

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

аналитической химии



Т.В. Елисеева

03.04.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.16 Математическая обработка результатов эксперимента

1. Код и наименование направления подготовки: 04.03.01 Химия
 2. Профиль подготовки: Химия
 3. Квалификация выпускника: Бакалавр
 4. Форма обучения: Очная
 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: 1002 аналитической химии
 6. Составители программы: Паршина Анна Валерьевна, д.х.н.
 7. Рекомендована: Научно-методический Совет химического факультета, 27.03.2025, протокол № 10-03
 8. Учебный год: 2026 / 2027
- Семестр(ы): 3**

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целью освоения учебной дисциплины является:

- знакомство с основами математической обработки результатов экспериментов на базе теории вероятностей и математической статистики.

Задачи учебной дисциплины:

- овладеть способами представления результатов физико-химического эксперимента,
- ознакомиться с основными метрологическими понятиями,
- ознакомиться с основами теории вероятности,
- овладеть приемами оценки ошибок прямых и косвенных измерений, обнаружения промахов;
- ознакомиться с законами распределения случайных величин и их применением.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП

Обязательная часть Блока 1. Дисциплины (модули).

Требования к входным знаниям, умениям и навыкам: базовые знания фундаментальных разделов физики и физической химии, навыки практической работы в области физики и химии, владение математическим аппаратом и основами информатики в объеме, необходимом для освоения теории вероятностей и математической статистики

Дисциплины, для которых данная дисциплина является предшествующей:

Физико-химические основы технологии особо чистых веществ, Аналитическая химия, Стандартизация веществ и материалов, Хроматография и ионный обмен в химическом анализе и производстве, Прикладной химический анализ.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
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 результатов расчетов свойств веществ и материалов	Знать: основные метрологические аспекты выполнения физико-химического эксперимента и обработки его результатов. Уметь: обеспечить единство измерений и оценить показатели точности определения значений измеряемой величины при выполнении физико-химического эксперимента. Владеть: теоретическими и практическими навыками работы в основных компьютерных программах математических, статистических и других методов, основанных на формальной логике с учетом основ теории вероятностей.
		ОПК-1.2	Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии	Знать: способы обнаружения и устранения систематических ошибок, обнаружения грубых промахов, оценки случайных ошибок, правила округления результатов прямых и косвенных измерений. Уметь: выполнять проверку статистических гипотез о типе распределения и свойствах параметров распределения случайной величины применительно к

				анализу собственных экспериментальных данных и сопоставлению с результатами других исследований. Владеть: алгоритмами статистического анализа малых и представительных выборок, с учетом представлений о типах случайных величин, законах их распределения и свойствах параметров законов распределения.
		ОПК-1.3	Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	Знать: способы получения информации об исследуемой величине путем математической обработки и графической визуализации результатов физико-химического эксперимента. Уметь: использовать статистическое сравнение параметров выборок как метод исследования. Владеть: основными приемами градуировки, оценки пределов обнаружения метода и установления метрологических характеристик аналитического метода.
ОПК-5	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-5.1	Осуществляет поиск, сбор, хранение, обработку, представление информации при решении задач профессиональной деятельности	Знать: способы получения информации об исследуемой величине путем математической обработки и графической визуализации результатов физико-химического эксперимента, с использованием компьютерных программ. Уметь: рассчитывать значения статистических критериев, основываясь на представлениях о типах случайных величин, законах их распределения и свойствах параметров законов распределения. Владеть: методом наименьших квадратов применительно к построению линейных градуировочных зависимостей, оценки значимости их коэффициентов и адекватности уравнения.
		ОПК-5.2	Подбирает и использует информационные технологии при решении задач профессиональной деятельности	Знать: основные математические функции, используемые в компьютерных программах математических и статистических методов применительно к обработке результатов физико-химического эксперимента. Уметь: реализовывать математические алгоритмы проверки статистических гипотез в основных компьютерных программах. Владеть: теоретическими и практическими

				навыками работы в основных компьютерных программах математических, статистических и других методов, основанных на формальной логике.
--	--	--	--	--

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. (в соответствии с учебным планом) – 4 / 144.

Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен) – зачет с оценкой.

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость			
		Всего	По семестрам		
				3 семестр	
Аудиторные занятия		102		102	
в том числе:	лекции	34			
	практические	68			
	лабораторные	-			
Самостоятельная работа		42		42	
в том числе: курсовая работа (проект)		-		-	
Форма промежуточной аттестации (экзамен – ___ час.)		-		-	
Итого:		144		144	

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
1. Лекции			
1.1	Введение в метрологию	Постулаты метрологии, основные метрологические понятия. Случайные и систематические погрешности, стандартное отклонение. Релятивизация. Рандомизация. Точность, правильность, воспроизводимость. Оценка погрешностей и стандартного отклонения прямых и косвенных измерений. Правила округления результатов прямых и косвенных измерений.	ЭУМК, Курс: Математическая обработка результатов эксперимента (очная, ФГОС3++) (vsu.ru)
1.2	Основы теории вероятностей	Введение в теорию вероятностей: случайное событие, вероятность случайного события, классификация простых и сложных случайных событий. Теоремы сложения и умножения вероятностей. Формула полной вероятности. Формула Байеса.	ЭУМК, Курс: Математическая обработка результатов эксперимента (очная, ФГОС3++) (vsu.ru)
1.3	Законы распределения случайных величин. Алгоритмы статистического анализа	Результат эксперимента как случайная величина. Законы распределения случайных величин. Нормальный закон распределения непрерывной случайной величины. Преобразование Лапласа. Оценка доверительной вероятности с помощью функции Лапласа. Выборочная совокупность. Распределение Стьюдента. Алгоритмы анализа выборок различного объема. Проверка статистических гипотез. Ошибки 1-го и 2-го рода. Проверка гипотезы о типе распределения случайной величины (правило 3σ, асимметрии и эксцесса, критерий Пирсона). Проверка выборок на наличие грубых промахов (Q-критерий, τ-критерий).	ЭУМК, Курс: Математическая обработка результатов эксперимента (очная, ФГОС3++) (vsu.ru)

