

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Комин Андрей Эдуардович

Должность: ректор

Дата подписания: 16.05.2023 15:05:48

Уникальный программный ключ:

f6c6d686f0c899fdf76a1ed8b448452ab8cac6fb1af6547b6d40cdf1bdc60ae?

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Приморская государственная сельскохозяйственная академия
Институт землеустройства и агротехнологий

ОСНОВЫ БИОСТАТИСТИКИ

Методические указания для практических занятий и самостоятельной работы
обучающихся по направлению подготовки 06.03.01 Биология

Электронное издание

Уссурийск 2022

Составитель: Островская И.Э. Основы биостатистики: методические указания для практических занятий и самостоятельной работы обучающихся по направлению подготовки 06.03.01 Биология / сост. И.Э. Островская; ФГБОУ ВО Приморская ГСХА. – Уссурийск: ФГБОУ ВО Приморская ГСХА, 2022. – 54 с.

Методические указания составлены в соответствии с учебным планом и рабочей программой дисциплины (модуля).

Включают общие методические указания по освоению дисциплины (модуля), материалы для практических занятий, материалы для самостоятельной работы, список литературы.

Предназначены для обучающихся по направлению подготовки 35.03.01 Лесное дело

Рецензент: Л.Д. Ермакова, к. пед. н., доцент ДВГУПС Приморского железнодорожного транспорта (филиал ДВГУПС в г. Уссурийске).

Издается по решению методического совета ФГБОУ ВО Приморская ГСХА

Оглавление

1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	4
2. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ.....	6
3. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ.....	27
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	53

1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1 Цели и задачи дисциплины (модуля)

Цель ознакомление со статистическими методами обработки результатов исследований; приобретение навыков математического исследования явлений и процессов, связанных с практической деятельностью бакалавра; освоение основ биометрии и теории планирования эксперимента.

Задачи:

- ознакомление студентов с основными концепциями теории вероятностей и математической статистики,
- раскрытие роли вероятностно-статистического инструментария в биологических исследованиях,
- изучение основных понятий вероятностного анализа, таких как случайные события и вероятности их осуществления, случайные величины и распределения, а также основных теорем теории вероятностей;
- изучение методов систематизации, обработки и использования данных для научных и практических выводов;
- изучение видов и форм организации статистического наблюдения; обобщения результатов наблюдения и построения систем обобщающих показателей; методов анализа распределений; методов выборочного обследования и изучения взаимосвязей.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающиеся должны:

Знать: основные понятия и методы теории вероятностей и математической статистики, необходимые для решения биологических задач.

Уметь: использовать математико-статистические методы обработки экспериментальных данных в профессиональной деятельности.

Задача данных методических указаний состоит в том, чтобы оказать помощь обучающимся по направлению подготовки 35.03.01 Лесное дело в освоении вопросов дисциплины (модуля) в соответствии с программой.

1.2 Содержание тем дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание раздела
1.	Случайные события	1.1 Относительная частота появления события. Классическое определение вероятности. Пространство элементарных событий. Элементы комбинаторики. Классическая и геометрическая вероятность. Относительна частота. Устойчивость относительной частоты. Статистическое определение вероятности события. 1.2 Действия над событиями. Формула полной вероятности. Формула Байеса. Повторные независимые испытания Алгебра событий. Совместные и несовместные события. Условная вероятность. Зависимые и независимые события. Теорема сложения и умножения вероятностей. Формула полной

		вероятности. Формула Байеса. Схема Бернулли. Локальная и интегральная теоремы Муавра-Лапласа. Наивероятнейшее число наступления события.
2.	Случайные величины	<p>2.1 Дискретная случайная величина, ее числовые характеристики. Непрерывная случайная величина. Интегральная и дифференциальная функции распределения.</p> <p>Случайные величины, закон распределения их вероятностей. Дискретные случайные величины. Функция распределения, ее свойства. Математическое ожидание, дисперсия и среднее квадратическое отклонение дискретной случайной величины. Законы распределения. Биномиальное распределение. Распределение Пуассона. Простейший поток событий. Непрерывные случайные величины. Функция распределения, ее свойства. Плотность вероятности, ее свойства и график. Математическое ожидание, дисперсия и среднее квадратическое отклонение непрерывной случайной величины.</p> <p>2.2 Нормальное распределение. Закон больших чисел. Центральная предельная теорема.</p> <p>Нормальная случайная величина. Основные свойства нормального распределения. Основные типы задач. Правило «трех сигм». Понятие о различных формах закона больших чисел. Неравенство Чебышева. Теоремы Бернулли и Чебышева. Центральная предельная теорема.</p>
3.	Элементы математической статистики	<p>3.1 Выборка и ее представление</p> <p>Предмет математической статистики. Основы статистического описания. Генеральная совокупность. Выборочный метод. Построение вариационного ряда. Графическое представление выборочных данных. Генеральная совокупность и выборка. Гистограмма и полигон частот. Эмпирическое распределение и его свойства. Интервальные оценки. Доверительные интервалы и области.</p> <p>3.2 Статистические гипотезы. Проверка статистических гипотез</p> <p>Статистические гипотезы. Простые и сложные гипотезы. Критерий и критическая область. Ошибки первого и второго рода. Мощность статистического критерия. Проверка гипотезы о нормальном распределении генеральной совокупности. Критерий согласия Пирсона. Проверка гипотезы существенности разностей между средними. Оценка различия между дисперсиями по критерию Фишера.</p> <p>3.3. Дисперсионный анализ. Однофакторный комплекс. Его применение в обработке результатов опытных данных.</p> <p>3.4 Элементы корреляционного анализа. Понятие о статистической зависимости. Статические методы обработки экспериментальных данных. Корреляция и регрессия. Коэффициент корреляции. Корреляционное отношение. Корреляционная таблица. Линейная модель парной и множественной регрессии. Метод наименьших квадратов для парной и множественной регрессии.</p>

2. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Практическое занятие №1.

Тема: Относительная частота. Классическое определение вероятности. Элементы комбинаторики.

1. Фронтальный опрос теоретического материала по контрольным вопросам;
2. Решение задач по теме «Относительная частота и вероятность появления события» (№ 1 – 9);
3. Разобрать основные формулы комбинаторики, решить задачи №10 – 16;
4. Подведение итогов.

Задания для практического занятия.

1. Из 52 посаженных деревьев прижилось 13. Найти относительную частоту: а) прижившихся; б) не прижившихся деревьев.
2. Относительная частота появления клубней картофеля, имеющих механические повреждения при уборке, равна 0,13. В выбранном наугад ящике оказалось 348 неповреждённых клубней. Сколько всего клубней в этом ящике?
3. При испытании партии калькуляторов относительная частота годных оказалась равна 0,9. Найти число годных калькуляторов, если было проверено 200 штук.
4. В коробке 10 карандашей. Из них 6 красных, остальные чёрные. Какова вероятность, что наудачу взятый карандаш окажется:
а) красным; в) чёрным; в) белым?
5. Выпущено 100 лотерейных билетов, причём установлено 11 денежных призов, из которых 8 выигрышей по 100 рублей, 2 – по 500 рублей, 1 – по 1000 рублей. Студент купил 25 билетов, три из них принесли ему выигрыш по 100 руб. и один – 500 руб., остальные билеты оказались невыигрышными. Найти относительные частоты и вероятности следующих событий:
а) купленный билет выигрышный;
б) на купленный билет пал выигрыш 500 руб.;
в) на купленный билет пал выигрыш 1000 рублей.
6. Какова вероятность того, что номер зачётной книжки студента: а) чётный; б) делится на пять; в) оканчивается нулём?
7. Вычислить вероятность выпадения двух гербов при трёхкратном бросании одной монеты.
8. Какова вероятность того, что:
а) в октябре произвольно взятого года окажется 5 воскресений;
б) то же в сентябре;
в) то же в феврале високосного года;
г) то же в феврале обычного года?
9. На сборку поступило 3000 деталей с первого станка и 2000 со второго. Первый станок даёт 0,2% брака, а второй – 0,3% брака. Найти вероятность того, что взятая наудачу деталь из нерассортированной продукции окажется бракованной.
10. В трудовом коллективе из 35 человек каждый является или начальником, или подчинённым. Начальников 13 человек, подчинённых – 34. Какова вероятность того, что наугад выбранный человек является:
а) одновременно начальником и подчинённым;
б) только начальником; в) только подчинённым.

11. В хозяйстве 6 участков земли, которые необходимо занять под 6 культур. Какова вероятность того, что произвольное закрепление культур за участками совпадает с запланированным?
12. Номер телефона состоит из пяти цифр. Какова вероятность того, что все цифры окажутся различными?
13. На 9 карточках написано девять букв: Н, О, М, А, Э, К, К, О, И.
 - а) Какова вероятность, что случайно вынимая эти карточки и складывая их в ряд, получим слово «ЭКОНОМИКА»?
 - б) При этих же условиях найти вероятность того, что случайно вынимая по четыре карточки, сложим слово «МИНА».
 - в) Сложилось слово «КИНО».
14. Первый замок с «секретом» имеет на общей оси четыре диска, каждый из которых разделён на пять секторов, на которых написаны различные буквы. Второй замок имеет пять дисков, разделённых на четыре сектора. Замок можно открыть при определённой комбинации букв относительно корпуса замка. Какой замок лучше?
15. На учёте биржи труда состоят 11 экономистов, из них 5 мужчин и 6 женщин. Пять человек, взятых из этой группы случайным образом, направили на компьютерные курсы. Найти вероятности следующих событий:
 - а) все пять человек мужчины;
 - б) все пятеро – женщины;
 - в) 2 мужчины и 3 женщины.
16. Прививка от ящура сделана 12 животным. Иммунитет приобрели 75% животных. Наугад выбраны шесть животных. Определить вероятности следующих событий:
 - а) все шесть животных приобрели иммунитет;
 - б) четыре животных приобрели иммунитет, а два – нет;
 - в) половина животных приобрела иммунитет, а половина – нет.
- 17*. Слово «МАТЕМАТИКА» составлено из букв разрезной азбуки. Найти вероятность того, что при произвольном извлечении без возвращения пяти букв в порядке их выхода образуется слово «МАКЕТ».
- 18*. Трое студентов условились ехать с определённым электропоездом, но не договорились о номере вагона. Какова вероятность того, что все трое попадут: а) в первый вагон; б) в один вагон; в) в разные вагоны; г) в первые пять вагонов, если каждый из них с равной вероятностью может сесть в любой из 10 вагонов этого поезда.

Практическое занятие №2.

Тема: Действия над событиями: сложение и умножение событий.

Формулы полной вероятности и Байеса.

1. Организационный момент
2. Актуализация знаний (устный опрос по вопросам для самопроверки)
3. Решение задач в аудитории
4. Домашнее задание

Задания для практического занятия.

1. Некоторая популяция растений, в количестве 100 штук, состоит из особей трёх

- типов, помеченных AA, Aa, aa. Численность каждого типа составляет соответственно 20, 65, 15. Из популяции выбирают одно растение. Найдите вероятность, что выбранное растение принадлежит к типу AA или aa.
2. На ферме работают два транспортера для раздачи кормов. Вероятность выхода из строя каждого из них соответственно равна 0,2; 0,3. Какова вероятность, что произойдет поломка, если одновременный выход из строя этих транспортеров исключён.
 3. Производится бомбометание по трём складам боеприпасов, причём сбрасывается одна бомба. Вероятность попадания в 1-ый склад 0,1; во второй – 0,05; в третий – 0,03. При попадании в один из складов взрываются все три. Найти вероятность, что склады будут взорваны.
 4. В корзине 12 плодов. Из них 4 плода поражены болезнью в скрытой форме. Из корзины последовательно извлекают два плода. Найти вероятность того, что: 1) оба плода здоровы, если первый плод после осмотра не вернули в корзину; 2) оба плода здоровы, если первый после осмотра вернули в корзину.
 5. Многолетними наблюдениями установлено, что в некотором районе в сентябре 10 дней дождливые хозяйство должно в течение первых трёх дней сентября выполнить определенную работу. Чему равна вероятность того, что первые три дня будут без дождя.
 6. Событие, что зерно прорастет, зависит от следующих факторов: 1) посевной материал отвечает стандарту; 2) подготовка почвы к посеву выполнена с соблюдением правил агротехники; 3) содержание влаги, необходимое для роста, оптимальное. Вероятности выполнения этих событий соответственно равны 0,8; 0,9; 0,7. Найти вероятность того, что зерно прорастет.
 7. Коэффициент использования рабочего времени (относительное время) у двух комбайнов соответственно равны 0,8 и 0,6. Учитывая, что остановки в работе каждого комбайна случайны и независимы, определить относительное время: 1) совместной работы комбайнов; 2) работы только одного комбайна.
 8. Механик обслуживает 3 прибора. Вероятность безотказной работы этих приборов в течение часа соответственно равны 0,7 ; 0,8 ; 0,9. Найти вероятность того, что в течении часа: 1) все три будут исправны; 2) откажут все три прибора; 3) только два будут исправны; 4) хотя бы один будет исправен ?
 9. Бой стеклопосуды может произойти при погрузке или транспортировке. Вероятность боя при погрузке равна 0,15, а при транспортировке – 0,23. Какова вероятность боя стеклопосуды?
 10. Вероятность того, что студент А правильно решил задачу равна 0,75. Для студента В вероятность верно решить задачу – 0,8. Какова вероятность того, что задача будет решена верно, если оба студента будут решать ее независимо друг от друга? (Решить разными способами).
 11. В системе находятся пять клапанов. Вероятность отказа для любого клапана равна 0,3. Какова вероятность, что хотя бы один клапан откажет?
 - 12*. Три охотника стреляют по зайцу с вероятностью попадания 0,3; 0,5; 0,7. Какова вероятность, что заяц будет убит двумя пулями.
 13. В трёх корзинах находится картофель. В первой 90% неповрежденных клубней, во второй 85% и в третьей – 80%. Из наугад выбранной корзины берут один клубень. Какова вероятность, что клубень не повреждён.
 14. В первой коробке 20 цыплят, из них 4 петушка, во второй коробке 15 цыплят, из

них 3 петушка. Из второй коробки переложили в первую одного цыплёнка. После этого из первой коробки достают наудачу одного цыплёнка. Какова вероятность, что это петушок.

15. Для проверки качества зерна пшеницы было установлено, что зёрна могут быть разбиты на три группы. К зёрнам 1 группы принадлежат 96% зёрен; ко 2-й группе - 2%; к 3-й группе – 2%. Вероятность, что зерно прорастёт: для 1 группы равно 0,5; для 2 группы – 0,7; для 3 группы – 0,8. Определить вероятность того, что: 1) взятое наугад зерно прорастёт; 2) прорастёт зерно из 2 группы.
16. При исследовании жирности молока коров все стадо было разбито на три группы. В первой группе оказалось 70%, во второй 23% и в третьей 7% всех коров. Вероятность того, что молоко, полученное от отдельной коровы, имеет не менее 4% жирности, равна 0,6; 0,35 и 0,1 для каждой группы коров соответственно. 1. Определить вероятность того, что для взятой наудачу коровы, жирность молока составит не менее 4%.; 2. Взятая наудачу корова даёт молоко жирностью не менее 4%. Найти вероятность того, что эта корова из первой группы.
17. Азотное удобрение поступает на склад хозяйства из пункта 1 и пункта 2, причём, из 1 –го пункта в 2 раза больше, чем из 2-го. Вероятность того, что удобрение из первого пункта удовлетворяет стандарту 0,9, а соответствующая вероятность для второго пункта 0,7. Случайным образом взятое для пробы на складе хозяйства удобрение оказалось стандартным. Найти вероятность того, что взятое удобрение из 2 –го пункта.
18. В Приморском крае валовой выпуск сельхозпродукции по категориям землепользователей и уровень товарности представлен в таблице

Таблица 1.

