

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой  
Аналитической химии

Селеменев В.Ф.

15.06.2018 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.07 Математическая обработка результатов эксперимента**  
*Код и наименование дисциплины в соответствии с Учебным планом*

1. Шифр и наименование направления подготовки/специальности:

040301 Химия

2. Профиль подготовки/специализации: физическая химия

3. Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

4. Форма образования: очно-заочная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: Аналитической химии

6. Составители программы: Паршина Анна Валерьевна, д.х.н.  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

7. Рекомендована: НМС химического факультета № 5 от 24.05.2018  
(наименование рекомендующей структуры, дата, номер протокола)

отметки о продлении вносятся вручную)

8. Учебный год: 2022 / 2023 Семестр: 9

### 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

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

Задачи:

- 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:** (блок Б1, базовая или вариативная часть, к которой относится дисциплина; требования к входным знаниям, умениям и навыкам; дисциплины, для которых данная дисциплина является предшествующей)

Б1.В. Вариативная часть.

Требования к входным знаниям, умениям и навыкам: базовые знания фундаментальных разделов физики, физической и аналитической 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: Физические методы исследования, Методы электрохимических исследований, Фармацевтическая и медицинская химия.

**11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):**

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОПК-5	Способность к поиску и первичной обработке научной и научно-технической информации	знать: основные метрологические аспекты выполнения физико-химического эксперимента; уметь: обеспечить единство измерений и оценить показатели точности определения значений измеряемой величины при выполнении физико-химического эксперимента; владеть: теоретическими основами математических, статистических и других методов, основанных на формальной логике, для получения и обработки результатов физико-химического эксперимента
ПК-5	Способность получать и обрабатывать результаты научных	знать: способы графической визуализации результатов эксперимента, виды измерений, типы ошибок,

экспериментов помощью современных компьютерных технологий	с	источники и способы устранения систематических ошибок, правила округления. уметь: рассчитывать вероятности простых и сложных случайных событий, с учетом представлений о типах случайных событий. владеть: алгоритмами статистического анализа малой и представительной выборок, проверки статистических гипотез о равенстве математических ожиданий и дисперсий случайных величин, с учетом представлений о типах случайных величин, законах их распределения и свойствах параметров законов распределения.
---	---	--

**12 Объем дисциплины в зачетных единицах/часах в соответствии с учебным планом — 2 / 72**

**Форма промежуточной аттестации(зачет/экзамен) Зачет с оценкой.**

**13 Виды учебной работы:**

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)			
	Всего	По семестрам		
		семестр	№ семестра	...
Аудиторные занятия				
в том числе: лекции				
практические	-	-		
лабораторные				
Самостоятельная работа				
Форма промежуточной аттестации (зачет – 0 час. / экзамен – _ час.)	зачет			
Итого:	72	72		

**13.1 Содержание разделов дисциплины:**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>1. Лекции</b>		
1.1	Введение в метрологию	Схема эксперимента. Способы графического представления результатов экспериментов. Классификация ошибок: погрешности и отклонения, абсолютные и относительные, систематические и случайные. Релятивизация. Рандомизация. Количественная оценка ошибок прямых и косвенных величин. Точность, правильность, воспроизводимость. Правила округления.
1.2	Основы теории вероятностей	Введение в теорию вероятностей: случайное событие, вероятность случайного события. Теоремы сложения и умножения вероятностей. Формула полной вероятности. Формула Байеса.
1.3	Законы распределения случайных величин. Алгоритмы	Результат эксперимента как случайная величина. Законы распределения случайных величин.

	статистического анализа	Нормальный закон распределения непрерывной случайной величины. Преобразование Лапласа. Оценка доверительной вероятности с помощью функции Лапласа. Выборочная совокупность. Распределение Стьюдента. Алгоритм анализа малой выборки. Проверка статистических гипотез. Ошибки 1-го и 2-го рода. Проверки выборки на наличие грубых промахов (Q-критерий, $\tau$ -критерий). Проверка гипотезы о равенстве средних (критерий Стьюдента). Проверка гипотезы о равенстве дисперсий (критерии Фишера).
<b>2. Лабораторные работы</b>		
2.1	Лабораторная работа №1	Графическая визуализация результатов экспериментов.
2.2	Лабораторная работа №2	Оценка погрешности гравиметрического метода анализа.
2.3	Лабораторная работа №3	Расчет вероятностей случайных событий.
2.4	Лабораторная работа №4	Расчет параметров закона распределения случайной величины.
2.5	Лабораторная работа №5	Применение нормального закона распределения при обработке результатов физико-химического эксперимента.
2.6	Лабораторная работа №6	Выборочный анализ титриметрических данных.
2.7	Лабораторная работа №7	Проверка статистических гипотез.