		Проверка гипотезы о равенстве дисперсий (критерии Фишера, Кохрана, Бартлетта). Проверка гипотезы о равенстве математических ожиданий (критерий Стьюдента).	
2. Практические работы			
2.1	Введение в метрологию	Оценка инструментальной погрешности аналитического метода.	ЭУМК, Курс: Математическая обработка результатов эксперимента (очная, ФГОС3++) (vsu.ru)
2.2	Основы теории вероятностей	Анализ представительной выборки с использованием статистического определения вероятности. Расчет вероятности простых и сложных случайных событий.	ЭУМК, Курс: Математическая обработка результатов эксперимента (очная, ФГОС3++) (vsu.ru)
2.3	Законы распределения случайных величин. Алгоритмы статистического анализа	Расчет параметров закона распределения случайной величины. Применение нормального закона распределения при обработке результатов физико-химического эксперимента. Статистический анализ малой выборки. Проверка статистической гипотезы о типе распределения случайной величины. Проверка статистической гипотезы о принадлежности двух выборок одной генеральной совокупности. Реализация алгоритмов статистического анализа в программе Microsoft Excel.	ЭУМК, Курс: Математическая обработка результатов эксперимента (очная, ФГОС3++) (vsu.ru)

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Введение в метрологию	4	4	0	4	12
2	Основы теории вероятностей	4	8	0	12	24
3	Законы распределения случайных величин. Алгоритмы статистического анализа	26	56	0	26	108
	Итого:	34	68	0	42	144

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина реализуется с привлечением дистанционных образовательных технологий. Лекции реализуются с использованием инструментов электронной информационно-образовательной среды ВГУ «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>), сервиса видеоконференций (BigBlueButton). Практические занятия реализуются в очном формате.

Основными учебными материалами при освоении дисциплины являются презентации лекций, аудиозаписи лекций, записи демонстраций реализации алгоритмов статистического и хемометрического анализа в программе Microsoft Excel, размещенные в ЭУМК [Курс: Математическая обработка результатов эксперимента \(очная, ФГОС3++\) \(vsu.ru\)](#), а также собственные конспекты лекций и результаты практических занятий.

Студенты выполняют самостоятельную работу, пользуясь основной, дополнительной литературой, учебными материалами, размещенными в ЭУМК [Курс: Математическая](#)

[обработка результатов эксперимента \(очная, ФГОС3++\) \(vsu.ru\)](#), и другими ресурсами для электронного обучения п. 15, 16.

Обучение и аттестация лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом их индивидуальных психофизических особенностей. Все необходимые для освоения дисциплины материалы дублируются в визуальной и аудиальной форме в ЭУМК [Курс: Математическая обработка результатов эксперимента \(очная, ФГОС3++\) \(vsu.ru\)](#). На практических занятиях, реализуемых очно, допускается присутствие ассистентов и использование вспомогательных устройств для записи и хранения информации, в том числе преобразования визуальной информации в аудиальную и наоборот. При необходимости практические занятия могут быть реализованы в дистанционном формате. Промежуточная аттестация студентов с нарушением слуха проводится в письменной форме с общими критериями оценивания. Промежуточная аттестация студентов с нарушением зрения проводится в устной форме с общими критериями оценивания. Промежуточная аттестация студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата может быть реализована дистанционно. При необходимости время подготовки при аттестации может быть увеличено.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Основы аналитической химии. Учеб. для вузов. В 2 т. Т 2. Методы химического анализа / Н.В. Алов, Ю.А. Барбалат, А.Г. Борзенко [и др.] ; под ред. Ю. А. Золотова; – Москва : Академия, 2014 . – [6-е изд., перераб. и доп.]. – 409, [1] с. : ил.. – Библиогр. в конце гл. – ISBN 978-5-4468-0518-1. – Текст : непосредственный.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
2	Смагунова А.Н. Методы математической статистики в аналитической химии : учеб. пособие для вузов / А. Н. Смагунова, О. М. Карпукова. – Ростов-на-Дону.: Феникс, 2012. – 346 с. : ил. – Библиогр.: с. 324-328. – ISBN 978-5-222-19507-9. – Текст : непосредственный.
3	Аналитическая химия. Учеб. для студ. высш. учеб. завед. В 3 т. Т. 3. Химический анализ / И.Г. Зенкевич, С.С. Ермаков, Л.А. Карцова [и др.] ; под ред. Л.Н. Москвина. – Москва : Академия, 2010. – 368, [1] с. : ил., табл. – Библиогр.: с. 356-359.– ISBN 978-5-7695-3957-2. – Текст : непосредственный.
4	Введение в хеометрику / С. Кучерявский, В. Панчук, Ю. Монахова, Д. Кирсанов Текст : электронный. – 2023. – URL: https://github.com/chemometrics-ru/book (дата обращения: 12.03.2025).

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет):

№ п/п	Ресурс
5	ЭУМК, Курс: Математическая обработка результатов эксперимента (очная, ФГОС3++) (vsu.ru)
6	ЗНБ ВГУ, www.lib.vsu.ru/
7	Электронно-библиотечная система BOOK.ru, https://www.book.ru/
8	Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека online", http://biblioclub.ru/

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Паршина А.В. Математическая обработка результатов эксперимента : методические указания к лабораторным работам / А. В. Паршина, О. В. Бобрешова. – Воронеж : Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2021. – 28 с. – ISBN 978-5-4446-1548-5. – Текст : непосредственный.

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение)

При реализации учебной дисциплины используются элементы электронного обучения (ЭО) и дистанционные образовательные технологии (ДОТ) в части освоения лекционного материала и самостоятельной работы обучающихся по дисциплине, позволяющие обеспечивать опосредованное взаимодействие (на расстоянии) преподавателей и обучающихся с использованием инструментов электронной информационно-образовательной среды ВГУ

«Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>). Смешанное обучение может распространяться на практические занятия для обеспечения равнодоступной и качественной образовательной среды, в том числе для лиц с ограниченными возможностями здоровья. Для освоения дисциплины рекомендуется список литературы и ресурсы для ЭО (п. 15).

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, практических занятий: типовое оборудование учебной аудитории, проектор, мобильный экран для проектора, ноутбук с возможностью подключения к сети «Интернет», WinPro 8, OfficeSTD, Kaspersky Endpoint Security, Google Chrome.

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

По решению кафедры оценки за экзамен/зачет могут быть выставлены по результатам текущей аттестации обучающегося в семестре, но не ранее, чем на заключительном занятии. При несогласии студента с оценкой последний вправе сдавать экзамен/зачет на общих основаниях.