	Сельхозпредприятия	Фермерские (крестьянские) хозяйства	Личные подсобные хозяйства
Валовой выпуск (в % к итогу)	35,3	3,0	61,7
Уровень товарности (%)	85	65	43

Какова вероятность приобретения товарной аграрной продукции, произведённой: а) сельхозпредприятием; б) фермерским хозяйством; в) личным подсобным хозяйством? Какая категория товаропроизводителей вносит наибольший вклад в насыщение сельхозпродукцией продовольственного рынка Приморского края?

Практическое занятие 3.

Тема: Повторные независимые испытания. Формула Бернулли.

Асимптотические формулы.

1. Письменный опрос (математический диктант) теоретического материала по контрольным вопросам;
2. Решение задач;
3. Самостоятельная работа «Повторные независимые испытания»;
4. Подведение итогов.

Задания для практического занятия.

1. Вероятность того, что продукция завода рентабельна равна 0,7. Найти вероятность того, что продукция трёх заводов из наудачу выбранных пяти аналогичных предприятий будет рентабельной.
2. Некоторая фирма в долгосрочном периоде может войти на рынок с вероятностью 60%. Определить вероятность того, что в данный период из семи подобных фирм:
 - а) четыре фирмы преодолеют «барьер вхождения»;
 - б) ни одна фирма не преодолеет барьер вхождения (рынок монополистический);
 - в) все фирмы войдут на рынок (совершенно-конкурентный рынок);
 - г) хотя бы одна фирма преодолеет барьер вхождения.
3. В городе имеется девять хлебопекарен. При существующей экономической обстановке вероятность того, что пекарня работает не в полную нагрузку, равна 0,2. Найти вероятность того, что в данный момент:
 - а) более шести из них работают с полной нагрузкой;
 - б) менее семи работают с полной нагрузкой.
4. Банк имеет шесть отделений. С вероятностью 0,2 независимо от других каждое отделение может заказать на завтра крупную сумму денег. В конце рабочего дня один из вице-президентов банка знакомится с поступившими заявками. Какова вероятность того, что будет заявка от первого отделения,
5. Планируется организация семи новых фермерских хозяйств. Вероятность безубыточной работы каждого из хозяйств постоянна и равна 0,7. Найти: а) наимвероятнейшее число безубыточных хозяйств; б) вероятность наимвероятнейшей частоты безубыточных хозяйств точно и приближённо. Оценить погрешность.
6. Сколько раз нужно подбросить игральную кость, чтобы наимвероятнейшее число выпадений двойки было равно 32?
7. Известно, что при транспортировке и разгрузке керамической отделочной плитки повреждается 2,5%. Найти: 1) вероятность того, что в партии из 200 плиток повреждёнными окажется: а) ровно четыре; б) не более четырех; в) менее пяти плиток;
2) наимвероятнейшее число повреждённых плиток и соответствующую вероятность.
8. Вероятность соблюдения расписания движения поездов на перегоне в течение недели равна 0,98. Найти вероятность того, что число нарушений графика движения поездов за 50 недель будет больше двух.
9. При используемой технологии сельхозпредприятие производит в среднем 70% экологически чистой продукции (картофель). Чему равна вероятность того, что из 1000 произвольно выбранных клубней картофеля число экологически чистых заключено между 652 и 760?

Практическое занятие №4.

Контрольная работа №1 по теме «Случайные события»

Практическое занятие № 5-6.

Тема: ДСВ: закон распределения. Числовые характеристики ДСВ.

1. Письменный опрос (математический диктант) теоретического материала по контрольным вопросам;
2. Решение задач по теме.
3. Подведение итогов.

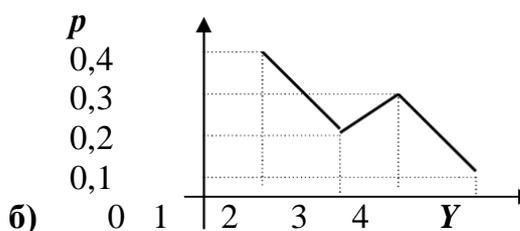
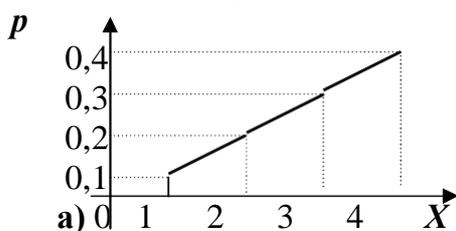
Задания для практического занятия.

1. Вероятность того, что из двух независимых процессов адвокат выиграет первый процесс равна 90%, второй процесс – 60%. Составить закон распределения числа выигранных процессов и найти вероятность того, что будет выигран хотя бы один процесс.
2. Урна содержит 5 чёрных и 10 красных мячей. Вынимается наугад два мяча. Составить закон распределения числа извлечённых чёрных мячей.
3. Стрелок, имея четыре патрона, стреляет до первого попадания в цель. Вероятность попадания при каждом выстреле равна 0,6. Составить закон распределения числа использованных патронов.
4. Случайная величина имеет следующее распределение:

X	1	2	3	4	5
p	1/4	1/8	1/4	1/8	1/4

Найти:

- 1) $P(X \leq 3)$; 2) $P(2 < X < 5)$; 3) $P(1 < X \leq 4)$; 4) $P(X \geq 2)$; 5) моду; 6) медиану.
5. На рис (а, б) изображены графики законов распределения для случайных величин X и Y . Требуется:
 - 1) записать законы распределения X и Y в виде таблиц;
 - 2) найти вероятность того, что случайная величина X принимает значение: а) равное 3; б) больше 3; в) не более 3; г) не менее 3;
 - 3) найти вероятность того, что случайная величина Y принимает значение: а) равное 2; б) больше 2; в) не более 2; г) не менее 2.



6. Круглая мишень разделена на три равных сектора. Она установлена так, что может вращаться вокруг оси. При достаточно большой угловой скорости вращения стрелок не в состоянии различить цифры, выписанные на секторах, и поэтому он стреляет наугад. При любом выстреле стрелок попадает в мишень. При попадании в первый сектор стрелок получает 1000 руб., во второй – 2000 руб., в третий – 4000 руб. За право стрелять один раз стрелок платит 2500 руб. Составить закон распределения чистого выигрыша стрелка при: 1) одном выстреле; б) двух выстрелах.
7. Случайная величина X имеет следующее распределение:

X	12	16	24
p	1/3	1/2	1/6

Требуется:

- 1) Найти $M(X)$;
- 2) Построить ряды распределения для дискретных случайных величин $Y=[X - M(X)]$ и $Z=[X - M(X)]^2$;
- 3) Показать, что $M(Y)=0$. Сравнить с соответствующим свойством.
- 4) Вычислить $M(Z)$. Как иначе можно назвать найденную величину?
8. Случайная величина X принимает значения $-1, 0, 1$. Известно, что $M(X)=0,1$, а $M(X^2)=0,9$. Найти вероятности, с которыми данная случайная величина принимает свои значения.
9. Закон распределения случайной величины X имеет вид:

X	3	4	6	7
p	0,2	0,1	0,4	p_4

- 1) Найти величину p_4 ;
 - 2) вычислить дисперсию X ;
 - 3) проверить свойства дисперсии $D(CX)=C^2D(X)$ и $D(X-C)=D(X)$ при $C=1/3$;
 - 4) вычислить среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации случайной величины X ;
 - 5) построить полигон распределения величины X и отметить на графике $M(X)$ и $\sigma(X)$.
10. Дисперсия каждой из 9 попарно независимых случайных величин равна 36. Найти дисперсию среднего арифметического этих величин.
 11. Найти дисперсию случайной величины X – числа появления события A в двух независимых испытаниях, если вероятность появления события A в этих испытаниях одинакова и известно, что $M(X)=0,9$.
 12. Среди сто долларовых купюр 1% фальшивых, сделанных, однако, довольно искусно, так, что работник обменного пункта десятую часть их принимает за настоящие. В день принимается примерно 300 сто долларовых купюр. Требуется:
1) составить закон распределения фальшивых купюр; 2) определить вероятность того, что будет хотя бы одна фальшивка; найти за сколько дней работы оправдает себя определитель фальшивых купюр, стоящий 90 долларов?

Контрольные вопросы.

1. Определение случайной величины, виды случайной величины. Примеры.
2. Закон распределения случайной величины, способы его задания
3. Биномиальный закон распределения. Распределение Пуассона.
4. Числовые характеристики дискретной случайной величины (математическое ожидание, мода, медиана, дисперсия, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации) и их свойства.

Практическое занятие №7.

Контрольная работа №2 по теме «Дискретная случайная величина»

Практическое занятие № 8.

**Тема: НСВ: интегральная и дифференциальная функции распределения.
Числовые характеристики НСВ.**

1. Фронтальный опрос теоретического материала по контрольным вопросам;
2. Решение задач.
3. Подведение итогов.

Задания для практического занятия.

1. Составить интегральную функцию распределения случайной величины X . Построить график этой функции.

X	-5	4	6	9
p	0,2	0,1	0,3	0,4

2. Случайная величина X задана интегральной функцией распределения:

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x < 3; \\ 0,2 & \text{при } 3 \leq x < 4; \\ 0,3 & \text{при } 4 \leq x < 7; \\ 0,7 & \text{при } 7 \leq x < 10; \\ 1 & \text{при } x \geq 10. \end{cases}$$

Составить закон распределения, записать его в виде таблицы.

3. Устройство состоит из двух независимо работающих элементов. Вероятность отказа каждого из элементов равна 0,2. Составить ряд распределения числа отказавших элементов в одном опыте. Найти интегральную функцию распределения и построить её график.
4. Интегральная функция распределения случайной величины X имеет вид:

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x < 0; \\ x^2 & \text{при } 0 \leq x \leq 1; \\ 1 & \text{при } x > 1. \end{cases}$$

Требуется: 1) найти функцию плотности $f(x)$;

2) построить графики $f(x)$ и $F(x)$;

3) найти $M(X)$ и $D(X)$;

4) вычислить $P(0,5 < X < M(X))$.

5. Найти параметры A и B и вероятность попадания случайной величины X в интервал $(-1; 1)$, если функция распределения имеет вид $F(x) = A + B \arctg x$.
6. Функция распределения вероятности случайной величины X имеет вид:

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x < 3; \\ 1 - \frac{3}{x} & \text{при } x \geq 3. \end{cases}$$

Найти плотность вероятности и вероятность нахождения этой случайной величины в интервале $(5; 10)$.

7. Дана интегральная функция распределения:

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq 0; \\ 0,5(x^2 + x) & \text{при } 0 < x \leq 1; \\ 1 & \text{при } x > 1. \end{cases}$$

Требуется: 1) записать функцию плотности $f(x)$;

2) построить графики $f(x)$ и $F(x)$; 3) найти числовые характеристики;

4) вычислить вероятность того, что X попадёт в интервал $(1/2; 2)$.

8. Дана дифференциальная функция распределения:

$$f(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x < 1; \\ A(x-1) & \text{при } 1 \leq x \leq 4; \\ 0 & \text{при } x > 4. \end{cases}$$

Определить: 1) параметр A ; 2) интегральную функцию распределения.

9. Случайная величина X подчинена закону распределения со следующей плотностью:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{a}{\sqrt{a^2 - x^2}} & \text{при } |x| < a; \\ 0 & \text{при } |x| \geq a. \end{cases}$$

Найти неизвестный параметр a и вероятность того, что случайная величина X заключена в интервале $(a/2; a)$. Построить график функции плотности вероятности.

10. Дана дифференциальная функция непрерывной случайной величины:

$$f(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x < 0; \\ \sin x & \text{при } 0 \leq x < \frac{\pi}{2}; \\ 0 & \text{при } x \geq \frac{\pi}{2}. \end{cases}$$

Найти:

1) интегральную функцию распределения $F(x)$; 2) числовые характеристики; 3) построить графики функций $f(x)$, $F(x)$.

11. Дискретная случайная величина задана рядом распределения:

X	-3	-1	0	1	2	6
p	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,1

Составить интегральную функцию распределения, построить её график. Найти начальные и центральные моменты первого, второго и третьего порядков.

Практическое занятие № 9.

Тема: Нормальное распределение. Закон больших чисел.

1. Фронтальный опрос теоретического материала по контрольным вопросам;
2. Решение задач по теме.
4. Подведение итогов.

Задания для практического занятия.

1. Расходы на рекламу для фирм, производящих бытовую технику (в процентах к общим расходам фирм), подчинены нормальному закону со средним значением 2,5% и дисперсией 0,09%. Для данной случайной величины требуется:
 - 1) Записать дифференциальную $f(x)$ и интегральную $F(x)$ функции распределения;
 - 2) Найти значения $f(x)$ и $F(x)$ в точке $x_1 = 3$.

- 3) Построить график плотности вероятности и заштриховать на нем площадь, равную вероятности того, что расходы на рекламу составили от 1 до 4%.
2. Даны две независимые случайные величины X и Y . Причем плотность вероятности случайной величины X имеет вид:
$$f(x) = \frac{1}{4\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-50)^2}{32}}.$$

Математическое ожидание и дисперсия случайной величины Y соответственно равны 30 и 0,25. Найти $M(2X+Y)$ и $D(Y - X/3)$.

3. Средний процент выполнения плана некоторым предприятием составляет 106%, а среднее квадратическое отклонение равно 9%. Полагая, что выполнение плана этой группой предприятий подчиняется нормальному закону распределения, определить процент предприятий: а) не выполняющих план; б) выполняющих план от 110 до 150%.
4. Затаривание мешков с сахаром производится без систематических ошибок. Случайные ошибки подчинены нормальному закону со средним квадратическим отклонением в 200 грамм. Найти вероятность того, что затаривание будет проведено с ошибкой, не превосходящей по абсолютной величине 100 грамм.
5. Вероятность того, что нормально распределенная случайная величина отличается от своего математического ожидания по абсолютной величине не меньше, чем на 0,8, равна 0,8966. Найти среднее квадратическое этой случайной величины.
6. Средняя величина погрешности в результате округления по отдельным статьям годового баланса равна 30 коп, а среднее квадратическое отклонение – 5 коп. Считая величину погрешности нормально распределенной величиной, найти вероятность того, что: 1) погрешность по наугад выбранной статье баланса попадет в интервал от 25 до 37 коп; 2) погрешность будет не менее 25 коп; 3) погрешность не превысит 36 коп; 4) найти величину, которую не превзойдет величина наугад взятой статьи баланса с вероятностью 0,9505.
7. Вес зерна (в миллиграммах) определенного злака имеет нормальное распределение с параметрами $a = 100$ и $\sigma = 1$. Найти доверительный интервал, в котором с вероятностью 0,9545 будет заключен вес зерна.
8. Количество воды, необходимое предприятию в течение суток для технических нужд является случайной величиной с математическим ожиданием, равным 125 м³. Оценить вероятность того, что в ближайшие сутки расход воды на предприятии превысит 500 м³.
9. Средний расход электроэнергии частным сектором некоторого населенного пункта составляет 400 кВт-час. Оценить вероятность того, что в ближайшие сутки расход электроэнергии в этом пункте не превзойдет 10000 кВт-час.
10. Вероятность опоздания пассажира на поезд равна 0,007. Оценить вероятность того, что из 20000 пассажиров окажется от 100 до 180 опоздавших.
11. Вероятность изготовления деталей с дефектами равна 0,8. Почему нельзя применить неравенство Чебышева для оценки вероятности того, что доля дефектных деталей из 4000 изготовленных будет заключена в границах от 0,78 до 0,83? Решить задачу при соответствующем изменении правой границы.
12. Определить количество деталей, необходимое для того, чтобы вероятностью, не меньшей 0,98 можно было ожидать, что абсолютная величина отклонения годных деталей от вероятности детали быть годной, равной 0,95, не превысит 0,05.

