МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Забайкальский государственный университет»

(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

Факультет энергетический

Кафедра Математики и черчения

**УЧЕБНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

**для студентов заочной формы обучения**

(*с полным сроком обучения*, *ускоренное обучение)*

по дисциплине «Математическая статистика и основы надёжности здании, сооружений»

для направления подготовки (специальности) 08.03.01 - Строительство

Общая трудоемкость дисциплины -­ 108 ч. ,3 зачетных единицы.

Форма текущего контроля в семестре ­- контрольная работа.

Курсовая работа ­ - нет.

Форма промежуточного контроля - в семестре - зачет.

Чита 2019 г

**Краткое содержание дисциплины третьего семестра**

Тема1. Математическая статистика.

Тема 2. Теория надежности инженерных сооружений.

**Форма текущего контроля**

**Контрольная работа № 4**

Рекомендации по определению варианта, задания для выполнения контрольной работы, методические рекомендации по выполнению заданий.

1.Слушатели выполняют контрольную работу в соответствии с учебным планом в сроки, установленные факультетом заочного обучения.

2.Студенты должны выполнить один из 10 вариантов, номер, которого **определяется по последней цифре номера зачетной книжки.**

3.Каждая контрольная работа выполняется в отдельной тетради в клеточку, ручкой любого цвета, кроме зеленого и красного, аккуратно и разборчивым почерком, чертежи выполняются простым карандашом с использованием инструмента.

4.На титульном листе следует указать фамилию, имя, отчество, номер зачетной книжки, номер варианта.

5.Задания в контрольных работах выполняются по порядку, согласно расположению их в варианте.

6.На заключительном листе контрольной работы следует указать список литературы, которым Вы пользовались при выполнении заданий.

***«Математическая статистика и теория надежности****»*

**Задание 1.** Из каждой сотни бетонных смесей выбирают шесть блоков-образцов, которые проходят тестирование на прочность, и число тех блоков из шести, которые не прошли тест, заносят в таблицу:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1. | Число *x* блоков, не прошедших тест | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|  | Число смесей, в которых *x*  блоков не прошло тест | 53 | 32 | 12 | 2 | 1 | 0 | 0 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2. | Число *x* блоков, не прошедших тест | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|  | Число смесей, в которых *x*  блоков не прошло тест | 52 | 34 | 10 | 1 | 1 | 1 | 1 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 3. | Число *x* блоков, не прошедших тест | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|  | Число смесей, в которых *x*  блоков не прошло тест | 48 | 32 | 12 | 2 | 1 | 3 | 3 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 4. | Число *x* блоков, не прошедших тест | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|  | Число смесей, в которых *x*  блоков не прошло тест | 53 | 32 | 12 | 2 | 1 | 0 | 0 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 5. | Число *x* блоков, не прошедших тест | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|  | Число смесей, в которых *x*  блоков не прошло тест | 47 | 30 | 9 | 2 | 4 | 3 | 5 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 6. | Число *x* блоков, не прошедших тест | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|  | Число смесей, в которых *x*  блоков не прошло тест | 45 | 33 | 1 | 3 | 12 | 2 | 4 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 7. | Число *x* блоков, не прошедших тест | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|  | Число смесей, в которых *x*  блоков не прошло тест | 50 | 27 | 12 | 8 | 3 | 0 | 0 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 8. | Число *x* блоков, не прошедших тест | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|  | Число смесей, в которых *x*  блоков не прошло тест | 47 | 34 | 11 | 2 | 2 | 1 | 3 |
| 9. | Число *x* блоков, не прошедших тест | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|  | Число смесей, в которых *x*  блоков не прошло тест | 43 | 34 | 10 | 2 | 1 | 6 | 4 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 10. | Число *x* блоков, не прошедших тест | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|  | Число смесей, в которых *x*  блоков не прошло тест | 49 | 33 | 9 | 1 | 3 | 4 | 1 |

В предположении, что вероятность не пройти тест одинакова для всех блоков, получите несмещенную оценку этой вероятности и объясните, как получить 95%-ый доверительный интервал для этой вероятности.