### 13.2 Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1	Введение в метрологию	2	-	2	8	12
2	Основы теории вероятностей	2	-	2	8	12
3	Законы распределения случайных величин. Алгоритмы статистического анализа	12	-	12	24	48
Итого:		16	-	16	40	72

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

(рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: работа с конспектами лекций, презентационным материалом, выполнение практических заданий, тестов, заданий текущей аттестации и т.д.)

### 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика : учебное пособие для студ. вузов / В.Е. Гмурман .— М. : Юрайт, 2011 .— 478 с.
2	Аналитическая химия: в 3 т./ под.ред. Л.Н. Москвина. – Т.3: Химический анализ. – М., 2010. – 368 с.
3	Смагунова А.Н. Методы математической статистики в аналитической химии / А.Н.Смагунова, О.М. Карпукова. – Учеб. пособие. — Ростов н/Д: Феникс, 2012. — 346 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4	Систематические и случайные погрешности химического анализа / под ред. М.М. Черновьянц. – М. : Академкнига, 2004. – 156 с.
5	Дёрфель К. Статистика в аналитической химии / К. Дерфель. – М. : Мир, 1994. – 460 с.
6	Чарыков А.К. Математическая обработка результатов химического анализа / А.К. Чарыков. – Л. : Химия, 1984. – 271 с.

7	Основы аналитической химии : в 2 т. : учебник : для студ. вузов, обуч. по хим. направлениям / под ред. Ю.А. Золотова – Москва : Академия, 2014 . – Т. 2 – 409 с.
---	--

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
10	<a href="http://www.anchem.ru/">http://www.anchem.ru/</a>
11	<a href="http://www.chemweb.com">http://www.chemweb.com</a>
12	<a href="http://www.lib.vsu.ru/">www.lib.vsu.ru/</a>
13	<a href="http://www.chem.vsu.ru/sorbcr/">http://www.chem.vsu.ru/sorbcr/</a>

## 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Бобрешова О.В., Паршина А.В., Полуместная К.А. Введение в теорию вероятностей: методические указания к семинарским занятиям / О.В. Бобрешова, А.В.Паршина, К.А. Полуместная. - Воронеж: Изд-во ВГУ, 2011. - 24 с.
2	Бобрешова О.В., Паршина А.В. Основы химической метрологии и хемометрики: методические указания к семинарским занятиям / О.В. Бобрешова, А.В.Паршина. - Воронеж: Изд-во ВГУ, 2007. - 15 с.
3	Аристов И.В., Бобрешова О.В. Математическая обработка физико-химического эксперимента: Практикум / И.В. Аристов, О.В. Бобрешова. - Воронеж: Изд-во ВГУ, 2004. - 15 с.

## 17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости):

- ноутбук;
- мультимедийный проектор EPSON.

## 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

(при использовании лабораторного оборудования указывать полный перечень, при большом количестве оборудования можно вынести данный раздел в приложение к рабочей программе)  
- ноутбук.

## 19. Фонд оценочных средств:

### 19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ОПК-5 Способность к поиску и первичной обработке научной и научно-технической информации	знать: основные метрологические аспекты выполнения физико-химического эксперимента.	Схема эксперимента. Классификация ошибок: погрешности и отклонения, абсолютные и относительные, систематические и случайные. Релятивизация. Рандомизация. Количественная оценка ошибок прямых и косвенных величин. Точность, правильность, воспроизводимость. Правила округления.	Устный опрос, Практическое задание № 2

