

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Андрей Драгомирович Хлутков  
Должность: директор  
Дата подписания: 12.08.2026 13:31:48  
Уникальный программный ключ:  
880f7c07c583b07b775f6604a630281b13ca9fd2

Приложение 4  
к образовательной программе

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.О.05 «Математическая статистика»**

(индекс, наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

**38.03.01 – Экономика**

(код, наименование направления подготовки/специальности)

**Финансы и кредит**

(наименование образовательной программы)

**Очная/очно-заочная форма обучения**  
(форма обучения)

Год набора - 2026

Санкт-Петербург

**Автор(ы)-составитель(и) РПД:**

Котов Александр Ильич, к.техн.н., доцент, доцент кафедры бизнес-информатики

**Заведующий кафедрой бизнес-информатики:**

Наумов Владимир Николаевич, доктор военных наук, профессор

Рабочая программа дисциплины Б1.О.05 Математическая статистика одобрена на заседании кафедры бизнес-информатики СЗИУ РАНХиГС.

протокол № 7 от «08» апреля 2026 г.

## **СОДЕРЖАНИЕ**

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Объем и место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Содержание и структура дисциплины
4. Типы оценочных материалов, показатели и критерии их оценивания
5. Формы аттестации, типовые оценочные материалы для текущего контроля успеваемости обучающихся, критерии и шкалы оценивания по контрольным точкам
6. Формы промежуточной аттестации, критерии и шкала оценивания, типовые оценочные материалы по дисциплине
7. Методические материалы по освоению дисциплины
8. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»
9. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине,  
соотнесенных с планируемыми результатами освоения  
образовательной программы**

Дисциплина Б1.О.05 Математическая статистика обеспечивает формирование у обучающихся следующих профессиональных компетенций\*:

| ОТФ/<br>ТФ и<br>реквизи<br>ты ПС<br>(при<br>наличии)<br>** | Код<br>компе<br>тенци<br>и ** | Наименование<br>Компетенции **                                                                                            | Код<br>индикато<br>ра<br>достижен<br>ия<br>компетен<br>ций ** | Наименование<br>индикатора<br>достижения<br>компетенций **                                      | Образовательный<br>результат **                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                            | ОПК<br>ОС-1                   | Способен осуществлять обработку и статистический анализ данных, необходимых для решения поставленных экономических задач. | ОПК<br>ОС-1.2                                                 | Выбирает и применяет методы математической статистики в целях сбора, обработки и анализа данных | <p>ОПК ОС-1.2. 3-1. Знает основы теории вероятностей и математической статистики</p> <p>ОПК ОС-1.2. У-1. Умеет обрабатывать статистическую информацию и получать статистически обоснованные выводы осуществлять наглядную визуализацию данных</p> <p>ОПК ОС-1.2. У-2. Умеет анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты</p> <p>ОПК ОС-1.2. У-3. Умеет применения методов теории вероятностей и математической статистики для составления математических моделей объектов профессиональной деятельности, проведения вероятностно-статистических расчетов, формулировки последующих выводов</p> |

|  |  |  |                |                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--|--|--|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |                |                                                                                                                    | и прогнозов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|  |  |  | ОПК<br>ОС-1.3. | Осуществляет<br>сбор, анализ и<br>обработку<br>данных,<br>необходимых<br>для решения<br>профессиональн<br>ых задач | <p>ОПК ОС-1.3. З-1. Знает<br/>основы теории<br/>вероятностей и<br/>математической<br/>статистики</p> <p>ОПК ОС-1.3. У-1.<br/>Умеет обрабатывать<br/>статистическую<br/>информацию и<br/>получать статистически<br/>обоснованные выводы<br/>осуществлять<br/>наглядную<br/>визуализацию данных</p> <p>ОПК ОС-1.3. У-2.<br/>Умеет анализировать и<br/>содержательно<br/>интерпретировать<br/>полученные результаты</p> <p>ОПК ОС-1.3. У-3.<br/>Умеет применения<br/>методов теории<br/>вероятностей и<br/>математической<br/>статистики для<br/>составления<br/>математических<br/>моделей объектов<br/>профессиональной<br/>деятельности,<br/>проведения<br/>вероятностно-<br/>статистических<br/>расчетов,<br/>формулировки<br/>последующих выводов<br/>и прогнозов</p> |

\* Дисциплина может формировать компетенцию полностью или частично.

\*\* Должно соответствовать Приложению 1 к образовательной программе

## 2. Объем и место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

### Общий объём дисциплины

5,00 з.е., 180 ак.час.

Очная форма обучения:

Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий: 66 ак. час на контактную работу с преподавателем, из них 32 ак. час на лекции и 32 ак. час на практические занятия, 2 ак. часа на консультацию. 87 ак. часа на самостоятельную работу обучающихся.

*Очно-заочная форма обучения:*

Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий: 38 ак. час на контактную работу с преподавателем, из них 16 ак. час на лекции и 20 ак. час на практические занятия, 2 ак. часа на консультацию. 106 ак. часа на самостоятельную работу обучающихся.

Дисциплина Б1.О.05 «Математическая статистика» входит в обязательную часть (Б1) дисциплин по направлению бакалавриата 38.03.01 «Экономика», направленность (профиль) «Финансы и кредит».

«Математическая статистика» опирается на знания, полученные при изучении дисциплин: Б1.О.02 «Математический анализ», Б1.О.03 «Алгебра», Б1.О.04 «Теория вероятностей».

### 3. Содержание и структура дисциплины (модуля)

#### 3.1. Структура дисциплины (модуля)

*Очная форма обучения*

| № п/п  | Наименование тем и (или) разделов                                                                        |       | Объем дисциплины, ак.час                                                |    |                           |    |                                          |     |    |         |                        |      |      | Форма текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации |     |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------------------------------------------------------------------|----|---------------------------|----|------------------------------------------|-----|----|---------|------------------------|------|------|----------------------------------------------------------------|-----|
|        |                                                                                                          | ВСЕГО | Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий |    |                           |    |                                          |     |    |         | Самостоятельная работа |      |      |                                                                |     |
|        |                                                                                                          |       | Период теоретического обучения                                          |    |                           |    | Период промежуточной аттестации (сессия) |     |    |         |                        |      |      |                                                                |     |
|        |                                                                                                          |       | Занятия лекционного типа                                                |    | Занятия семинарского типа |    | ИК                                       | КСР | КЭ | Катт эк | К о н т р о л ь        | СРкр | СРэк | СР                                                             |     |
|        |                                                                                                          |       | Л                                                                       | ВЛ | ЛР                        | ПЗ |                                          |     |    |         |                        |      |      |                                                                |     |
| Тема 1 | Понятия и задачи математическо й статистики. Точечные оценки параметров распределения. Методы построения | 20    | 4                                                                       |    |                           | 4  |                                          |     |    |         |                        |      |      | 12                                                             | Зад |

|                          |                                     |     |    |  |  |    |  |  |   |    |  |  |    |         |
|--------------------------|-------------------------------------|-----|----|--|--|----|--|--|---|----|--|--|----|---------|
|                          | точечных оценок                     |     |    |  |  |    |  |  |   |    |  |  |    |         |
| Тема 2                   | Основные распределения в статистике | 20  | 4  |  |  | 4  |  |  |   |    |  |  | 12 | Т       |
| Тема 3                   | Интервальные оценки                 | 20  | 4  |  |  | 4  |  |  |   |    |  |  | 12 | Т       |
| Тема 4                   | Проверка статистических гипотез     | 32  | 8  |  |  | 8  |  |  |   |    |  |  | 16 | Т       |
| Тема 5                   | Критерии согласия                   | 36  | 8  |  |  | 8  |  |  |   |    |  |  | 20 | Зад     |
| Тема 6                   | Элементы регрессионного анализа     | 23  | 4  |  |  | 4  |  |  |   |    |  |  | 15 | КР      |
| Промежуточная аттестация |                                     | 29  |    |  |  |    |  |  | 2 | 27 |  |  |    | экзамен |
| <b>Итого</b>             |                                     | 180 | 32 |  |  | 32 |  |  | 2 | 27 |  |  | 87 |         |



*Очно-заочная форма обучения*

| № п/п  | Наименование тем и (или) разделов                                                                                       | ВСЕГО | Объем дисциплины, ак.час                                                |    |                           |    |                                          |     |    |         |                                      |      |      | Форма текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации |         |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------------------------------------------------------------------|----|---------------------------|----|------------------------------------------|-----|----|---------|--------------------------------------|------|------|----------------------------------------------------------------|---------|
|        |                                                                                                                         |       | Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий |    |                           |    |                                          |     |    |         | Самостоятельная работа               |      |      |                                                                |         |
|        |                                                                                                                         |       | Период теоретического обучения                                          |    |                           |    | Период промежуточной аттестации (сессия) |     |    |         |                                      |      |      |                                                                |         |
|        |                                                                                                                         |       | Занятия лекционного типа                                                |    | Занятия семинарского типа |    | ИК                                       | КСР | КЭ | Катт эк | К<br>о<br>н<br>т<br>р<br>о<br>л<br>ь | СРкр | СРэк |                                                                | СР      |
|        |                                                                                                                         |       | Л                                                                       | ВЛ | ЛР                        | ПЗ |                                          |     |    |         |                                      |      |      |                                                                |         |
| Тема 1 | Понятия и задачи математической статистики. Точечные оценки параметров распределения. Методы построения точечных оценок | 20    | 2                                                                       |    |                           | 2  |                                          |     |    |         |                                      |      |      | 16                                                             | Задание |

|                          |                                     |     |    |  |  |    |  |  |   |    |  |  |     |         |
|--------------------------|-------------------------------------|-----|----|--|--|----|--|--|---|----|--|--|-----|---------|
| Тема 2                   | Основные распределения в статистике | 20  | 2  |  |  | 2  |  |  |   |    |  |  | 16  | Т       |
| Тема 3                   | Интервальные оценки                 | 20  | 2  |  |  | 2  |  |  |   |    |  |  | 16  | Т       |
| Тема 4                   | Проверка статистических гипотез     | 30  | 4  |  |  | 4  |  |  |   |    |  |  | 22  | Т       |
| Тема 5                   | Критерии согласия                   | 30  | 4  |  |  | 6  |  |  |   |    |  |  | 20  | Задание |
| Тема 6                   | Элементы регрессионного анализа     | 22  | 2  |  |  | 4  |  |  |   |    |  |  | 16  | КР      |
| Промежуточная аттестация |                                     | 38  |    |  |  |    |  |  | 2 | 36 |  |  |     | экзамен |
| <b>Итого</b>             |                                     | 180 | 16 |  |  | 20 |  |  | 2 | 36 |  |  | 106 |         |

*Используемые сокращения:*

Л – лекции - занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации обучающимся педагогическими работниками организации и (или) лицами, привлекаемыми организацией к реализации образовательных программ на иных условиях,).

ВЛ – видео лекции.

ЛР – лабораторные работы.

ПЗ – практические занятия (за исключением лабораторных работ).

ИК – индивидуальные консультации.

КСР – контроль самостоятельной работы

КЭ – консультации перед экзаменом

Каттэк – контактная работа на аттестацию в период экзаменационных сессий

Контроль - контактная работа на аттестацию в период экзаменационных сессий для заочной формы обучения

СРкр – самостоятельная работа на подготовку курсовой работы/ курсового проекта.

СРэк – самостоятельная работа на подготовку к экзамену.

СР – самостоятельная работа в семестре на подготовку к учебным занятиям.

Т – тестирование.

Зад – задания.

КР – контрольная работа.

### 3.2. Содержание дисциплины

#### **Тема 1. Понятия и задачи математической статистики. Точечные оценки параметров распределения. Методы построения точечных оценок. ОПК ОС-1.2.**

Предмет математической статистики. Генеральная и выборочная совокупности. Статистическое распределение выборки. Графическое изображение статистических рядов. Эмпирическая функция распределения. Понятия статистической оценки. Несмещенные, эффективные и состоятельные оценки. Выборочные числовые характеристики и их распределения. Точечные оценки генеральной средней, генеральной дисперсии, начальных моментов генеральной совокупности. Теорема Слуцкого. Сходимость по вероятности выборочных центральных моментов. Оценка математического ожидания по неравноточным наблюдениям в классе линейных функций. Эффективность оценок. Неравенство Рао-Фреше-Крамера.

