

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Забайкальский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

Факультет строительства и экологии
Кафедра сопротивления материалов и механики

УЧЕБНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

для студентов заочной формы обучения
(с полным сроком обучения)

по дисциплине

«Прикладная математика в строительстве»

для направления подготовки
08.04.01 Строительство

Профиль
теория и проектирование зданий и сооружений

Общая трудоемкость дисциплины – 3 зачетных единицы.

Форма текущего контроля в 1 семестре – контрольная работа.

Форма промежуточного контроля в 1 семестре – зачёт.

Краткое содержание курса

1. Теория вероятностей, математическая статистика.
2. Интерполяция.
3. Линейное программирование, оптимизация.
4. Дифференциальные уравнение, численные методы решения.

Материалы курса, слайды лекций, примеры: vetrosv.github.io/AppMathST

Форма текущего контроля

Контрольная работа

Номер варианта определяется по сумме двух последних цифр номера зачетной книжки.

Для выполнения контрольных работ по математической статистике рекомендуется использовать среду выполнения программ colab.research.google.com (для работы требуется войти в google аккаунт). Альтернатива – дистрибутив [Anaconda](https://www.anaconda.com/) (совместно с языком программирования Python) или математическими пакетами Matlab, Mathematica и др.

Примеры вычислений для заданий приведены по ссылке: vetrosv.github.io/AppMathST

Защита контрольных работ проходит на практических занятиях.

Задание 1. Анализ выборочных данных

Для выборки, полученной путём проведения испытываемых образцов бетона на одноосное сжатие ...

1. Определить объём выборки, среднее значение и стандартное отклонение
2. Построить гистограмму.
3. Построить диаграмму размаха. Определить есть ли выбросы.
4. Проверить гипотезу: выборка сделана из генеральной совокупности распределённой по нормальному закону. Уровень значимости 0.05.
5. Определить 95% доверительный интервал для математического ожидания генеральной совокупности.
6. Пологая, что выборка сделана из генеральной совокупности распределённой по нормальному закону определить значение, разделяющее генеральную совокупность в пропорции 95:5, 50:50, 75:25.

Пример обработки статистических данных: colab.research.google.com/drive/1-HqeZSKvJyLrPfkT1wElnRoUUP00NZUR?usp=sharing

Выборочные данные для вариантов:

1. 76.19, 64.19, 67.96, 73.42, 77.87, 78.72, 73.75, 72.33, 84.87, 92.05, 68.59, 74.07, 94.12, 76.73, 76.56, 78.97, 78.73, 72.69, 92.26, 75.41, 80.95, 81.48, 92.40, 79.23, 85.51, 65.65, 66.96, 72.75, 79.69, 78.79, 73.21, 71.44, 65.50, 68.83, 83.03, 66.55, 81.59, 88.68, 73.48, 68.34, 88.72, 85.13
2. 64.87, 64.92, 65.15, 64.81, 67.66, 67.59, 66.15, 67.97, 63.56, 70.61, 70.04, 67.16, 64.95, 62.55, 65.95, 64.34, 70.32, 66.36, 63.34, 71.40, 65.87, 65.43, 73.93, 66.23, 69.34, 72.16, 71.63, 64.29, 63.34, 67.09, 70.15, 61.59, 63.19, 71.88, 64.17, 69.40
3. 44.74, 20.89, 25.03, 35.85, 40.33, 42.39, 28.41, 24.21, 48.42, 47.40, 24.66, 35.86, 47.25, 46.49, 35.30, 28.43, 34.61, 48.65, 37.24, 34.74, 40.96, 27.92, 46.90, 29.53, 24.63, 31.08, 47.22, 40.21, 36.41, 16.83, 26.00, 39.39, 33.07, 41.00, 55.24, 34.57, 47.37, 38.49, 46.59, 37.27, 44.49, 40.30, 27.62
4. 61.58, 69.76, 63.47, 67.27, 64.07, 65.68, 70.42, 70.38, 64.34, 70.93, 65.73, 69.03, 63.86, 71.57, 65.58, 67.69, 69.12, 71.73, 70.11, 71.95, 60.04, 74.04, 67.35, 69.19, 72.94, 68.81, 73.19, 68.85, 66.43, 69.24, 59.70, 72.31, 71.77, 68.01, 64.08, 69.18
5. 66.27, 69.64, 64.67, 76.88, 81.13, 64.40, 84.70, 75.12, 75.98, 79.24, 75.33, 75.58, 60.74, 81.18, 81.79, 74.27, 71.75, 65.39, 85.15, 77.16, 78.11, 69.31, 73.65, 66.34, 65.13, 66.79, 71.80, 90.06, 77.96, 78.92, 77.96, 77.14, 80.57, 72.84, 71.83, 62.07, 79.56, 72.89, 73.30, 70.02, 66.45
6. 70.74, 69.41, 75.08, 71.70, 63.51, 65.84, 65.13, 86.83, 70.68, 57.91, 71.17, 64.77, 68.54, 78.42, 68.55, 66.55, 78.98, 80.55, 75.34, 64.49, 62.97, 60.49, 71.77, 72.61, 77.45, 73.28, 80.10, 76.80, 75.84, 69.66, 64.15, 69.51, 63.71, 75.00, 73.27, 63.73
7. 42.87, 58.76, 57.80, 64.36, 62.08, 53.14, 67.60, 50.10, 63.67, 60.15, 68.56, 46.96, 51.73, 68.82, 66.18, 60.36, 60.04, 73.44, 71.87, 60.34, 68.01, 69.15, 44.10, 60.34, 52.75, 53.38, 56.38, 67.01, 55.49, 52.68, 53.86, 56.54, 74.08, 52.56, 54.02, 47.35, 54.98, 53.85, 66.33