	<p>уметь:  обеспечить единство измерений и оценить показатели точности определения значений измеряемой величины при выполнении физико-химического эксперимента.</p>	<p>Оценка доверительной вероятности с помощью функции Лапласа. Выборочная совокупность. Распределение Стьюдента. Алгоритм анализа малой выборки. Проверка статистических гипотез. Ошибки 1-го и 2-го рода. Проверки выборки на наличие грубых промахов (Q-критерий, <math>\tau</math>-критерий). Проверка гипотезы о равенстве средних (критерий Стьюдента). Проверка гипотезы о равенстве дисперсий (критерии Фишера)</p>	<p>Решение задач,  Практическое задание № 6, 7</p>
	<p>владеть:  теоретическими основами математических, статистических и других методов, основанных на формальной логике, для получения и обработки результатов физико-химического эксперимента.</p>	<p>Введение в теорию вероятностей: случайное событие, вероятность случайного события. Теоремы сложения и умножения вероятностей. Формула полной вероятности. Формула Байеса. Результат эксперимента как случайная величина. Законы распределения случайных величин. Нормальный закон распределения непрерывной случайной величины. Преобразование Лапласа.</p>	<p>Решение задач,  Практическое задание № 3-5</p>
<p>ПК-5  Способность получать и обрабатывать результаты научных экспериментов с помощью современных компьютерных технологий</p>	<p>знать:  способы графической визуализации результатов эксперимента, виды измерений, типы ошибок, источники и способы устранения систематических ошибок, правила округления.</p>	<p>Графическая визуализация результатов экспериментов  Оценка погрешности аналитического метода анализа</p>	<p>Устный опрос,  Практическое задание № 1, 2</p>
	<p>уметь:  рассчитывать вероятности простых и сложных случайных событий, с учетом представлений о типах случайных событий.</p>	<p>Расчет вероятностей случайных событий; Расчет вероятностей сложных случайных событий: формула полной вероятности, формула Байеса; Расчет параметров закона распределения дискретной случайной величины</p>	<p>Решение задач,  Практическое задание № 3,  Контрольная работа №1</p>

	<p>владеть: алгоритмами статистического анализа малой и представительной выборок, проверки статистических гипотез о равенстве математических ожиданий и дисперсий случайных величин, с учетом представлений о типах случайных величин, законах их распределения и свойствах параметров законов распределения.</p>	<p>Применение нормального закона распределения при обработке результатов физико-химического эксперимента; Статистический анализ малой выборки; Распределения Гаусса-Лапласа и Стьюдента для статистического анализа выборок различного объема; Проверка статистических гипотез. Статистическое сравнение выборок.</p>	<p>Практическое задание № 4-7, Контрольная работа №2</p>
<p><b>Промежуточная аттестация</b></p>			<p>Комплект КИМ</p>

### 19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Обучающийся в полной мере владеет теоретическими основами дисциплины, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач, что соответствует полному освоению компетенций.	Повышенный уровень	Отлично
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, что соответствует не достаточно полному освоению компетенций.	Базовый уровень	Хорошо
Ответ на контрольно-измерительный материал неполный, без обоснований, объяснений. Демонстрирует частичные знания учебного материала, значительные затруднения в вопросах решения практических задач, что показывает недостаточное владение компетенциями. Ошибки устраняются по дополнительным вопросам преподавателя	Пороговый уровень	Удовлетворительно
Ответ на контрольно-измерительный фрагментарный. Обучающийся демонстрирует несистематические, отрывочные знания, допускает грубые, принципиальные ошибки, которые не устранены после дополнительных наводящих вопросов, что соответствует не освоению компетенций.	–	Неудовлетворительно

### 19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

#### 19.3.1 Перечень вопросов к зачету:

#### Раздел 1. Введение в метрологию.

- 1) Классификация ошибок: погрешности и отклонения, абсолютные и относительные, систематические и случайные (с примерами). Количественная оценка ошибок.
- 2) Косвенная величина. Количественная оценка ошибок косвенных величин.
- 3) Точность, правильность, воспроизводимость. Их количественная оценка.

#### Раздел 2. Основы теории вероятностей.

- 4) Случайное событие. Классическое и статистическое определения вероятности случайного события (с примерами). Классификация случайных событий: невозможные, случайные, достоверные, зависимые, независимые, совместные, несовместные (с примерами).
- 5) Случайное событие. Сумма случайных событий (с примером). Теоремы сложения вероятностей.
- 6) Случайное событие. Произведение случайных событий (с примерами). Теоремы умножения вероятностей.
- 7) Случайное событие. Полная группа случайных событий (с примером), противоположные случайные события. Условная вероятность, полная вероятность. Формула Байеса.

### **Раздел 3. Законы распределения случайных величин. Алгоритмы статистического анализа**

- 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.
- 2) Случайная величина. Непрерывная случайная величина. Генеральная совокупность. Нормальный закон распределения непрерывной случайной величины. Преобразование Лапласа. Оценка доверительной вероятности с помощью функции Лапласа.
- 3) Случайная величина. Генеральная совокупность, математическое ожидание, дисперсия, среднеквадратическое отклонение. Выборочная совокупность, среднее значение, стандартное отклонение. Распределение Стьюдента. 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) Сформулируйте и докажите правило  $3\sigma$ .
- 6) Докажите, что дисперсия среднего значения выборки, объемом  $n$ , в  $n$  раз меньше дисперсии единичного значения.
- 7) Докажите, что параметры стандартного нормированного распределения непрерывной случайной величины Гаусса-Лапласа равны соответственно:  $\mu(u)=0$ ,  $\sigma(u)=1$ .