Метод моментов для точечной оценки параметров распределения. Оценки максимального правдоподобия и их свойства. Метод наименьших квадратов.

#### **Тема 2. Основные распределения в статистике. ОПК ОС-1.2.**

Квантили и процентные точки распределения. Распределение «хи-квадрат». Распределение Стьюдента. Распределение Фишера-Снедекора. Свойства конечной выборки из нормальной генеральной совокупности.

#### **Тема 3. Интервальные оценки. ОПК ОС-1.2, ОПК ОС-1.3.**

Точность оценки, доверительная вероятность (надежность). Доверительный интервал. Интервальные оценки параметров нормального распределения. Асимптотические доверительные интервалы. Методы их построения. Доверительный интервал для неизвестной вероятности «успеха» в схеме испытаний Бернулли. Интервальные оценивания параметров показательного распределения и распределения Пуассона. Доверительный интервал для разности математических ожиданий двух нормальных распределений.

#### **Тема 4. Проверка статистических гипотез. ОПК ОС-1.2, ОПК ОС-1.3.**

Статистическая гипотеза. Общее понятие о статистической проверке гипотез. Ошибки первого и второго рода. Оптимальный критерий Неймана-Пирсона для различения двух простых гипотез. Проверка гипотез для одной выборки, для двух и более выборок. Понятие о дисперсионном анализе. Схема однофакторного дисперсионного анализа.

#### **Тема 5. Критерии согласия. ОПК ОС-1.2, ОПК ОС-1.3.**

Проверка гипотезы о соответствии наблюдаемых значений предполагаемому распределению (дискретному или непрерывному). Критерии согласия Пирсона и Колмогорова. Критерии проверки гипотез об однородности двух выборок.

Критерии хи-квадрат, Колмогорова–Смирнова, ранговые критерии.

#### **Тема 6. Элементы регрессионного анализа. ОПК ОС-1.2, ОПК ОС-1.3.**

Функциональная, статистическая и корреляционная зависимости. Коэффициент корреляции. Парная линейная регрессия. Проверка гипотезы о значимости выборочного коэффициента корреляции.

#### **4. Типы оценочных материалов, показатели и критерии оценивания**

4.1. Оценочные материалы по дисциплине Б1.О.05 Математическая статистика входят в состав оценочных материалов по образовательной программе. Совокупность оценочных материалов по всем дисциплинам образовательной программы составляет фонд оценочных средств (далее – ФОС). ФОС используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся с целью оценивания достижения обучающимися планируемых результатов обучения.

4.2. ФОС разработан как комплекс проверочных заданий различного типа и уровня сложности, включает критерии и шкалы оценивания, а также «ключи» правильных ответов. ФОС формируется как отдельный документ и хранится в электронном виде, доступ к ФОС предоставлен ограниченному кругу лиц.

4.3. Для самостоятельной работы обучающихся при подготовке к текущему контролю успеваемости и промежуточной аттестации в рабочих программах дисциплин размещены типовые проверочные задания, которые можно условно разделить на задания закрытого, комбинированного и открытого типов.

Задания закрытого типа — это тестовые задания, в которых каждый вопрос сопровождается готовыми вариантами ответов, из которых необходимо выбрать один или несколько правильных.

Задания комбинированного типа — это тестовые задания, в которых каждый вопрос сопровождается готовыми вариантами ответов, из которых необходимо выбрать один или несколько правильных и обосновать свой выбор.

Задания открытого типа — это задания, в которых на каждый вопрос должен быть предложен развернутый обоснованный ответ.

В зависимости от типа задания рекомендованы определенная последовательность выполнения и система оценивания выполнения заданий.

#### 4.4. Типы заданий, сценарии выполнения, критерии оценивания

| ТИП ЗАДАНИЯ                                                                           | ИНСТРУКЦИЯ                                   | СЦЕНАРИИ ВЫПОЛНЕНИЯ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Задание закрытого типа с выбором одного правильного ответа из нескольких предложенных | Прочитайте текст, выберите правильный ответ  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов.</li> <li>2. Внимательно прочитать предложенные вариант-ты ответа.</li> <li>3. Выбрать один верный ответ.</li> <li>4. Записать только номер (или букву) выбранного варианта ответа (например, 3 или В).</li> </ol>                                                                                                                                      | Ответ считается верным, если правильно указана цифра или буква                  |
| Задание закрытого типа на установление соответствия                                   | Прочитайте текст и установите соответствие   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидаются пары элементов.</li> <li>2. Внимательно прочитать оба списка: список 1 – вопросы, утверждения, факты, понятия и т.д.; список 2 – утверждения, свойства объектов и т.д.</li> <li>3. Сопоставить элементы списка 1 с элементами списка 2, сформировать пары элементов.</li> <li>4. Записать попарно буквы и цифры (в зависимости от задания) вариантов ответа (например, А1 или Б4).</li> </ol> | Ответ считается верным, если правильно указаны цифры или буквы                  |
| Задание закрытого типа с выбором нескольких                                           | Прочитайте текст, выберите правильные ответы | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается несколько правильных ответов из предложенных вариантов.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Ответ считается верным, если правильно установлены все соответствия (позиции из |

|                                                                                                         |                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| правильных ответов из нескольких вариантов предложенных                                                 |                                                                                               | <p>2. Внимательно прочитать предложенные вариант-ты ответа.</p> <p>3. Выбрать несколько правильных ответов.</p> <p>4. Записать только номера (или буквы) выбранного варианта ответа (например, 1 4 или А Г).</p>                                                                                                                                                                             | одного столбца верно сопоставлены с позициями другого)                                                                          |
| Задание закрытого типа на установление последовательности                                               | Прочитайте текст и установите последовательность                                              | <p>1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается последовательность элементов.</p> <p>2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа.</p> <p>3. Построить верную последовательность из предложенных элементов.</p> <p>4. Записать буквы/цифры (в зависимости от задания) вариантов ответа в нужной последовательности (например, БВА или 135).</p> | Ответ считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр                                                      |
| Задание комбинированного типа с выбором одного правильного ответа из предложенных и обоснованием выбора | Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа | <p>1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов.</p> <p>2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа.</p> <p>3. Выбрать один верный ответ.</p> <p>4. Записать только номер (или букву) выбранного варианта ответа.</p>                                                                                    | Ответ считается верным, если правильно указана цифра или буква и приведены корректные аргументы, используемые при выборе ответа |

|                                              |                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                              |                                                            | 5. Записать аргументы, обосновывающие выбор ответа (например, 4 текст обоснования).                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Задание открытого типа с развернутым ответом | Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ | <p>1. Внимательно прочитать текст задания и понять суть вопроса.</p> <p>2. Продумать логику и полноту ответа.</p> <p>3. Записать ответ, используя четкие компактные формулировки.</p> <p>4. В случае расчетной задачи записать решение и ответ</p> | <p>Ответ считается верным:</p> <p>1. Отсутствие фактических ошибок.</p> <p>2. Раскрытие объема используемых понятий (полнота ответа).</p> <p>3. Обоснованность ответа (наличие аргументов).</p> <p>4. Логическая последовательность излагаемого материала.</p> |



4.5. Общая шкала оценивания результатов текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся с применением БРС

| Итоговая балльная оценка | Традиционная система | Бинарная система | ECTS                     |                      |
|--------------------------|----------------------|------------------|--------------------------|----------------------|
|                          |                      |                  | Для традиционной системы | Для бинарной системы |
| 95-100                   | Отлично              | Зачтено          | A                        | P/ Passed            |
| 85-94                    |                      |                  | B                        | P/ Passed            |
| 75-84                    | Хорошо               |                  | C                        | P/ Passed            |
| 65-74                    |                      |                  | D                        | P/ Passed            |
| 55-64                    | Удовлетворительно    |                  | E                        | P/ Passed            |
| 0-54                     | Неудовлетворительно  | Не зачтено       | F                        | F/Failed             |

Соотношение баллов за текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию, а также повторную промежуточную аттестацию:

| Максимальная сумма баллов за текущий контроль успеваемости | Максимальная сумма баллов за промежуточную аттестацию | Максимальная итоговая балльная оценка | Максимальная сумма баллов за повторную промежуточную аттестацию |
|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 60 баллов                                                  | 40 баллов                                             | 100 баллов                            | 100 баллов                                                      |

## 5. Формы аттестации, типовые оценочные материалы для текущего контроля успеваемости обучающихся, критерии и шкалы оценивания по контрольным точкам

5.1. В ходе реализации дисциплины используются следующие формы текущего контроля успеваемости обучающихся (в том числе, задания к контрольным точкам):

Т – тестирование, З – задания, КР – контрольная работа

**Тема 1. Понятия и задачи математической статистики. Точечные оценки параметров распределения. Методы построения точечных оценок**

### Задание по теме 1:

Найти числовые характеристики по выборке, построить интервальный ряд, график функции распределения, гистограмму относительных частот.  
n=120:

|        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0,8269 | 1,1121 | 1,1726 | 1,0696 | 1,0577 | 1,0155 | 1,0014 | 0,956  | 0,8432 | 0,8719 |
| 0,8317 | 0,8158 | 0,948  | 0,9932 | 1,0468 | 1,0065 | 1,035  | 0,8906 | 1,0314 | 0,7697 |
| 1,0337 | 0,9345 | 1,0019 | 1,0945 | 1,1933 | 0,9266 | 0,9891 | 0,9852 | 1,0664 | 0,9623 |
| 0,9066 | 0,9499 | 0,948  | 1,0641 | 0,8447 | 1,2877 | 0,8716 | 0,9294 | 0,7891 | 1,0767 |
| 1,1854 | 1,173  | 1,0861 | 1,0354 | 0,9092 | 1,1007 | 0,9438 | 0,9896 | 0,8813 | 1,2631 |
| 1,0265 | 0,9207 | 1,0812 | 1,0589 | 1,1184 | 0,8487 | 0,9924 | 0,8933 | 1,0035 | 0,8933 |
| 0,896  | 0,9605 | 0,9706 | 1,1986 | 0,9153 | 1,0977 | 0,9131 | 1,0085 | 0,9396 | 1,0034 |
| 1,0959 | 1,0403 | 1,0219 | 1,0611 | 0,9086 | 0,9211 | 1,0762 | 1,0108 | 0,9889 | 1,0385 |
| 1,0634 | 1,1315 | 1,0158 | 1,1148 | 1,0276 | 1,0059 | 0,8394 | 0,8176 | 0,9156 | 1,1146 |
| 0,987  | 0,9707 | 1,0533 | 0,9057 | 0,9982 | 0,9584 | 1,1188 | 1,0876 | 1,1213 | 0,9748 |
| 0,983  | 0,8079 | 1,237  | 1,0144 | 1,1263 | 1,06   | 1,1678 | 0,9596 | 0,9767 | 0,9862 |
| 1,1746 | 1,0423 | 0,8828 | 1,0449 | 1,0237 | 0,9104 | 0,908  | 1,1339 | 0,8714 | 1,0887 |

## Тема 2. Основные распределения в статистике

### Тестовые задания по теме 2:

*Задание закрытого типа с выбором одного правильного ответа из нескольких вариантов предложенных.*

1. Внимательно прочитайте текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается несколько правильных ответов из предложенных вариантов.
2. Внимательно прочитайте предложенные варианты-ты ответа.
3. Выбрать несколько правильных ответов.
4. Записать только номера (или буквы) выбранного варианта ответа (например, 3 или В).

1. Указать какая из приведенных формул является формулой плотности распределения «хи-квадрат» Пирсона с  $n$  степенями свободы.

$$a) f(x) = \begin{cases} \frac{1}{2^{\frac{n}{2}} \Gamma\left(\frac{n}{2}\right)} x^{\frac{n}{2}-1} e^{-\frac{x}{2}}, & x > 0, \\ 0, & x \leq 0. \end{cases}$$

$$б) f(x) = \frac{\Gamma\left(\frac{n+1}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{n}{2}\right) \sqrt{n\pi}} \left(1 + \frac{x^2}{n}\right)^{-\frac{n+1}{2}}$$

$$в) f(x) = \frac{\Gamma\left(\frac{n+m}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{n}{2}\right) \Gamma\left(\frac{m}{2}\right)} \cdot \frac{n^{\frac{n}{2}} m^{\frac{m}{2}} x^{\frac{n+m}{2}-1}}{(nx+m)^{\frac{n+m}{2}}}, \quad x > 0.$$

$$г) f(x) = \begin{cases} \frac{\lambda^\alpha}{\Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-\lambda x}, & x > 0, \\ 0, & x \leq 0, \end{cases}$$

*Задание закрытого типа на установление соответствия*

1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидаются пары элементов.
2. Внимательно прочитать оба списка: список 1 – вопросы, утверждения, факты, понятия и т.д.; список 2 – утверждения, свойства объектов и т.д.
3. Сопоставить элементы списка 1 с элементами списка 2, сформировать пары элементов.
4. Записать попарно буквы и цифры (в зависимости от задания) вариантов ответа (например, А1 или Б4).