8. 74.79, 80.40, 78.19, 78.43, 75.78, 77.15, 79.89, 78.31, 73.51, 70.83, 72.68, 79.33, 77.84, 79.10, 72.70, 76.79, 78.36, 72.89, 82.36, 75.08, 79.65, 75.59, 76.42, 77.69, 79.68, 73.71, 75.31, 78.68, 73.92, 83.74, 79.73, 75.78, 75.58, 74.37, 79.22, 72.48, 80.51
9. 50.92, 42.02, 57.19, 31.87, 37.21, 49.84, 41.48, 53.86, 42.36, 33.64, 52.19, 52.48, 50.50, 55.52, 45.32, 42.93, 51.72, 47.06, 43.30, 56.98, 41.72, 41.96, 47.07, 51.84, 53.55, 32.33, 37.76, 42.99, 37.86, 49.30, 42.97, 38.85, 44.41, 43.07, 47.69, 55.69, 39.16, 44.40, 44.01, 48.04, 50.26, 36.33, 49.77, 62.06, 45.98, 40.62, 46.42
10. 35.50, 44.02, 43.67, 47.61, 40.61, 47.50, 32.32, 43.69, 42.10, 51.15, 46.93, 42.18, 54.30, 48.00, 43.15, 38.95, 36.13, 39.29, 48.59, 30.56, 39.59, 38.19, 41.57, 40.81, 39.43, 29.02, 29.17, 39.57, 37.75, 37.73, 44.36, 46.31, 41.23, 46.44, 39.22, 41.07, 49.08, 51.67, 38.52, 37.75, 40.78
11. 63.24, 60.54, 56.75, 58.87, 62.34, 53.08, 54.81, 53.50, 61.51, 56.03, 65.02, 61.75, 60.32, 60.52, 60.77, 60.95, 62.73, 53.74, 56.12, 59.53, 52.31, 56.87, 57.09, 53.58, 59.23, 60.06, 65.56, 53.23, 55.37, 64.49, 58.61, 62.89, 63.42, 48.89, 61.96, 63.78, 52.87, 55.88, 55.82, 50.78, 56.58, 63.18, 56.68
12. 65.03, 76.02, 74.14, 66.66, 66.02, 64.91, 59.47, 60.15, 80.30, 65.43, 68.60, 67.85, 72.18, 67.49, 66.57, 79.83, 66.44, 74.83, 67.10, 70.95, 59.81, 71.23, 69.03, 56.26, 69.49, 90.28, 69.02, 72.79, 81.32, 54.88, 61.58, 59.32, 79.50, 64.23, 66.61, 67.10
13. 20.27, 20.60, -1.01, 28.28, 10.33, 23.86, 2.39, -0.28, 17.58, 11.38, 7.66, 16.27, 9.85, 33.74, 10.88, 20.23, 8.89, -6.32, 15.89, 18.17, 9.99, 17.87, 16.49, 6.88, 5.36, 6.62, 15.89, 14.06, 13.57, 29.12, 3.42, 13.55, 20.13, 2.36, 23.67, 13.78, 22.34, 22.06, 33.62, 17.27, 9.16, 24.74, 31.49, 18.18, 18.06, 12.21, 22.04
14. 67.34, 66.74, 68.35, 62.43, 62.27, 65.57, 64.79, 65.03, 65.20, 73.97, 75.56, 61.85, 63.17, 56.12, 61.48, 59.88, 73.09, 64.48, 61.98, 65.94, 58.25, 61.03, 67.95, 63.15, 65.98, 78.73, 69.00, 80.11, 72.29, 67.35, 56.29, 61.74, 65.08, 68.36, 75.03, 54.82, 64.64, 64.33, 60.11, 74.00, 72.63, 73.70, 74.20, 66.72, 70.79, 78.45, 70.36
15. 49.56, 50.14, 43.53, 44.57, 45.83, 47.82, 45.62, 43.39, 46.39, 42.57, 53.20, 52.96, 51.70, 45.68, 48.75, 46.75, 48.12, 46.11, 42.05, 51.80, 44.81, 51.33, 41.39, 54.06, 53.46, 48.74, 45.86, 44.54, 46.63, 40.21, 42.77, 42.03, 47.38, 47.65, 47.92, 41.62, 48.29, 45.13, 50.60
16. 12.41, 10.53, 20.18, 18.05, 14.92, 24.55, 16.67, 15.00, 11.82, 16.41, 9.84, 15.08, 11.32, 16.91, 10.85, 15.74, 18.89, 13.82, 3.35, 17.43, 11.73, 21.96, 14.37, 13.65, 7.49, 4.96, 17.84, 8.67, 17.25, 17.26, 15.46, 17.27, 19.82, 14.78, 16.21, 18.72, 17.33, 14.63, 13.25, 12.90, 12.20, 13.21, 20.40, 7.44, 12.20, 15.79
17. 14.64, 15.04, 5.01, 8.47, 23.74, 18.68, 23.08, 15.08, 14.29, 9.75, 1.80, 19.29, 21.57, 28.18, 13.81, 9.95, 31.56, 6.64, 9.17, 25.61, 6.83, 7.05, 5.59, 22.30, 27.36, 9.68, 21.61, 14.75, 19.93, 18.38, 22.66, 11.24, 23.83, 20.64, 17.92, 29.60, 13.20, 21.69, 21.86, 5.87, 17.80, 20.66
18. 8.48, 18.23, 13.01, 15.25, 13.20, 15.85, 10.20, 12.75, 14.03, 13.59, 7.79, 9.24, 17.37, 10.71, 18.99, 13.01, 14.19, 13.49, 13.47, 11.19, 13.17, 16.45, 17.07, 13.16, 18.55, 11.57, 11.76, 19.80, 15.27, 5.28, 18.51, 12.48, 11.38, 12.01, 17.14, 15.46, 12.42, 10.38, 9.97, 11.44, 14.56, 11.98, 10.24, 11.03, 15.81, 8.53, 14.23, 17.38, 8.06