**Задание 2.** В результате эксперимента получены, данные, записанные в виде статистического ряда.

А. Требуется:

а) записать значения результатов эксперимента в виде вариационного ряда;

б) найти размах варьирования и разбить его на 9 интервалов;

в) построить полигон частот, гистограмму относительных частот и график эмпирической функции распределения;

г)найти числовые характеристики выборки **.**

д)приняв в качестве нулевой гипотезу : генеральная совокупность, из которой извлечена выборка, имеет нормальное распределение, проверить ее, пользуясь критерием Пирсона при уровне значимости 

е) найти доверительный интервал для математического ожидания при надёжности 

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 9,4 | 7,9 | 6,3 | 6,8 | 4,2 | 11,9 | 7,8 | 1,7 | 5,1 | 8,8 |
| 8,7 | 11,1 | 7,7 | 1,8 | 5,5 | 10,5 | 4,3 | 3,8 | 1,4 | 11,2 |
| 1,1 | 7,3 | 3,7 | 4,4 | 11,8 | 8,6 | 1,9 | 5,6 | 10,1 | 8,4 |
| 10,0 | 11,6 | 5,2 | 2,1 | 5,7 | 4,8 | 7,4 | 0,8 | 4,7 | 3,6 |
| 8,3 | 7,6 | 0,7 | 7,3 | 3,4 | 11,4 | 5,7 | 9,9 | 2,2 | 7,2 |
| 2,3 | 4,7 | 9,7 | 11,3 | 5,8 | 4,9 | 3,3 | 0,5 | 7,5 | 4,6 |
| 5,0 | 0,4 | 8,9 | 7,1 | 9,6 | 11,5 | 5,9 | 9,0 | 5,3 | 2,4 |
| 9,5 | 5,9 | 1,0 | 9,1 | 2,5 | 6,0 | 8,2 | 3,2 | 10,9 | 6,1 |
| 10,2 | 2,6 | 4,5 | 3,1 | 6,2 | 11,7 | 6,3 | 0,2 | 7,0 | 9,2 |
| 1,2 | 6,4 | 11,9 | 6,9 | 8,1 | 6,5 | 2,9 | 6,2 | 4,4 | 10,3 |

Б. Сделайте две выборки (полагая, что данные - генеральная совокупность) и проверьте гипотезу однородности этих выборок разными критериями. Выявите наиболее мощный критерий.

**Задание 3**. Из генеральной совокупности данных о ветхом и аварийном жилье за максимально возможный период времени производится выборка, соответствующая критерию репрезентативности.

Значение исследуемого показателя ветхости и аварийности жилищного фонда *x* некоторой области

1.

|  |  |
| --- | --- |
| Год | Ветхое и аварийное жилье, тыс. м2 |
| 2011 | 3290,7 |
| 2012 | 3415,7 |
| 2013 | 3598,6 |
| 2014 | 3972,9 |
| 2015 | 4183,6 |
| 2016 | 4439,6 |
| 2017 | 4589,3 |
| 2018 | 4528,6 |

2.

|  |  |
| --- | --- |
| Год | Ветхое и аварийное жилье, тыс. м2 |
| 2005 | 3390,17 |
| 2006 | 3415,7 |
| 2007 | 3596,63 |
| 2008 | 3972,9 |
| 2009 | 4083,6 |
| 2010 | 4436,6 |
| 2011 | 2589,3 |
| 2012 | 4528,6 |

3.

|  |  |
| --- | --- |
| Год | Ветхое и аварийное жилье, тыс. м2 |
| 2005 | 3290,6 |
| 2006 | 3415,7 |
| 2007 | 4598,6 |
| 2008 | 3972,5 |
| 2009 | 4173,6 |
| 2010 | 4439,3 |
| 2011 | 4589,6 |
| 2012 | 4428,6 |

4.

|  |  |
| --- | --- |
| Год | Ветхое и аварийное жилье, тыс. м2 |
| 2004 | 4190,4 |
| 2006 | 3415,7 |
| 2008 | 3598,6 |
| 2010 | 3772,8 |
| 2012 | 4183,6 |
| 2014 | 4449,6 |
| 2016 | 2589,2 |
| 2018 | 3528,8 |