2. Установите соответствие:

|                                                                       |                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1) Формула плотности распределения "хи-квадрат" Пирсона.              | а) $f(x) = \begin{cases} \frac{1}{2^{\frac{n}{2}} \Gamma(\frac{n}{2})} x^{\frac{n}{2}-1} e^{-\frac{x}{2}}, & x > 0, \\ 0, & x \leq 0. \end{cases}$                                     |
| 2) Формула плотности распределения Стьюдента.                         | б) $f(x) = \frac{\Gamma(\frac{n+1}{2})}{\Gamma(\frac{n}{2}) \sqrt{n\pi}} \left(1 + \frac{x^2}{n}\right)^{-\frac{n+1}{2}}$                                                              |
| 3) Формула плотности распределения Фишера-Снедекора.                  | в) $f(x) = \frac{\Gamma(\frac{n+m}{2})}{\Gamma(\frac{n}{2}) \Gamma(\frac{m}{2})} \cdot \frac{n^{\frac{n}{2}} m^{\frac{m}{2}} x^{\frac{n}{2}-1}}{(nx+m)^{\frac{n+m}{2}}}, \quad x > 0.$ |
| 4) Формула плотности двухпараметрического закона гамма-распределения. | г) $f(x) = \begin{cases} \frac{\lambda^\alpha}{\Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-\lambda x}, & x > 0, \\ 0, & x \leq 0, \end{cases}$                                                    |

### Тема 3. Интервальные оценки

#### Тестовые задания по теме 3:

*Задание закрытого типа с выбором одного правильного ответа из нескольких вариантов предложенных.*

1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается несколько правильных ответов из предложенных вариантов.
2. Внимательно прочитать предложенные варианты-ты ответа.
3. Выбрать несколько правильных ответов.
4. Записать только номера (или буквы) выбранного варианта ответа (например, 3 или В).

1. Какое распределение используется при построении доверительного интервала для математического ожидания при неизвестной генеральной дисперсии.

- 1) нормальное распределение.
- 2) распределение Стьюдента.
- 3) распределение «хи-квадрат» Пирсона.
- 4) распределение Фишера-Снедекора

*Задание закрытого типа с выбором нескольких правильных ответов из нескольких вариантов предложенных.*

1. Внимательно прочитайте текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается несколько правильных ответов из предложенных вариантов.  
2. Внимательно прочитайте предложенные варианты-ты ответа.  
3. Выбрать несколько правильных ответов.  
4. Записать только номера (или буквы) выбранного варианта ответа (например, 1 4 или А Г).

2. Из представленных утверждений выбрать только верные.

- 1) При увеличении объема выборки доверительный интервал увеличивается.
- 2) При увеличении объема выборки доверительный интервал уменьшается.
- 3) При увеличении доверительной вероятности доверительный интервал увеличивается.
- 4) При увеличении доверительной вероятности доверительный интервал уменьшается.

*Задание закрытого типа на установление соответствия*

1. Внимательно прочитайте текст задания и понять, что в качестве ответа ожидаются пары элементов.  
2. Внимательно прочитайте оба списка: список 1 – вопросы, утверждения, факты, понятия и т.д.; список 2 – утверждения, свойства объектов и т.д.  
3. Сопоставить элементы списка 1 с элементами списка 2, сформировать пары элементов.  
4. Записать попарно буквы и цифры (в зависимости от задания) вариантов ответа (например, А1 или Б4).

3. Установите соответствие между задачами и типом используемого распределения при известной выборке.

|                                                                  |                              |
|------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| 1) Найти доверительный интервал для математического ожидания при | а) нормальное распределение. |
|------------------------------------------------------------------|------------------------------|

|                                                                                                                  |                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| известной дисперсии генеральной совокупности или при большом объеме выборки.                                     |                                        |
| 2) Найти доверительный интервал для математического ожидания при неизвестной дисперсии генеральной совокупности. | б) распределение Стьюдента.            |
| 3) Найти доверительный интервал для дисперсии.                                                                   | в) распределение «хи-квадрат» Пирсона. |

#### Тема 4. Проверка статистических гипотез

##### Тестовые задания по теме 4:

*Задание закрытого типа с выбором одного правильного ответа из нескольких вариантов предложенных.*

1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается несколько правильных ответов из предложенных вариантов.
  2. Внимательно прочитать предложенные варианты-ты ответа.
  3. Выбрать несколько правильных ответов.
  4. Записать только номера (или буквы) выбранного варианта ответа (например, 3 или В).
1. Какое распределение используется при проверке гипотезы о равенстве генеральной дисперсии номинальному значению.
    - 1) нормальное распределение.
    - 2) распределение Стьюдента.
    - 3) распределение «хи-квадрат» Пирсона.
    - 4) распределение Фишера-Снедекора.

*Задание закрытого типа с выбором одного правильного ответа из нескольких вариантов предложенных.*

1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается несколько правильных ответов из предложенных вариантов.
  2. Внимательно прочитать предложенные варианты-ты ответа.
  3. Выбрать несколько правильных ответов.
  4. Записать только номера (или буквы) выбранного варианта ответа (например, 1 4 или А Г).
2. Из представленных утверждений выбрать только верные.
  - 1) При увеличении уровня значимости проверки гипотезы о равенстве генеральной средней номиналу, значение критической точки возрастает.

2) При увеличении уровня значимости проверки гипотезы о равенстве генеральной средней номиналу, значение критической точки уменьшается.

3) Дано: (гипотеза о равенстве средних):

Первый случай:

$H_0: X_1 = X_2$       $H_1: X_1 \neq X_2$

Второй случай (при том же уровне значимости):

$H_0: X_1 = X_2$       $H_1: X_1 > X_2$

В первом случае значение критической точки больше, чем во втором.

4) Уменьшение вероятности ошибки первого рода ведет к уменьшению вероятности ошибки второго рода.

### *Задание закрытого типа на установление соответствия*

1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидаются пары элементов.
2. Внимательно прочитать оба списка: список 1 – вопросы, утверждения, факты, понятия и т.д.; список 2 – утверждения, свойства объектов и т.д.
3. Сопоставить элементы списка 1 с элементами списка 2, сформировать пары элементов.
4. Записать попарно буквы и цифры (в зависимости от задания) вариантов ответа (например, А1 или Б4).

3. Установите соответствие между задачами и типом используемого распределения при известной выборке.

|                                                                                                                                                          |                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| 1) Проверить гипотезу о равенстве двух средних по двум независимым выборкам большого объема, взятым из нормальной совокупности.                          | а) нормальное распределение.           |
| 2) Проверить гипотезу о равенстве двух средних по двум независимым выборкам небольшого объема.                                                           | б) распределение Стьюдента.            |
| 3) Проверить гипотезу о равенстве генеральной дисперсии номинальному значению по выборке.                                                                | в) распределение «хи-квадрат» Пирсона. |
| 4) Проверить гипотезу о преобладании первой дисперсии над второй дисперсией по двум независимым выборкам, взятым из нормальной генеральной совокупности. | г) распределение Фишера-Снедекора.     |

## **Тема 5. Критерии согласия**

### Задания по теме 5:

1. По выборке проверить гипотезу о том, что генеральная совокупность имеет нормальное распределение с параметрами  $\mu = \bar{X}$  и  $\sigma = S$  на заданном уровне значимости  $\alpha$ .

Даны параметры и интервальный ряд:

|            |            |
|------------|------------|
| Дано:      |            |
| n=         | 120        |
| $\mu$ =    | 8,9177475  |
| $\sigma$ = | 0,84620465 |
| $\alpha$ = | 0,04       |

| Номер интервала j | Начало интервала $x_{\text{на}}$ | Конец интервала $x_{\text{кон}}$ | Середина интервала $x_c$ | Частота $m_j$ |
|-------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------|---------------|
| 1                 | 6,36617143                       | 7,01003                          | 6,6881                   | 3             |
| 2                 | 7,01002857                       | 7,65389                          | 7,331957                 | 3             |
| 3                 | 7,65388571                       | 8,29774                          | 7,975814                 | 25            |
| 4                 | 8,29774286                       | 8,9416                           | 8,619671                 | 24            |
| 5                 | 8,9416                           | 9,58546                          | 9,263529                 | 44            |
| 6                 | 9,58545714                       | 10,2293                          | 9,907386                 | 14            |
| 7                 | 10,2293143                       | 10,8732                          | 10,55124                 | 6             |
| 8                 | 10,8731714                       | 11,517                           | 11,1951                  | 1             |
| Сумма             |                                  |                                  |                          | 120           |

2. На уровне значимости  $\alpha$  проверить гипотезу о показательном распределении генеральной совокупности по критерию Пирсона по заданному интервальному ряду.

|                   |                                  |                                  |                          |               |                 |
|-------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------|---------------|-----------------|
| $\alpha$ =        | 0,02                             |                                  |                          |               |                 |
| Номер интервала j | Начало интервала $x_{\text{на}}$ | Конец интервала $x_{\text{кон}}$ | Середина интервала $x_c$ | Частота $m_j$ | $x_c \cdot m_j$ |
| 1                 | 0                                | 2                                | 1                        | 181           | 181             |
| 2                 | 2                                | 4                                | 3                        | 70            | 210             |
| 3                 | 4                                | 6                                | 5                        | 26            | 130             |
| 4                 | 6                                | 8                                | 7                        | 10            | 70              |
| 5                 | 8                                | 10                               | 9                        | 4             | 36              |
| 6                 | 10                               | 12                               | 11                       | 1             | 11              |
|                   |                                  |                                  |                          | 292           | 638             |

## Тема 6. Элементы регрессионного анализа

### Контрольная работа по теме 6:

1. Дана выборка случайного вектора  $n=30$ :

| X        | Y           |
|----------|-------------|
| -2,73488 | -3,26821422 |
| 0,754242 | -6,72361437 |
| -0,9266  | 4,14712237  |
| -2,07371 | -3,16392924 |
| 3,056372 | 5,21866616  |
| 4,093819 | 3,33350221  |
| -2,58253 | -3,94055992 |
| 3,75962  | 6,19987144  |
| 2,757158 | 6,63960894  |
| -2,47571 | -9,19839568 |

| X        | Y           |
|----------|-------------|
| 4,090474 | -0,86320477 |
| 1,933883 | 3,04630666  |
| 3,642132 | 3,18989251  |
| 3,893643 | 8,26443897  |
| 1,784351 | -3,77828126 |
| 5,716899 | -0,5621086  |
| 2,32969  | 1,10231973  |
| -0,54849 | -0,28359402 |
| 2,989843 | 5,7919751   |
| -4,14646 | -2,97548476 |

| X        | Y           |
|----------|-------------|
| 0,228592 | 6,15036928  |
| -1,12396 | -6,41624601 |
| -3,93962 | -3,56697293 |
| 4,847107 | -1,60408137 |
| 1,791199 | 6,52036538  |
| 0,164123 | -1,31416384 |
| 0,4871   | 0,47487138  |
| 3,893799 | 5,25081232  |
| 5,399775 | 9,90493452  |
| 3,954592 | -1,47089737 |

Построить линейную регрессию  $y = \beta x + \alpha$ ,

2. Дана выборка случайного вектора  $n=30$ :

| x  | y        |
|----|----------|
| 5  | 5,690985 |
| 6  | 3,371594 |
| 7  | 3,119127 |
| 8  | 2,843846 |
| 9  | 2,428211 |
| 10 | 2,75074  |
| 11 | 1,98628  |
| 12 | 1,972581 |
| 13 | 2,624425 |
| 14 | 2,424825 |
| 15 | 1,686275 |
| 16 | 2,443037 |
| 17 | 2,523422 |
| 18 | 1,3026   |
| 19 | 1,909969 |
| 20 | 2,244119 |
| 21 | 1,311667 |
| 22 | 2,211502 |
| 23 | 2,106952 |

Методом наименьших квадратов построить нелинейную регрессию

$y = a + \frac{b}{x - c}$  по заданной выборке. Найти  $a$  и  $b$ .