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Введение в метрологию	ОПК-1 ОПК-5	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-5.1 ОПК-5.2	Устный опрос, сдача практических работ, самостоятельные работы на ЭУМК Математическая обработка результатов эксперимента (очная, ФГОС3++) (vsu.ru) , Контрольная работа № 1
2.	Основы теории вероятностей	ОПК-1 ОПК-5	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-5.1 ОПК-5.2	Устный опрос, сдача практических работ, самостоятельные работы на ЭУМК Математическая обработка результатов эксперимента (очная, ФГОС3++) (vsu.ru) , Контрольная работа № 1
3.	Законы распределения случайных величин. Алгоритмы статистического анализа	ОПК-1 ОПК-5	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-5.1 ОПК-5.2	Устный опрос, сдача практических работ, самостоятельные работы на ЭУМК Математическая обработка результатов эксперимента (очная, ФГОС3++) (vsu.ru) , Контрольная работа № 2
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет с оценкой				Билеты к зачету

20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Контрольная работа №1

Перечень вопросов №1:

1. Случайное событие. Вероятность случайного события. Классическое определение вероятности случайного события (с примером).
2. Случайное событие. Вероятность случайного события. Статистическое определение вероятности случайного события (с примером).
3. Погрешность. Абсолютные и относительные погрешности. Систематические и случайные погрешности (определения).

4. Систематические погрешности (определение, классификация, примеры, способы устранения).
5. Оценка инструментальных погрешностей косвенных измерений.
6. Отклонение. Стандартное отклонение, относительное стандартное отклонение.
7. Оценка стандартного отклонения косвенных измерений.
8. Точность, ее количественная оценка.
9. Правильность, ее количественная оценка.
10. Воспроизводимость, ее количественная оценка.

Перечень вопросов №2:

- 1) Случайное событие. Невозможные, достоверные события (с примерами).
- 2) Случайное событие. Зависимые, независимые события (с примерами).
- 3) Случайное событие. Совместные, несовместные события (с примерами).
- 4) Случайное событие. Сумма случайных событий (с примером).
- 5) Случайное событие. Произведение случайных событий (с примером).
- 6) Случайное событие. Полная группа случайных событий (с примером).
- 7) Случайное событие. Противоположные случайные события (с примером).
- 8) Теоремы сложения вероятностей.
- 9) Теоремы умножения вероятностей.
- 10) Условная вероятность (с примером), полная вероятность. Формула Байеса.

Перечень вопросов №3:

1. Вероятность того, что лампа останется исправной после 1000 часов работы, равна 0.2. Какова вероятность, что одна из трех ламп (работающих одновременно) останется исправной после 1000 часов работы?
2. Вероятность того, что лампа не останется исправной после 1000 часов работы, равна 0.7. Какова вероятность, что одна из трех ламп (работающих одновременно) останется исправной после 1000 часов работы?
3. Вероятность того, что лампы типа А, В, С останутся исправными после 1000 часов работы, равна соответственно 0.1; 0.2; 0.3. Какова вероятность, что одна из трех ламп останется исправной после 1000 часов работы, если одновременно работают три лампы разного типа?
4. Вероятность того, что лампы типа А, В, С не останутся исправными после 1000 часов работы, равна соответственно 0.4; 0.6; 0.8. Какова вероятность, что две из трех ламп останутся исправными после 1000 часов работы, если одновременно работают три лампы разного типа?
5. Отдел технического контроля проверяет изделие на стандартность. Вероятность того, что изделие стандартно – 0.9. Найти вероятность того, что из трех проверенных изделий два стандартных.
6. Отдел технического контроля проверяет изделие на стандартность. Вероятность того, что изделие стандартно – 0.8. Найти вероятность того, что из трех проверенных изделий два нестандартных.
7. Отдел технического контроля проверяет изделия типа А, В, С на стандартность. Вероятность того, что изделие стандартно – 0.7; 0.8; 0.9 соответственно. Найти вероятность того, что из трех проверенных изделий два стандартных, если проверяли одновременно по три изделия разного типа.
8. Из партии изделий товаровед отбирает изделия высшего сорта. Вероятность того, что наудачу взятое изделие окажется высшего сорта, равна 0.6. Найти вероятность того, что из трех проверенных изделий одно изделие высшего сорта.
9. Из партии, содержащей изделия типа А, В, С, товаровед отбирает изделия высшего сорта. Вероятность того, что наудачу взятое изделие окажется высшего сорта, равна 0.5; 0.6; 0.7 соответственно. Найти вероятность того, что из трех проверенных изделий одно изделие высшего сорта, если проверяли одновременно по три изделия разного типа.
10. Товаровед отбирает изделия высшего сорта с конвейера. Вероятность того, что наудачу взятое изделие окажется высшего сорта, равна 0.7. Найти вероятность того, что из трех проверенных изделий одно изделие высшего сорта.

Перечень вопросов №4:

- 1) В справочном отделе библиотеки 70 % справочников нового, а остальные – старого издания. Вероятность того, что требуемая формула содержится в справочнике нового издания, равна 0.8,

старого – 0.6. Какова вероятность того, что в выбранном наугад справочнике вы найдете требуемую формулу?

2) В справочном отделе библиотеки 60 % справочников нового и 40 % – старого издания. Вероятность того, что требуемая формула содержится в справочнике нового издания, равна 0.7, старого – 0.5. Какова вероятность того, что в выбранном наугад справочнике вы не найдете требуемую формулу?

3) В справочном отделе библиотеки 80 % справочников нового и 20 % – старого издания. Вероятность того, что требуемая формула содержится в справочнике нового издания, равна 0.9, старого – 0.7. Выбирая наугад, справочник, вы нашли в нем требуемую формулу. Какова вероятность того, что вы выбрали справочник нового издания?

4) В справочном отделе библиотеки 85 % справочников нового, а остальные – старого издания. Вероятность того, что требуемая формула содержится в справочнике нового издания, равна 0.6, старого – 0.4. Выбирая наугад, справочник, вы не нашли в нем требуемую формулу. Какова вероятность того, что вы выбрали справочник старого издания?

5) В ящике 12 деталей, изготовленных в цехе № 1, 18 – в цехе № 2, 24 – в цехе № 3. Вероятность того, что деталь, изготовленная в цехе № 1, окажется отличного качества, равна 0.9, в цехе № 2 – 0.7, в цехе № 3 – 0.5. Найти вероятность того, что наудачу извлеченная деталь окажется плохого качества.