13. Принимая вероятность попадания в цель при выстреле равной 0,4; оценить вероятность того, что при 120 выстрелах окажется не более 80 попаданий. Найти приближенное значение этой вероятности с помощью интегральной теоремы Лапласа.
14. Дисперсия каждой из 2500 независимых случайных величин не превышает пяти. Оценить вероятность того, что абсолютная величина отклонения средней арифметической этих случайных величин от средней арифметической их математических ожиданий не превысит 0,4.

Контрольные вопросы.

1. Нормально распределенная случайная величина, ее дифференциальная и интегральная функции распределения. Вероятностный смысл параметров нормального распределения.
2. Связь плотности распределения и интегральной функции распределения общего и стандартного нормальных распределений.
3. Кривая нормального распределения, влияние на ее форму параметров a и σ .
4. Вероятность попадания нормально распределенной случайной величины в заданный интервал. Вероятность отклонения нормально распределенной случайной величины от центра рассеивания (математического ожидания). Правило «трех сигм».
5. Сущность закона больших чисел и сходимости по вероятности.
6. Неравенства Чебышева и Маркова.
7. Теорема Чебышева, её практическое применение.
8. Теорема Бернулли.
9. Теорема Пуассона.
10. Центральная предельная теорема (теорема Ляпунова), применение к выборочному методу.

Практическое занятие 10.

Тема: Выборка и ее представление. Числовые характеристики вариационного ряда.

1. Опрос теоретического материала в форме терминологического математического диктанта;
2. Решение задач.
3. Подведение итогов.

Задания для практического занятия.

1. Выборка задана в виде распределения частот:

x_i	4	7	8	12
m_i	5	2	3	10

Найти распределение относительных частот.

2. Наблюдается число выигрышей в мгновенной лотерее. В результате наблюдения получены следующие значения выигрышей (тыс. руб.):

0,1, 0, 0, 5, 0, 10, 0, 1, 0, 0, 1, 5, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 5, 0, 5, 0, 0, 1, 1, 1, 5, 10, 0, 1, 1, 0, 5, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 5, 0, 0, 0, 0, 1, 0.

Составить вариационный ряд случайной величины X – выигрыша в мгновенной лотерее.

3. Имеются следующие данные (среднегодовая численность работающих) по отдельным предприятиям за отчетный период:
655, 815, 925, 810, 820, 795, 840, 445, 932, 1200, 1140, 1290, 1050, 1225, 1140, 1521, 1460, 1600, 955, 562, 485, 515, 622, 400, 750, 1650.

Построить по этим данным интервальный вариационный ряд с равными интервалами, взяв за первый интервал 400 – 500, а за второй 500 – 600 и т.д.

4. Найти эмпирическую функцию распределения по следующему вариационному ряду:

x_i	1	3	7	9	12
m_i	2	10	4	24	10

5. Найти эмпирическую функцию распределения по следующему интервальному вариационному ряду:

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$x_i < X \leq x_{i+1}$	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18
m_i	6	4	2	18	29	11	10	17	3

6. Дано распределение случайной величины X – числа сделок на фондовой бирже за квартал; $n=400$ (инвесторов):

x_i	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
m_i	146	97	73	34	23	10	6	3	4	2	2

Требуется построить:

1) полигон; 2) кумуляту; 3) эмпирическую функцию распределения.

7. Дано распределение признака X – удоя коров на молочной ферме за лактационный период (в ц); $n=100$ (коров):

x_i	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24	24-26
m_i	1	3	6	11	15	20	14	12	10	6	2

Требуется построить: 1) гистограмму; 2) кумуляту; 3) эмпирическую функцию распределения.

8. Из генеральной совокупности извлечена выборка объема $n=50$:

Варианта x_i	2	5	7	10
частота m_i	16	12	8	14

Найти: 1. несмещенную оценку: а) генеральной средней; б) генеральной дисперсии; 2. моду; 3. медиану.

9. Найти выборочную среднюю по данному распределению выборки (методом условных вариантов):

x_i	3250	3270	3280
m_i	2	5	3

10. По выборке объема $n=81$ найдена смещенная оценка $D_g = 6$ генеральной совокупности. Найти несмещенную оценку дисперсии генеральной совокупности.

11. Учет удоев на ферме в июне месяце дал следующее распределение:

Удой молока (в литрах)	5-7	7-9	9-11	11-13	13-15	15-17	17-19
Число коров	5	8	15	32	97	10	3

Определить средний удой в день, выборочную дисперсию и среднее квадратическое отклонение. Найти моду и медиану (графически и аналитически).

12. Выборочное обследование 100 промышленных предприятий РФ по среднегодовой численности рабочих приведено в таблице:

Предприятия со среднегодовой численностью рабочих	Число предприятий
до 100	35
100-200	19
200-500	22
500-1000	11
1000-3000	7
3000-10000	3
более 10000	m_7

1. Найти величину m_7 . 2. Определить несмещенную оценку: а) генеральной средней; б) генеральной дисперсии.

Практическое занятие 11.

Тема: Интервальные оценки числовых характеристик генеральной совокупности.

1. Фронтальный опрос теоретического материала
2. Решение задач.
3. Подведение итогов.

Задания для практического занятия.

1. Коммерческий банк, изучая возможности предоставления долгосрочных кредитов населению, опрашивает своих клиентов для определения среднего размера такого кредита. Опрошены случайно выбранные 1000 клиентов. Среднее значение необходимого кредита в выборке составило 6750 у.е. со стандартным отклонением 1460 у.е. Найти границы доверительного интервала с надёжностью 0,95, для оценки неизвестного среднего значения кредита в генеральной совокупности.
2. На овцеводческой ферме из стада произведена выборка 36 овец для взвешивания. Их средний вес оказался равным 50 кг. Предположив распределение веса нормальным и определив несмещённую оценку выборочной дисперсии $S^2=16$, найти доверительный интервал для оценки среднего веса во всём стаде с надёжностью: а) 0,8; б) 0,9; в) 0,95. Сделайте выводы о зависимости величины интервала и надёжности оценки.
3. В течение года владельцем автостоянки было проведено 40 проверок. По данным проверок среднее число автомобилей, оставляемых на ночь на охрану, составило 400 единиц, а среднее квадратическое (стандартное) отклонение их числа 10 автомобилей. С вероятностью 0,99 оцените с помощью доверительного интервала истинное среднее число автомобилей, оставляемых на ночь на охрану. Обоснованы ли опасения владельца автостоянки, если по отчётности охранников среднее число автомобилей, оставляемых на ночь на охрану, составляет 395?
4. Среднее квадратическое отклонение нормально распределённой случайной величины X равно $\sigma(X) = 1,5$, выборочная средняя $\bar{X}_n = 12$, объём выборки $n=49$. Найдите доверительные интервалы для математического ожидания $M(X)$ с заданной доверительной вероятностью γ , установите, как изменяется величина

интервала в зависимости от величины надёжности: а) $\gamma = 0,95$; б) $\gamma = 0,99$; в) $\gamma = 0,995$.

5. Установите влияние объёма выборки на величину доверительного интервала для неизвестного математического ожидания нормально распределённой случайной величины X , если $\sigma(X) = 6$; $\bar{X}_n = 20,1$; $\gamma = 0,95$: а) $n=64$; б) $n=36$; в) $n=144$.
6. Служба контроля энергосбыта провела выборочную проверку расхода электроэнергии жителями одного из многоквартирных домов. Было отобрано 10 квартир и определён расход электроэнергии в течение одного из летних месяцев (квт.ч) 125, 78, 102, 140, 90, 45, 50, 125, 115, 112. С вероятностью 0,95 определите доверительный интервал для оценки среднего расхода электроэнергии на одну квартиру во всём доме.
7. Для определения потерь зерна в поле во время уборки урожая было взято 100 случайно отобранных проб. Выборочная средняя величина потерь составила $12,3г/м^2$, среднее квадратическое отклонение составило $3,7г/м^2$. С какой вероятностью можно утверждать, что ошибка в определении величины потерь зерна не превосходит $1г$ на кв. метр?
8. Сколько дворов сельских жителей нужно обследовать в порядке случайного отбора из генеральной совокупности, чтобы определить среднюю урожайность картофеля с точностью до $5 ц/га$, с вероятностью 0,9973, если $\sigma = 20ц/га$.
9. Выборочное исследование деятельности коммерческих банков некоторого региона показало, что в среднем каждый банк имеет 10 филиалов в регионе (со стандартным отклонением, равным 5). Найдите объём выборки, позволившей сделать такую оценку, если предельная ошибка выборочной средней находится в пределах 20% от её фактического значения, а доверительная вероятность составляет 0,95.
10. Для определения средней урожайности овса взято наудачу 20 проб по $1м^2$ и определены $\sigma_n = 0,052 кг$; $\bar{X}_n = 0,125 кг$. Найти в каких границах заключена средняя урожайность с $1м^2$ по всему полю, если вывод следует сделать с надёжностью 0,9.
11. Для изучения размера средней месячной зарплаты занятого населения региона произведена случайная выборка. Каким должен быть объём выборки, чтобы с доверительной вероятностью 0,997 можно было утверждать, что средняя месячная зарплата в выборке отличается от средней месячной зарплаты во всём регионе по абсолютной величине не более, чем на 25%, если средняя месячная заработная плата составляет 6200 рублей со средним квадратическим отклонением 3000 рублей.
12. Производится выборочное обследование доли лиц с высшим образованием в данной местности. Сколько нужно обследовать лиц, чтобы полученный результат гарантировать с вероятностью 0,95, при допустимой ошибке в определяемой доле 0,01. Решить эту же задачу, если ориентировочно известно, что процент лиц с высшим образованием равен примерно 4%.
13. Выборка объёмом 500 единиц произведена для определения процента всхожести зерна. По выборке установлена относительная частота доброкачественных зёрен 0,94. Найти с какой вероятностью можно принять в этом случае искомый процент всхожести, если допустимая погрешность в его определении равна $\pm 2\%$.

14. По результатам социологического обследования, при опросе 1500 респондентов рейтинг президента составил 30%. 1). Найти границы, в которых с надёжностью 0,95 заключён рейтинг президента (при опросе всех жителей страны). 2). Сколько респондентов надо опросить, чтобы с надёжностью 0,99 гарантировать предельную ошибку социологического обследования не более 1%. 3). Тот же вопрос, если ни каких данных о рейтинге президента нет.

Практическое занятие № 12.

Тема: Статистические гипотезы. Проверка статистических гипотез.

1. Письменный опрос (математический диктант) теоретического материала по контрольным вопросам;
2. Решение задач по теме.
3. Подведение итогов.

Задания для практического занятия.

1. Для нормальной генеральной совокупности с известным средним квадратическим отклонением $\sigma = 6,24$ извлечена выборка объема $n=100$ и по ней найдена выборочная средняя $\bar{x}=68,21$. Требуется при уровне значимости $\alpha = 0,01$ проверить основную гипотезу $H_0 : a = 67$ при альтернативной $H_1 : a \neq 67$.
2. По выборке объема $n = 9$, извлеченной из нормальной генеральной совокупности найдены выборочная средняя $\bar{x} = 126,5$ и «исправленная» дисперсия $S^2 = 2,25$. При уровне значимости $\alpha = 0,05$ проверить основную гипотезу $H_0 : a = 125,5$ при альтернативной гипотезе $H_1 : a \neq 125,5$.
3. Фирма-поставщик в рекламном буклете утверждает, что средний срок безотказной работы предлагаемого изделия – 2900 ч. Для выборки из 50 изделий средний срок безотказной работы оказался равным 2720 ч при «исправленном» среднем квадратичном отклонении 700 ч. При 5%-м уровне значимости проверить гипотезу о том, что значение 2900 ч является математическим ожиданием.
4. По результатам 10 замеров установлено, что среднее время обслуживания мастером клиента $\bar{x} = 15$ мин. Предполагая, что время обслуживания клиента – нормально распределенная случайная величина с дисперсией $\sigma_x^2 = 9$ мин², при уровне значимости $\sigma = 0,05$ установить, можно ли принять в качестве норматива (математического ожидания) для обслуживания одного клиента: а) 21 мин; б) 16 мин.
5. В таблице приведена динамика среднесуточных привесов крупного рогатого скота (в граммах) в период 2000-2004 гг. (на начало года) в сельскохозяйственных организациях Приморского края:

Год	2000	2001	2002	2003	2004
Среднесуточный привес КРС (граммов)	168	113	265	269	274

В средствах массовой информации было заявлено, что средний привес КРС в период 2000-2010 гг. составит 220 граммов.

- 1) На основе имеющейся информации при уровне значимости $\alpha = 0,01$ проверьте истинность этого утверждения. Изменится ли полученный в пункте 1 вывод, если уровень значимости принять 0,05. Объясните результаты.
6. Из нормальной генеральной совокупности с известным средним квадратическим отклонением $\sigma = 3,21$ извлечена выборка объема $n = 121$ и по ней найдена выборочная средняя $\bar{x} = 32,5$. Проверить (при уровне значимости $\alpha = 0,05$) основную гипотезу $H_0 : a = 33$ при альтернативной $H_1 : a \neq 33$.
7. По выборке объема $n = 16$, извлеченной из нормальной генеральной совокупности, найдены выборочная средняя $\bar{x} = 91,43$ и «исправленное» среднее квадратическое отклонение $S = 1,26$. При уровне значимости $\alpha = 0,01$ проверить основную гипотезу $H_0 : a = 90$ при альтернативной гипотезе $H_1 : a \neq 90$.
8. Поставщик удобрений утверждает, что применение новой партии удобрений обеспечивает урожайность пшеницы в 60 ц/га. Удобрения внесли на площади в 37 га и получили урожай 55 ц/га при «исправленном» среднем квадратичном отклонении 3 ц/га. При 5 %-м уровне значимости оценить справедливость утверждения поставщика.
9. В таблице приведена динамика наличия техники в сельскохозяйственных организациях Приморского края:

Год	2000	2001	2002	2003	2004
Тракторы (без тракторов, на которых смонтированы землеройные, мелиоративные и другие машины)	31	23	25	36	33
Комбайны зерноуборочные	6	5	5	7	7
Комбайны кормоуборочные	4	2	2	2	2

При уровне значимости $\alpha = 0,01$ проверить истинность следующих утверждений: 1) среднее число тракторов в сельхозпредприятиях Приморского края за последние десять лет равно 34 единицам; 2) комбайнов (зерноуборочных и кормоуборочных) 6 единиц.

10. Построить экспериментальную и теоретическую кривые распределения плотности вероятности результатов испытаний образцов из бетона и определить близость распределения к нормальному с помощью χ^2 критерия.

Значения параметров по интервалам прочности, МПа	Число значений прочности в области каждого интервала m_i
12,1-14	1
14,1-16	16
16,1-18	26
18,1-20	41
20,1-22	41
22,1-24	36
24,1-26	13
26,1-28	5
28,1-30	1

Контрольные вопросы.

1. Понятие и виды статистических гипотез.
2. Виды ошибок, возникающие при проверке гипотез.

3. Уровень значимости; мощность критерия.
4. Понятие статистического критерия, наблюдаемое значение критерия.
5. Допустимая и критическая области, критическая точка.
6. Общий вид алгоритма проверки статистических гипотез.
7. Методика проверки гипотезы о равенстве среднего числовому значению при: а) известной дисперсии генеральной совокупности; б) неизвестной дисперсии генеральной совокупности.