Вопросы

1. Что такое выборка? Что такое генеральная совокупность?
2. Какие числовые характеристики использовались для описания выборки?
3. Как выборка была представлена графически?
4. Какой закон распределения описывает генеральную совокупность?
5. Что такое статистическая гипотеза?
6. Что такое p-value?
7. Как проверить статистическую гипотезу?
8. Как вычислить некоторое значение случайной величины с заданной обеспеченностью?

Задание 2. Корреляционный анализ

В результате проведения эксперимента получены данные (файл data1.csv).

Считать, что величина var5 зависима от остальных (var0-var4).

Для набора данных 1 (data1.csv):

1. Построить матрицу корреляции.
2. Проверить гипотезы о значимости каждого коэффициента каждой величины с пятой (var5).
3. Построить диаграмму рассеивания для var5 и двух других величин: одну для самой слабой корреляции, другую для наиболее сильной.

В эксперименте измерялись значения двух величин. Были получены зависимые выборки

Для этого набора данных 2 (data2.csv):

1. Проверить гипотезу о равенстве выборочных средних математическим ожиданиям генеральной совокупности
2. Построить диаграммы размаха для выборок.
3. Найти 95% доверительный интервал для средних значений выборок, полагая что генеральные совокупности имеют нормальное распределение.
4. Проверить гипотезу о равенстве средних значений для двух выборок.
5. Проверить гипотезу о равенстве двух выборок используя непараметрический критерий

Файлы с данными: <https://github.com/VetrovSV/AppMathST/tree/master/task3/data>

Пример обработки статистических данных:

colab.research.google.com/drive/1JUW43GBoo1DNCzcpCohE7sjee_EHuxbo?usp=sharing

Вопросы

1. Что такое выборка? Что такое генеральная совокупность?
2. Что такое корреляция?
3. Что такое коэффициент корреляции (линейный)?
4. Что такое статистическая гипотеза?
5. Что такое p-value? Как это значение используется для проверки гипотез?
6. Почему нужно проверять гипотезу о равенстве коэффициента корреляции генеральной совокупности нулю?
7. Что такое диаграмма размаха?
8. Что такое матрица корреляции?