6) В ящике 13 деталей, изготовленных в цехе № 1, 19 – в цехе № 2, 25 – в цехе № 3. Вероятность того, что деталь, изготовленная в цехе № 1, окажется отличного качества, равна 0.8, в цехе № 2 – 0.6, в цехе № 3 – 0.4. Найти вероятность того, что наудачу извлеченная деталь окажется отличного качества.

7) В ящике 14 деталей, изготовленных в цехе № 1, 20 – в цехе № 2, 26 – в цехе № 3. Вероятность того, что деталь, изготовленная в цехе № 1, окажется отличного качества, равна 0.9, в цехе № 2 – 0.8, в цехе № 3 – 0.7. Наудачу извлеченная деталь оказалась отличного качества. Найти вероятность того, что извлеченная деталь изготовлена в цехе № 1.

8) В ящике 15 деталей, изготовленных в цехе № 1, 21 – в цехе № 2, 27 – в цехе № 3. Вероятность того, что деталь, изготовленная в цехе № 1, окажется отличного качества, равна 0.8, в цехе № 2 – 0.7, в цехе № 3 – 0.6. Наудачу извлеченная деталь оказалась плохого качества. Найти вероятность того, что извлеченная деталь изготовлена в цехе № 2.

9) Два автомата производят одинаковые детали, которые поступают на общий конвейер. Производительность первого автомата 4000 дет./сут., второго – 3000 дет./сут. Первый автомат производит 30 % деталей отличного качества, второй – 20 %. Какова вероятность того, что наудачу взятая с конвейера деталь окажется плохого качества?

10) Два автомата производят одинаковые детали, которые поступают на общий конвейер. Производительность первого автомата 5000 дет./сут., второго – 2000 дет./сут. Первый автомат производит 30 % деталей отличного качества, второй – 10 %. Наудачу взятая с конвейера деталь оказалась отличного качества. Какова вероятность, что эта деталь произведена первым автоматом?

Перечень вопросов №5:

1)

а) Косвенная величина u рассчитана по формуле $u=5x + 0.25y$, где x, y – экспериментально определенные значения случайных величин. Округлите значение рассчитанной величины u , если $x=0.846, y=15.4$.

б) Представьте результат эксперимента в виде $\bar{x} \pm \Delta x$ в соответствии с правилами округления:

$$\Delta x = 0.125 \quad \bar{x} = 10.302$$

$$\Delta x = 2.45 \quad \bar{x} = 145.89$$

$$\Delta x = 0.25 \cdot 10^{-6} \quad \bar{x} = 0.905 \cdot 10^{-5}$$

2)

а) Косвенная величина u рассчитана по формуле $u=0.5xy$, где x, y – экспериментально определенные значения случайных величин. Округлите значение рассчитанной величины u , если $x=3.5, y=6.24$.

б) Представьте результат эксперимента в виде $\bar{x} \pm \Delta x$ в соответствии с правилами округления:

$$\begin{array}{ll} \Delta x = 0.389 & \bar{x} = 28.356 \\ \Delta x = 0.1045 & \bar{x} = 19.5484 \\ \Delta x = 4.85 & \bar{x} = 355.14 \end{array}$$

3)

а) Косвенная величина u рассчитана по формуле $u=2x+0.5y$, где x, y – экспериментально определенные значения случайных величин. Округлите значение рассчитанной величины u , если $x=4.5, y=1.33$.

б) Представьте результат эксперимента в виде $x = \bar{x} \pm \Delta x$ в соответствии с правилами округления:

$$\begin{array}{ll} \Delta x = 0.25 \cdot 10^{-3} & \bar{x} = 0.16546 \\ \Delta x = 0.54 & \bar{x} = 13.054 \\ \Delta x = 0.0459 & \bar{x} = 7.4065 \end{array}$$

4)

а) Косвенная величина u рассчитана по формуле $u=59xu$, где x, y – экспериментально определенные значения случайных величин. Округлите значение рассчитанной величины u , если $x=0.0005, y=0.0025$.

б) Представьте результат эксперимента в виде $x = \bar{x} \pm \Delta x$ в соответствии с правилами округления:

$$\begin{array}{ll} \Delta x = 0.00057 & \bar{x} = 0.00456 \\ \Delta x = 0.00103 \cdot 10^{-3} & \bar{x} = 5.544 \cdot 10^{-5} \\ \Delta x = 0.389 & \bar{x} = 28.356 \end{array}$$

5)

а) Косвенная величина u рассчитана по формуле $u=3x-y$, где x, y – экспериментально определенные значения случайных величин. Округлите значение рассчитанной величины u , если $x=0.78, y=5.2$.

б) Представьте результат эксперимента в виде $x = \bar{x} \pm \Delta x$ в соответствии с правилами округления:

$$\begin{array}{ll} \Delta x = 0.0153 & \bar{x} = 8.0977 \\ \Delta x = 0.0033 \cdot 10^{-5} & \bar{x} = 1.275 \cdot 10^{-6} \\ \Delta x = 0.658 & \bar{x} = 10.029 \end{array}$$

Описание технологии проведения: письменная работа.

Письменная работа выполняется по билетам, на выполнение работы предоставляется 2 академических часа, допускается использование непрограммируемого калькулятора и справочных материалов, предоставляемых преподавателем, собеседование проводится строго по вопросам билета.

Критерии оценивания: отлично – 95-100%, хорошо – 75-80%, удовлетворительно – 55-60%, неудовлетворительно – менее 55%.

Контрольная работа №2

Перечень вопросов №1:

Оцените значимость отличия параметров выборок А и В. Если выборки принадлежат одной генеральной совокупности, рассчитайте параметры объединенной выборки и доверительной интервал, которому принадлежит погрешность среднего значения. Анализ выполните при доверительной вероятности 0.95.