5.2. Типовые оценочные материалы для текущего контроля успеваемости обучающихся (вне контрольных точек):  
приведены в п.6.2.

5.3. Один или несколько тематических блоков дисциплины завершаются контрольной точкой (далее – КТ). Текущий контроль успеваемости по дисциплине предусматривает не менее 2 (двух) и не более 10 (десяти) КТ в течение периода освоения дисциплины.

Максимальное количество баллов за любой тип работ в рамках КТ составляет 100 (сто) баллов.



Распределение весовых коэффициентов по КТ в рамках текущего контроля успеваемости по дисциплине и формулы расчета:

| Наименование контрольной точки | Максимальное количество баллов за работу в рамках КТ, которое может набрать студент | Коэффициент веса контрольной точки | Результат контрольной точки, участвующий в формировании итоговой балльной оценки по дисциплине (отражается в журнале БРС в СДО) |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| КТ - 1                         | 100                                                                                 | 0,18                               | 18                                                                                                                              |
| КТ - 2                         | 100                                                                                 | 0,16                               | 16                                                                                                                              |
| КТ - 3                         | 100                                                                                 | 0,26                               | 26                                                                                                                              |
| Итого:                         | x                                                                                   | 0,6                                | 60                                                                                                                              |

Формула расчета результата контрольной точки:

Результат контрольной точки = Количество баллов за работу в рамках КТ X Коэффициент веса контрольной точки.

5.4. Формы текущего контроля успеваемости обучающихся в рамках КТ и типовые оценочные материалы:

#### **КТ-1**

##### **Темы 1–2.**

Задание (Зад.) по теме 1.

Тестирование (Т) по теме 2.

#### **КТ-2**

##### **Тема 3–4.**

Тестирование (Т) по теме 3.

Тестирование (Т) по теме 4.

#### **КТ-3**

##### **Темы 5–6.**

Задание (Зад.) по теме 5.

Контрольная работа (КР) по теме 6.

Для каждой формы текущего контроля успеваемости обучающихся в рамках КТ определены критерии оценивания результатов выполнения задания.

#### *1. Критерии оценивания тестирования:*

| Критерии оценки                      | Диапазон баллов | Описание критерия                              |
|--------------------------------------|-----------------|------------------------------------------------|
| <i>Количество правильных ответов</i> | 0               | <i>Количество правильных ответов менее 55%</i> |
|                                      | 25              | <i>Количество правильных ответов от 55%</i>    |

|                    |     |                                              |
|--------------------|-----|----------------------------------------------|
|                    |     | до 64%                                       |
|                    | 50  | Количество правильных ответов от 65% до 74%  |
|                    | 75  | Количество правильных ответов от 75% до 84%  |
|                    | 100 | Количество правильных ответов от 85% до 100% |
| Итого максимально: | 100 |                                              |

## 2. Критерии оценивания задания:

| Критерии оценки                                 | Диапазон баллов | Описание критерия                                                                                                        |
|-------------------------------------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Содержание и раскрытие выбранных понятий</i> | 41-70           | <i>Детальное, последовательное описание хода решений примера</i>                                                         |
|                                                 | 21-40           | <i>Поверхностное описание хода решений примера</i>                                                                       |
|                                                 | 0-20            | <i>Понятия раскрыты минимально или не раскрыты вовсе<br/>Не представлен/ представлен минимальный ход решения примера</i> |
| <i>Количество выполненных заданий</i>           | 30              | <i>Количество выполненных заданий от 85% до 100%</i>                                                                     |
|                                                 | 15              | <i>Количество выполненных заданий от 55% до 84%</i>                                                                      |
|                                                 | 0               | <i>Количество выполненных заданий менее 55%</i>                                                                          |
| Итого максимально:                              | 100             |                                                                                                                          |

## 3. Критерии оценивания КР:

| Критерии оценки                                 | Диапазон баллов | Описание критерия                                                                                                        |
|-------------------------------------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Содержание и раскрытие выбранных понятий</i> | 31-50           | <i>Детальное, последовательное описание хода решений примера</i>                                                         |
|                                                 | 16-30           | <i>Поверхностное описание хода решений примера</i>                                                                       |
|                                                 | 0-15            | <i>Понятия раскрыты минимально или не раскрыты вовсе<br/>Не представлен/ представлен минимальный ход решения примера</i> |
| <i>Достоверность и актуальность информации</i>  | 16-20           | <i>Представленная информация подтверждена ссылками на источники</i>                                                      |
|                                                 | 0-15            | <i>Представленная информация частично подтверждена ссылками на источники или не подтверждена</i>                         |
| <i>Количество выполненных заданий</i>           | 30              | <i>Количество выполненных заданий от 85% до 100%</i>                                                                     |
|                                                 | 15              | <i>Количество выполненных заданий от 55% до 84%</i>                                                                      |
|                                                 | 0               | <i>Количество выполненных заданий</i>                                                                                    |

|                    |     |                  |
|--------------------|-----|------------------|
|                    |     | <i>менее 55%</i> |
| Итого максимально: | 100 |                  |

5.5. Описание дополнительных материалов и оборудования, необходимых для выполнения проверочных заданий (*при необходимости*).

Для решения задач открытого типа (кейсов, Зад, КР), тестовых заданий студенту разрешается использование калькулятора; программ для работы с электронными таблицами для обработки, анализа и визуализации данных.

## **6. Формы промежуточной аттестации, критерии и шкала оценивания, типовые оценочные материалы по дисциплине (модуля)**

### **6.1. Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.**

Экзамен проводится в письменной форме. Обучающийся получает экзаменационный билет с вариантами 3-х заданий различного типа. На выполнение заданий дается 40–60 минут. По завершении подготовки необходимо представить ответы в письменном виде, подробно изложив ход выполнения задания, сделать выводы (*при необходимости*).

При реализации промежуточной аттестации в ЭО/ДОТ могут быть использованы следующие формы: устно в ДОТ - в форме обоснованных ответов на задания различного типа; письменно в СДО - в форме письменного решения заданий различного типа; тестирование в СДО.

### **6.2. Типовые оценочные материалы промежуточной аттестации.**

#### Вопросы для подготовки к экзамену.

1. Предмет математической статистики.
2. Генеральная и выборочная совокупности.
3. Статистическое распределение выборки.
4. Графическое изображение статистических рядов. Эмпирическая функция распределения.
5. Понятия статистической оценки.
6. Несмещенные, эффективные и состоятельные оценки.
7. Выборочные числовые характеристики и их распределения.
8. Точечные оценки генеральной средней, генеральной дисперсии, начальных моментов генеральной совокупности.
9. Теорема Слуцкого.
10. Сходимость по вероятности выборочных центральных моментов.
11. Оценка математического ожидания по неравноточным наблюдениям в классе линейных функций.
12. Эффективность оценок.
13. Неравенство Рао-Фреше-Крамера.
14. Метод моментов для точечной оценки параметров распределения.
15. Оценки максимального правдоподобия и их свойства.
16. Метод наименьших квадратов.

17. Квантили и процентные точки распределения.
18. Распределение «хи-квадрат».
19. Распределение Стьюдента.
20. Распределение Фишера-Снедекора.
21. Свойства конечной выборки из нормальной генеральной совокупности.
22. Точность оценки, доверительная вероятность (надежность).
23. Доверительный интервал.
24. Интервальные оценки параметров нормального распределения.
25. Асимптотические доверительные интервалы.
26. Методы их построения.
27. Доверительный интервал для неизвестной вероятности «успеха» в схеме испытаний Бернулли.
28. Интервальные оценивания параметров показательного распределения и распределения Пуассона.
29. Доверительный интервал для разности математических ожиданий двух нормальных распределений.
30. Статистическая гипотеза.
31. Общее понятие о статистической проверке гипотез.
32. Ошибки первого и второго рода.
33. Оптимальный критерий Неймана-Пирсона для различения двух простых гипотез.
34. Проверка гипотез для одной выборки, для двух и более выборок.
35. Понятие о дисперсионном анализе.
36. Схема однофакторного дисперсионного анализа.
37. Проверка гипотезы о соответствии наблюдаемых значений предполагаемому распределению (дискретному или непрерывному).
38. Критерии согласия Пирсона и Колмогорова.
39. Критерии проверки гипотез об однородности двух выборок.
40. Критерии хи-квадрат.
41. Критерий Колмогорова–Смирнова.
42. Ранговые критерии.
43. Функциональная, статистическая и корреляционная зависимости.
44. Коэффициент корреляции.
45. Парная линейная регрессия.
46. Проверка гипотезы о значимости выборочного коэффициента корреляции.

Типовые задания для экзамена.

1. Найти симметричный интервал, в который случайная величина, распределенная по закону Стьюдента с 14-ю степенями свободы, попадет с вероятностью 0,95.

2. По двум независимым выборкам  $X$  и  $Y$ , извлеченным из нормальных генеральных совокупностей, проверить при уровне значимости  $\alpha=0,1$  нулевую гипотезу  $H_0: M(X)=M(Y)$   $H_1: M(X) \neq M(Y)$  о равенстве двух математических ожиданий.

|       |   |   |   |    |       |   |    |    |    |
|-------|---|---|---|----|-------|---|----|----|----|
| $x_i$ | 2 | 5 | 7 | 12 | $y_i$ | 7 | 15 | 16 | 22 |
| $n_i$ | 4 | 7 | 1 | 5  | $m_i$ | 8 | 2  | 7  | 1  |

3. Для заданного интервального ряда распределения найти медиану, моду, выборочную среднюю, выборочную дисперсию, выборочное среднее квадратичное отклонение, асимметрию и эксцесс.

|                  |               |                |                |                |                |
|------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| $[x_i, x_{i+1})$ | $[2,9; 10,9)$ | $[10,9; 18,9)$ | $[18,9; 26,9)$ | $[26,9; 34,9)$ | $[34,9; 42,9)$ |
| $n_i$            | 8             | 9              | 5              | 3              | 5              |
| $n_i^{нак}$      | 8             | 17             | 22             | 25             | 30             |

4. Проверить нулевую гипотезу о том, что заданное значение  $a_0=10$  является математическим ожиданием нормально распределенной случайной величины при 5% уровне значимости для двусторонней критической области, если в результате обработки выборки объема  $n=10$  получено выборочное среднее  $\bar{x}_B=12$  и исправленное среднее квадратичное отклонение  $S=1,1$ .

Типовые проверочные задания для самоподготовки обучающегося к промежуточной аттестации:

| ТИП ЗАДАНИЯ                                                                                      | СЦЕНАРИИ ВЫПОЛНЕНИЯ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Задание закрытого типа с выбором одного правильного ответа из нескольких вариантов предложенных. | 1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов.<br>2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа.<br>3. Выбрать один верный ответ.<br>4. Записать только номер (или букву) выбранного варианта ответа (например, 3 или В), или поставить «галочку» | 1. Что называется квантилью уровня $P$ ?<br>1) Квантилью уровня $P$ или $P$ -квантилью НСВ $X$ с функцией распределения $F(x)$ называется такое возможное значение $X_p$ этой НСВ, для которого $P(X < X_p) = P$ , то есть $F(X_p) = P$ .<br>2) Квантилью уровня $P$ или $P$ -квантилью НСВ $X$ с функцией распределения $F(x)$ называется такое возможное значение $X_p$ этой НСВ, для которого $P(X > X_p) = P$ , то есть $F(X_p) = 1 - P$ .<br>3) Квантилью уровня $P$ или $P$ -квантилью НСВ $X$ с функцией распределения $F(x)$ называется такое возможное значение $X_p$ этой НСВ, для которого $P(X < X_p) = P/4$ .<br>1) Квантилью уровня $P$ или $P$ -квантилью НСВ $X$ с функцией распределения $F(x)$ называется такое возможное значение $X_p$ этой НСВ, для которого |