Практическое занятие № 13.

Тема: Элементы дисперсионного анализа. Однофакторный комплекс.

1. Письменный опрос (математический диктант) теоретического материала по контрольным вопросам;
2. Решение задач по теме.
3. Подведение итогов.

Задания для практического занятия.

1. Изучали массу плода (г) у сорта сливы домашней Тульская Черная, произрастающей на 4-х разных садовых участках:

Участок 1: 30;36; 31; 30; 34; 32; 34; 32; 33; 32; 35; 32; 31; 33; 33; 35; 31; 33; 32; 33;

Участок 2: 31; 32;30; 34; 32; 31; 30; 31; 30; 31; 30; 32; 31; 32; 30; 31; 33; 32; 32; 33;

Участок 3: 30; 29; 30; 31; 30; 30; 30; 31; 31; 31; 30; 31; 29; 32; 31; 31; 30; 31; 31; 31;

Участок 4: 30; 31; 29; 30; 29; 30; 29; 31; 29; 30; 30; 30; 31; 30; 30; 30; 31; 30; 31; 30

Влияет ли место выращивания (участок) на изменчивость массы плода?

2. У смородины красной сорта Голландская белая 4 раза в сутки определяли содержание каротиноидов в листьях:

Часы суток	Содержание каротиноидов									
18	1,42	1,30	1,68	1,59	1,49	1,62	1,36	1,26	1,58	1,66
24	1,45	1,38	1,49	1,71	1,54	1,57	1,34	1,32	1,66	1,39
6	1,48	1,42	1,58	1,67	1,50	1,80	1,35	1,36	1,67	1,49
12	1,43	1,38	1,47	1,33	1,22	1,35	1,10	1,08	1,34	1,11

Влияет ли время суток на содержание каротиноидов в листьях красной смородины?

3. Получены следующие данные о содержании хлорофилла (мг/дм²) в листьях винограда сорт Алиготе в разное время суток:

Часы суток	Содержание хлорофилла			
15	3,06	2,88	2,83	2,41
18	3,20	2,97	2,50	3,03
21	1,82	1,73	1,33	2,25
24	1,67	1,26	1,52	1,36
6	2,76	1,26	1,46	1,32
9	2,78	2,70	2,49	1,66
12	2,41	3,22	1,90	2,00

Влияет ли время суток на содержание хлорофилла?

4. Изучали число семян в плодах сеянцев груши в зависимости от скороспелости (числа дней от окончания цветения до съема плодов):

Скороспелость	Среднее число семян в плодах									
145	3,8	2,9	3,3	3,6	3,8	3,7	4,8	5,1	3,4	3,3

146	3,7	2,9	3,3	3,6	3,9	3,7	4,7	5,0	3,4	3,2
147	3,9	4,1	4,4	5,0	3,0	2,9	4,0	3,2	4,2	4,3
148	4,0	5,2	4,3	2,9	4,1	3,9	3,2	3,9	4,1	4,0
149	4,0	5,3	4,2	3,0	4,0	3,9	4,2	3,3	4,0	4,1
150	4,1	4,3	5,4	3,1	4,0	4,0	4,3	3,9	4,0	4,1
151	4,3	4.23	5,5	4,2	4,1	4,1	4,4	3,5	4,1	3,6
152	4,3	3,6	4,4	5,5	4,0	4,1	4,5	4,1	4,2	4,3
153	4,4	4,7	3,9	4,6	5,7	4,3	4,8	4,9	4,7	4,7

Влияет ли скороспелость на число нормально развитых семян в плодах груши?

5. Определяли концентрацию кальция в 3 листах на 4 растениях турнепса по 2 определениям на каждый лист. Получены следующие данные (в % к сухому веществу):

Растение	Лист	Определения	
1	1	3,28	3,09
	2	3,52	3,48
	3	2,88	2,80
2	1	2,46	2,44
	2	1,87	1,92
	3	2,19	2,19
3	1	2,77	2,66
	2	3,74	3,44
	3	2,55	2,55
4	1	3,78	3,87
	2	4,07	4,12
	3	3,31	3,31

Примените дисперсионный анализ для установления роли индивидуальности растений и различий между листьями в изменчивости содержания кальция.

6. Изучали количество личинок листогрызущих насекомых (шт.) в разные сезоны года на плодовых деревьях, произрастающих на 2-х садовых участках:

	Участок 1						Участок 2					
Ноябрь 2002	7	19	18	9	1	15	25	16	10	9	28	14
Март 2003	29	114	24	37	49	64	35	22	18	45	29	27
Июнь 2003	124	63	83	51	81	106	20	26	38	44	127	52
Сентябрь 2003	72	100	67	87	68	9	40	263	189	45	100	115

Оцените влияние на количество личинок насекомых сезона года (фактор А) и место сбора (фактор В).

Контрольные вопросы.

1. Дайте определение однофакторного дисперсионного анализа с фиксированными эффектами.
2. Как представляются данные для однофакторного дисперсионного анализа?
3. Сформулируйте гипотезу для дисперсионного анализа.
4. Запишите таблицу анализа дисперсий и объясните смысл входящих в нее величин.

5. Как с помощью таблицы дисперсий проверить гипотезу о равенстве всех средних значений столбцов исходной таблицы данных?
6. Как с помощью линейных контрастов проверить гипотезу о различии двух средних значений столбцов исходной таблицы данных?
7. Приведите примеры применения дисперсионного анализа.

Практическое занятие № 14-15.

Тема: Элементы корреляционного анализа.

1. Письменный опрос (математический диктант) теоретического материала по контрольным вопросам;
2. Решение задач по теме.
3. Подведение итогов.

Задания для практического занятия.

1. Для предсказания уровня инфляции в краткосрочном периоде используется зависимость по А.Филлипсу: $y_i = a_0 + a_1 x_i + \epsilon_i$, где x_i – уровень безработицы в период i (в %); y_i – темп роста инфляции в период i (в %); (a_0, a_1, ϵ) – неизвестные параметры.

Период (i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
x_i	5,0	4,2	4,4	3,8	4,4	5,2	6,0	6,5	5,9	4,0
y_i	2,0	3,0	3,2	4,0	3,6	2,1	1,7	1,2	1,8	2,4

Требуется:

- а) По диаграмме рассеяния проверить, правильно ли определен вид зависимости.
 - б) По методу наименьших квадратов найти оценки параметров a_0, a_1 и дисперсию σ_{ϵ}^2 .
 - в) Определить, при каком уровне безработицы можно ожидать отсутствие роста инфляции:
 - г) Определить, как изменится инфляция при снижении уровня безработицы на 1%, 2%?
2. Выборка содержит 10 студентов, изучавших сначала математику, а затем статистику. В выборку включались студенты, прошедшие один и тот же курс по одним и тем же учебникам у одного и того же преподавателя. Каждый студент получил две оценки (в баллах), X – оценка по математике, Y – оценка по статистике.

Определить, существует ли связь между X и Y . Если существует, то можно ли по оценкам по математике прогнозировать оценки по статистике?

Выборка приведена в таблице:

X	68	54	90	64	61	51	79	51	83	48
Y	55	38	95	63	58	40	74	32	84	45

Указания. а) Нарисуйте диаграмму рассеяния и определите, существует ли линейная зависимость между X и Y ? б) если зависимость существует, то найдите оценки параметров a_0 и a_1 по методу наименьших квадратов, если

$$\sum_{i=1}^{10} x_i = 649, \quad \sum_{i=1}^{10} y_i = 584, \quad \sum_{i=1}^{10} x_i^2 = 44093, \quad \sum_{i=1}^{10} x_i y_i = 40562.$$

в) Определите по полученной модели $\hat{y}_i = \hat{a}_0 + \hat{a}_1 x_i$ оценку по статистике, если по математике студент получил 80 баллов.

3. Вычислить коэффициенты уравнения регрессии. Определить выборочный коэффициент корреляции между числом годичных слоев в 1 см и процентом поздней древесины маньчжурского ясеня.

Число годичных слоев	Поздняя древесина, %
6	60
7	65
12	40
14	35
5	55
9	60
11	40
15	45
4	55
8	50
10	45

4. Длина девятого (x) и пятнадцатого (y) листа, начиная с основания побега, у черешни сорта «Валерий Чкалов» была следующей (см):

x	10,7	10,8	10,6	10,7	10,1	11,2	11,4	12,1	12,3	12,0	12,3	12,7	12,9
y	11,2	10,9	10,5	10,5	9,6	11,2	11,3	12,2	12,1	11,7	11,0	13,2	13,0

x	12,8	13,1	13,3	13,3	13,4	12,7	12,5	12,7	13,6	13,5	13,7	13,6	13,8
y	12,2	13,4	12,6	12,2	12,0	11,2	11,4	11,3	13,6	13,2	12,7	12,9	12,3

Постройте корреляционную решетку распределения этих признаков и вычислите коэффициент корреляции.

5. Изучали сопряженность варьирования числа семян (x, шт.) и диаметра сердечка (y, мм) у яблоки сорта Антоновка обыкновенная. В результате обследования 60 плодов получены следующие данные:

x	1	8	3	5	7	8	4	8	3	4	4	8	8	5	7
y	33	30	31	31	31	32	31	31	32	33	32	31	31	31	31

x	6	6	5	6	6	6	5	6	5	4	5	6	2	2	4
y	30	31	32	32	31	31	31	32	30	31	31	31	32	33	33

x	6	5	7	8	10	6	7	6	7	6	5	10	7	8	8
y	32	32	31	32	31	31	30	31	31	32	31	30	32	32	31

x	6	8	6	5	8	7	6	5	9	5	3	4	7	8	9
y	31	31	32	32	31	30	32	31	31	31	32	32	31	31	31

Постройте корреляционную решетку распределения этих признаков и вычислите коэффициент корреляции.

6. Между продуктивностью и урожайностью у сорта вишни «Апухтинская» получен коэффициент корреляции = 0,986. Каковы его доверительные границы при вероятности 0,95 (объем выборки 90)?
7. При объединении ряда данных о корреляции между длиной черешка и длиной листовой пластинки у персика коэффициент корреляции составил = 0,721 (объем выборки = 126). Каковы его доверительные границы при вероятности 99%?

8. Изучали длину (x) и ширину (y) листовой пластинки у абрикоса сорта Херсонский 26 (мм):

x	66	61	67	73	51	59	48	47	58	44	41	54	52	47	51	45
y	38	31	36	43	29	33	28	25	36	26	21	30	28	27	28	26

Определите коэффициент корреляции, оцените его достоверность и установите доверительные границы при $P=0,95$

9. Для установления связи между типом желёзок на черешках и баллом поражения мучнистой росой персика были изучены 1319 сортов. Частоты по сочетанию градаций этих признаков были следующими:

Балл поражения мучнистой росой	Тип желёзок	
	почковидная	округлая
0-1	75	936
2-4	27	281

Какова корреляция между типом желёзок на черешках и баллом поражения мучнистой росой у персика?

10. Однолетние сеянцы яблони оценивали по длине междоузлий, на основании чего среди них выделяли три группы: 1) с короткими междоузлиями; 2) со средней длиной междоузлий; 3) с длинными междоузлиями. Затем пятилетние сеянцы оценивали по высоте деревьев: низкорослые, среднерослые и сильнорослые. В результате получены следующие данные о распределении сеянцев по длине междоузлий и высоте дерева:

Длина междоузлий у однолетних сеянцев	Высота пятилетних деревьев		
	низкорослые	среднерослые	сильнорослые
Короткие	16	52	21
Средние	15	485	325
Длинные	28	190	374

Есть ли связь между длиной междоузлий и силой роста дерева?

11. У 20 плодов яблони сорта Айдаред были измерены масса плода «x» (г) и диаметр плода «y» (мм). Составьте корреляционную решетку. Вычислите коэффициент корреляции и его ошибку. Постройте две эмпирические линии регрессии. Вычислите оба коэффициента регрессии.

X	165	176	175	168	167	172	175	180	179	173
Y	56	75	70	61	61	63	72	80	76	68
X	166	178	169	169	170	176	180	169	177	176
Y	58	76	60	64	63	71	78	63	75	71

12. Измерены длина побега «x» (мм) и длина 8 листа на побеге «y» (мм) у 10 деревьев черешни сорта Французская Черная:

x	385	460	430	430	405	440	380	350	405	540
y	69	90	73	100	84	74	89	86	85	83

Постройте эмпирическую и теоретическую линии регрессии «y» по «x». Вычислите коэффициент регрессии.

13. Фактическая урожайность тыквенных культур (в ц/га) в хозяйстве по годам была следующей:

Годы	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Урожайность	7,8	7,7	8,5	10,0	8,4	11,3	10,5

Постройте эмпирическую и теоретическую линии изменений урожайности по годам. Составьте уравнение регрессии.

14. У 10 семян персика были измерены масса плода «х» (г) и диаметр плода «у» (мм):

X	91	86	94	95	104	92	98	84	96	99
Y	42	23	40	53	67	45	59	32	45	48

Постройте эмпирические и теоретические линии регрессии, вычислите коэффициенты регрессии и оцените их достоверность.

15. Были получены следующие данные о потреблении кислорода «у» (г на кг/час) у растений боярышника в зависимости от температуры воздуха «х» (градусы):

X	5,5	5,6	6,2	8,4	9,0	10,5	16,1
Y	16,1	14,9	18,8	32,5	32,1	37,1	88,5
X	16,6	17,1	18,8	19,8	20,0	20,7	26,5
Y	91,0	94,0	122,0	162,0	167,0	187,0	436,0

Постройте график, на который нанесите точками 14 пар значений x и y . Убедитесь, что они расположены не по прямой, а по кривой линии. После этого замените арифметические значения «у» их логарифмами и вновь постройте график, где на одной из осей нанесите $\log y$. Вычислите коэффициент регрессии $R_{\log y \cdot x}$ и составьте по этим данным уравнение регрессии $\log y$ по x .

Контрольные вопросы.

1. Дайте определение уравнения регрессии Y на X .
2. Как записывается формула простой линейной регрессии? Объясните элементы, входящие в формулу.
3. Определите по методу наименьших квадратов оценки параметров уравнения простой регрессии.
4. Какие гипотезы проверяются относительно параметров уравнения?
5. Как строятся доверительные интервалы для параметров?
6. Как строятся доверительные интервалы для индивидуального и среднего значений уравнения регрессии?
7. Как интерпретируется параметр a_1 в простой регрессии?
8. Как записывается формула для множественного уравнения регрессии?
9. Как строятся доверительные интервалы для параметров множественного уравнения регрессии?
10. Как проверяется адекватность регрессионной модели?
11. Для чего необходимо анализировать регрессионные отклонения (остатки)?
12. Запишите формулу для эластичности, объясните ее смысл.
13. Что понимается под нелинейной регрессией?

3. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Самостоятельная работа к теме 1

Относительная частота появления события. Классическое определение вероятности.