5.

|  |  |
| --- | --- |
| Год | Ветхое и аварийное жилье, тыс. м2 |
| 2005 | 3291,7 |
| 2006 | 3414,4 |
| 2007 | 3592,6 |
| 2008 | 3978,9 |
| 2009 | 4181,6 |
| 2010 | 4439,9 |
| 2011 | 4580,3 |
| 2012 | 4525,6 |

6.

|  |  |
| --- | --- |
| Год | Ветхое и аварийное жилье, тыс. м2 |
| 2001 | 2390,7 |
| 2003 | 4315,7 |
| 2005 | 5398,6 |
| 2007 | 3982,9 |
| 2009 | 4184,6 |
| 2011 | 4349,6 |
| 2013 | 4689,3 |
| 2015 | 4428,6 |

7.

|  |  |
| --- | --- |
| Год | Ветхое и аварийное жилье, тыс. м2 |
| 2005 | 3280,7 |
| 2006 | 3485,6 |
| 2007 | 3578,6 |
| 2008 | 3992,3 |
| 2009 | 4143,6 |
| 2010 | 4337,5 |
| 2011 | 4789,3 |
| 2012 | 4228,9 |

8.

|  |  |
| --- | --- |
| Год | Ветхое и аварийное жилье, тыс. м2 |
| 1993 | 4290,4 |
| 1998 | 2415,6 |
| 2003 | 3698,6 |
| 2008 | 4072,9 |
| 2013 | 3183,6 |
| 2018 | 3349,6 |
| 2013 | 4589,3 |
| 2018 | 4538,6 |

9.

|  |  |
| --- | --- |
| Год | Ветхое и аварийное жилье, тыс. м2 |
| 2005 | 3290,5 |
| 2006 | 3415,5 |
| 2007 | 3598,6 |
| 2008 | 3972,4 |
| 2009 | 4183,6 |
| 2010 | 4439,6 |
| 2011 | 4589,4 |
| 2012 | 4528,4 |

10.

|  |  |
| --- | --- |
| Год | Ветхое и аварийное жилье, тыс. м2 |
| 2005 | 3290,7 |
| 2006 | 3415,3 |
| 2007 | 3598,6 |
| 2008 | 3972,4 |
| 2009 | 4183,6 |
| 2010 | 4439,9 |
| 2011 | 4589,1 |
| 2012 | 4528,4 |

1. Проверьте гипотезу о виде закона распределения, пользуясь критерием согласия.
2. Дайте точечные оценки математического ожидания и стандартного отклонения .
3. Получите доверительные интервалы для оценки параметров
4. Постройте доверительный интервал для оценки вероятности попадания в интервальную оценку.
5. Спрогнозируйте ежегодный объем строительства нового жилья.

Получите прогнозируемое значение расходов предстоящего строительства нового жилья в целях замещения изношенных зданий новыми жилыми домами.

**Задание 4.**

Экспериментально получены пять значений функции  при пяти значениях аргумента, которые записаны в таблице:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|  |  |  |  |  |  |

Методом наименьших квадратов найти функцию вида , выражающую приближенно функцию  Сделать чертеж, на котором в декартовой прямоугольной системе координат построить экспериментальные точки и график аппроксимирующей функции 

**1.**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|  | 3,2 | 4,2 | 2,7 | 0,7 | 1,2 |

**2.**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|  | 3,3 | 4,3 | 2,8 | 0,9 | 1,2 |

**3.**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|  | 3,6 | 4,6 | 3,1 | 1,1 | 1,6 |

**4.**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|  | 3,8 | 4,8 | 3,3 | 1,3 | 1,8 |

**5.**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|  | 4,1 | 4,9 | 3,4 | 1,3 | 1,9 |

**6.**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|  | 2,9 | 3,7 | 2,2 | 0,3 | 0,9 |

**7.**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|  | 3,9 | 5,1 | 3,6 | 1,6 | 2,1 |

**8.**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|  | 4,3 | 5,4 | 3,8 | 1,8 | 2,3 |

**9.**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|  | 4,5 | 5,5 | 4,2 | 2,1 | 2,5 |

**10.**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|  | 4,7 | 5,7 | 4,4 | 2,3 | 2,9 |

**Задание 5**. Исследовалось влияние на ползучесть бетона (X1), расхода цемента на 1м3 бетона (X2) и влажности среды (X3):