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | $P(X > X_p) = P/4$ .<br>Ответ 1)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2. Имеется показательное распределение с параметром $\mu$ . По какой формуле можно получить несмещенную оценку этого параметра, имея выборку объема $n$ и со средним значением $\bar{X}$ из генеральной совокупности, распределенной по заданному закону?<br>$1) \mu = \bar{X} \quad 2) \mu = \frac{1}{\bar{X}} \quad 3) \mu = \frac{n-1}{n \bar{X}} \quad 4) \mu = \frac{n}{(n-1) \bar{X}}$ Ответ 3)                                           |
| Задание закрытого типа на установление соответствия | 1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидаются пары элементов.<br>2. Внимательно прочитать оба списка: список 1 – вопросы, утверждения, факты, понятия и т.д.;<br>список 2 – утверждения, свойства объектов и т.д.<br>3. Сопоставить элементы списка 1 с элементами списка 2, сформировать пары элементов.<br>4. Записать попарно буквы и цифры (в зависимости от задания) вариантов ответа (например, 1)а или 2)б). | 3. Установить соответствие несмещенных оценок по выборке и формул.<br>1) Оценка $Mx$<br>2) Оценка $Dx$<br>3) Оценка параметра $\mu$ показательного распределения.<br>4) Оценка границ $\alpha$ и $\beta$ равномерного распределения.<br>$a) X = \frac{1}{n} \sum x_i \quad б) S^2 = \frac{1}{n-1} \sum (x_i - \bar{X})^2 \quad в) \mu = \frac{n-1}{n \bar{X}} \quad г) (\beta, \alpha) = X \pm S \sqrt{3}$ Ответ: 1) а 2) б 3) в 4) г           |
|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 4. Установить соответствие понятий и определений.<br>1) Ошибка первого рода<br>2) Ошибка второго рода<br>3) Критическая область<br>4) Несмещенность оценки<br>а) Нулевая гипотеза верна, но ее отвергают<br>б) Нулевая гипотеза неверна, но ее принимают<br>в) Множество наблюдаемых значений критерия, при которых отвергают нулевую гипотезу<br>г) Математическое ожидание оценки точно равно оцениваемому параметру<br>Ответ 1)а 2)б 3)в 4)г |
| Задание закрытого типа с выбором нескольких         | 1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 5. Какие распределения (критерии) используются при проверке гипотезы о законе распределения по                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

|                                                           |                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                |   |    |   |   |   |   |    |   |    |    |    |   |    |   |    |
|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|---|---|---|---|----|---|----|----|----|---|----|---|----|
| правильных ответов из нескольких вариантов предложенных   | несколько правильных ответов из предложенных вариантов.                                                                  | выборке?                                                                                                                                                                                                                                                       |   |    |   |   |   |   |    |   |    |    |    |   |    |   |    |
|                                                           | 2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа.                                                                   | 1) Нормальное распределение.                                                                                                                                                                                                                                   |   |    |   |   |   |   |    |   |    |    |    |   |    |   |    |
|                                                           | 3. Выбрать несколько правильных ответов.                                                                                 | 2) Распределение Стьюдента                                                                                                                                                                                                                                     |   |    |   |   |   |   |    |   |    |    |    |   |    |   |    |
|                                                           | 4. Записать только номера (или буквы) выбранного варианта ответа (например, 1 4 или А Г).                                | 3) Распределение «хи-квадрат» Пирсона.                                                                                                                                                                                                                         |   |    |   |   |   |   |    |   |    |    |    |   |    |   |    |
|                                                           |                                                                                                                          | 4) Распределение Фишера-Снедекора                                                                                                                                                                                                                              |   |    |   |   |   |   |    |   |    |    |    |   |    |   |    |
|                                                           |                                                                                                                          | 5) Критерий Колмогорова.                                                                                                                                                                                                                                       |   |    |   |   |   |   |    |   |    |    |    |   |    |   |    |
|                                                           |                                                                                                                          | Ответ 3) 5)                                                                                                                                                                                                                                                    |   |    |   |   |   |   |    |   |    |    |    |   |    |   |    |
|                                                           |                                                                                                                          | 6. Выбрать только верные утверждения.                                                                                                                                                                                                                          |   |    |   |   |   |   |    |   |    |    |    |   |    |   |    |
|                                                           |                                                                                                                          | 1) Наблюдаемое значение критерия не находится в критической области, следовательно нет оснований отвергать нулевую гипотезу и ее принимаем.                                                                                                                    |   |    |   |   |   |   |    |   |    |    |    |   |    |   |    |
|                                                           |                                                                                                                          | 2) Наблюдаемое значение критерия находится в критической области, следовательно нулевую гипотезу отвергаем.                                                                                                                                                    |   |    |   |   |   |   |    |   |    |    |    |   |    |   |    |
|                                                           |                                                                                                                          | 3) Наблюдаемое значение критерия находится в критической области, следовательно нет оснований отвергать альтернативную гипотезу и ее принимаем.                                                                                                                |   |    |   |   |   |   |    |   |    |    |    |   |    |   |    |
|                                                           |                                                                                                                          | 4) Наблюдаемое значение критерия не находится в критической области, следовательно отвергаем альтернативную гипотезу.                                                                                                                                          |   |    |   |   |   |   |    |   |    |    |    |   |    |   |    |
|                                                           |                                                                                                                          | Ответ 1) 2)                                                                                                                                                                                                                                                    |   |    |   |   |   |   |    |   |    |    |    |   |    |   |    |
| Задание закрытого типа на установление последовательности | 1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается последовательность элементов.           | 7. Определить последовательность действий для вычисления точечной и интервальной оценок дисперсии по заданной выборке.                                                                                                                                         |   |    |   |   |   |   |    |   |    |    |    |   |    |   |    |
|                                                           | 2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа.                                                                   | <table><tr><td>x</td><td>mi</td></tr><tr><td>4</td><td>5</td></tr><tr><td>7</td><td>7</td></tr><tr><td>10</td><td>9</td></tr><tr><td>13</td><td>11</td></tr><tr><td>16</td><td>9</td></tr><tr><td>19</td><td>7</td></tr><tr><td>22</td><td>5</td></tr></table> | x | mi | 4 | 5 | 7 | 7 | 10 | 9 | 13 | 11 | 16 | 9 | 19 | 7 | 22 |
| x                                                         | mi                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                |   |    |   |   |   |   |    |   |    |    |    |   |    |   |    |
| 4                                                         | 5                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                |   |    |   |   |   |   |    |   |    |    |    |   |    |   |    |
| 7                                                         | 7                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                |   |    |   |   |   |   |    |   |    |    |    |   |    |   |    |
| 10                                                        | 9                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                |   |    |   |   |   |   |    |   |    |    |    |   |    |   |    |
| 13                                                        | 11                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                |   |    |   |   |   |   |    |   |    |    |    |   |    |   |    |
| 16                                                        | 9                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                |   |    |   |   |   |   |    |   |    |    |    |   |    |   |    |
| 19                                                        | 7                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                |   |    |   |   |   |   |    |   |    |    |    |   |    |   |    |
| 22                                                        | 5                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                |   |    |   |   |   |   |    |   |    |    |    |   |    |   |    |
|                                                           | 3. Построить верную последовательность из предложенных элементов.                                                        | 1) Найти среднее X                                                                                                                                                                                                                                             |   |    |   |   |   |   |    |   |    |    |    |   |    |   |    |
|                                                           | 4. Записать буквы/цифры (в зависимости от задания) вариантов ответа в нужной последовательности (например, БВА или 135). | 2) Найти исправленную выборочную дисперсию S2.                                                                                                                                                                                                                 |   |    |   |   |   |   |    |   |    |    |    |   |    |   |    |
|                                                           |                                                                                                                          | 3) Определить число степеней свободы v.                                                                                                                                                                                                                        |   |    |   |   |   |   |    |   |    |    |    |   |    |   |    |
|                                                           |                                                                                                                          | 4) Найти «граничные» вероятности p1 и p2.                                                                                                                                                                                                                      |   |    |   |   |   |   |    |   |    |    |    |   |    |   |    |
|                                                           |                                                                                                                          | 5) Найти процентные точки X1 и X2.                                                                                                                                                                                                                             |   |    |   |   |   |   |    |   |    |    |    |   |    |   |    |
|                                                           |                                                                                                                          | распределения «хи-квадрат» Пирсона,                                                                                                                                                                                                                            |   |    |   |   |   |   |    |   |    |    |    |   |    |   |    |

соответствующие этим вероятностям.

6) Найти доверительный интервал для дисперсии.

**Ответ 1)2)3)4)5)6)**

$$1) X = \frac{\sum_{i=1}^n X_i m_i}{\sum_{i=1}^n m_i} = 13$$

2) Это и будет точечной оценкой:  $S^2 =$

$$\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X)^2 m_i}{\left(\sum_{i=1}^n m_i\right) - 1} = 28,38$$

3)  $v = n - 1 = 52$

4)  $p_1 = \frac{1 - P_{dov}}{2} = 0,02$  и  $p_2 = 1 - p_1 = 0,98$ .

5)  $X_1 = 75,02$   $X_2 = 33,26$

6) Доверительный интервал для дисперсии:

$$\left( \frac{S^2 (n-1)}{X_1}, \frac{S^2 (n-1)}{X_2} \right)$$

8. Определить последовательность действий для проверки гипотезы о равенстве генеральных средних  $X$  и  $Y$  по двум независимым выборкам, взятым из нормальной генеральной совокупности. Указать значение критической точки.

Дано:

|                                   |                                  |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| <b>H0:</b>                        | <b><math>M_X = M_Y</math></b>    |
| <b>H1:</b>                        | <b><math>M_X \neq M_Y</math></b> |
| <b>alpha=</b>                     | <b>0,03</b>                      |
| <b>X=</b>                         | <b>5</b>                         |
| <b>Y=</b>                         | <b>5,2</b>                       |
| <b>S<sup>2</sup><sub>x</sub>=</b> | <b>6</b>                         |
| <b>S<sup>2</sup><sub>y</sub>=</b> | <b>7</b>                         |
| <b>n<sub>x</sub>=</b>             | <b>18</b>                        |
| <b>n<sub>y</sub>=</b>             | <b>20</b>                        |

1) Определить число степеней свободы  $v$ .

2) Найти наблюдаемое значение критерия Стьюдента  $t_{nabL}$

3) Найти двустороннюю критическую точку  $t_{kr}$ .