#### **19.3.2 Перечень практических заданий:**

##### **Практическое задание №1.**

Построение гистограммы и диаграммы рассеяния по заданным результатам эксперимента.

##### **Практическое задание №2.**

Оценка погрешности косвенных величин на примере результатов гравиметрического анализа.

##### **Практическое задание №3.**

Применение определения вероятности, законов сложения и умножения вероятностей, формулы Байеса для расчета вероятностей простых и сложных случайных событий.

##### **Практическое задание №4.**

Расчет математического ожидания и дисперсии дискретной случайной величины.

##### **Практическое задание №5.**

Применение нормального закона распределения для анализа представительной выборки.

##### **Практическое задание №6.**

Анализ малой выборки на примере результатов титриметрического анализа.

##### **Практическое задание №7.**

Проверка статистических гипотез о равенстве математических ожиданий и дисперсий случайных величин на примере результатов титриметрического анализа.



### 19.3.3 Комплект заданий для контрольных работ:

#### Комплект заданий для контрольной работы №1

##### Билет 1

- 8) Варианта; выборка; вариационный ряд. Как оценить абсолютную и относительную частоты попадания величины в данный интервал значений?
- 9) Случайное событие. Определения вероятности (с примерами).
- 10) 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?
- 11) В справочном отделе библиотеки 70 % справочников нового и 30 % – 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?
- 12) Рассчитанное значение ошибки определения среднего значения величины  $x$  составило  $\pm 0,1268$ , определенное среднее значение величины  $x$  составило 2,487. Представьте результат эксперимента в виде  $x = \bar{x} \pm \Delta x$  в соответствии с правилами округления.

##### Билет 2

- 1) Классификация ошибок: систематические, случайные (с примерами). Количественная оценка систематических ошибок.
- 2) Классификация событий: зависимые, независимые (с примерами).
- 3) Вероятность того, что лампа останется исправной после 1000 часов работы, равна 0,4. Какова вероятность, что две из трех ламп (работающих одновременно) останутся исправными после 1000 часов работы?
- 4) 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?
- 5) Косвенная величина  $u$  рассчитана по формуле  $u=0,5xy$ , где  $x$ ,  $y$  – экспериментально определенные значения случайных величин. Округлите значение рассчитанной величины  $u$ , если  $x=3,5$ ,  $y=6,24$ .

##### Билет 3

- 1) Понятие погрешности. Абсолютные и относительные погрешности.
- 2) Классификация событий: совместные, несовместные (с примерами).
- 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) 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?
- 5) Косвенная величина  $u$  рассчитана по формуле  $u=2x+0,5y$ , где  $x$ ,  $y$  – экспериментально определенные значения случайных величин. Округлите значение рассчитанной величины  $u$ , если  $x=4,5$ ,  $y=1,33$ .

##### Билет 4

- 1) Понятие отклонения. Абсолютное, относительное и стандартное отклонения.
- 2) Классификация событий: зависимые, независимые (с примерами).
- 3) Вероятность того, что лампы типа А, В, С останутся исправными после 1000 часов работы, равна соответственно 0,2; 0,3; 0,4. Какова вероятность, что две из трех ламп

останутся исправными после 1000 часов работы, если одновременно работают три лампы разного типа?

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) Косвенная величина  $u$  рассчитана по формуле  $u=59xu$ , где  $x, y$  – экспериментально определенные значения случайных величин. Округлите значение рассчитанной величины  $u$ , если  $x=0,0005, y=0,0025$ .

### Билет 5

1) Правильность. Количественная оценка правильности.

2) Произведение случайных событий. Теоремы умножения вероятностей.

3) 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?

4) В справочном отделе библиотеки 75 % справочников нового, а остальные – старого издания. Вероятность того, что требуемая формула содержится в справочнике нового издания, равна 0,9, старого – 0,5. Выбирая наугад, справочник, вы нашли в нем требуемую формулу. Какова вероятность того, что вы выбрали справочник старого издания?

5) Косвенная величина  $u$  рассчитана по формуле  $u=25x+15y$ , где  $x, y$  – экспериментально определенные значения случайных величин. Округлите значение рассчитанной величины  $u$ , если  $x=4, y=3,3$ .

### Билет 6

1) Точность. Количественная оценка точности.

2) Сумма случайных событий. Теоремы сложения вероятностей.