Задание 3. Надёжность стержня

На стержень сечением A см² действует продольная растягивающая нагрузка F кН. Предел текучести для материала стержня – R_y МПа. Вероятность не разрушения стержня — P .

Значения нагрузки F и предела текучести R_y распределены по нормальному закону со средними \bar{F} и \bar{R}_y , стандартными отклонениями S_F и R_F соответственно.

Определить минимальное сечение стержня, необходимое для обеспечения надёжности не менее P .

Данные приведены в таблице. Вариант выбирается по сумме двух последних цифр номера зачётной книжки.

№	\bar{R}_y , МПа	S_R , МПа	\bar{F} , кН	S_F , кН	P
0	232.04	6.44	90.97	1.82	0.99253
1	233.09	5.69	101.45	1.05	0.99827
2	222.44	3.49	92.32	2.58	0.98848
3	222.0	3.78	104.26	2.00	0.98357
4	225.74	3.51	108.26	1.30	0.98924
5	230.44	5.39	92.18	2.27	0.99378
6	239.58	6.98	100.05	1.39	0.99080
7	231.45	4.7	100.28	1.83	0.99684
8	229.49	3.0	103.3	3.00	0.98452
9	232.2	2.03	99.95	2.20	0.98421
10	238.64	5.02	98.44	2.49	0.98558
11	230.54	5.81	103.1	2.89	0.98512
12	220.78	2.14	109.31	1.04	0.99290
13	226.62	3.27	103.86	1.12	0.99021
14	232.83	2.4	98.82	1.03	0.98091
15	238.32	4.64	98.45	1.93	0.98206
16	226.02	6.97	105.14	2.32	0.98633
17	226.36	4.49	91.4	2.34	0.98678
18	235.76	2.25	105.21	2.29	0.99136
19	220.57	2.01	93.01	1.29	0.99760

Вопросы

1. Какие случайные величины используются в задаче? Как они описаны? Какое распределение имеют?
2. Что такое резерв несущей способности? Как записывается общая формула для него?
3. Что такое индекс надёжности? Как он вычисляется?
4. Как записывается общая формула для стандартного отклонения резерва несущей способности?
5. Как связан индекс надёжности и вероятность безотказной работы?

Задание 4. Интерполяция

Для таблично заданной функции (см. таблицу ниже):

1. Построить график по точкам
2. Определить значения в точках 0.6, 0.7, 1.8, 2.7, с помощью:
 1. Линейно интерполяции (построить уравнения прямых)
 2. Интерполяционного многочлена Лагранжа (записать многочлен).
Использовать многочлен для интерполяции на отрезке как минимум от первой до четвёртой точки включительно.
 3. Сплайн функции (использовать средства языка программирования Python или математические пакеты) второго порядка.
3. Построить графики всех интерполяционных функций из п. 2.

Вопросы

1. Что такое интерполяция? Экстраполяция?
2. Что такое таблично заданная функция?
3. Какие существуют способы интерполяции?
4. Опишите линейную интерполяцию
5. Опишите интерполяцию многочленом
6. Чем отличается интерполяция многочленом от сплайн-интерполяции?