4) Так как критическая область двусторонняя, то



|                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <p>найти модуль наблюдаемого значения <math> t_{\text{набL}} </math>.</p> <p>Проверить неравенство <math> t_{\text{набL}}  &lt; t_{\text{кр}}</math>.</p> <p>5) Сделать вывод .</p> <p>Ответ. 1)2)3)4)5)</p> <p>1) <math>v = n_x + n_y - 2 = 36</math></p> <p>2) <math display="block">T_{\text{набл}} = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{\sqrt{(n-1)s_x^2 + (m-1)s_y^2}} \sqrt{\frac{nm(n+m-2)}{n+m}}</math></p> <p><math>t_{\text{набL}} = -0,24</math></p> <p>3) <math>t_{\text{кр}} = 2,26</math></p> <p>4) <math> t_{\text{набL}}  = 0,24</math></p> <p>5) <math> t_{\text{набL}}  &lt; t_{\text{кр}}</math> выполняется, следовательно нет оснований отвергать нулевую гипотезу. <math>t_{\text{кр}} = 2,26</math></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |        |       |           |  |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |                            |   |   |   |   |   |   |                                   |     |     |     |     |     |     |                   |        |       |        |    |      |    |                             |    |  |  |  |  |  |                      |  |      |  |  |  |  |  |               |  |             |  |  |  |  |  |                                        |  |  |  |  |  |  |  |                     |                |  |  |  |  |  |    |    |    |    |    |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |  |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------|-------|-----------|--|--|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|----------------------------|---|---|---|---|---|---|-----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------------|--------|-------|--------|----|------|----|-----------------------------|----|--|--|--|--|--|----------------------|--|------|--|--|--|--|--|---------------|--|-------------|--|--|--|--|--|----------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|---------------------|----------------|--|--|--|--|--|----|----|----|----|----|---|---------|-------|---------|--------|-------|-----------|---|---------|-------|---------|--------|-------|-----------|---|---------|-------|---------|--------|-------|-----------|---|---------|-------|---------|--------|-------|-----------|---|---------|-------|---------|--------|-------|-----------|---|---------|-------|---------|--------|--|--|
| <p>Задание комбинированного типа с выбором одного правильного ответа из предложенных и обоснованием выбора</p> | <p>1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов.</p> <p>2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа.</p> <p>3. Выбрать один верный ответ.</p> <p>4. Записать только номер (или букву) выбранного варианта ответа.</p> <p>5. Записать аргументы, обосновывающие выбор ответа (например, 4 текст обоснования).</p> | <p>9. Проведены испытания при шести уровнях фактора. Проверить гипотезу о равенстве групповых средних методом однофакторного дисперсионного анализа при уровне значимости 0,04. Указать наблюдаемое значение критерия.</p> <table><tr><th colspan="6">Уровни фактора</th></tr><tr><th>F1</th><th>F2</th><th>F3</th><th>F4</th><th>F5</th><th>F6</th></tr><tr><td>30</td><td>45</td><td>40</td><td>45</td><td>40</td><td>38</td></tr><tr><td>38</td><td>43</td><td>40</td><td>34</td><td>31</td><td>47</td></tr><tr><td>39</td><td>38</td><td>31</td><td>37</td><td>46</td><td>30</td></tr><tr><td>33</td><td>46</td><td>33</td><td>37</td><td>48</td><td>49</td></tr><tr><td>47</td><td>44</td><td>40</td><td>32</td><td>38</td><td>31</td></tr><tr><td>46</td><td>44</td><td>31</td><td>31</td><td></td><td></td></tr></table> <p>а) 1,34<br/>б) 2<br/>в) 2,1<br/>г) 2,72</p> <p>Ответ. а)</p> <p>Вычисления приводим в таблице:</p> <table><tr><th>Количество испытаний <math>n_i</math></th><th>6</th><th>6</th><th>6</th><th>6</th><th>5</th><th>5</th></tr><tr><td>Сумма значений по уровням фактора</td><td>233</td><td>260</td><td>215</td><td>216</td><td>203</td><td>195</td></tr><tr><td>Групповые средние</td><td>38,833</td><td>43,33</td><td>35,833</td><td>36</td><td>40,6</td><td>39</td></tr><tr><td>Общее число испытаний <math>n =</math></td><td colspan="5">34</td><td></td></tr></table> <table><tr><th colspan="2">Общая сумма значений</th><th colspan="5">1322</th><th></th></tr><tr><th colspan="2">Общее среднее</th><th colspan="5">38,88235294</th><th></th></tr><tr><th colspan="2">Квадраты отклонений от общего среднего</th><th colspan="5"></th><th></th></tr><tr><th rowspan="2">Номер испытания <math>i</math></th><th colspan="5">Уровни фактора</th><th rowspan="2"></th></tr><tr><th>F1</th><th>F2</th><th>F3</th><th>F4</th><th>F5</th></tr><tr><td>1</td><td>78,8962</td><td>37,43</td><td>1,24913</td><td>37,426</td><td>1,249</td><td>0,7785467</td></tr><tr><td>2</td><td>0,77855</td><td>16,96</td><td>1,24913</td><td>23,837</td><td>62,13</td><td>65,896194</td></tr><tr><td>3</td><td>0,01384</td><td>0,779</td><td>62,1315</td><td>3,5433</td><td>50,66</td><td>78,896194</td></tr><tr><td>4</td><td>34,6021</td><td>50,66</td><td>34,6021</td><td>3,5433</td><td>83,13</td><td>102,36678</td></tr><tr><td>5</td><td>65,8962</td><td>26,19</td><td>1,24913</td><td>47,367</td><td>0,779</td><td>62,131488</td></tr><tr><td>6</td><td>50,6609</td><td>26,19</td><td>62,1315</td><td>62,131</td><td></td><td></td></tr></table> | Уровни фактора |        |       |           |  |  | F1 | F2 | F3 | F4 | F5 | F6 | 30 | 45 | 40 | 45 | 40 | 38 | 38 | 43 | 40 | 34 | 31 | 47 | 39 | 38 | 31 | 37 | 46 | 30 | 33 | 46 | 33 | 37 | 48 | 49 | 47 | 44 | 40 | 32 | 38 | 31 | 46 | 44 | 31 | 31 |  |  | Количество испытаний $n_i$ | 6 | 6 | 6 | 6 | 5 | 5 | Сумма значений по уровням фактора | 233 | 260 | 215 | 216 | 203 | 195 | Групповые средние | 38,833 | 43,33 | 35,833 | 36 | 40,6 | 39 | Общее число испытаний $n =$ | 34 |  |  |  |  |  | Общая сумма значений |  | 1322 |  |  |  |  |  | Общее среднее |  | 38,88235294 |  |  |  |  |  | Квадраты отклонений от общего среднего |  |  |  |  |  |  |  | Номер испытания $i$ | Уровни фактора |  |  |  |  |  | F1 | F2 | F3 | F4 | F5 | 1 | 78,8962 | 37,43 | 1,24913 | 37,426 | 1,249 | 0,7785467 | 2 | 0,77855 | 16,96 | 1,24913 | 23,837 | 62,13 | 65,896194 | 3 | 0,01384 | 0,779 | 62,1315 | 3,5433 | 50,66 | 78,896194 | 4 | 34,6021 | 50,66 | 34,6021 | 3,5433 | 83,13 | 102,36678 | 5 | 65,8962 | 26,19 | 1,24913 | 47,367 | 0,779 | 62,131488 | 6 | 50,6609 | 26,19 | 62,1315 | 62,131 |  |  |
| Уровни фактора                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |        |       |           |  |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |                            |   |   |   |   |   |   |                                   |     |     |     |     |     |     |                   |        |       |        |    |      |    |                             |    |  |  |  |  |  |                      |  |      |  |  |  |  |  |               |  |             |  |  |  |  |  |                                        |  |  |  |  |  |  |  |                     |                |  |  |  |  |  |    |    |    |    |    |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |  |  |
| F1                                                                                                             | F2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | F3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | F4             | F5     | F6    |           |  |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |                            |   |   |   |   |   |   |                                   |     |     |     |     |     |     |                   |        |       |        |    |      |    |                             |    |  |  |  |  |  |                      |  |      |  |  |  |  |  |               |  |             |  |  |  |  |  |                                        |  |  |  |  |  |  |  |                     |                |  |  |  |  |  |    |    |    |    |    |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |  |  |
| 30                                                                                                             | 45                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 40                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 45             | 40     | 38    |           |  |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |                            |   |   |   |   |   |   |                                   |     |     |     |     |     |     |                   |        |       |        |    |      |    |                             |    |  |  |  |  |  |                      |  |      |  |  |  |  |  |               |  |             |  |  |  |  |  |                                        |  |  |  |  |  |  |  |                     |                |  |  |  |  |  |    |    |    |    |    |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |  |  |
| 38                                                                                                             | 43                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 40                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 34             | 31     | 47    |           |  |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |                            |   |   |   |   |   |   |                                   |     |     |     |     |     |     |                   |        |       |        |    |      |    |                             |    |  |  |  |  |  |                      |  |      |  |  |  |  |  |               |  |             |  |  |  |  |  |                                        |  |  |  |  |  |  |  |                     |                |  |  |  |  |  |    |    |    |    |    |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |  |  |
| 39                                                                                                             | 38                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 31                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 37             | 46     | 30    |           |  |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |                            |   |   |   |   |   |   |                                   |     |     |     |     |     |     |                   |        |       |        |    |      |    |                             |    |  |  |  |  |  |                      |  |      |  |  |  |  |  |               |  |             |  |  |  |  |  |                                        |  |  |  |  |  |  |  |                     |                |  |  |  |  |  |    |    |    |    |    |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |  |  |
| 33                                                                                                             | 46                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 33                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 37             | 48     | 49    |           |  |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |                            |   |   |   |   |   |   |                                   |     |     |     |     |     |     |                   |        |       |        |    |      |    |                             |    |  |  |  |  |  |                      |  |      |  |  |  |  |  |               |  |             |  |  |  |  |  |                                        |  |  |  |  |  |  |  |                     |                |  |  |  |  |  |    |    |    |    |    |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |  |  |
| 47                                                                                                             | 44                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 40                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 32             | 38     | 31    |           |  |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |                            |   |   |   |   |   |   |                                   |     |     |     |     |     |     |                   |        |       |        |    |      |    |                             |    |  |  |  |  |  |                      |  |      |  |  |  |  |  |               |  |             |  |  |  |  |  |                                        |  |  |  |  |  |  |  |                     |                |  |  |  |  |  |    |    |    |    |    |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |  |  |
| 46                                                                                                             | 44                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 31                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 31             |        |       |           |  |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |                            |   |   |   |   |   |   |                                   |     |     |     |     |     |     |                   |        |       |        |    |      |    |                             |    |  |  |  |  |  |                      |  |      |  |  |  |  |  |               |  |             |  |  |  |  |  |                                        |  |  |  |  |  |  |  |                     |                |  |  |  |  |  |    |    |    |    |    |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |  |  |
| Количество испытаний $n_i$                                                                                     | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 6              | 6      | 5     | 5         |  |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |                            |   |   |   |   |   |   |                                   |     |     |     |     |     |     |                   |        |       |        |    |      |    |                             |    |  |  |  |  |  |                      |  |      |  |  |  |  |  |               |  |             |  |  |  |  |  |                                        |  |  |  |  |  |  |  |                     |                |  |  |  |  |  |    |    |    |    |    |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |  |  |
| Сумма значений по уровням фактора                                                                              | 233                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 260                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 215            | 216    | 203   | 195       |  |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |                            |   |   |   |   |   |   |                                   |     |     |     |     |     |     |                   |        |       |        |    |      |    |                             |    |  |  |  |  |  |                      |  |      |  |  |  |  |  |               |  |             |  |  |  |  |  |                                        |  |  |  |  |  |  |  |                     |                |  |  |  |  |  |    |    |    |    |    |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |  |  |
| Групповые средние                                                                                              | 38,833                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 43,33                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 35,833         | 36     | 40,6  | 39        |  |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |                            |   |   |   |   |   |   |                                   |     |     |     |     |     |     |                   |        |       |        |    |      |    |                             |    |  |  |  |  |  |                      |  |      |  |  |  |  |  |               |  |             |  |  |  |  |  |                                        |  |  |  |  |  |  |  |                     |                |  |  |  |  |  |    |    |    |    |    |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |  |  |
| Общее число испытаний $n =$                                                                                    | 34                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |        |       |           |  |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |                            |   |   |   |   |   |   |                                   |     |     |     |     |     |     |                   |        |       |        |    |      |    |                             |    |  |  |  |  |  |                      |  |      |  |  |  |  |  |               |  |             |  |  |  |  |  |                                        |  |  |  |  |  |  |  |                     |                |  |  |  |  |  |    |    |    |    |    |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |  |  |
| Общая сумма значений                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1322                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |        |       |           |  |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |                            |   |   |   |   |   |   |                                   |     |     |     |     |     |     |                   |        |       |        |    |      |    |                             |    |  |  |  |  |  |                      |  |      |  |  |  |  |  |               |  |             |  |  |  |  |  |                                        |  |  |  |  |  |  |  |                     |                |  |  |  |  |  |    |    |    |    |    |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |  |  |
| Общее среднее                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 38,88235294                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                |        |       |           |  |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |                            |   |   |   |   |   |   |                                   |     |     |     |     |     |     |                   |        |       |        |    |      |    |                             |    |  |  |  |  |  |                      |  |      |  |  |  |  |  |               |  |             |  |  |  |  |  |                                        |  |  |  |  |  |  |  |                     |                |  |  |  |  |  |    |    |    |    |    |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |  |  |
| Квадраты отклонений от общего среднего                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |        |       |           |  |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |                            |   |   |   |   |   |   |                                   |     |     |     |     |     |     |                   |        |       |        |    |      |    |                             |    |  |  |  |  |  |                      |  |      |  |  |  |  |  |               |  |             |  |  |  |  |  |                                        |  |  |  |  |  |  |  |                     |                |  |  |  |  |  |    |    |    |    |    |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |  |  |
| Номер испытания $i$                                                                                            | Уровни фактора                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |        |       |           |  |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |                            |   |   |   |   |   |   |                                   |     |     |     |     |     |     |                   |        |       |        |    |      |    |                             |    |  |  |  |  |  |                      |  |      |  |  |  |  |  |               |  |             |  |  |  |  |  |                                        |  |  |  |  |  |  |  |                     |                |  |  |  |  |  |    |    |    |    |    |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |  |  |
|                                                                                                                | F1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | F2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | F3             | F4     | F5    |           |  |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |                            |   |   |   |   |   |   |                                   |     |     |     |     |     |     |                   |        |       |        |    |      |    |                             |    |  |  |  |  |  |                      |  |      |  |  |  |  |  |               |  |             |  |  |  |  |  |                                        |  |  |  |  |  |  |  |                     |                |  |  |  |  |  |    |    |    |    |    |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |  |  |
| 1                                                                                                              | 78,8962                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 37,43                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1,24913        | 37,426 | 1,249 | 0,7785467 |  |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |                            |   |   |   |   |   |   |                                   |     |     |     |     |     |     |                   |        |       |        |    |      |    |                             |    |  |  |  |  |  |                      |  |      |  |  |  |  |  |               |  |             |  |  |  |  |  |                                        |  |  |  |  |  |  |  |                     |                |  |  |  |  |  |    |    |    |    |    |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |  |  |
| 2                                                                                                              | 0,77855                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 16,96                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1,24913        | 23,837 | 62,13 | 65,896194 |  |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |                            |   |   |   |   |   |   |                                   |     |     |     |     |     |     |                   |        |       |        |    |      |    |                             |    |  |  |  |  |  |                      |  |      |  |  |  |  |  |               |  |             |  |  |  |  |  |                                        |  |  |  |  |  |  |  |                     |                |  |  |  |  |  |    |    |    |    |    |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |  |  |
| 3                                                                                                              | 0,01384                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0,779                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 62,1315        | 3,5433 | 50,66 | 78,896194 |  |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |                            |   |   |   |   |   |   |                                   |     |     |     |     |     |     |                   |        |       |        |    |      |    |                             |    |  |  |  |  |  |                      |  |      |  |  |  |  |  |               |  |             |  |  |  |  |  |                                        |  |  |  |  |  |  |  |                     |                |  |  |  |  |  |    |    |    |    |    |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |  |  |
| 4                                                                                                              | 34,6021                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 50,66                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 34,6021        | 3,5433 | 83,13 | 102,36678 |  |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |                            |   |   |   |   |   |   |                                   |     |     |     |     |     |     |                   |        |       |        |    |      |    |                             |    |  |  |  |  |  |                      |  |      |  |  |  |  |  |               |  |             |  |  |  |  |  |                                        |  |  |  |  |  |  |  |                     |                |  |  |  |  |  |    |    |    |    |    |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |  |  |
| 5                                                                                                              | 65,8962                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 26,19                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1,24913        | 47,367 | 0,779 | 62,131488 |  |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |                            |   |   |   |   |   |   |                                   |     |     |     |     |     |     |                   |        |       |        |    |      |    |                             |    |  |  |  |  |  |                      |  |      |  |  |  |  |  |               |  |             |  |  |  |  |  |                                        |  |  |  |  |  |  |  |                     |                |  |  |  |  |  |    |    |    |    |    |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |  |  |
| 6                                                                                                              | 50,6609                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 26,19                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 62,1315        | 62,131 |       |           |  |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |                            |   |   |   |   |   |   |                                   |     |     |     |     |     |     |                   |        |       |        |    |      |    |                             |    |  |  |  |  |  |                      |  |      |  |  |  |  |  |               |  |             |  |  |  |  |  |                                        |  |  |  |  |  |  |  |                     |                |  |  |  |  |  |    |    |    |    |    |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |       |           |   |         |       |         |        |  |  |