3) Вероятность того, что лампа не останется исправной после 1000 часов работы, равна 0,9. Какова вероятность, что две из трех ламп (работающих одновременно) останутся исправными после 1000 часов работы?

4) В справочном отделе библиотеки 65 % справочников нового, а остальные – старого издания. Вероятность того, что требуемая формула содержится в справочнике нового издания, равна 0,8, старого – 0,4. Выбирая наугад, справочник, вы не нашли в нем требуемую формулу. Какова вероятность того, что вы выбрали справочник нового издания?

5) Рассчитанное значение ошибки определения среднего значения величины  $x$  составило  $\pm 0,1268$ , определенное среднее значение величины  $x$  составило 2,487. Представьте результат эксперимента в виде  $x = \bar{x} \pm \Delta x$  в соответствии с правилами округления.

### Билет 7

1) Воспроизводимость. Количественная оценка воспроизводимости.

2) Условная вероятность, полная вероятность (формулировки, формулы, примеры).

3) Вероятность того, что лампы типа А, В, С не останутся исправными после 1000 часов работы, равна соответственно 0,5; 0,7; 0,9. Какова вероятность, что одна из трех ламп останется исправной после 1000 часов работы, если одновременно работают три лампы разного типа?

4) 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.

5) Косвенная величина  $u$  рассчитана по формуле  $u=0,0003xu$ , где  $x, y$  – экспериментально определенные значения случайных величин. Округлите значение рассчитанной величины  $u$ , если  $x=3, y=2,3$ .

### Билет 8

- 1) Косвенная величина. Абсолютные погрешности косвенных величин.
- 2) Формула Байеса (формулировка, формула, пример).
- 3) 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?
- 4) 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.
- 5) Косвенная величина  $u$  рассчитана по формуле  $u=31x+10y$ , где  $x, y$  – экспериментально определенные значения случайных величин. Округлите значение рассчитанной величины  $u$ , если  $x=2, y=1,3$ .

### Билет 9

- 1) Косвенная величина. Относительные погрешности косвенных величин.
- 2) Случайное событие. Сумма случайных событий (с примером).
- 3) 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.
- 4) 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.
- 5) Рассчитанное значение ошибки определения среднего значения величины  $x$  составило  $\pm 0,0579$ , определенное среднее значение величины  $x$  составило 2,0085. Представьте результат эксперимента в виде  $x = \bar{x} \pm \Delta x$  в соответствии с правилами округления.

### Билет 10

- 1) Косвенная величина. Стандартные отклонения косвенных величин.
- 2) Случайное событие. Произведение случайных событий (с примерами).
- 3) Отдел технического контроля проверяет изделия типа А, В, С на стандартность. Вероятность того, что изделие стандартно – 0,5; 0,7; 0,9 соответственно. Найти вероятность того, что из трех проверенных изделий два нестандартных, если проверяли одновременно по три изделия разного типа.
- 4) 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.
- 5) Косвенная величина  $u$  рассчитана по формуле  $u=1000xy$ , где  $x, y$  – экспериментально определенные значения случайных величин. Округлите значение рассчитанной величины  $u$ , если  $x=0,0025, y=1,013$ .

### Билет 11

- 1) Варианта; выборка; вариационный ряд. Как оценить абсолютную и относительную частоты попадания величины в данный интервал значений?
- 2) Случайное событие. Полная группа случайных событий (с примером).
- 3) Отдел технического контроля проверяет изделия типа А, В, С на стандартность. Вероятность того, что изделие стандартно – 0,6; 0,7; 0,8 соответственно. Найти вероятность того, что из трех проверенных изделий одно стандартное, если проверяли одновременно по три изделия разного типа.
- 4) В ящике 16 деталей, изготовленных в цехе № 1, 22 – в цехе № 2, 28 – в цехе № 3. Вероятность того, что деталь, изготовленная в цехе № 1, окажется отличного качества,

равна 0,7, в цехе № 2 – 0,5, в цехе № 3 – 0,3. Наудачу извлеченная деталь оказалась отличного качества. Найти вероятность того, что извлеченная деталь изготовлена в цехе № 3.

5) Косвенная величина  $u$  рассчитана по формуле  $u=1,3x+2y$ , где  $x, y$  – экспериментально определенные значения случайных величин. Округлите значение рассчитанной величины  $u$ , если  $x=0,083, y=2,0$ .

### Билет 12

1) Классификация ошибок: систематические, случайные (с примерами). Количественная оценка систематических и случайных ошибок.