1. Для определения всхожести пшеницы посеяли две серии по 200 зерен. Получено соответственно 189 и 193 всходов. Какова относительная частота всхожести в каждой серии?
2. Из крупной партии яиц было отобрано наудачу 400 штук. Из них оказалось 50 негодных. Найти относительную частоту годных яиц (в %).
3. В урне 22 шара, различающихся только цветом (9 синих, 5 желтых, 8 белых). Что более вероятно: извлечение из урны желтого шара или появление трех очков при бросании игральной кости?
4. Результаты взвешивания четырёх клубней картофеля следующие: 93г, 80г, 131г, 200г. Какова вероятность, что наугад взятый клубень имеет вес не менее 100г.
5. Из города А в город В ведут 5 дорог, а из города В в город С – 3 дороги. Сколько путей, проходящих через В, ведут из А в С?
6. Из полного комплекта домино (28 шт.) выбирается наугад одна кость. Какова вероятность, что это будет 3 : 3? И какова вероятность, что следующую кость можно приставить к первой.
7. Четыре мальчика сидят на одной скамеечке. Какова вероятность, что в следующий раз они сядут в том же порядке, если любой порядок для них одинаково возможен.
8. В хозяйстве 7 комбайнов требуют ремонта, три из них зерноуборочные, четыре картофелеуборочные. Наугад выбирают два комбайна. Найти вероятность того, что: 1) все два комбайна зерноуборочные; 2) два картофелеуборочные.
9. Имеется материал 5-ти цветов. Каждый цвет пронумерован. Какова вероятность, что закройщик не помня номера цветов составит полотно флага России?
10. На пяти карточках написаны буквы Т, С, О, Р, П. Тщательно перемешав карточки, вынимают их одна за другой и кладут рядом в порядке поступления. Какова вероятность, что получится слово: а) «СПОРТ»; б) «СТО»?
11. В номере прибора три последние цифры неизвестны. Какова вероятность, что наугад записанный номер окажется верным, если известно, что: 1) эти цифры различны; 2) могут повторяться?
12. На первом курсе студенты слушают лекцию по восьми предметам. Первого сентября в расписании включаются четыре лекции по разным предметам. Какова вероятность того, что студент не знающий расписания, угадает все предметы, по которым будут прочитаны лекции 1 сентября?
- 13*. Группа туристов из 12 юношей и 7 девушек выбирает по жребию 5 человек для приготовления ужина. Найти вероятность следующих событий: а) все пять человек девушки; б) все пятеро – юношей; в) 1 юноша и 4 девушки; г) 3 юноши и 2 девушки.
- 14*. На каждой из восьми одинаковых карточек написаны числа: 2,4,6,7,8,11,12,13. Карточки тщательно перемешаны. Наудачу берутся карточки. Найти вероятность того, что образованная из двух выбранных чисел дробь сократима?

Действия над событиями. Формула полной вероятности. Формула Байеса.

1. В хозяйстве на каждые выращенные 100 арбузов – 30 арбузов с весом более 3,5 кг, 25 арбузов – от 3 до 3,2 кг, остальные менее 3 кг. Определить вероятность того, что вес наудачу выбранного арбуза свыше 3 кг.
2. Вероятность завести двигатель у трактора при первой попытке 0,35; при второй 0,4. Какова вероятность, что двигатель заведён.

3. В стаде животных из 24 голов одной породы, 4 животных не получили прививку. Наудачу последовательно, без возвращения отбирают трёх животных. Найти вероятность, что эти трое животных будут без прививок.
4. Покупатель приобрёл пылесос, полотёр, вентилятор. Вероятность того, что пылесос не выйдет из строя в течение гарантийного срока равна 0,95; для полотёра 0,9, для вентилятора 0,8. Найти вероятность того, что: 1) все приборы выдержат гарантийный срок; 2) ни один прибор не выдержит гарантийный срок; 3) хотя бы один прибор выдержит гарантийный срок; 4) только один прибор выдержит гарантийный срок. Какие из этих событий образуют полную группу.
5. Два стрелка стреляют по мишени, вероятность попадания первого стрелка 0,6, второго - 0,7. Какова вероятность того, что мишень будет поражена.

Повторные независимые испытания

1. Вероятность попадания в цель при одном выстреле равна 0,8. Найти вероятность того, что из пяти выстрелов попаданий будет: а) четыре; б) менее двух.
2. Прибор состоит из шести узлов. Вероятность безотказной работы для каждого узла равна 0,7. Найти вероятность того, что из шести узлов выйдут из строя: а) два; б) менее двух узлов.
3. Студенты высадили семь деревьев. Вероятность, что каждое дерево приживется, равна 0,6. Найти вероятность того, что из семи деревьев приживутся: а) пять; б) не менее шести деревьев.
4. В поле работает восемь тракторов. Вероятность бесперебойной работы каждого трактора за смену постоянна и равна 0,8. Найти вероятность того, что за смену из 8 тракторов поломаются: а) четыре; б) не более двух.
5. Всхожесть семян некоторой культуры составляет 90%. Найти вероятность того, что на опытном участке из шести посеянных семян взойдут: а) четыре; б) более четырех. Найти наивероятнейшее число взошедших семян.
6. Вероятность выигрыша в лотерее на 1 билет равна 0,6. Куплено 13 билетов. Найти вероятность того, что число выигрышных билетов окажется: а) ровно 3; б) не более 3. Найти наивероятнейшее число выигрышных билетов.
7. Вероятность попадания в цель при одном выстреле равна 0,7. Найти вероятность того, что из пяти выстрелов попаданий будет: а) четыре; б) менее двух. Найти наивероятнейшее число попаданий.
8. Из каждых 100 шкурок норки 25% высшего сорта. Проверяется на качество 8 шкурок. Какова вероятность, что: 1) 6 из них высшего сорта; 2) не менее четырех высшего сорта? Найти наивероятнейшее число шкурок высшего сорта из 8 отобранных.
9. Монета подброшена 7 раз. Найти вероятность того, что: 1) герб при этом появился 5 раз; 2) не менее 6 раз. Сколько раз необходимо подбросить монету, чтобы наивероятнейшее число выпадений герба было равно 10 раз?
10. Проводится игровая лотерея, в которой всего 100 билетов. Выигрывают билеты с номерами кратными 3, или 5. Найти вероятность того, что из взятых четырех билетов: 1) выиграют два; 2) хотя бы один выигрышный. Найти наивероятнейшее число выигрышных билетов среди четырех отобранных.
11. Вероятность появления бракованной детали равна 0,006. Найти вероятность того, что из 500 случайно отобранных деталей бракованных окажется: а) три; б) не более двух.

12. Книга издана тиражом 1000 экземпляров. Вероятность того, что в книге имеется дефект брошюровки, равна 0,002. Найти вероятность того, что тираж содержит неправильно сброшюрованных книг: а) ровно пять; б) не менее двух.
13. Система содержит 100 элементов. Вероятность, с которой может быть неисправный элемент системы равна 0,04. Определить вероятность того, что за определенный срок неисправны будут: а) четыре элемента; б) более одного элемента.
14. Известно, что на поле у 2% кустов картофеля, стебли поражены фитофторой. Найти вероятность того, что из 300 кустов картофеля фитофторой будут поражены: а) четыре куста; б) менее двух кустов.
15. Вероятность выживания бактерий после радиоактивного облучения равна 0,005. Найти вероятность того, что после облучения из 400 бактерий останется: а) пять бактерий; б) более двух бактерий.
16. Вероятность сбоя в работе телефонной станции при каждом вызове равна 0,04. Определить вероятность того, что среди 900 поступивших вызовов имеется: а) 8 сбоев; б) не более 4 сбоев?
17. Вероятность соблюдения расписания движения поездов на перегоне в течение недели равна 0,98. Найти вероятность того, что число нарушений графика движения поездов за 50 недель будет: а) ровно 2; б) больше двух?
18. Среди семян пшеницы 0,06% сорняков. Какова вероятность, что при отборе 1000 семян обнаружат: 1) три сорняка; 2) не менее трех?
19. При хранении посадочного материала среди семян пшеницы 0,1% заражаются вредителями. Определите вероятность того, что при выборке 500 семян: 1) окажется зараженными ровно пять; 2) хотя бы одно будет зараженное.
20. Телефонная станция обслуживает 800 абонентов. Вероятность того, что любой абонент не позвонит на телефонный компьютер в течение часа равна 0,99. Какова вероятность, что в течение часа позвонят: 1) 5 абонентов; 2) хотя бы один абонент?
21. На склад магазина поступают изделия, из которых 80% оказываются высшего сорта. Найти вероятность того, что из 100 взятых наудачу изделия высшего сорта окажется: а) ровно 85 ; б) не менее 75 и не более 85?
22. Принимая одинаково вероятным рождение мальчика и девочки, найти вероятность того, что среди 450 новорожденных будет: а) 230 мальчиков; б) не менее 230 и не более 400 мальчиков?
23. Приживаемость деревьев данной породы составляет 90 %. Найти вероятность того, что из 300 саженцев приживутся: а) 200 деревьев; б) от 200 до 270 деревьев?
24. В инкубаторе содержится 500 птенцов. Вероятность выживания каждого до трех дней равна 0,8. Какова вероятность, что этот срок выживут: 1) 300 птенцов; 2) от 400 до 450 птенцов?
25. Завод выпускает приборы, среди которых в среднем 90% без дефекта. Найти вероятность того, что в партии из 400 приборов дефектных окажется: а) 100 приборов; б) не более 50 и не более 100?
26. Вероятность того, что деталь не прошла проверку ОТК, равна 0,2. Найти вероятность того, что среди 400 деталей непроверенных окажется: а) 70 деталей; б) от 70 до 100 деталей?
27. В телятнике содержится 120 телят. Вероятность того, что каждый теленок к определенному сроку даст необходимый привес равна 0,6. Определить вероятность того, что привес дадут: 1) 100 телят; 2) от 70 до 80 телят.
28. Средний процент нарушений работы кинескопа телевизора в течение гарантийного срока 10%. Вычислить вероятность того, что из 40 телевизоров

гарантийный срок выдержат: а) 30 телевизоров; б) не менее 30 и не более 36 телевизоров?

29. Принимая одинаково вероятным рождение мальчика и девочки, найти вероятность того, что среди 470 новорожденных будет: а) 230 мальчиков; б) не менее 230 и не более 400 мальчиков?

30. Игральную кость бросают 700 раз. Какова вероятность того, что число очков, кратное трем, выпадет: а) ровно 274; б) не меньше 260 и не больше 274 раз?

Самостоятельная работа к теме 2

ИДЗ №1 «Случайные величины»

Задание 1

Задача 1

В хлопке содержится 10% коротких волокон. Случайным образом отобраны 6 волокон. Требуется:

- 1) найти законы распределения случайной величины X , равной числу коротких волокон в выборке;
- 2) построить многоугольник распределения;
- 3) найти вероятности событий: A – выборке не более двух коротких волокон; B – более трёх коротких волокон.

Задача 2

Доля зараженности зерна вредителями в скрытой форме составляет 0,0025. Для контроля берут выборку из 400 зерен.

- 1) Найдите закон распределения случайной величины X , равной числу зараженных зерен в выборке;
- 2) постройте многоугольник распределения;
- 3) найдите вероятности следующих событий: а) в выборке окажется не более четырёх заражённых зерен; б) не менее двух, но не более пяти заражённых зерен;
- 4) найти числовые характеристики случайной величины.

Задача 3

В некотором водоёме караси составляют 40% от всего количества рыбы. Рыбак поймал 7 рыбак.

- 1) Найдите закон распределения случайной величины Y -пойманных карасей;
- 2) постройте многоугольник распределения.
- 3) вычислить вероятность того, что среди выловленных рыбаком рыб окажется: а) более четырёх карасей; б) не менее 3 карасей; в) хотя бы один карась.
- 4) найдите числовые характеристики Y .

Задача 4

Автоматическая телефонная станция обслуживает 1000 телефонных точек. Вероятность того, что в течение 5 мин. на АТС поступит вызов из телефонной точки, равна 0,005. Требуется:

- 1) найти закон распределения случайной величины X равной числу вызовов, поступающих на АТС в течение 5 минут.
- 2) постройте многоугольник распределения.
- 3) найдите вероятности событий: а) в течение 5 минут на АТС поступит хотя бы один вызов; б) не более 3 вызовов.
- 4) найдите числовые характеристики случайной величины.

Задача 5

На пути движения автомобиля 6 светофоров, каждый из них разрешает или запрещает дальнейшее движение с вероятностью 0,5:

- 1) найти закон распределения случайной величины Y , равной числу светофоров, пройденных автомобилям до первой остановки.
- 2) постройте многоугольник распределения.
- 3) найдите вероятности событий: а) автомобиль прошёл до первой остановки не более 2 светофоров; б) не более 5 светофоров.
- 4) найдите числовые характеристики случайной величины.

Задача 6

Вероятность изготовления стандартной детали равна 0,93. Для контроля наудачу взято 100 деталей .

- 1) Найдите закон распределения случайной величины X , равной числу нестандартных в выборке;
- 2) постройте многоугольник распределения;
- 3) найдите вероятности следующих событий: A - в выборке менее 2 нестандартных деталей, B более 2 нестандартных деталей;
- 4) найдите числовые характеристики случайной величины X .

Задача 7

Дискретная случайная величина X - число мальчиков в семье с пятью детьми. Предполагая равновероятными рождения мальчика и девочки:

- 1) найдите закон распределения случайной величины X ;
- 2) найдите вероятности событий: A - в семье не менее 1, но не более 3 мальчиков, B - не более 2 мальчиков, C - хотя бы один мальчик;
- 3) постройте многоугольник распределения;
- 4) найдите числовые характеристики случайной величины X .

Задача 8

Завод отправил на базу 500 доброкачественных изделий. Вероятность повреждения каждого изделия в пути равна 0,002.

- 1) Найдите закон распределения случайной величины Y , равной числу поврежденных изделий;
- 2) постройте многоугольник распределения;
- 3) найдите вероятности следующих событий: а) повреждено не менее 3 изделий, б) подтверждено более 2 изделий, в) повреждено хотя бы одно изделие;
- 4) найдите числовые характеристики случайной величины Y .

Задача 9

Установлено, что в среднем на каждую сотню изготовленных приборов 25 штук имеют дефекты. Для проверки случайным образом отобрано 6 приборов,

- 1) Найдите закон, распределения случайной величины X , равной числу приборов с дефектами;
- 2) постройте многоугольник распределения;
- 3) найдите вероятности того, что из взятых приборов: а) не менее 2, но не более 3 приборов имеют дефекты, б) более 3 приборов имеют дефекты;
- 4) найдите числовые характеристики случайной величины X .

Задача 10

Книга издана тиражом 20000 экземпляров. Вероятность того, что в книге имеется дефект брошюровки равна 0,0001. Требуется:

- 1) найти закон распределения случайной величины X равной числу неправильно сброшюрованных книг в данном тираже;

- 2) построить многоугольник распределения;
- 3) найти вероятности событий: А - хотя бы одна книга сброшюрована неверно, В - не более 5 книг имеют дефекты брошюровки;
- 4) найти числовые характеристики случайной величины Х.

Задача 11

Для студенческого общежития приобретено 5 телевизоров. Для каждого из них вероятность невыхода из строя в течение гарантийного срока равна 0,8.

- 1) Найдите закон распределения случайной величины Х, равной числу телевизоров, которые не выйдут из строя в течение гарантийного срока;
- 2) постройте многоугольник распределения;
- 3) найдите вероятности следующих событий: А - более 3 телевизора не выйдут из строя в течение гарантийного срока, В - хотя бы один телевизор не выйдет из строя, С - не менее одного, но не более 3 телевизоров не выйдут из строя в течение гарантийного срока;
- 4) найдите числовые характеристики случайной величины.

Задача 12

При установившемся техническом процессе происходит в среднем 10 обрывов нити на 200 веретен в час.

- 1) Найдите закон распределений случайной величины Х равной числу обрывков нити на 80 веретенах в течение часа;
- 2) постройте многоугольник распределения;
- 3) найдите вероятности того, что в течение часа на 80 веретенах произойдет: а.) от 4 до 6 обрывов нити (включительно); б) менее 3 обрывов нити; в) хотя бы один обрыв нити.
- 4) найдите числовые характеристики случайной величины Х.