|                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                           |             |      |          |        |      |      |                                                                      |        |       |        |       |      |          |                                                            |        |       |        |       |      |          |                 |             |  |  |  |  |  |                                       |       |  |  |  |  |  |                                                                                                  |        |  |                 |       |  |  |                                                                                                              |       |  |                                           |       |  |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------|------|----------|--------|------|------|----------------------------------------------------------------------|--------|-------|--------|-------|------|----------|------------------------------------------------------------|--------|-------|--------|-------|------|----------|-----------------|-------------|--|--|--|--|--|---------------------------------------|-------|--|--|--|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--|-----------------|-------|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--|-------------------------------------------|-------|--|--|
|                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                 | <table><tr><td>Общая сумма квадратов отклонений</td><td colspan="5">1237,529412</td><td></td></tr><tr><td>Квадраты отклонений групповых (факторных) средних от общего среднего</td><td>0,0024</td><td>19,81</td><td>9,2965</td><td>8,308</td><td>2,95</td><td>0,013841</td></tr><tr><td>Умножим их на количество q<sub>i</sub> испытаний в каждой</td><td>0,0144</td><td>118,9</td><td>55,779</td><td>49,85</td><td>14,8</td><td>0,069204</td></tr></table> <table><tr><td>Факторная сумма</td><td colspan="5">239,3294118</td><td></td></tr><tr><td>Остаточная сумма квадратов отклонений</td><td colspan="5">998,2</td><td></td></tr><tr><td><math>\hat{S}_{фак}^2 = \frac{1}{p-1} \sum_{i=1}^p q_i (\bar{x}_i - \bar{x})^2 = \frac{Q_{фак}}{p-1}</math></td><td>47,866</td><td></td><td>f=S2фак/t/S2ост</td><td>1,343</td><td></td><td></td></tr><tr><td><math>\hat{S}_{ост}^2 = \frac{1}{n-p} \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^{q_i} [x_{ij} - \bar{x}_i]^2 = \frac{Q_{ост}}{n-p}</math></td><td>35,65</td><td></td><td>f<sub>кр</sub>=FПАСПО БР(α10, p-1, n-p)</td><td>2,719</td><td></td><td></td></tr></table> <p>1,34&lt;2,72 Нет оснований отвергать нулевую гипотезу. Фактор не значим.</p> | Общая сумма квадратов отклонений          | 1237,529412 |      |          |        |      |      | Квадраты отклонений групповых (факторных) средних от общего среднего | 0,0024 | 19,81 | 9,2965 | 8,308 | 2,95 | 0,013841 | Умножим их на количество q <sub>i</sub> испытаний в каждой | 0,0144 | 118,9 | 55,779 | 49,85 | 14,8 | 0,069204 | Факторная сумма | 239,3294118 |  |  |  |  |  | Остаточная сумма квадратов отклонений | 998,2 |  |  |  |  |  | $\hat{S}_{фак}^2 = \frac{1}{p-1} \sum_{i=1}^p q_i (\bar{x}_i - \bar{x})^2 = \frac{Q_{фак}}{p-1}$ | 47,866 |  | f=S2фак/t/S2ост | 1,343 |  |  | $\hat{S}_{ост}^2 = \frac{1}{n-p} \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^{q_i} [x_{ij} - \bar{x}_i]^2 = \frac{Q_{ост}}{n-p}$ | 35,65 |  | f <sub>кр</sub> =FПАСПО БР(α10, p-1, n-p) | 2,719 |  |  |
| Общая сумма квадратов отклонений                                                                             | 1237,529412                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                           |             |      |          |        |      |      |                                                                      |        |       |        |       |      |          |                                                            |        |       |        |       |      |          |                 |             |  |  |  |  |  |                                       |       |  |  |  |  |  |                                                                                                  |        |  |                 |       |  |  |                                                                                                              |       |  |                                           |       |  |  |
| Квадраты отклонений групповых (факторных) средних от общего среднего                                         | 0,0024                                                                                                                                                                                                                                          | 19,81                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 9,2965                                    | 8,308       | 2,95 | 0,013841 |        |      |      |                                                                      |        |       |        |       |      |          |                                                            |        |       |        |       |      |          |                 |             |  |  |  |  |  |                                       |       |  |  |  |  |  |                                                                                                  |        |  |                 |       |  |  |                                                                                                              |       |  |                                           |       |  |  |
| Умножим их на количество q <sub>i</sub> испытаний в каждой                                                   | 0,0144                                                                                                                                                                                                                                          | 118,9                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 55,779                                    | 49,85       | 14,8 | 0,069204 |        |      |      |                                                                      |        |       |        |       |      |          |                                                            |        |       |        |       |      |          |                 |             |  |  |  |  |  |                                       |       |  |  |  |  |  |                                                                                                  |        |  |                 |       |  |  |                                                                                                              |       |  |                                           |       |  |  |
| Факторная сумма                                                                                              | 239,3294118                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                           |             |      |          |        |      |      |                                                                      |        |       |        |       |      |          |                                                            |        |       |        |       |      |          |                 |             |  |  |  |  |  |                                       |       |  |  |  |  |  |                                                                                                  |        |  |                 |       |  |  |                                                                                                              |       |  |                                           |       |  |  |
| Остаточная сумма квадратов отклонений                                                                        | 998,2                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                           |             |      |          |        |      |      |                                                                      |        |       |        |       |      |          |                                                            |        |       |        |       |      |          |                 |             |  |  |  |  |  |                                       |       |  |  |  |  |  |                                                                                                  |        |  |                 |       |  |  |                                                                                                              |       |  |                                           |       |  |  |
| $\hat{S}_{фак}^2 = \frac{1}{p-1} \sum_{i=1}^p q_i (\bar{x}_i - \bar{x})^2 = \frac{Q_{фак}}{p-1}$             | 47,866                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | f=S2фак/t/S2ост                           | 1,343       |      |          |        |      |      |                                                                      |        |       |        |       |      |          |                                                            |        |       |        |       |      |          |                 |             |  |  |  |  |  |                                       |       |  |  |  |  |  |                                                                                                  |        |  |                 |       |  |  |                                                                                                              |       |  |                                           |       |  |  |
| $\hat{S}_{ост}^2 = \frac{1}{n-p} \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^{q_i} [x_{ij} - \bar{x}_i]^2 = \frac{Q_{ост}}{n-p}$ | 35,65                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | f <sub>кр</sub> =FПАСПО БР(α10, p-1, n-p) | 2,719       |      |          |        |      |      |                                                                      |        |       |        |       |      |          |                                                            |        |       |        |       |      |          |                 |             |  |  |  |  |  |                                       |       |  |  |  |  |  |                                                                                                  |        |  |                 |       |  |  |                                                                                                              |       |  |                                           |       |  |  |
|                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                 | <p>10. Проведено 184 испытания. В 46 из них наблюдалось событие А. В остальных – нет. Найти точечную и интервальную оценку вероятности этого события при доверительной вероятности P<sub>dov</sub>=0,96</p> <p>а) 0,25 (0,1 ; 0,4)<br/>б) 0,25 (0,2 ; 0,3)<br/>в) 0,25 (0,21 ; 0,29)<br/>г) 0,25 (0,19 ; 0,31)</p> <p>Ответ. г)</p> <p>Относительная частота (и есть точечная оценка вероятности) равна ω=46/184=0,25. Так как объем выборки больше 100, то можно применить «упрощенные» формулы. Решая уравнение 2Φ(z)=P<sub>dov</sub>, находим z=1,96. Далее:</p> $p_1 = \omega - z \sqrt{\frac{\omega(1-\omega)}{n}}$ $p_2 = \omega + z \sqrt{\frac{\omega(1-\omega)}{n}}$ <p>Вычисляя, получим доверительный интервал: (0,19;0,31)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                           |             |      |          |        |      |      |                                                                      |        |       |        |       |      |          |                                                            |        |       |        |       |      |          |                 |             |  |  |  |  |  |                                       |       |  |  |  |  |  |                                                                                                  |        |  |                 |       |  |  |                                                                                                              |       |  |                                           |       |  |  |
| Задание открытого типа с развернутым ответом                                                                 | <p>1. Внимательно прочитать текст задания и понять суть вопроса.</p> <p>2.Продумать логику и полноту ответа.</p> <p>3.Записать ответ, используя четкие компактные формулировки.</p> <p>4.В случае расчетной задачи записать решение и ответ</p> | <p>Даны две выборки.</p> <p>По независимым выборкам, объемы которых n<sub>1</sub>, n<sub>2</sub>, извлеченным из нормальных генеральных совокупностей, найдены исправленные выборочные дисперсии s<sub>x</sub><sup>2</sup> и s<sub>y</sub><sup>2</sup>. Требуется сравнить эти дисперсии.</p> <table><tr><td>H0:</td><td>Dx=Dy</td></tr><tr><td>H1:</td><td>Dx&gt;Dy</td></tr></table> <table><tr><td>alpha=</td><td>0,04</td></tr><tr><td>S2x=</td><td>12</td></tr><tr><td>S2y=</td><td>10</td></tr><tr><td>nx=</td><td>24</td></tr><tr><td>ny=</td><td>25</td></tr></table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | H0:                                       | Dx=Dy       | H1:  | Dx>Dy    | alpha= | 0,04 | S2x= | 12                                                                   | S2y=   | 10    | nx=    | 24    | ny=  | 25       |                                                            |        |       |        |       |      |          |                 |             |  |  |  |  |  |                                       |       |  |  |  |  |  |                                                                                                  |        |  |                 |       |  |  |                                                                                                              |       |  |                                           |       |  |  |
| H0:                                                                                                          | Dx=Dy                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                           |             |      |          |        |      |      |                                                                      |        |       |        |       |      |          |                                                            |        |       |        |       |      |          |                 |             |  |  |  |  |  |                                       |       |  |  |  |  |  |                                                                                                  |        |  |                 |       |  |  |                                                                                                              |       |  |                                           |       |  |  |
| H1:                                                                                                          | Dx>Dy                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                           |             |      |          |        |      |      |                                                                      |        |       |        |       |      |          |                                                            |        |       |        |       |      |          |                 |             |  |  |  |  |  |                                       |       |  |  |  |  |  |                                                                                                  |        |  |                 |       |  |  |                                                                                                              |       |  |                                           |       |  |  |
| alpha=                                                                                                       | 0,04                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                           |             |      |          |        |      |      |                                                                      |        |       |        |       |      |          |                                                            |        |       |        |       |      |          |                 |             |  |  |  |  |  |                                       |       |  |  |  |  |  |                                                                                                  |        |  |                 |       |  |  |                                                                                                              |       |  |                                           |       |  |  |
| S2x=                                                                                                         | 12                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                           |             |      |          |        |      |      |                                                                      |        |       |        |       |      |          |                                                            |        |       |        |       |      |          |                 |             |  |  |  |  |  |                                       |       |  |  |  |  |  |                                                                                                  |        |  |                 |       |  |  |                                                                                                              |       |  |                                           |       |  |  |
| S2y=                                                                                                         | 10                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                           |             |      |          |        |      |      |                                                                      |        |       |        |       |      |          |                                                            |        |       |        |       |      |          |                 |             |  |  |  |  |  |                                       |       |  |  |  |  |  |                                                                                                  |        |  |                 |       |  |  |                                                                                                              |       |  |                                           |       |  |  |
| nx=                                                                                                          | 24                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                           |             |      |          |        |      |      |                                                                      |        |       |        |       |      |          |                                                            |        |       |        |       |      |          |                 |             |  |  |  |  |  |                                       |       |  |  |  |  |  |                                                                                                  |        |  |                 |       |  |  |                                                                                                              |       |  |                                           |       |  |  |
| ny=                                                                                                          | 25                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                           |             |      |          |        |      |      |                                                                      |        |       |        |       |      |          |                                                            |        |       |        |       |      |          |                 |             |  |  |  |  |  |                                       |       |  |  |  |  |  |                                                                                                  |        |  |                 |       |  |  |                                                                                                              |       |  |                                           |       |  |  |