2) Случайное событие. Противоположные случайные события (с примером).

3) Отдел технического контроля проверяет изделия типа А, В, С на стандартность. Вероятность того, что изделие стандартно – 0,4; 0,6; 0,8 соответственно. Найти вероятность того, что из трех проверенных изделий одно нестандартное, если проверяли одновременно по три изделия разного типа.

4) В ящике 17 деталей, изготовленных в цехе № 1, 23 – в цехе № 2, 29 – в цехе № 3. Вероятность того, что деталь, изготовленная в цехе № 1, окажется отличного качества, равна 0,6, в цехе № 2 – 0,4, в цехе № 3 – 0,2. Наудачу извлеченная деталь оказалась плохого качества. Найти вероятность того, что извлеченная деталь изготовлена в цехе № 3.

5) Косвенная величина  $u$  рассчитана по формуле  $u=15,5x+48,3y$ , где  $x, y$  – экспериментально определенные значения случайных величин. Округлите значение рассчитанной величины  $u$ , если  $x=2,3, y=3$ .

### Билет 13

1) Понятие погрешности. Абсолютные и относительные погрешности.

2) Случайное событие. Определения вероятности (с примерами).

3) Отдел технического контроля проверяет изделие на стандартность. Вероятность того, что изделие стандартно – 0,9. Найти вероятность того, что из трех проверенных изделий два стандартных.

4) Два автомата производят одинаковые детали, которые поступают на общий конвейер. Производительность первого автомата 2000 дет./сут., второго – 1000 дет./сут. Первый автомат производит 20 % деталей отличного качества, второй – 10 %. Какова вероятность того, что наудачу взятая с конвейера деталь окажется плохого качества?

5) Рассчитанное значение ошибки определения среднего значения величины  $x$  составило  $\pm 0,1268$ , определенное среднее значение величины  $x$  составило 2,487.

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

### Билет 14

1) Понятие отклонения. Абсолютное, относительное и стандартное отклонения.

2) Классификация событий: невозможные, случайные, достоверные (с примерами).

3) Отдел технического контроля проверяет изделие на стандартность. Вероятность того, что изделие стандартно – 0,8. Найти вероятность того, что из трех проверенных изделий два нестандартных.

4) Два автомата производят одинаковые детали, которые поступают на общий конвейер. Производительность первого автомата 3000 дет./сут., второго – 2000 дет./сут. Первый автомат производит 30 % деталей отличного качества, второй – 20 %. Какова вероятность того, что наудачу взятая с конвейера деталь окажется отличного качества?

5) Косвенная величина  $u$  рассчитана по формуле  $u=0,5xy$ , где  $x, y$  – экспериментально определенные значения случайных величин. Округлите значение рассчитанной величины  $u$ , если  $x=3,5, y=6,24$ .

### Билет 15

1) Правильность. Количественная оценка правильности.

2) Классификация событий: совместные, несовместные (с примерами).

3) Отдел технического контроля проверяет изделие на стандартность. Вероятность того, что изделие стандартно – 0,7. Найти вероятность того, что из трех проверенных изделий одно стандартное.

4) Два автомата производят одинаковые детали, которые поступают на общий конвейер. Производительность первого автомата 3000 дет./сут., второго – 1000 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?

5) Косвенная величина  $u$  рассчитана по формуле  $u=2x+0,5y$ , где  $x$ ,  $y$  – экспериментально определенные значения случайных величин. Округлите значение рассчитанной величины  $u$ , если  $x=4,5$ ,  $y=1,33$ .

## Комплект заданий для контрольной работы №2

### Билет 1

1. Можно ли объединить две выборки А и В на 5% уровне значимости? Если «Да», рассчитайте параметры объединенной выборки и доверительной интервал отклонения среднего значения от математического ожидания при доверительной вероятности 0,95.

А	2,33	4,64	3,59	3,45	2,64	3,00	3,41	2,03	2,80
В	2,08	3,72	2,51	2,65	2,56	6,56	2,21	2,58	3,13

2. Сформулируйте и докажите правило  $3\sigma$ .

3. Какова вероятность попадания ошибки определения среднего значения выборки  $\bar{x}$  в доверительный интервал 0,2, если объем выборки  $n=100$ , стандартное отклонение  $S=1,2$ .

### Билет 2

1. Можно ли объединить две выборки А и В на 5% уровне значимости? Если «Да», рассчитайте параметры объединенной выборки и доверительной интервал отклонения среднего значения от математического ожидания при доверительной вероятности 0,95.