Задача 13

Производится сортировка 1000 штук стеклянных изделий. Вероятность того, что при этом изделие будет разбито, равна 0,004.

- 1) найдите закон распределения, случайной величины Х – числа разбитых изделий;
- 2) постройте многоугольник распределения;
- 3) определите вероятности того, что будут разбиты: а) не менее 6 изделий; б) более 3 изделий; в) хотя бы одно изделие;
- 4) найдите числовые характеристики случайной величины Х.

Задача 14

При установившемся технологическим процессом станок – автомат производит $\frac{2}{3}$ гаечных ключей первого сорта.

- 1) Составьте закон распределения случайной величины У, равной числу первосортных изделий;
- 2) постройте многоугольник распределения, если на проверку случайным образом отобрано 5 изделий;
- 3) найдите вероятности того, что среди отобранных на проверку гаечных ключей: а) не более 4 первосортных; б) не менее 1 и не более 2 первосортных; в) менее 2 первосортных.
- 4) найдите числовые характеристики случайной величины У.

Задача 15

Вероятность выживания бактерий после радиоактивного облучения равна 0,004. Облучению подвергается 500 бактерий.

- 1) найдите закон распределения, случайной величины X – равной числу бактерий, выживших после радиоактивного облучения;
- 2) постройте многоугольник распределения;
- 3) найдите вероятности того, что после облучения останется: а) не менее 3 бактерий; б) не более 4 бактерий.
- 4) найдите числовые характеристики случайной величины X .

Задача 16

Всхожесть семян некоторого растения составляет 70%. Наудачу отобрано и высажено 7 зёрен.

- 1) Найдите закон распределения случайной величины X - числа проросших семян;
- 2) постройте многоугольник распределения;
- 3) найдите вероятности того, что из 7 посаженных семян взойдут: а) не менее четырёх, б) не более 6; в) хотя бы одно;
- 4) найдите числовые характеристики случайной величины X .

Задача 17

Вероятность ошибки контролера, который проверяет соответствие нормативам фактических размеров стальных колец, равна 0,03. За смену контролер проверяет 200 колец:

- 1) найдите, закон распределения случайной величины X - равной числу ошибок, совершаемых контролером за смену;
- 2) постройте многоугольник распределения;
- 3) найдите вероятности того, что контролёр совершит за смену: а) не более 4 ошибок; б) от одной до трех ошибок - (включительно); в) хотя бы одну ошибку;
- 4) найдите числовые характеристики случайной величины X .

Задача 18

Вероятность рождения бычка при отеле коровы равна 0,5.

- 1) Найдите закон распределения случайной величины X - числа бычков от семи взятых наудачу коров;
- 2) постройте многоугольник распределения;
- 3) найдите вероятности того, что от семи коров: а) будет не менее одного бычка. б) не более четырех бычков, в) хотя бы один бычок;
- 4) найдите числовые характеристики случайной величины X .

Задача 19

При выработке некоторой массовой продукции вероятность появления одного нестандартного изделия составляет 0,01. В магазин поступила партия из 150 изделий этой продукции.

- 1) Найдите закон распределения случайной величины X , равной числу нестандартных изделий на этой партии;
- 2) постройте многоугольник распределения;
- 3) найдите вероятности событий: а) в данной партии не менее 3 и не более 5 изделий — нестандартных, б) менее 3 нестандартных, в) хотя бы одно нестандартное;
- 4) найдите числовые характеристики случайной величины X .

Задача 20

Известно, что в данном населенном пункте 85% семей имеют телевизоры. Для некоторых обследований случайным образом отбирается 6 семей.

1) Найдите закон распределения случайной величины U , равной числу семей имеющих телевизоры среди отобранных для обследования;

2) постройте многоугольник распределения;

3) найдите вероятности событий: а) A - в выборке не менее 5 семей с телевизорами, б) B — не более 4 семей с телевизорами, в) хотя бы две семьи имеют телевизоры;

4) найдите - числовые характеристики случайной величины U .

Задача 21

Вероятность того, что абонент правильно наберет телефонный номер, принимается для всех абонентов равной 0,999.

1) Составьте закон распределения случайной величины X , равной числу ошибочных вызовов, среди 600 вызовов произведенных независимо друг от друга;

2) постройте многоугольник распределения;

3) найдите вероятности того, что среди 600 вызовов произведенных окажется: а) менее двух ошибочных; б) не менее одного и не более четырёх ошибочных; в) хотя бы один ошибочный вызов.

4) найдите числовые характеристики случайной величины X .

Задача 22

Вероятность того, что расход воды на некотором предприятии не превысит норму, равна 0,75. Контроль, за расходом воды на данном предприятии осуществлялся в течение пяти дней рабочей недели.

1) Составьте закон распределения случайной величины X , равной числу дней, в течение которых расход воды будет нормальным;

2) постройте многоугольник распределения;

3) найдите вероятности того, что расход воды будет нормальным: а) хотя бы один день, б) более трех дней, в) не менее двух дней.

4) найдите числовые характеристики случайной величины X .

Задача 23

В машинном парке автохозяйства числится 65 машин. Известно, что вероятность выхода, из строя двигателя для каждой машины в течение дня, равна 0,024.

1) Найдите закон распределения случайной величины X , равной числу автомашин, у которых неисправны двигатели;

2) постройте многоугольник распределения;

3) найдите вероятности того, что в определенный день окажутся неисправными моторы: а) не более чем у трёх машин, б) не менее чем у одной, но не более, чем у пяти машин, в) хотя бы у одной машины.

4) найдите числовые характеристики случайной величины X .

Задача 24

Доля плодов, зараженных болезнью в скрытой форме, составляет 30%. Случайным образом отбирается 8 плодов.

1) Найдите закон распределения случайной величины X , числа зараженных плодов среди отобранных;

2) постройте многоугольник распределения;

3) найдите вероятности событий: а) А - в выборке не менее одного зараженного плода, б) В - не более четырёх зараженных плодов, в) от двух до шести (включительно) зараженных плодов;

4) найдите числовые характеристики случайной величины X.

Задача 2

Задан закон распределения дискретной случайной величины X:

1) найдите выражение и постройте график интегральной функции распределения случайной величины;

2) определите числовые характеристики случайной величины, заданной таблицей: $M(X)$; $D(X)$; $\sigma(X)$; A_s .

3) постройте многоугольник распределения заданной случайной величины и покажите на чертеже вычисленные математическое ожидание и среднее квадратическое отклонение.

1.

x	14,1	18,2	23,5	28,7	30,6	32,8
p	0,1	0,15	0,25	0,35	0,1	0,05

2.

x	11,6	15,7	20,3	25,6	30,4	33,2
p	0,4	0,2	0,15	0,1	0,09	0,06

3

x	1,3	2,4	3,5	4,6	5,7	6,9	8,1
p	0,05	0,07	0,15	0,23	0,15	0,23	0,12

4

x	7,2	9,4	10,7	12,1	13,2	15,3	16,4
p	0,06	0,14	0,16	0,28	0,16	0,14	0,06

5

x	10,2	14,1	22,9	26,4	32,3	35,7	37,2
p	0,04	0,1	0,12	0,2	0,3	0,14	0,1

6

x	23,6	25,8	28,7	29,1	31,2	34,6
p	0,1	0,1	0,13	0,17	0,3	0,2

7

x	8,6	10,3	18,4	20,7	30,8	34,7	38
p	0,2	0,25	0,2	0,15	0,1	0,05	0,05

8

x	10,5	12,4	16,5	18,1	20	23,6
p	0,02	0,07	0,25	0,5	0,1	0,06

9

x	12,5	16,7	21,1	26,9	31,8	35,1	37,4
p	0,1	0,2	0,4	0,1	0,1	0,08	0,02

10

x	13,4	17,6	22,3	27,9	30,6	31,5
p	0,05	0,15	0,2	0,3	0,2	0,1

11

x	25,8	29,3	34,9	39,7	45,7	51,1
p	0,04	0,12	0,25	0,35	0,18	0,06

12

x	15,6	19,2	25,8	23,7	34,6	38,2	40,1
p	0,02	0,1	0,45	0,25	0,1	0,05	0,03

13

x	30	35	40	45	50	55	60
p	0,02	0,08	0,2	0,4	0,2	0,08	0,02

14

x	21	23	25	27	29	31	33
p	0,08	0,1	0,3	0,2	0,13	0,1	0,09

15

x	11,3	12,1	12,4	13,3	14,2	15,3
p	0,1	0,11	0,5	0,11	0,1	0,08

16

x	14,2	15	15,3	16	16,8	17,7
p	0,5	0,15	0,12	0,1	0,07	0,06

17

x	8,3	8,9	9,4	10	11,7	12,4
p	0,13	0,25	0,3	0,15	0,1	0,07

18

x	16,4	16,7	17,3	17,9	18,4	18,9
p	0,06	0,15	0,15	0,4	0,2	0,04

19

x	37,4	41,2	43,9	45,3	47,2	48,1
p	0,15	0,1	0,3	0,2	0,1	0,15

20

x	62,7	64,5	76,1	72,3	76,7	77
p	0,07	0,15	0,25	0,4	0,1	0,03

21

x	43,4	46,8	52,1	55,7	60,2	64,5	67,8
p	0,02	0,09	0,18	0,2	0,38	0,1	0,03

22

x	14,4	15,3	16,8	18,2	19,9	21,1	23,4
p	0,07	0,1	0,2	0,3	0,19	0,1	0,04

23

x	10,6	13,5	15,7	18,3	21,4	23,8	26,2
p	0,03	0,08	0,18	0,35	0,21	0,1	0,05

24

x	27,6	29,5	33,4	36,1	38,7	41,2	43,7
p	0,02	0,1	0,2	0,28	0,22	0,11	0,07

Задание 3

Случайная величина X задана интегральной функцией распределения $F(x)$.

1) Найдите дифференциальную функцию распределения $f(x)$ (плотность распределения вероятностей) и постройте графики интегральной и дифференциальной функций;

2) найдите числовые характеристики случайной величины X ;

3) найдите вероятность того, что случайная величина X примет какое-нибудь значение в интервале $(x_1; x_2)$.

$$1. \quad F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } -\infty < x < 0 \\ x & \text{при } 0 \leq x \leq 1 \\ 1 & \text{при } 1 < x < +\infty \end{cases} \quad (-1; 0, 2)$$

$$2. \quad F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } -\infty < x < 0 \\ x^2 & \text{при } 0 \leq x \leq 6 \\ \frac{36}{1} & \text{при } 6 < x < +\infty \end{cases} \quad (1; 4)$$

$$3. \quad F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } -\infty < x < 4 \\ \frac{1}{2}x - 2 & \text{при } 4 \leq x \leq 6 \\ 1 & \text{при } 6 < x < +\infty \end{cases} \quad (1; 5)$$

$$4. \quad F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } -\infty < x < 0 \\ x^2 & \text{при } 0 \leq x \leq 8 \\ \frac{64}{1} & \text{при } 8 < x < +\infty \end{cases} \quad (-1; 4)$$

$$5. \quad F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } -\infty < x < 0 \\ 0,2 \cdot x & \text{при } 0 \leq x \leq 5 \\ 1 & \text{при } 5 < x < +\infty \end{cases} \quad (2; 3, 6)$$

$$6. \quad F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } -\infty < x < 0 \\ \frac{x^2}{16} & \text{при } 0 \leq x \leq 4 \\ 1 & \text{при } 4 < x < +\infty \end{cases} \quad (-4; 3)$$

$$7. \quad F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } -\infty < x < 0 \\ \frac{1}{4}x & \text{при } 0 \leq x \leq 4 \\ 1 & \text{при } 4 < x < +\infty \end{cases} \quad (1, 5; 2)$$

$$8. \quad F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } -\infty < x < 0 \\ \frac{x^2}{9} & \text{при } 0 \leq x \leq 3 \\ 1 & \text{при } 3 < x < +\infty \end{cases} \quad (-2; 2, 5)$$

$$\begin{aligned}
9. \quad F(x) &= \begin{cases} 0 & \text{npu} & -\infty < x < 4 \\ \frac{1}{4}x-1 & \text{npu} & 4 \leq x \leq 8 \\ 1 & \text{npu} & 8 < x < +\infty \end{cases} & (1,2;5) \\
10. \quad F(x) &= \begin{cases} 0 & \text{npu} & -\infty < x < 0 \\ x^2 & \text{npu} & 0 \leq x \leq 7 \\ \frac{49}{1} & \text{npu} & 7 < x < +\infty \end{cases} & (-3;4) \\
11. \quad F(x) &= \begin{cases} 0 & \text{npu} & -\infty < x < -1 \\ \frac{1}{x} + \frac{1}{3} & \text{npu} & -1 \leq x \leq 2 \\ \frac{3}{1} & \text{npu} & 2 < x < +\infty \end{cases} & (-2;1) \\
12. \quad F(x) &= \begin{cases} 0 & \text{npu} & -\infty < x < 1 \\ \frac{1}{4}(x-1) & \text{npu} & 1 \leq x \leq 5 \\ 1 & \text{npu} & 5 < x < +\infty \end{cases} & (0;2) \\
13. \quad F(x) &= \begin{cases} 0 & \text{npu} & -\infty < x < 0 \\ x^2 & \text{npu} & 0 \leq x \leq 1 \\ 1 & \text{npu} & 1 < x < +\infty \end{cases} & (-1;0,5) \\
14. \quad F(x) &= \begin{cases} 0 & \text{npu} & -\infty < x < 2 \\ (x-2)^2 & \text{npu} & 2 \leq x \leq 3 \\ 1 & \text{npu} & 3 < x < +\infty \end{cases} & (1;2) \\
15. \quad F(x) &= \begin{cases} 0 & \text{npu} & -\infty < x < 1 \\ x-1 & \text{npu} & 1 \leq x \leq 2 \\ 1 & \text{npu} & 2 < x < +\infty \end{cases} & (-0,5;1,5) \\
16. \quad F(x) &= \begin{cases} 0 & \text{npu} & -\infty < x < 0 \\ \frac{x^2}{25} & \text{npu} & 0 \leq x \leq 5 \\ 1 & \text{npu} & 5 < x < +\infty \end{cases} & (-2;2)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
17. \quad F(x) &= \begin{cases} 0 & \text{npu} & -\infty < x < 0 \\ \frac{x^2}{4} & \text{npu} & 0 \leq x \leq 2 \\ 1 & \text{npu} & 2 < x < +\infty \end{cases} & (1,4;3) \\
18. \quad F(x) &= \begin{cases} 0 & \text{npu} & -\infty < x < 0 \\ 0,5 \cdot x & \text{npu} & 0 \leq x \leq 2 \\ 1 & \text{npu} & 2 < x < +\infty \end{cases} & (-1;1) \\
19. \quad F(x) &= \begin{cases} 0 & \text{npu} & -\infty < x < 0 \\ x^3 & \text{npu} & 0 \leq x \leq 1 \\ 1 & \text{npu} & 1 < x < +\infty \end{cases} & (-4;0,4) \\
20. \quad F(x) &= \begin{cases} 0 & \text{npu} & -\infty < x < 0 \\ \frac{x^2}{81} & \text{npu} & 0 \leq x \leq 9 \\ 1 & \text{npu} & 9 < x < +\infty \end{cases} & (1;7) \\
21. \quad F(x) &= \begin{cases} 0 & \text{npu} & -\infty < x < 0 \\ x^3 & \text{npu} & 0 \leq x \leq 1 \\ 1 & \text{npu} & 1 < x < +\infty \end{cases} & (-0,5;0,5) \\
22. \quad F(x) &= \begin{cases} 0 & \text{npu} & -\infty < x < -\frac{\pi}{2} \\ \frac{1}{2}(1 + \sin x) & \text{npu} & -\frac{\pi}{2} \leq x \leq \frac{\pi}{2} \\ 1 & \text{npu} & \frac{\pi}{2} < x < +\infty \end{cases} & \left(-\frac{\pi}{3}; \frac{\pi}{6}\right) \\
23. \quad F(x) &= \begin{cases} 0 & \text{npu} & -\infty < x < 0 \\ \frac{1}{2}(1 - \cos x) & \text{npu} & 0 \leq x \leq \pi \\ 1 & \text{npu} & \pi < x < +\infty \end{cases} & \left(-\frac{\pi}{2}; \frac{\pi}{2}\right) \\
24. \quad F(x) &= \begin{cases} 0 & \text{npu} & -\infty < x < -\frac{\pi}{4} \\ \frac{1}{2}(1 + \sin 2x) & \text{npu} & -\frac{\pi}{4} \leq x \leq \frac{\pi}{4} \\ 1 & \text{npu} & \frac{\pi}{4} < x < +\infty \end{cases} & \left(-\frac{\pi}{12}; \frac{\pi}{2}\right)
\end{aligned}$$

Самостоятельная работа к теме 3

ИДЗ №2 «Статистическое исследование вариационных рядов».