|                                       |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |             |    |             |    |                         |     |                                       |       |
|---------------------------------------|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----|-------------|----|-------------------------|-----|---------------------------------------|-------|
|                                       |       | <p>Решение.</p> <p>Вычисления проводим в таблице:</p> <table><tr><td><math>k_1=nx-1=</math></td><td>23</td></tr><tr><td><math>k_2=ny-1=</math></td><td>24</td></tr><tr><td><math>f_{nabL}=S^2_x/S^2_y=</math></td><td>1,2</td></tr><tr><td><math>f_{krit}=F_{kr}(\alpha, k_1, k_2) =</math></td><td>2,086</td></tr></table> <p>Вывод, так как <math>f_{nabL}&lt;f_{krit}</math>, то нет оснований отвергать нулевую гипотезу. Дисперсии различаются не значимо.</p> | $k_1=nx-1=$ | 23 | $k_2=ny-1=$ | 24 | $f_{nabL}=S^2_x/S^2_y=$ | 1,2 | $f_{krit}=F_{kr}(\alpha, k_1, k_2) =$ | 2,086 |
| $k_1=nx-1=$                           | 23    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |             |    |             |    |                         |     |                                       |       |
| $k_2=ny-1=$                           | 24    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |             |    |             |    |                         |     |                                       |       |
| $f_{nabL}=S^2_x/S^2_y=$               | 1,2   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |             |    |             |    |                         |     |                                       |       |
| $f_{krit}=F_{kr}(\alpha, k_1, k_2) =$ | 2,086 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |             |    |             |    |                         |     |                                       |       |

### 6.3. Критерии и шкала оценивания на основе БРС.

*Критерии и балльная шкала определяются преподавателем*

| КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | РЕЗУЛЬТАТ В БАЛЛАХ |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| <i>Дан полный, в логической последовательности развернутый ответ на поставленный вопрос, где он продемонстрировал знания предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину, самостоятельно, и исчерпывающе отвечает на дополнительные вопросы, приводит собственные примеры по проблематике поставленного вопроса, решил предложенные практические задания без ошибок</i>                                                                                                    | 40                 |
| <i>Дан развернутый ответ на поставленный вопрос, где студент демонстрирует знания, приобретенные на лекционных и семинарских занятиях, а также полученные посредством изучения обязательных учебных материалов по курсу, дает аргументированные ответы, приводит примеры, в ответе присутствует свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается неточность в ответе. Решил предложенные практические задания с небольшими неточностями.</i>                  | 30-39              |
| <i>Дан ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой дисциплины, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы, знанием основных вопросов теории, слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры, недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа и решении практических заданий.</i> | 20-29              |
| <i>Дан ответ, который содержит ряд серьезных неточностей, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы, незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов, неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и</i>                                                                                                                                     | 0-19               |

|                                                                                                                                                                                                           |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <p><i>последовательности. Выводы поверхностны. Решение практических заданий не выполнено, т. е. студент не способен ответить на вопросы даже при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.</i></p> |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

6.4. Описание дополнительных материалов и оборудования, необходимых для выполнения проверочных заданий (*при необходимости*).

Для выполнения заданий различного типа студенту разрешается использование калькулятора; программ для работы с электронными таблицами для обработки, анализа и визуализации данных. Для построения интеллект-карты и моделей в различных нотациях студенту можно использовать любой соответствующий онлайн-инструмент.

## **7. Методические материалы по освоению дисциплины (модуля)**

Для изучения основных вопросов образовательной программы необходимо конспектировать материалы лекций, работать с рекомендованной преподавателем литературой, а также ресурсами информационно-телекоммуникационной сети «Интернет». Для приобретения навыков активного использования знаний полезно обсуждать плановые и возникающие вопросы, а также решаемые задачи на практических занятиях. Чтобы легче и прочнее усвоить материал следует постоянно использовать конкретные примеры, сравнения из уже полученных областей наук.

Для закрепления изученного материала даны вопросы по каждой теме дисциплины, на которые следует самостоятельно найти ответы.

Важной составной частью учебного процесса в вузе являются практические занятия. Практические занятия проводятся главным образом по дисциплинам, требующим закрепления навыков решения задач, и помогают студентам глубже усвоить учебный материал, приобрести умения применять принципы системного подхода к решению разнообразных задач, определять и оценивать ресурсы и существующие ограничения разного рода проектов.

При подготовке к практическим занятиям необходимо проанализировать конспект лекции, ознакомиться с рекомендованной литературой по соответствующей теме, осуществить подготовку по рекомендованным в рабочей программе вопросам для обсуждения темы, выполнить домашнее задание (*при необходимости*).

Необходимо помнить, что на лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его часть. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. В связи с этим работа с рекомендованной литературой обязательна. Особое внимание при этом необходимо обратить

на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. В процессе этой работы студент должен стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале. В процессе подготовки к занятиям рекомендуется взаимное обсуждение материала, во время которого закрепляются знания, а также приобретает практика в изложении и разъяснении полученных знаний, развивается речь. При необходимости следует обращаться за консультацией к преподавателю (в том числе по электронной почте). Планируя консультацию, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения. Заканчивать подготовку следует составлением плана (конспекта) по изучаемому материалу (вопросу). Это позволяет составить концентрированное, сжатое представление по изучаемым вопросам. Записи имеют первостепенное значение для самостоятельной работы студентов. Они помогают понять построение изучаемого материала, выделить основные положения, проследить их логику. Кроме того, ведение записей способствует превращению чтения в активный процесс, мобилизует, наряду со зрительной, и моторную память. Следует помнить: у студента, систематически ведущего записи, создается свой индивидуальный фонд методических материалов для быстрого повторения изученных вопросов, для мобилизации накопленных знаний. Особенно важны и полезны записи тогда, когда в них находят отражение мысли, возникшие при самостоятельной работе.

После изучения базовых тем курса проводится текущий контроль знаний студентов в виде опроса или письменного тестирования. Типовые тесты и задания по темам дисциплины приведены в специальном разделе данной рабочей программы.

Подготовка к текущему и промежуточному контролю предполагает изучение представленных вопросов к экзамену, работу над тестами, представленными в данной рабочей программе, выполнение семестровой контрольной работы по решению математической статистики.

## **8. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет**

### **8.1. Основная литература**

1. Кундышева, Е. С. Математические методы и модели в экономике : учебник / Е. С. Кундышева, Б. А. Сулаков. - 4-е изд., перераб. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°»,

2023. - 286 с. - ISBN 978-5-394-03138-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2083020> (дата обращения: 29.07.2026).

2. Высшая математика для экономистов : учебник для студентов вузов, обучающихся по экономическим специальностям / Н. Ш. Кремер, Б. А. Путко, И. М. Тришин, М. Н. Фридман ; под редакцией Н. Ш. Кремера. — 3-е изд.. — Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2023. — 480 с. — ISBN 978-5-238-00991-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/books/141378/details> (дата обращения: 29.07.2026).

3. Горбатова, Ю. В. Основы математической статистики : учебное пособие / Ю. В. Горбатова ; Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации (РАНХиГС), Брянский филиал. — Брянск : Издательство Брянского филиала РАНХиГС, 2023. - 112 с. – ISBN 978-5-903802-52-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2221687> (дата обращения: 29.07.2026).

## 8.2. Дополнительная литература

1. Богомолов, Н. В. Математика : учебник для вузов / Н. В. Богомолов, П. И. Самойленко. — 6-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 400 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20141-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/>

2. Малугин, В.А. Математический анализ для экономистов: учебник и практикум для среднего профессионального образования/ В.А.Малугин.— 3-е изд., перераб. и доп.— Москва: Издательство Юрайт, 2024.— 557с.— (Высшее образование).— ISBN 978-5-534-17808-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL:<https://urait.ru/bcode/538306>

## 8.3. Нормативные правовые документы и иная правовая информация

Не используются

## 8.4 Интернет-ресурсы

Обучающимся обеспечен доступ к материалам курса в СДО Академии <http://lms.ranepa.ru>, а также через сайт научной библиотеки к следующим подписным электронным ресурсам:

### **Русскоязычные ресурсы**

- Электронные учебники электронно-библиотечной системы (ЭБС) «Айбукс»

- Электронные учебники электронно-библиотечной системы (ЭБС) «Лань»
- Электронные учебники электронно-библиотечной системы (ЭБС) «ZNANIUM.COM»
- Электронные учебники электронно-библиотечной системы (ЭБС) «BOOK.RU»
- Электронные учебники электронно-библиотечной системы (ЭБС) «IPR SMART»

## 9. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы

| №<br>п/п | Наименование                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.       | Специализированные залы для проведения лекций, оснащенные персональным компьютером/ноутбуком и мультимедийным проектором                                                                                                                                                                                                                                |
| 2.       | Аудитории и компьютерные классы, оборудованные посадочными местами и персональными компьютерами с выходом в Интернет для проведения практических занятий                                                                                                                                                                                                |
| 3.       | «МТС Линк» — российская платформа для онлайн-коммуникаций и совместной работы команд; «Яндекс Телемост» — сервис для видеоконференций от Яндекса; Я-мессенджер                                                                                                                                                                                          |
| 4.       | Технические средства обучения: персональные компьютеры; программные средства, обеспечивающие просмотр видеофайлов в форматах AVI, MPEG-4, DivX, RMVB, WMV; программы для работы с электронными таблицами для обработки, анализа и визуализации данных; соответствующие онлайн-инструменты для построения интеллект-карты и моделей в различных нотациях |
| 5.       | Научная библиотека (в т. ч. электронные информационные ресурсы научной библиотеки)                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 6.       | СДО Академии <a href="https://lms.ranepa.ru/">https://lms.ranepa.ru/</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                |