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| X1 | X2 | X3 |
| 27 | 340 | 80 |
| 64 | 300 | 75 |
| 123 | 250 | 68 |
| 147 | 180 | 63 |
| 189 | 140 | 59 |
| 214 | 110 | 52 |
| 327 | 70 | 48 |
| 412 | 60 | 40 |

А. Проверьте гипотезу о наличии корреляции и значимость коэффициента корреляции.

Б. Вычислите коэффициент детерминации и проверьте его значимость при уровне значимости α =0,1.

В. Что больше влияет на ползучесть бетона: расход цемента или влажность среды?

**Задание 6**. События первого типа образуют пуассоновский поток с интенсивностьюа события второго типа - пуассоновский поток с интенсивностью Найти вероятность того , что до наступления первого события первого типа наступит не более одного события второго типа.

1.

4.

7.

**Задание 7**. Время безотказной эксплуатации инженерной конструкции имеет функцию распределения Чему равно средне время эксплуатации.

1.

4.

7.

10.

**Критерии оценивания контрольных работ**

После получения прорецензированной работы, как не зачтенной, так и зачтенной, студент должен исправить все отмеченные рецензентом ошибки и недочеты и выполнить все рекомендации рецензента.

Если рецензент предлагает внести в решения задач те или иные исправления или дополнения и прислать их для повторной проверки, то это следует сделать в короткий срок.

Рекомендуется при выполнении контрольной работы оставлять в конце тетради несколько чистых листов для всех дополнений и исправлений в соответствии с указаниями рецензента. Вносить исправления в сам текст работы после ее рецензирования запрещается.

**Форма промежуточного контроля- зачет.**

**Вопросы к зачету**

1. Аппроксимация гистограммы с помощью нормального распределения.
2. Закономерные изменения характеристик инженерных систем.
3. Корреляционный анализ математической модели.
4. Регрессионный анализ математической модели.
5. Метод наименьших квадратов для функции нескольких переменных.
6. Построение квадратичных и полиномиальных моделей второго порядка.
7. Примеры математических моделей некоторых задач в строительстве.
8. Вычисление надежности по математической модели.
9. Вычисление вероятности отказа конструкции.
10. Методы оптимизации надежности конструкций.
11. Оценивание поведения реальной конструкции методами математической статистики.
12. Исследование и расчет надежности строительных объектов.
13. Примеры математических моделей оптимизации рисков.
14. Расчет оценки потерь от отказа конструкции и минимально допустимой ее надежности.

**Основная литература**

1. 1. Гмурман, В.Е., Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике: учеб.пособие/ В.Е.Гмурман.- М.: Высш.шк., 2002 . – 406 с.
2. 2. Гмурман, В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учеб.пособие для вузов/ В.Е.Гмурман.- М.: Высш.шк., 2002 . – 479 с.
3. 8. Вентцель, Е.С. Теория вероятностей/ Е.С.Вентцель. - М.: Высшая школа, 2002.

**Дополнительная литература**

4.Лихолетов, И.И. Руководство к решению задач по высшей математике с основами математической статистики и теории вероятностей: учеб.пособие для вузов/И.И.Лихолетов, И.П.Мацкевич.-Минск: Высшая школа, 1966.

5. Бородин, А.Н. Элементарный курс теории вероятностей и математической статистики: учеб.пособие/А.Н.Бородин.- С-П.: Лань, 1998.

6.Венецкий, И.Г., Теория вероятностей и математическая статистика: учеб.пособие для вузов/ И.Г.Венецкий, Г.С.Кильдишев.- М.: Статистика, 1975.

Ведущий преподаватель Колесова .Т. И.

Заведующий кафедрой Швецова И.И.