Задание 1. Исследование интервальных рядов.

Требуется:

- 1) Составить интервальный ряд распределения;
- 2) Построить полигон и гистограмму;
- 3) Вычислить числовые характеристики: а) характеристики положения - среднюю выборочную, моду, медиану; б) характеристики изменчивости - выборочную дисперсию; выборочное среднее квадратическое отклонение; коэффициент вариации;
- 4) Вычислить показатели точности выборочной средней;
- 5) Найти доверительный интервал для генеральной средней с надежностью 0,95.
- 6) Составить содержательную интерпретацию результатов первичной обработки

Вариант 1

Высоты однолетних саженцев маклюры оранжевой (*Maclura aurantiaca* Nutt.) (см)

68	77	82	75	68	72	84	74	65	73	71	81	80	72	79	75	80	78
84	78	67	84	70	65	79	64	72	77	77	77	82	62	77	69	75	66
69	74	81	90	77	81	78	79	78	80	83	76	77	78	77	77	67	82
82	82	80	82	82	78	79	79	86	72	77	74	76	75	79	79	78	80
84	80	80	80	81	80	76	77	75	76	82	80	78	79	77	68	81	80

Вариант 2

Высоты однолетних саженцев маклюры оранжевой (*Maclura aurantiaca* Nutt.) — ранжированный вариационный ряд (см)

62	64	65	65	66	67	67	68	68	68	69	69	70	71	72	72	72	72
73	74	74	74	75	75	75	75	75	76	76	76	76	77	77	77	77	77
77	77	77	77	77	77	77	78	78	78	78	78	78	78	78	79	79	79
79	79	79	79	79	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	81	81
81	81	81	82	82	82	82	82	82	82	82	83	84	84	84	84	86	90

Вариант 3

Высота Айланты высочайшего (*A. altissima* Swingle) в контроле (см)

121	121,1	121,1	122,3	122,3	123,1	123,1	123,2	123,2	123,2
123,2	123,3	123,4	123,4	124,4	125,4	126,3	126,3	126,4	126,4
126,5	126,5	126,5	126,5	126,5	126,5	126,6	126,6	126,6	127,7
128,2	128,8	129,1	129,1	129,3	129,4	129,5	129,6	129,6	130,6
130,6	130,6	130,6	130,6	130,6	130,7	130,8	130,8	130,8	130,8
130,8	130,8	130,8	131,1	131,1	131,1	131,1	131,1	131,2	131,2
131,3	131,3	132,6	133,3	133,4	134,5	134,6	134,7	134,7	134,8
134,8	134,8	134,8	134,9	136,2	136,3	136,3	136,3	136,4	136,5
137,2	137,3	138,1	138,1	138,2	139,2	139,2	140,0	140,1	140,2
140,2	140,3	140,4	141	141	141	141,1	141,1	141,2	141,2

Вариант 4

Высоты однолетних саженцев маклюры оранжевой (*Maclura aurantiaca* Nutt.) в контроле (без орошения)

60	65	71	91	77	81	78	79	78	70	83	76	77	78	77	77	67	62
82	81	60	72	82	78	79	79	76	72	77	74	76	75	79	79	78	70
64	80	60	80	81	80	76	77	75	76	82	80	78	79	77	68	81	70
75	80	78	79	79	74	70	76	78	76	78	73	65	65	67	76	78	67

76	61	71	78	76	72	75	74	71	70	74	83	66	78	73	70	76	71
74	72	75	81	82	75	73	76	69	72	68	71	70	74	72	80	66	79
80	79	74	68	74	78	64	63	65	64	82	74	64	74	64	64	65	68
60	61	77	68	75	76	67	65	70	66	82	74	70	76	72	78	80	70
78	69	63	77	73	66	72	75	75	60	78	63	75	73	74	80	75	66
69	60	88	92	92	65	73	64	73	71	76	72	78	74	70	67	74	80

Вариант 5

Высоты однолетних саженцев маклюры оранжевой (*Maclura aurantiaca* Nutt.) в опыте (повторность № 1 — полив из расчета 300 м³ га)

80	85	81	81	77	83	78	85	78	83	83	76	77	78	77	77	67	82
82	81	80	82	82	78	79	79	86	72	77	74	76	75	79	79	78	80
84	80	80	80	81	80	76	77	75	76	82	80	78	79	77	68	81	80
75	80	78	79	79	74	80	76	78	76	78	73	65	65	67	76	78	67
76	81	71	78	76	72	75	74	71	70	74	83	76	78	73	70	76	71
84	72	75	81	82	75	73	76	69	72	68	71	80	74	72	80	66	79
81	79	74	78	74	78	74	63	65	64	82	74	64	74	64	64	65	68
77	71	77	68	85	76	77	65	70	66	82	74	80	76	72	78	80	80
78	69	63	77	83	66	72	75	75	80	78	63	75	73	74	80	75	66
69	80	88	92	92	65	73	84	83	90	90	90	90	90	80	67	74	94

Вариант 6

Высоты однолетних саженцев маклюры оранжевой (*Maclura aurantiaca* Nutt.) в опыте (повторность № 2 — полив из расчета 200 м³ га)

77	75	81	91	89	82	78	79	78	80	83	76	77	78	77	77	67	82
82	84	84	82	82	78	79	79	86	74	77	75	76	75	79	79	78	80
84	80	80	80	81	80	76	77	79	76	82	80	78	79	77	68	81	80
75	85	78	79	79	80	80	76	78	76	78	73	75	75	77	76	78	67
79	86	77	79	76	72	75	74	71	70	74	83	76	78	78	70	79	71
74	72	75	81	82	75	77	79	79	72	78	71	80	74	72	80	66	79
80	79	77	68	74	78	64	63	65	74	82	74	64	74	64	64	65	68
60	71	77	68	77	76	67	65	70	66	82	74	80	76	72	78	80	80
78	69	63	77	73	66	72	75	75	80	78	63	75	73	74	80	75	66
69	80	88	92	92	65	73	84	73	81	81	82	78	84	80	67	74	98

Вариант 7

Число зубчиков по краю листовой пластинки у 100 листьев сливы домашней сорта Скороспелка красная

53	51	52	55	56	49	51	52	54	56
54	53	52	53	51	55	53	55	53	54
51	51	56	54	54	53	54	54	55	53
52	55	53	53	56	53	52	56	52	52
56	55	50	54	49	54	54	55	54	55
52	51	55	52	55	54	51	54	53	54
54	56	54	55	53	53	56	55	54	53
55	52	53	52	51	55	53	54	51	50
53	54	55	52	55	52'	53	50	53	52
58	57	57	58	56	57	56	58	57	57

Вариант 8

У 120 плодов груши сорта Лада были подсчитаны нормально развитые семена. Составьте вариационный ряд. Постройте полигон распределения

4	5	4	5	5	4	5	4	3	5	4	5
6	1	6	4	4	4	5	5	3	5	5	4

6	4	6	2	3	4	5	5	5	5	5	5
4	5	5	6	4	6	2	5	5	3	5	5
5	4	6	4	5	5	5	5	5	5	5	5
5	5	4	6	7	6	3	5	5	6	5	5
5	4	4	2	4	4	6	2	6	5	4	5
5	5	5	5	4	5	4	6	5	4	7	5
5	5	6	6	4	4	4	6	5	4	3	5
5	7	5	5	5	5	4	3	7	6	4	4

Вариант 9

Данные о семенной продуктивности деревьев груши лесной (число нормально развитых семян собранных с каждого дерева, шт.)

3586	2761	2825	3807	3858	3904	3530	1951	2362	2729
3453	2635	3752	2666	3331	923	2948	3428	2574	2581
3165	2361	4055	2440	2763	2838	2893	2461	791	4011
2148	2144	2856	2293	3246	2955	3920	3205	2949	2559
2358	2766	2849	3420	2833	3528	3250	1474	2632	2108
2580	3468	903	3027	3177	3666	3242	2715	2730	2748
3115	2330	3339	2033	1850	2093	3642	3736	3847	4080
3847	2934	3676	4155	3306	3734	2199	2468	2448	3293
3465	2540	4288	3685	4708	3758	2735	3363	3306	3511
4052	3380	3154	4571	1426	2981	3224	1480	1586	1953

Вариант 10

Данные о длине листовой пластинки (см) у садовой земляники сорта Фестивальная

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

Вариант 11

Данные о длине листовой пластинки (см) у садовой земляники сорта Фестивальная

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

Вариант 12

Данные о семенной продуктивности деревьев груши лесной (число нормально развитых семян собранных с каждого дерева, шт.)

2340	2520	2855	2600	3711	3073	3708	4167	4526	1600
1360	2192	2690	3390	3350	3009	3940	3510	3658	2326
3445	3170	2271	2007	2107	4901	3002	2934	3007	1687
3458	1915	3090	1917	3382	4773	2331	1420	3656	1966
3651	4174	1274	2247	3859	1548	2620	3564	4507	2562
4659	4985	2132	3047	4582	2815	2973	4305	2340	3043
3021	4194	2654	3001	5190	2665	3230	5235	3936	4980
3148	3015	1785	2088	2026	2390	2064	4207	2540	4853
1450	2118	2936	4510	4216	3315	2821	3431	3354	4106
1501	2454	3287	4580	1965	1563	3559	3401	2728	3491

Вариант 13

Данные о массе плодов яблони сорта Голден Дилишес высшей категории качества.

162	151	161	170	167	164	166	164	173	172
165	153	164	169	170	154	163	159	161	167
168	164	170	166	176	157	159	158	160	161
167	155	166	167	173	165	175	165	174	167
170	169	159	159	160	156	161	162	161	181
159	169	160	169	161	161	166	164	170	180
158	167	169	165	166	172	168	171	178	178
171	165	161	162	182	164	171	169	176	177
170	169	171	160	165	165	179	161	178	173
168	171	163	165	166	166	166	169	167	166
167	172	169	171	168	162	165	168	171	174
165	168	167	170	170					

Вариант 14

Данные длины листовой пластинки (мм) у вишни обыкновенной сорта Владимирская.

58	57	64	61	56	65	63	58	63
60	59	61	54	58	66	67	63	63
61	60	58	57	65	61	60	68	64
63	56	59	64	61	64	57	60	63
58	52	60	59	57	61	54	58	64
62	59	60	63	60	60	64	59	63
63	59	62	63	61	65	61	64	57
59	54	64	63	57	59	59	58	63
62	63	62	62	60	62	57	56	60
63	57	63	61	59	61	59	60	

Вариант 15

Данные длины лепестка (мм) цветков вишни обыкновенной.

12	10	14	14	13	12	12	12	15	13
11	12	12	14	12	11	13	12	13	14
11	13	14	12	13	12	12	14	12	14
13	13	12	13	12	13	12	11	11	12
13	14	12	14	13	14	13	12	14	15
10	11	10	11	15	11	16	11	11	11

13	10	11	15	16	13	17	12	11	10
13	14	15	11	10	12	17	17	16	15
10	10	12	14	10	11	13	14	11	17
10	10	12	12	12	14	14	15	17	16

Данные числа семян плодов яблони сорта Антоновка обыкновенная.

Вариант 16					Вариант 17					Вариант 18					Вариант 19				
2	2	4	4	4	5	2	4	7	7	4	7	5	2	8	6	7	3	4	4
3	3	2	4	2	5	4	2	8	6	3	6	6	10	8	3	5	6	4	4
7	9	5	2	7	4	4	2	4	4	4	3	5	6	5	4	1	4	2	6
4	1	4	7	3	2	3	5	8	2	9	5	3	9	5	5	2	4	3	4
4	1	5	9	3	4	4	6	6	5	4	6	5	5	4	3	5	9	6	4
4	1	5	10	4	4	4	6	6	5	4	6	5	5	4	3	5	9	6	4
3	7	4	5	1	8	5	7	9	5	8	9	5	6	6	4	3	7	4	4
7	5	6	3	6	7	4	5	8	6	3	3	4	3	7	4	4	4	5	3
8	10	6	3	3	6	5	2	5	3	11	3	7	4	7	3	5	5	3	4
1	3	7	2	5	5	5	3	3	4	6	5	6	1	6	4	4	4	6	4
4	2	5	4	8	6	3	4	6	5	2	6	6	1	2	2	2	5	2	2
5	9	3	5	6	4	6	5	7	1	3	6	5	4	2	8	9	4	5	3
2	2	11	4	6	6	4	6	2	5	3	5	7	2	6	5	5	1	2	7
5	12	5	8	2	4	2	1	6	4	5	1	2	9	1	3	4	7	3	6
5	6	5	4	4	5	2	7	6	2	7	3	5	4	4	5	4	7	5	4
8	4	6	6	5	3	3	5	7	4	5	5	5	6	10	2	3	8	3	5
6	6	4	2	6	6	7	5	4	5	8	6	7	6	4	2	6	1	1	4
7	2	5	7	4	6	4	5	1	5	10	8	7	5	4	6	4	4	7	5
4	3	1	6	2	5	3	3	3	7	4	3	7	8	4	7	3	1	4	4
7	6	7	2	4	5	1	3	12	4	2	2	8	7	6	7	6	3	5	4

Вариант 20.

Данные измерения длины однолетних побегов (см) группы Чижовская.

47	53	50	56	49	52	51	58	55
50	48	51	51	48	60	51	57	57
51	54	52	58	50	51	51	58	53
52	49	59	61	50	52	51	63	62
54	53	54	68	54	63	64	57	57
60	57	60	69	57	56	54	54	55
61	59	57	70	58	57	55	73	68
83	87	89	77	80	78	82	75	69
71	76	86	90	84	88	72	73	66
72	75	74	81	91	85	79	78	67
68	73	68	71	75	71	76	72	72
63								

Задание 2

В результате наблюдений пары случайных величин получены данные, которые представлены в виде таблицы.

Требуется:

- 1) построить корреляционную таблицу;
- 2) построить корреляционное поле;
- 3) построить уравнение регрессии Y на X ;

- 4) вычислить выборочный коэффициент корреляции r ;
 5) сделать вывод о связи переменных X и Y .