A	2,33	4,64	3,59	3,45	2,64	3,00	3,41	2,03	2,80
B	2,08	3,72	2,51	2,65	2,56	6,56	2,21	2,58	3,13
A	31,0	37,0	35,0	32,0	30,0	23,0	56,0	30,0	31,0
B	24,0	28,0	33,0	29,0	30,0	31,0	27,0	40,0	28,0

A	5,2	20,0	5,5	5,3	5,0	4,9	5,5	5,4	5,3
B	5,0	5,1	4,9	5,1	5,4	5,5	5,1	5,0	4,9

A	1,33	1,64	1,59	1,45	1,64	3,29	1,41	1,23	1,80
B	1,68	1,62	1,01	0,65	1,56	1,27	1,20	1,58	1,13

A	1,33	1,64	1,59	1,45	1,64	3,29	1,41	1,23	1,80
B	1,68	1,62	1,01	0,65	1,56	1,27	1,20	1,58	1,13

A	11	13	12	10	11	12	10	13	13
B	10	11	15	12	10	11	10	2	12

A	7,1	7,0	6,7	6,9	7,2	7,5	7,4	7,6	5,1
B	6,9	7,9	7,6	7,7	7,4	7,9	7,5	6,6	7,0

A	13	15	11	5	15	16	12	15	15
B	15	14	16	15	14	16	15	13	13

A	9,5	9,4	9,2	9,7	9,6	5,2	9,6	9,5	9,6
B	9,3	9,6	9,5	9,4	9,6	9,5	9,7	9,4	9,5

A	4,35	4,64	4,59	4,45	4,64	4,00	4,41	12,09	4,60
B	4,56	4,16	4,45	4,56	4,59	4,38	4,29	4,38	4,28

Перечень вопросов №2:

1. Случайная величина. Дискретная случайная величина. Генеральная совокупность. Закон распределения случайной величины. Математическое ожидание, свойства математического ожидания (докажите любое свойство математического ожидания).
2. Случайная величина. Дискретная случайная величина. Генеральная совокупность. Закон распределения случайной величины. Дисперсия, среднеквадратическое отклонение. Свойства дисперсии (докажите любое свойство дисперсии).
3. Случайная величина. Непрерывная случайная величина. Нормальный закон распределения непрерывной случайной величины (формулировка, графический и аналитический вид). Параметры закона Гаусса. Свойства функции плотности вероятности.
4. Случайная величина. Непрерывная случайная величина. Преобразование Лапласа, графический и аналитический вид закона Гаусса-Лапласа. Оценка доверительной вероятности с помощью функции Лапласа. Докажите, что параметры распределения Гаусса-Лапласа равны соответственно: $\mu(u)=0$, $\sigma(u)=1$.
5. Случайная величина. Выборочная совокупность, среднее значение, стандартное отклонение. Распределение Стьюдента. Докажите, что дисперсия среднего значения выборки, объемом n , в n раз меньше дисперсии единичного значения. Доверительный интервал, которому принадлежит ошибка единичного значения. Доверительный интервал, которому принадлежит ошибка среднего значения. Алгоритм анализа малой выборки.
6. Статистическая гипотеза. Нулевая и обратная статистические гипотезы. Общий алгоритм проверки статистической гипотезы. Принципиальный алгоритм проверки статистической гипотезы о принадлежности двух выборок к одной генеральной совокупности.

7. Статистическая гипотеза. Нулевая и обратная статистические гипотезы. Общий алгоритм проверки статистической гипотезы. Алгоритмы проверки выборок разного объема ($n \geq 50$, $n \leq 30$, $n \leq 10$) на наличие грубых промахов.

8. Статистическая гипотеза. Нулевая и обратная статистические гипотезы. Общий алгоритм проверки статистической гипотезы. Алгоритм проверки типа распределения случайной величины по критерию Пирсона.

Описание технологии проведения: письменная работа.

Письменная работа выполняется по билетам, на выполнение работы предоставляется 2 академических часа, допускается использование непрограммируемого калькулятора и справочных материалов, предоставляемых преподавателем, собеседование проводится строго по вопросам билета.

Критерии оценивания: отлично – 95-100%, хорошо – 75-80%, удовлетворительно – 55-60%, неудовлетворительно – менее 55%.

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Собеседование по билетам к экзамену

Перечень вопросов №1:

- 1) Погрешность. Абсолютные и относительные погрешности. Систематические (классификация, примеры, способы устранения) и случайные погрешности.
- 2) Погрешность. Абсолютные и относительные погрешности. Оценка погрешностей прямых и косвенных измерений.
- 3) Отклонение. Стандартное отклонение, относительное стандартное отклонение. Оценка стандартного отклонения прямых и косвенных измерений.
- 4) Точность, правильность, воспроизводимость, их количественная оценка. Правила округления.
- 5) Случайное событие. Вероятность случайного события. Классическое и статистическое определения вероятности случайного события (с примерами).
- 6) Классификация случайных событий: невозможные, случайные, достоверные, зависимые, независимые, совместные, несовместные (с примерами).
- 7) Случайное событие. Сумма случайных событий (с примером). Теоремы сложения вероятностей.
- 8) Случайное событие. Произведение случайных событий (с примером). Теоремы умножения вероятностей.
- 9) Случайное событие. Полная группа случайных событий (с примером), противоположные случайные события (с примером).
- 10) Случайное событие. Условная вероятность (с примером), полная вероятность. Формула Байеса.

Перечень вопросов №2:

1. Случайная величина. Дискретная, непрерывная случайная величина. Генеральная совокупность. Закон распределения случайной величины. Параметры закона распределения случайной величины (математическое ожидание, дисперсия, среднеквадратическое отклонение). Свойства параметров закона распределения случайной величины (докажите любое свойство математического ожидания и любое свойство дисперсии).
2. Случайная величина. Непрерывная случайная величина. Генеральная совокупность. Нормальный закон распределения непрерывной случайной величины (формулировка, графический и аналитический вид). Преобразование Лапласа, графический и аналитический вид закона Гаусса-Лапласа. Оценка доверительной вероятности с помощью функции Лапласа (формула). Докажите, что параметры распределения Гаусса-Лапласа равны соответственно: $\mu(u)=0$, $\sigma(u)=1$.
3. Случайная величина. Случайная величина. Выборочная совокупность, среднее значение, стандартное отклонение. Распределение Стюдента. Докажите, что дисперсия среднего значения выборки, объемом n , в n раз меньше дисперсии единичного значения. Доверительный интервал, которому принадлежит ошибка единичного значения. Доверительный интервал, которому принадлежит ошибка среднего значения. Алгоритм анализа малой выборки.

4. Статистическая гипотеза. Нулевая и обратная статистические гипотезы. Общий алгоритм проверки статистической гипотезы. Принципиальный алгоритм проверки статистической гипотезы о принадлежности двух выборок к одной генеральной совокупности.
5. Статистическая гипотеза. Нулевая и обратная статистические гипотезы. Общий алгоритм проверки статистической гипотезы. Алгоритмы проверки выборок разного объема ($n \geq 50$, $n \leq 30$, $n \leq 10$) на наличие грубых промахов.
6. Статистическая гипотеза. Нулевая и обратная статистические гипотезы. Общий алгоритм проверки статистической гипотезы. Алгоритм проверки типа распределения случайной величины по критерию Пирсона.