А	31,0	37,0	35,0	32,0	30,0	23,0	56,0	30,0	31,0
В	24,0	28,0	33,0	29,0	30,0	31,0	27,0	40,0	28,0

2. Докажите, что дисперсия среднего значения выборки, объемом  $n$ , в  $n$  раз меньше дисперсии единичного значения.

3. Какова вероятность попадания ошибки определения среднего значения выборки  $\bar{x}$  в доверительный интервал 0,3, если объем выборки  $n=100$ , стандартное отклонение  $S=1,2$ .

### Билет 3

1. Можно ли объединить две выборки А и В на 5% уровне значимости? Если «Да», рассчитайте параметры объединенной выборки и доверительной интервал отклонения среднего значения от математического ожидания при доверительной вероятности 0,95.

А	5,2	20,0	5,5	5,3	5,0	4,9	5,5	5,4	5,3
В	5,0	5,1	4,9	5,1	5,4	5,5	5,1	5,0	4,9

2. Докажите, что параметры стандартного нормированного распределения непрерывной случайной величины Гаусса-Лапласа равны соответственно:

$$\mu(u)=0,$$

$$\sigma(u)=1.$$

3. Какова вероятность попадания ошибки определения среднего значения выборки  $\bar{x}$  в доверительный интервал 0,3, если объем выборки  $n=100$ , стандартное отклонение  $S=1,2$ .

### Билет 4

1. Можно ли объединить две выборки А и В на 5% уровне значимости? Если «Да», рассчитайте параметры объединенной выборки и доверительной интервал отклонения среднего значения от математического ожидания при доверительной вероятности 0,95.

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

2. Сформулируйте и докажите правило  $3\sigma$ .

3. Какова вероятность попадания ошибки определения единичного значения выборки  $x_i$  в доверительный интервал 0,4, если объем выборки  $n=100$ , стандартное отклонение  $S=0,2$ .

#### Билет 5

1. Можно ли объединить две выборки А и В на 5% уровне значимости? Если «Да», рассчитайте параметры объединенной выборки и доверительной интервал отклонения среднего значения от математического ожидания при доверительной вероятности 0,95.

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

2. Докажите, что дисперсия среднего значения выборки, объемом  $n$ , в  $n$  раз меньше дисперсии единичного значения.

3. Какова вероятность попадания ошибки определения единичного значения выборки  $x_i$  в доверительный интервал 0,4, если объем выборки  $n=100$ , стандартное отклонение  $S=0,2$ .

#### Билет 6

1. Можно ли объединить две выборки А и В на 5% уровне значимости? Если «Да», рассчитайте параметры объединенной выборки и доверительной интервал отклонения среднего значения от математического ожидания при доверительной вероятности 0,95.

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

2. Докажите, что параметры стандартного нормированного распределения непрерывной случайной величины Гаусса-Лапласа равны соответственно:

$$\mu(u)=0,$$

$$\sigma(u)=1.$$

3. Какова вероятность попадания ошибки определения единичного значения выборки  $x_i$  в доверительный интервал 0,5, если объем выборки  $n=100$ , стандартное отклонение  $S=0,2$ .

#### Билет 7

1. Можно ли объединить две выборки А и В на 5% уровне значимости? Если «Да», рассчитайте параметры объединенной выборки и доверительной интервал отклонения среднего значения от математического ожидания при доверительной вероятности 0,95.

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

2. Докажите, что дисперсия среднего значения выборки, объемом  $n$ , в  $n$  раз меньше дисперсии единичного значения.

3. Какова вероятность попадания ошибки определения единичного значения выборки  $x_i$  в доверительный интервал 0,5, если объем выборки  $n=100$ , стандартное отклонение  $S=0,2$ .

#### Билет 8

1. Можно ли объединить две выборки А и В на 5% уровне значимости? Если «Да», рассчитайте параметры объединенной выборки и доверительной интервал отклонения среднего значения от математического ожидания при доверительной вероятности 0,95.

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

2. Докажите, что параметры стандартного нормированного распределения непрерывной случайной величины Гаусса-Лапласа равны соответственно:

$$\mu(u)=0,$$

$$\sigma(u)=1.$$

3. Какова вероятность попадания ошибки определения единичного значения выборки  $x_i$  в доверительный интервал 0,6, если объем выборки  $n=10$ , стандартное отклонение  $S=0,2$ .

### Билет 9

1. Можно ли объединить две выборки А и В на 5% уровне значимости? Если «Да», рассчитайте параметры объединенной выборки и доверительный интервал отклонения среднего значения от математического ожидания при доверительной вероятности 0,95.