Вариант 1

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
67	-201	82	-237	78	-226	95	-279
68	-199	70	-209	75	-218	88	-259
70	-206	83	-243	82	-245	86	-251
76	-221	80	-239	85	-247	71	-207
80	-238	76	-221	68	-201	87	-257
87	-256	81	-238	72	-215	77	-227
75	-222	80	-238	71	-209	73	-214
79	-230	76	-223	72	-212	82	-243
79	-234	70	-207	68	-203	74	-214
73	-217	79	-237	86	-252	67	-196
86	-253	74	-216	85	-251	82	-239
78	-228	77	-228	71	-206	72	-210
79	-230	65	-193	72	-214	74	-221
67	-201	80	-234	76	-227		
79	-237	79	-229	90	-269		

Вариант 2

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
48	99	61	128	52	112	50	105
40	83	42	88	32	67	49	99
52	106	55	117	48	97	54	113
50	107	52	110	40	82	45	99
39	79	44	94	40	81	36	75
47	100	41	82	46	92	41	91
38	80	47	97	41	90	46	101
46	96	43	91	54	110	38	83
47	98	55	118	48	96	44	89
44	97	43	87	53	110	35	79
45	92	49	104	47	97	47	99
44	90	42	89	50	102	44	93
53	108	31	71	46	101	57	120
52	107	40	86	56	112	53	107
45	96	47	97	42	93	51	108
42	86	43	89	41	84	48	100
45	98	48	101	55	112	46	92
45	97	44	93	40	80	43	89

Вариант 3

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
46	50	59	59	56	62	58	62
55	57	57	60	52	58	57	57
57	61	48	52	42	46	46	49
55	58	41	47	48	50	54	63
52	51	57	57	60	63	67	72
62	70	50	57	62	64	60	64
43	43	64	67	46	47	53	53
64	71	43	45	51	59	57	65

56	64	57	62	69	76	41	45
65	67	54	56	60	60	58	61
56	63	50	51	57	61	43	45
51	58	59	66	62	65	55	57
58	60	48	51	58	66	40	43
42	47	45	54	54	60	67	74
46	54	51	53	57	63	57	57
54	60	40	41	44	45	48	54
62	67	59	65	55	62	56	57
57	58	46	54	50	54	57	65
68	68	47	52	63	67	73	79
47	56	55	59	44	48	54	56
69	74	49	55	51	60	57	60
65	72	64	70	47	55	63	67

Вариант 4

<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>
67	207	75	225	62	195	68	208
57	171	68	207	71	220	71	220
82	246	65	201	67	205	76	231
62	191	80	241	66	207	77	234
57	172	71	219	67	201	73	225
83	255	61	183	70	215	65	198
69	213	77	239	64	197	70	217
86	261	69	209	66	206	74	225
66	203	64	201	78	241	73	224
79	242	68	208	65	197	77	237
82	248	52	159	63	196	77	236
73	221	59	183	69	216	49	154
65	195	63	197	59	180	63	189
55	172	56	167	71	214	71	222
61	186	62	192	59	185	69	214
64	197	67	204	64	196	52	160
59	182						

Вариант 5

<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>
31	-37	23	-32	28	-34	31	-38
28	-36	28	-30	26	-29	25	-30
30	-32	26	-35	29	-38	27	-31
23	-30	26	-34	26	-30	26	-32
25	-32	28	-29	23	-33	27	-31
25	-33	27	-35	27	-30	28	-38
25	-27	25	-34	29	-39	24	-32
27	-28	26	-30	24	-25	24	-32
31	-40	27	-35	27	-32	26	-28
25	-33	28	-30	25	-35	25	-34
28	-31	27	-35	29	-30	22	-29
25	-31	29	-36	29	-34	27	-35
30	-39	24	-33	25	-33	26	-32
28	-30	23	-24	25	-31	24	-30
28	-34	27	-29	30	-34	25	-29

31	-37	27	-32	25	-29	22	-31
----	-----	----	-----	----	-----	----	-----

Вариант 6

<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>
89	-262	88	-256	92	-273	93	-270
90	-261	96	-288	90	-270	91	-264
91	-268	92	-269	89	-266	92	-269
87	-255	92	-276	90	-264	90	-268
89	-261	91	-266	91	-270	90	-262
93	-275	85	-248	95	-285	94	-280
90	-263	94	-281	92	-268	90	-263
94	-279	89	-266	92	-268	97	-289
92	-269	94	-282	91	-272	95	-278
93	-276	94	-281	91	-269	94	-279
94	-274	90	-265	92	-273	91	-265
92	-272	96	-288	97	-283	93	-273
97	-284	97	-290	92	-269	95	-283
93	-276	94	-278	96	-284	87	-252
94	-275	95	-282	92	-270	96	-283
92	-276	93	-276	93	-271	98	-285
85	-250	91	-271	92	-271	93	-279
95	-278	93	-279	97	-289	88	-264
92	-268	91	-273	99	-294	92	-270
99	-288	91	-271	92	-271	95	-281
89	-266	91	-264	91	-271	91	-268
94	-275	92	-270	93	-279	95	-277
98	-285	87	-261	93	-277	93	-273
89	-259						

Вариант 7

<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>
45	260	38	223	53	309	41	238
38	221	34	203	29	169	40	239
58	342	44	254	40	230	30	171
46	266	47	275	41	238	38	222
40	237	65	387	44	259	51	304
41	237	34	196	28	158	45	269
58	347	42	244	48	283	43	248
41	244	48	285	53	316	44	254
51	302	54	318	26	149	46	269
59	346	55	323	43	256	59	344
62	364	50	291	42	251	42	242
44	256	37	218	68	401	43	249
47	273	43	252	42	242	49	287
43	256	47	279	60	355	34	201
47	272	44	254	56	334	54	314
55	321	51	300	39	225	49	293
61	357	51	299	47	278	44	256
47	279	48	286	55	329	43	248
58	347	43	256	35	208	42	248
40	238	64	381	41	244	59	351
47	280	53	308	47	274	42	247

46	271	43	252	56	330	39	224
42	242	45	268	42	251	33	191
50	299	43	252	53	309	64	378
45	262						

Вариант 8

<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>
46	44	57	55	56	46	68	59
40	39	45	39	48	47	47	39
58	49	55	50	44	36	40	38
35	25	46	41	49	44	35	29
53	47	53	47	50	40	60	53
47	42	45	44	46	36	37	35
40	32	43	38	46	41	41	37
60	53	48	43	47	41	46	36
39	29	50	47	39	31	46	38
41	39	44	35	49	43	53	45
58	54	38	33	44	37	43	34
59	55	68	66	49	45	53	48
57	50	54	44	53	51	54	48
65	55	57	54	44	41	50	44
34	28	34	28	47	43	45	39
50	42	59	52	51	41	50	44
45	36	57	50	56	52	25	23
50	47	57	50	39	33	44	43
55	52	49	41	46	38	54	47

Вариант 9

<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>
77	72	74	66	67	57	72	58
76	58	77	68	69	56	66	49
62	45	69	66	66	62	80	63
83	80	72	60	71	53	72	62
83	71	76	58	71	69	68	61
79	70	69	60	77	60	76	57
77	61	84	76	78	72	81	79
81	66	77	61	77	73	69	55
71	51	72	59	67	63	83	64
83	70	76	56	73	65	77	70
73	56	78	61	67	53	69	62
81	75	87	69	83	69	81	80
82	71	79	70	67	53	65	62
77	60	80	68	76	66	71	55
82	63	70	54	71	59	69	65
83	77	80	70	74	60	85	68
80	61	75	71	73	58	81	62
77	60	69	54	75	60	72	56
69	57	77	61	80	61	84	77
78	74						

Вариант 10

<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>
7	23	6	19	6	20	11	42
11	38	5	18	10	37	9	35

10	34	10	41	14	47	12	45
4	16	10	31	12	42	10	32
11	42	13	43	6	25	7	30
12	44	15	49	6	22	8	32
9	33	6	26	8	28	9	30
5	18	11	42	6	26	9	34
8	29	10	31	6	25	11	36
13	42	14	45	13	46	13	42
12	39	8	28	11	42	9	27
10	36	14	49	9	32	9	29
9	27	6	23	10	36	10	38
9	30	16	57	8	31	13	41
11	36	8	29	12	43	7	21
9	31	6	23	14	44	9	32
10	38	8	25	14	49	8	27
10	35	8	32	7	28	16	53
13	45	7	25	16	50	12	42
15	48	8	29	11	34	15	50
4	18	10	36	11	40	13	39
9	30	12	39	12	42	11	37
14	50						

Задание 3.

С помощью корреляционного анализа определите влияние признака X на признак Y . Для этого постройте линейное уравнение регрессии, рассчитайте коэффициент корреляции и детерминации, оцените достоверность коэффициента корреляции с помощью t -критерия Стьюдента, проверив гипотезу $H_0: r_{ген}=0$.

Вариант 1. У плодов яблони сорта Айдаред были измерены масса плода «х» (г) и диаметр плода «у» (мм):

X	165	176	175	168	167	172	175	180	179	173
Y	56	75	70	61	61	63	72	80	76	68

Вариант 2. У плодов яблони сорта Айдаред были измерены масса плода «х» (г) и диаметр плода «у» (мм):

X	166	178	169	169	170	176	180	169	177	176
Y	58	76	60	64	63	71	78	63	75	71

Вариант 3. Предполагается, что между массой плода (х) и массой косточки (у) у персика имеется зависимость. У 10 плодов персика сорта Краснодарец были получены следующие данные (г):

X	50	55	60	50	65	60	50	55	50	65
Y	4,0	4,2	4,1	4,2	4,5	4,3	4,1	4,4	4,0	4,2

Вариант 4. Путем еженедельного взятия проб с поля было изучено изменение высоты растений фасоли овощной «у» (см) с возрастом «х» (недели):

X	1	2	3	4	5	6	7
Y	5	13	16	23	33	38	40

Вариант 5. Для установления связи между содержанием фосфора в почве «х» и содержанием фосфора в пасленовых овощных культурах «у» было проведено 9 анализов со следующими результатами:

X	1	4	5	9	13	11	23	23	28
Y	64	71	54	81	93	76	77	95	109

Вариант 6. На белых мышах была показана следующая зависимость между температурой внешней среды «х» (градусы) и количеством поглощенного кислорода «у» (5мл/г веса):

x	0	5	10	15	20	25	28	29	30	31	32	33	34	35	40
y	3,83	3,35	2,60	2,02	1,69	1,42	1,39	1,38	1,29	1,39	1,39	1,45	1,65	1,61	2,40

Вариант 7. Между количеством семян «х» и массой плода «у» у яблони сорта Богатырь оказалась следующая зависимость:

X	2	3	4	5	6	7
Y	149,5	149,3	150,0	150,9	150,5	151,4

Вариант 8. Фактическая урожайность тыквенных культур (в ц/га) в хозяйстве по годам была следующей:

Годы	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Урожайность	7,8	7,7	8,5	10,0	8,4	11,3	10,5

Вариант 9. У 10 семян персика были измерены масса плода «х» (г) и диаметр плода «у» (мм):

X	91	86	94	95	104	92	98	84	96	99
Y	42	23	40	53	67	45	59	32	45	48

Вариант 10. Измерены длина побега «х» (мм) и длина 8 листа на побеге «у» (мм) у 10 деревьев черешни сорта Французская Черная:

X	385	460	430	430	405	440	380	350	405	540
Y	69	90	73	100	84	74	89	86	85	83

Вариант 11. Были получены следующие данные о потреблении кислорода «у» (г на кг/час) у растений боярышника в зависимости от температуры воздуха «х» (градусы):

X	5,5	5,6	6,2	8,4	9,0	10,5	16,1
Y	16,1	14,9	18,8	32,5	32,1	37,1	88,5

Вариант 12. Были получены следующие данные о потреблении кислорода «у» (г на кг/час) у растений боярышника в зависимости от температуры воздуха «х» (градусы):

X	16,6	17,1	18,8	19,8	20,0	20,7	26,5
Y	91	94	122	162	167	187	436

Вариант 13. Под влиянием облучения рентгеновыми лучами наблюдалось следующее замедление размножения вируса мозаики Аукуба «у» (в тыс.) в зависимости от длительности облучения x (в мин):

X	0	3	7,5	15	30	45	60
Y	271	226	209	108	59	29	12

Вариант 14. Зависимость между числом бобов на растении (шт.) и урожайностью (ц/га) среднеспелого сорта сои Днепропетровская:

Число бобов (шт.)	23	20	16	18	17	29	28	20	14	18
Урожайность (ц/га)	23,2	21,2	16,2	17,6	14,8	30,8	20,1	19,8	13,1	15,6

Вариант 15. Зависимость между вегетационным периодом (дн) и урожайностью семян (ц/га) сорта сои Приморская 529:

Вегетационный период (дн)	97	98	99	95	94	94	98	93	94	96
Урожайность семян (ц/га)	21	17,6	16,5	12,8	17,9	19	17,9	18,2	15,4	24

Вариант 16. Зависимость между высотой стебля (см) и полеганием гречихи (балл) скороспелой северной группы:

Высота стебля (см)	5,4	5,4	5,2	3,9	5,5	4,8	5,8	5,9	4,2	4,1
Полегание (балл)	3	3,3	3,6	3,3	3,3	3,3	3,3	3,6	3,6	3

Вариант 17. Зависимость между числом ветвей (шт.) и количеством соцветий (шт.) гречихи произрастающей в Приморском крае:

Число ветвей (шт.)	3,2	3,5	3,6	4,1	3,6	3,5	3,6	3,3	4,2	3,6
Количество соцветий (шт.)	28,4	19,1	23,2	19,3	26,4	18,6	25,3	26,7	22,4	18,5

Вариант 18. Зависимость между вегетационным периодом (дн) и урожайностью семян (ц/га) гречихи:

Вегетационный период (дн.)	65	66	69	67	71	73	69	67	66	68
Урожайность (ц/га)	40	43,3	97,1	98,6	139,8	62	76,2	80,7	64,4	103,9

Вариант 19. Зависимость между количеством белка (%) от вегетационного периода (дн):

Вегетационный период (дн)	65	65	71	67	67	66	66	67	68	69
Белок (%)	15,9	17,5	17,9	17,4	18	17,1	17,5	16,8	17,2	15,3

Вариант 20. Зависимость между толщиной стебля (мм) и высотой растения (см) раннеспелого сорта сои Искра 226:

Толщина стебля (мм)	3	3,4	3,5	2,9	3,2	3,6	2,9	3,6	3,6	3,4
Высота растения (см)	34,5	40,6	31,4	30,7	37,9	37,8	29,9	38,8	29,7	32,8

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

1. Савельева, Е.В. Основы математической биostatистики / Е.В. Савельева. - Уссурийск: ФГБОУ ВПО ПГСХА, 2015. – 203 с. - URL: <http://de.primacad.ru> (дата обращения: 10.09.19). - Режим доступа: локальная сеть ПримГСХА. – Текст: электронный.

2. Годин, А.М. Статистика: учебник : учебник / А.М. Годин. - - М. : Дашков и К, 2011. - 460 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/69556> (дата обращения: 03.10.2019). - Режим доступа: по подписке ПримГСХА. - Текст: электронный.

Дополнительная литература:

1. Балдин, К.В. Общая теория статистики: учеб. пособие / К.В. Балдин, А.В. Рукосуев. - М.: Дашков и К, 2010. - 312 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/69556> (дата обращения: 03.10.2019). - Режим доступа: по подписке ПримГСХА. - Текст: электронный.

2. Калинина, В. Н. Теория вероятностей и математическая статистика. Компьютерно-ориентированный курс: учебник / В. Н. Калинина; Гос. ун-т управления. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2015. - 472 с. - ISBN 978-5-9916-5520-0.

Островская Ирина Эдуардовна

Основы биostatистики: методические указания для практических занятий и самостоятельной работы обучающихся по направлению подготовки 06.03.01 Биология

ЭЛЕКТРОННОЕ ИЗДАНИЕ

ФГБОУ ВО Приморская ГСХА

Адрес: 692510, г.Уссурийск, пр-т Блюхера, 44