Перечень вопросов №3:

- Корреляционный анализ. Условия применения. Факторы и параметры эксперимента. Применение в аналитической и/или физической химии.
- Дисперсионный анализ. Условия применения. Факторы и параметры эксперимента. Применение в аналитической и/или физической химии.
- Регрессионный анализ. Условия применения классических алгоритмов регрессионного анализа. Этапы регрессионного анализа. Применение в аналитической и/или физической химии.
- Алгоритм установления одномерной линейной градуировочной зависимости,
- Статистическая оценка предела обнаружения аналитического метода.

Перечень вопросов №4:

Выполните статистический анализ малой выборки при доверительной вероятности $p=0.95$.

1. 70; 71; 73; 66; 69; 66; 65; 100.
2. 84; 94; 86; 90; 84; 82; 85; 110.
3. 123; 125; 125; 120; 128; 125; 123; 100.
4. 138; 140; 143; 144; 143; 144; 144; 100.
5. 182; 185; 183; 180; 186; 177; 180; 100.
6. 188; 193; 199; 193; 194; 195; 189; 100.
7. 224; 228; 213; 233; 221; 223; 224; 100.
8. 65; 73; 62; 63; 72; 66; 66; 100.
9. 76; 90; 77; 78; 82; 80; 82; 110.
10. 123; 128; 121; 120; 123; 122; 119; 100.
11. 194; 180; 188; 187; 197; 204; 194; 100.
12. 166; 170; 183; 181; 183; 171; 181; 100.
13. 140; 137; 142; 144; 147; 141; 131; 100.
14. 208; 202; 213; 225; 213; 218; 217; 100.
15. 172; 176; 182; 171; 181; 185; 179; 100.
16. 133; 136; 146; 134; 143; 137; 137; 100.
17. 121; 119; 129; 119; 118; 117; 123; 100.
18. 80; 79; 87; 88; 80; 78; 86; 110.
19. 65; 69; 71; 77; 70; 65; 67; 100.
20. 220; 230; 206; 214; 227; 226; 230; 100.

Описание технологии проведения: собеседование по билетам.

На подготовку к устному ответу и составление плана-конспекта ответа обучающемуся предоставляется 1 академический час, допускается использование непрограммируемого калькулятора и справочных материалов, предоставляемых преподавателем, собеседование проводится строго по вопросам билета.

Требования к выполнению заданий, шкала и критерии оценивания:

№ п/п	Шкала	Требования и критерии
1	Отлично	Обучающийся в полной мере владеет теоретическими основами дисциплины, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для

		решения практических задач.
2	Хорошо	Обучающийся владеет теоретическими основами дисциплины, способен иллюстрировать ответ примерами, применять теоретические знания для решения практических задач, допускает незначительные ошибки, неточности, которые исправлены после замечания преподавателя.
3	Удовлетворительно	Ответ на контрольно-измерительный материал неполный, без обоснований, объяснений. Демонстрирует частичные знания учебного материала, значительные затруднения в вопросах решения практических задач. Ошибки устраняются по дополнительным вопросам преподавателя.
4	Неудовлетворительно	Ответ на контрольно-измерительный фрагментарный. Обучающийся демонстрирует несистематические, отрывочные знания, допускает грубые, принципиальные ошибки, которые не устранены после дополнительных наводящих вопросов.

20.3 Контроль освоения ОПК

Контроль освоения ОПК-1

ОПК-1. Закрытые вопросы

1. Какая из указанных характеристик является оценкой воспроизводимости результатов эксперимента (выберите один вариант)?

- А стандартное отклонение**
- Б абсолютная погрешность
- В относительная погрешность

2. Какие принципы выполнения эксперимента могут быть использованы способы устранения систематических погрешностей (выберите два варианта)?

- А дублирование эксперимента
- Б релятивизация**
- В рандомизация**
- Г проверка выборки на наличие грубых промахов

3. Какой этап отсутствует в алгоритме статистического анализа малой выборки (выберите два варианта)?

- А проверка выборки на наличие грубых промахов
- Б сравнение дисперсий**
- В расчет доверительного интервала
- Г сравнение средних**

4. Какие статистические критерии используются для проверки гипотезы о принадлежности двух выборок одной генеральной совокупности (выберите два варианта)?

- А критерий Фишера**
- Б критерий 3σ
- В критерий Стьюдента**
- Г асимметрия и эксцесс

5. Среднее значение измеряемой величины составило 2.487, а его погрешность составила ± 0.1268 . Выберите вариант, в котором результат эксперимента представлен в соответствии с правилами округления.

- А 2.48 ± 0.13**
- Б 2.5 ± 0.1
- В 2.4 ± 0.13

6. Если распределение случайной величины подчиняется нормальному закону (закону Гаусса), то разброс ее значений относительно математического ожидания не превышает утроенное среднеквадратическое отклонение. Верно ли данное утверждение?

Верно

ОПК-1. Комбинированные вопросы

1. Как называют значение выборки, сильно отличающееся от других значений выборки (значимость отличия устанавливается путем проверки статистической гипотезы)?

Грубый промах

2. Если распределение случайной величины подчиняется нормальному закону (закону Гаусса), то при каком значении случайной величины функция плотности вероятности достигает максимума?

Математическое ожидание

3. Рассчитайте доверительный интервал, которому принадлежит погрешность среднего значения, если объем выборки $n=16$, коэффициент Стьюдента $t=2.13$ (при числе степеней свободы выборки 15 и доверительной вероятности 0.95), стандартное отклонение $s(x)=2$. Запишите полученное значение с учетом правил округления.

1.1

ОПК-1. Открытые вопросы

1. Оценка вероятности случайного события может быть выполнена по формуле $p=n/m$. Расшифруйте смысл параметров n и m для классического и статистического определения вероятности.

По классическому определению вероятности n – число благоприятных данному случайному событию элементарных исходов, m – число всех возможных элементарных исходов.

По статистическому определению вероятности n – число появлений случайного события в испытаниях, m – общее число испытаний.

2. Дайте определение таким метрологическим понятиям как точность, правильность и воспроизводимость.

Точность – малость погрешности или близость измеренного значения к истинному.

Правильность – малость систематической погрешности или близость среднего значения к истинному.