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

2. Сформулируйте и докажите правило  $3\sigma$ .

3. Какова вероятность попадания ошибки определения единичного значения выборки  $x_i$  в доверительный интервал 0,6, если объем выборки  $n=9$ , стандартное отклонение  $S=0,2$ .

### Билет 10

1. Можно ли объединить две выборки А и В на 5% уровне значимости? Если «Да», рассчитайте параметры объединенной выборки и доверительный интервал отклонения среднего значения от математического ожидания при доверительной вероятности 0,95.

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

2. Докажите, что дисперсия среднего значения выборки, объемом  $n$ , в  $n$  раз меньше дисперсии единичного значения.

3. Какова вероятность попадания ошибки определения единичного значения выборки  $x_i$  в доверительный интервал 0,5, если объем выборки  $n=8$ , стандартное отклонение  $S=0,2$ .

### Билет 11

1. Можно ли объединить две выборки А и В на 5% уровне значимости? Если «Да», рассчитайте параметры объединенной выборки и доверительный интервал отклонения среднего значения от математического ожидания при доверительной вероятности 0,95.

A	7,28	7,25	7,31	7,45	7,33	7,54	7,35	7,11	7,15
B	7,56	7,32	7,68	7,65	7,56	7,45	7,15	8,59	7,33

2. Докажите, что параметры стандартного нормированного распределения непрерывной случайной величины Гаусса-Лапласа равны соответственно:

$$\mu(u)=0,$$

$$\sigma(u)=1.$$

3. Какова вероятность попадания ошибки определения среднего значения выборки  $\bar{x}$  в доверительный интервал 0,4, если объем выборки  $n=7$ , стандартное отклонение  $S=0,4$ .

### Билет 12

1. Можно ли объединить две выборки А и В на 5% уровне значимости? Если «Да», рассчитайте параметры объединенной выборки и доверительный интервал отклонения среднего значения от математического ожидания при доверительной вероятности 0,95.

A	4,6	5,5	5,3	5,4	5,2	5,3	5,0	5,1	6,9
B	8,5	4,5	4,6	4,8	5,9	4,8	4,9	4,9	4,8

2. Сформулируйте и докажите правило  $3\sigma$ .

3. Какова вероятность попадания ошибки определения среднего значения выборки  $\bar{x}$  в доверительный интервал 0,4, если объем выборки  $n=6$ , стандартное отклонение  $S=0,4$ .

### Билет 13

1. Можно ли объединить две выборки А и В на 5% уровне значимости? Если «Да», рассчитайте параметры объединенной выборки и доверительный интервал отклонения среднего значения от математического ожидания при доверительной вероятности 0,95.

A	2,5	2,3	2,4	2,5	2,4	2,5	2,0	2,4	2,6
B	2,0	4,2	2,9	2,5	2,5	2,4	2,2	2,1	2,4

2. Докажите, что дисперсия среднего значения выборки, объемом  $n$ , в  $n$  раз меньше дисперсии единичного значения.

3. Какова вероятность попадания ошибки определения среднего значения выборки  $\bar{x}$  в доверительный интервал 0,3, если объем выборки  $n=5$ , стандартное отклонение  $S=0,4$ .

#### Билет 14

1. Можно ли объединить две выборки А и В на 5% уровне значимости? Если «Да», рассчитайте параметры объединенной выборки и доверительный интервал отклонения среднего значения от математического ожидания 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

2. Докажите, что параметры стандартного нормированного распределения непрерывной случайной величины Гаусса-Лапласа равны соответственно:

$$\mu(u)=0,$$

$$\sigma(u)=1.$$

3. Какова вероятность попадания ошибки определения среднего значения выборки  $\bar{x}$  в доверительный интервал 0,2, если объем выборки  $n=100$ , стандартное отклонение  $S=1,2$ .

#### Билет 15

1. Можно ли объединить две выборки А и В на 5% уровне значимости? Если «Да», рассчитайте параметры объединенной выборки и доверительный интервал отклонения среднего значения от математического ожидания при доверительной вероятности 0,95.

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

2. Докажите, что дисперсия среднего значения выборки, объемом  $n$ , в  $n$  раз меньше дисперсии единичного значения.

3. Какова вероятность попадания ошибки определения среднего значения выборки  $\bar{x}$  в доверительный интервал 0,3, если объем выборки  $n=100$ , стандартное отклонение  $S=1,2$ .

#### 19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме письменных работ (контрольные и практические работы). Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя практические задания, позволяющие оценить степень сформированности умений и навыков. При оценивании используются качественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.