить наличие грубого результата по Q- критерию.
2. Оценить равнозначность выборок по критерию Фишера.
2. Оценить правильность выполнения первой серии измерений по t- критерию.

**Задача №3.** В условиях повторяемости проанализирован стандартный образец с концентрацией ( $c = 1 \text{ мг/дм}^3$ ). Получены результаты: (1,4; 1,0; 0,8; 1,2; 2,0; 4,0)  $\text{мг/дм}^3$ .

1. Оценить наличие грубого результата по Q- критерию. Если есть необходимость отбросить грубый результат;
2. Определить: разброс результатов обусловлен наличием случайной составляющей погрешности либо присутствует систематическая погрешность? (по t-критерию).
3. Если разброс обусловлен случайной составляющей и систематическая составляющая не значима на фоне случайного разброса - провести статобработку (рассчитать абсолютную и относительную погрешности).

## **2.3 Методические рекомендации**

### **2.3.1 Порядок проведения текущего контроля**

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, выполнения теоретических и расчётных заданий, сдачи отчетов по семинарским заданиям и фиксируется в форме контрольной точки в семестре.

- в начале изучения дисциплины, в 3 семестре студенты посещают лекции и выполняют практические задания по решению задач, занимаются СРС;

- первый семестр обучения (3 семестр) завершается зачетом, при этом учитываются результаты теоретических тестов и решения контрольных задач;

- в 4 семестре студенты посещают лекции и выполняют практические задания по решению задач, занимаются СРС;

- 4 семестр завершается зачетом, при этом учитываются результаты теоретических тестов и решение контрольных задач;

- для консультаций предусмотрены очные общения в аудитории.

## **3. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации**

Зачет проводится в письменной тестовой форме и включает задачи теоретического и практического характера, Структура билета соответствует компетентностной структуре дисциплины. Время подготовки 45 минут.

Зачет проставляется только при условии сдачи 8 отчетов по семинарским заданиям (решение задач) и положительного результата по теоретическому тестированию.

Две задачи теоретического характера предполагают синтетические ответы в развёрнутой форме, проверяющие ИОПК-4.1, ИОПК-4.2, ИОПК-4.3.

Две задачи практического характера предполагают синтетические ответы в развёрнутой форме, проверяющие ИОПК-4.1, ИОПК-4.2, ИОПК-4.3. Приводится анализ решения поставленных задач и краткая интерпретация полученных результатов.

Результаты промежуточной аттестации зависят и учитывают результаты текущего контроля (сдача отчетов по решению задач) и положительные результаты теоретического тестирования. Общее количество отчетов – 8 в каждом семестре. Максимальное количество баллов за отчёты – 20, минимальное зачётное количество баллов – 12. Теоретическое тестирование максимально оценивается в 10 баллов, минимально зачётный балл – 6 (60%). Максимальное количество баллов для промежуточной аттестации – 30, минимальное зачётное количество баллов – 18.