Воспроизводимость – малость случайного разброса значений при дублировании эксперимента или близость измеренного значения к среднему.

3. В чем состоит нормальный закон распределения непрерывной случайной величины (закон Гаусса)? Дайте определение параметрам закона распределения случайной величины (математическое ожидание, дисперсия).

Если вероятность значений непрерывной случайной величины тем выше, чем ближе они к математическому ожиданию, тогда распределение случайной величины подчиняется нормальному закону (закону Гаусса).

Математическое ожидание – среднее значение из всех возможных значений случайной величины (генеральное среднее).

Дисперсия – математическое ожидание квадрата отклонения значений случайной величины от ее математического ожидания.

Контроль освоения ОПК-5

ОПК-5. Закрытые вопросы

1. Каковы основные показатели правильности результатов эксперимента (выберите два варианта)?

А стандартное отклонение

Б абсолютная погрешность

В относительная погрешность

2. Какие критерии могут быть использованы для статистической оценки значимости отличий результатов эксперимента (выберите два варианта)?

А критерий Стьюдента

Б Q-критерий

В τ -критерий

Г критерий Фишера

3. Среднее значение измеряемой величины составило 34.15, а его погрешность составила ± 1.02 . Выберите вариант, в котором результат эксперимента представлен в соответствии с правилами округления.

А 34.15 ± 1.02

Б 34.2 ± 1.0

В 34 ± 1

4. Какая функция в программе EXCEL позволяет выполнить расчет доверительного интервала (выберите один вариант)?

А СТАНДОТКЛОН (или СТАНДОТКЛОН.В)

Б ДИСП (или ДИСП.В)

В ДОВЕРИТ (или ДОВЕРИТ.СТЫЮДЕНТ)

Г СРЗНАЧ

5. Какие функции в программе EXCEL могут быть использованы при реализации алгоритма проверки выборки на наличие грубых промахов по т-критерию (выберите четыре варианта)?

А МИН

Б СТАНДОТКЛОН (или СТАНДОТКЛОН.В)

В ДИСП (или ДИСП.В)

Г МАКС

Д ДОВЕРИТ (или ДОВЕРИТ.СТЫЮДЕНТ)

Е СРЗНАЧ

Ж СУММ

6. Если результат измерения рассчитан из результатов прямых измерений других величин, то измерение называют косвенным, а измеряемую величину – косвенной величиной. Верно ли данное утверждение?

Верно

7. Распределение Стьюдента позволяет выполнить статистический анализ выборки, объемом не более 30. Верно ли данное утверждение?

Верно

8. Если распределение случайной величины подчиняется нормальному закону (закону Гаусса), то для любой совокупности значений данной величины может быть установлена вероятность попадания ее значений в заданный доверительный интервал с помощью значений функции Лапласа. Верно ли данное утверждение?

Неверно

ОПК-5. Комбинированные вопросы

1. Какая характеристика позволяет оценить отличие измеряемой величины от истинного значения?

Погрешность

2. Какая характеристика позволяет оценить отличие измеряемой величины от среднего значения?

Отклонение

3. Какой параметр выборки может быть рассчитан как отношение суммы всех вариантов к объему выборки?

Среднее значение

4. Какой параметр (выраженный в тех же единицах измерения, что и измеряемая величина) выборки характеризует средний разброс вариант относительно среднего значения?

Стандартное отклонение

5. Какой параметр (выраженный в единицах измерения величины, возведенных в квадрат) выборки характеризует средний разброс вариант относительно среднего значения?

Дисперсия (дисперсия выборки)

6. Какой критерий может быть использован для проверки выборки на наличие грубых промахов, если объем выборки менее 30?

т-критерий

7. Какие критерии могут быть использованы для проверки выборки на наличие грубых промахов, если объем выборки менее 10?

Q-критерий, т-критерий

8. Какой критерий может быть использован для сравнения средних значений двух выборок?

t-критерий (критерий Стьюдента)

9. Какой критерий может быть использован для сравнения дисперсий двух выборок?

F-критерий (критерий Фишера)

10. Рассчитайте доверительный интервал, которому принадлежит погрешность среднего значения, если объем выборки $n=9$, коэффициент Стьюдента $t=2.31$ (при числе степеней свободы выборки 8 и доверительной вероятности 0.95), стандартное отклонение $s(x)=0.5$. Запишите полученное значение с учетом правил округления.

0.4

11. Установите последовательность действий алгоритма статистического анализа малой выборки.

А Задать уровень значимости (или доверительной вероятности) на котором будет выполнен анализ.

Б Рассчитать среднее значение выборки.

В Рассчитать стандартное отклонение.

Г..Проверить выборку на наличие грубых промахов.

Д Представить результат эксперимента с учетом правил округления.

Е Рассчитать доверительный интервал.

Верная последовательность: А, Г, Б, В, Е, Д

12. Установите последовательность действий общего алгоритма проверки статистической гипотезы.

А Задать уровень значимости (или доверительной вероятности) на котором будет сделан вывод о справедливости или несправедливости гипотезы.

Б Сравнить рассчитанное значение критерия с его критическим (табличным) значением и сделать вывод о верности гипотезы.

В Выбрать и рассчитать критерий проверки.

Г Сформулировать нулевую гипотезу.

Верная последовательность: Г, А, В, Б

13. Установите последовательность действий алгоритма проверки гипотезы о принадлежности нескольких выборок одной генеральной совокупности.

А..Задать уровень значимости (или доверительной вероятности) на котором будет выполнен анализ.

Проверить выборки на наличие грубых промахов и рассчитать основные параметры выборок (среднее значение, дисперсию).

Б Выполнить статистическое сравнение средних значений выборок и сделать вывод о справедливости гипотезы о равенстве математических ожиданий генеральных совокупностей, которым принадлежат выборки.

В Сделать вывод о справедливости гипотезы о принадлежности выборок одной генеральной совокупности.

Г..Выполнить статистическое сравнение дисперсий выборок и сделать вывод о справедливости гипотезы о равенстве дисперсий генеральных совокупностей, которым принадлежат выборки.

Д Сформулировать общую нулевую гипотезу о принадлежности выборок одной генеральной совокупности, а также составные нулевые гипотезы о равенстве дисперсий и математических ожиданий генеральных совокупностей, которым принадлежат выборки.

Верная последовательность: Д, А, Г, Б, В

14. Установите последовательность действий алгоритма проверки гипотезы о подчинении распределения случайной величины нормальному закону с помощью критерия Пирсона.