Вар-т	Данные	
1	x	0.0, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0, 7.0
	y	0.0, 0.8415, 0.9093, 0.1411, -0.7568, -0.9589, -0.2794, 0.657
2	x	0.0, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0, 7.0
	y	1.0, 0.5403, -0.4161, -0.99, -0.6536, 0.2837, 0.9602, 0.7539
3	x	0.0, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0, 7.0
	y	-6.9078, 0.001, 0.6936, 1.0989, 1.3865, 1.6096, 1.7919, 1.9461
4	x	0.0, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0, 7.0
	y	-3.0, 0.0004, 0.3012, 0.4773, 0.6022, 0.6991, 0.7782, 0.8452
5	x	0.0, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0, 7.0
	y	0.001, 0.0027, 0.0074, 0.0201, 0.0546, 0.1484, 0.4034, 1.0966
6	x	0.0, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0, 7.0
	y	10.0, 0.9091, 0.4762, 0.3226, 0.2439, 0.1961, 0.1639, 0.1408
7	x	0.5, 1.5, 2.5, 3.5, 4.5, 5.5, 6.5, 7.5
	y	0.4794, 0.9975, 0.5985, -0.3508, -0.9775, -0.7055, 0.2151, 0.938
8	x	0.5, 1.5, 2.5, 3.5, 4.5, 5.5, 6.5, 7.5
	y	0.8776, 0.0707, -0.8011, -0.9365, -0.2108, 0.7087, 0.9766, 0.3466
9	x	0.5, 1.5, 2.5, 3.5, 4.5, 5.5, 6.5, 7.5
	y	-0.6911, 0.4061, 0.9167, 1.253, 1.5043, 1.7049, 1.872, 2.015
10	x	0.5, 1.5, 2.5, 3.5, 4.5, 5.5, 6.5, 7.5
	y	-0.3002, 0.1764, 0.3981, 0.5442, 0.6533, 0.7404, 0.813, 0.8751
11	x	0.5, 1.5, 2.5, 3.5, 4.5, 5.5, 6.5, 7.5
	y	0.0016, 0.0045, 0.0122, 0.0331, 0.09, 0.2447, 0.6651, 1.808
12	x	0.5, 1.5, 2.5, 3.5, 4.5, 5.5, 6.5, 7.5
	y	1.6667, 0.625, 0.3846, 0.2778, 0.2174, 0.1786, 0.1515, 0.1316
13	x	0.25, 1.25, 2.25, 3.25, 4.25, 5.25, 6.25, 7.25
	y	0.2474, 0.949, 0.7781, -0.1082, -0.895, -0.8589, -0.0332, 0.8231
14	x	0.25, 1.25, 2.25, 3.25, 4.25, 5.25, 6.25, 7.25
	y	0.9689, 0.3153, -0.6282, -0.9941, -0.4461, 0.5121, 0.9994, 0.5679
15	x	0.25, 1.25, 2.25, 3.25, 4.25, 5.25, 6.25, 7.25
	y	-1.3823, 0.2239, 0.8114, 1.179, 1.4472, 1.6584, 1.8327, 1.9811
16	x	0.25, 1.25, 2.25, 3.25, 4.25, 5.25, 6.25, 7.25
	y	-0.6003, 0.0973, 0.3524, 0.512, 0.6285, 0.7202, 0.7959, 0.8604
17	x	0.25, 1.25, 2.25, 3.25, 4.25, 5.25, 6.25, 7.25
	y	0.0013, 0.0035, 0.0095, 0.0258, 0.0701, 0.1906, 0.518, 1.4081
18	x	0.25, 1.25, 2.25, 3.25, 4.25, 5.25, 6.25, 7.25
	y	2.8571, 0.7407, 0.4255, 0.2985, 0.2299, 0.1869, 0.1575, 0.1361

Оформление контрольной работы

Контрольная работа выполняется на листах формата А4. Рекомендуется скреплять листы степлером, не использовать скоросшиватель. Пример титульного листа приведён в приложении. Этот pdf файл открывается в Word. Для каждого задания обязательно приводится условие и только после этого решение. Каждая задача начинается с нового листа.

Пояснения в работе приветствуются.

Форма промежуточного контроля

Зачет

Студенту выставляется «зачтено» на основании выполнения и защиты всех задач контрольной работы.

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература

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. Гмурман, В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учеб.пособие для вузов/ В.Е.Гмурман.- М.: Высш.шк., 2002 . – 479 с.
3. Корн, Г. Справочник по математике для научных работников и инженеров: определения, теоремы, формулы / Г. Корн, Т. Корн. – Москва : Наука, 1973. – 831 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=454587> (дата обращения: 08.11.2019). – Текст : электронный.

Дополнительная литература

1. Python Programming: for Engineers and Scientists, Irfan Turk, 2017, 236 p

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. ЭБС Юрайт. – Режим доступа: biblio-online.ru
2. ЭБС "КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА". – Режим доступа: studentlibrary.ru
3. Библиотека ЗабГУ. – Режим доступа: library.zabgu.ru.
4. wolframalha.com

Ведущий преподаватель:

старший преподаватель кафедры СМиМ

Ветров Сергей Владимирович.

vetrov-zabgu@outlook.com

Заведующий кафедрой СмиМ: профессор, д.т.н Герасимов В. М.

Приложение. Пример оформления контрольной работы

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

**«Забайкальский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)**

Факультет строительства и экологии

Кафедра сопротивления материалов и механики

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

по дисциплине:

«Прикладная математика в строительстве»

1 семестр

Вариант № __

Выполнил студент группы
СТмз-42
Константинов К. К.

Проверил
ст. преп. Ветров С. В

Чита

20__

Задача 1

Описание условия задачи...

Решение