А Сделать вывод о верности гипотезы на основании сравнения рассчитанного значения критерия с табличным.

Б Сформулировать нулевую гипотезу о подчинении распределения случайной величины нормальному закону.

В Рассчитать критерий Пирсона.

Г Задать уровень значимости (или доверительной вероятности) на котором будет выполнен анализ.

Д Установить частоту попадания значений в каждый интервал.

Е Разбить вариационный ряд на k интервалов равной длины.

Ж По закону Гаусса-Лапласа (с использованием значений функции Лапласа) оценить вероятность попадания значений в каждый интервал.

З Упорядочить значения выборки по возрастанию (построить вариационный ряд).

Верная последовательность: Б, Г, З, Е, Д, Ж, В, А

ОПК-5. Открытые вопросы

1. Дайте определение таким понятиям как измерение величины, прямое измерение, косвенное измерение.

Измерение величины – сравнение данной величины с однородной величиной, принятой за единицу, с помощью средства измерения.

Если величина непосредственно сопоставляется с носителем единицы измерения, то измерение является прямым.

Если результат измерения рассчитан из результатов прямых измерений других величин, то измерение называют косвенным.

2. В чем состоит принцип дублирования эксперимента? Как называется совокупность данных, полученных при дублировании эксперимента?

Дублирование эксперимента – повтор измерений при одних и тех же условиях, заданных исследователем.

Совокупность данных, полученных при дублировании эксперимента, называют выборкой или выборочной совокупностью.

3. Сформулируйте, в чем состоит основное отличие систематической и случайной погрешности.

Систематическая погрешность – постоянная по величине и знаку погрешность, которую необходимо учесть или устранить.

Случайная погрешность – переменная по величине и знаку погрешность, которую невозможно устранить при выполнении эксперимента.

4. Сформулируйте принципы релятивизации и рандомизации, используемые для устранения систематических погрешностей при выполнении эксперимента.

Релятивизация – выполнение измерений относительно объекта сравнения, т.е. рассмотрение разности результатов измерений для объекта исследования и объекта сравнения. Рандомизация – прием, переводящий систематические погрешности в разряд случайных посредством варьирования одновременно нескольких составляющих эксперимента без нарушения условий дублирования эксперимента.

5. Изложите принципиальный алгоритм статистического анализа малой выборки (укажите последовательность действий без формул).

Задать уровень значимости (или доверительной вероятности) на котором будет выполнен анализ. Проверить выборку на наличие грубых промахов. Рассчитать среднее значение выборки. Рассчитать стандартное отклонение. Рассчитать доверительный интервал (для расчета доверительного интервала следует использовать табличное значение коэффициента Стьюдента при заданном уровне значимости (или доверительной вероятности) и числе степеней свободы, на единицу меньшей объема выборки). Представить результат эксперимента с учетом правил округления.

6. Что такое статистическая гипотеза и каков общий принципиальный алгоритм проверки статистической гипотезы?

Статистическая гипотеза – предположение о типе распределения или о свойствах параметров распределения случайной величины.

Алгоритм проверки статистической гипотезы включает следующие этапы: формулировка нулевой гипотезы; задание уровня значимости (или доверительной вероятности) на котором будет сделан вывод о справедливости или несправедливости гипотезы; выбор и расчет критерия проверки; сравнение рассчитанного значения критерия с его критическим значением. Критическое (максимально допустимое) значение критерия находят в соответствующей статистической таблице при заданном уровне значимости и числе

степеней свободы. Если рассчитанное значение критерия не превышает критическое, то нулевая статистическая гипотеза верна, в противном случае верна обратная статистическая гипотеза.

7. Изложите принципиальный алгоритм проверки гипотезы о принадлежности нескольких выборок одной генеральной совокупности (укажите последовательность действий без формул).

Задать уровень значимости (или доверительной вероятности) на котором будет выполнен анализ. Проверить выборки на наличие грубых промахов и рассчитать основные параметры выборок (среднее значение, дисперсию). Выполнить статистическое сравнение дисперсий выборок для проверки гипотезы о равенстве дисперсий генеральных совокупностей, которым принадлежат выборки. Выполнить статистическое сравнение средних значений выборок для проверки гипотезы о равенстве математических ожиданий генеральных совокупностей, которым принадлежат выборки. Гипотеза о принадлежности выборок одной генеральной совокупности верна, если и дисперсии, и средние значения выборок различаются незначимо (то есть если верна и гипотеза о равенстве дисперсий генеральных совокупностей, которым принадлежат выборки, и гипотеза о равенстве математических ожиданий генеральных совокупностей, которым принадлежат выборки).

8. Изложите принципиальный алгоритм проверки гипотезы о подчинении распределения случайной величины нормальному закону с помощью критерия Пирсона (укажите последовательность действий без формул, условия сравнения рассчитанного и табличного значений критерия, а также необходимое и достаточное условия применения критерия).

Задать уровень значимости (или доверительной вероятности) на котором будет выполнен анализ. Установить объем выборки значений случайной величины. Упорядочить значения выборки по возрастанию (построить вариационный ряд). Разбить вариационный ряд на k интервалов равной длины. Установить частоту попадания значений в каждый интервал. По закону Гаусса-Лапласа (с использованием значений функции Лапласа) оценить вероятность попадания значений в каждый интервал. Рассчитать критерий Пирсона. Сделать вывод о верности гипотезы на основании сравнения рассчитанного значения критерия с табличным. Распределение случайной величины подчиняется нормальному закону, если рассчитанное значение критерия не превышает табличное на выбранном уровне значимости (или доверительной вероятности) и числе степеней свободы $f=k-3$. Необходимое, но недостаточное условие применения критерия Пирсона для проверки гипотезы о типе распределения случайной величины – объем выборки не менее 50 (представительная выборка). Необходимое и достаточное условие применения критерия Пирсона для проверки гипотезы о типе распределения случайной величины – $np_i \geq 5$ (произведение объема выборки и вероятности попадания значений в i -тый интервал вариационного ряда не менее 5).

Описание технологии проведения: выполняется в электронной информационно-образовательной среде ВГУ «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>).

При прохождении процедур оценки достижения результатов обучения студенту разрешается использование непрограммируемого калькулятора и справочных материалов, предоставляемых Университетом.

Критерии оценивания: отлично – 95-100%, хорошо – 75-80%, удовлетворительно – 55-60%, неудовлетворительно – менее 55%.