

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ А.А. ЕЖЕВСКОГО
ИНСТИТУТ УПРАВЛЕНИЯ ПРИРОДНЫМИ РЕСУРСАМИ –
ФАКУЛЬТЕТ ОХОТОВЕДЕНИЯ ИМЕНИ В.Н. СКАЛОНА**

БИОМЕТРИЯ

**Методические указания и задания к контрольной работе
для студентов заочной формы обучения
по направлению 35.03.01 – Лесное дело**

Молодежный 2020

Печатается по решению научно-методической комиссии ИУПР – факультета охотоведения имени В.Н. Скалона (протокол № 5 от 23 июня 2020 г.)

Автор: Г. В. Чудновская, заведующая кафедрой «Технологии в охотничьем и лесном хозяйстве» ИрГАУ, доцент, к.б.н.

Рецензенты:

А. П. Демидович, заведующий кафедрой «Общей биологии и экологии» ИрГАУ, доцент, к.б.н.

В. О. Саловаров, директор Института управления природными ресурсами, профессор, д.б.н.

В методических указаниях последовательно излагается порядок изучения дисциплины «Биометрия». Представлена программа курса, методические рекомендации, задания и ход выполнения контрольной работы студентов заочной формы обучения. Приводятся контрольные вопросы к зачету и рекомендуемая литература, глоссарий.

Издание предназначено для обучающихся направления 35.03.01 – «Лесное дело».

© Г.В. Чудновская, 2020
© Издательство ИрГАУ, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. СТРУКТУРА ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА	4
2. ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ	7
3. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ	28
4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	31
5. ГЛОССАРИЙ.....	33

ВВЕДЕНИЕ

В процессе любых научных, особенно экспериментальных исследований, как и во всех областях лесного дела, мы всегда имеем дело с цифрами – данными о размерах, весе, возрасте, продуктивности лесных экосистем, урожайности, соотношении между признаками и прочими количественными показателями, и числовыми характеристиками.

Основная цель дисциплины - профессиональная подготовка студента в области учета и оценки лесной продукции, оценки состояния, роста и развития отдельных деревьев, таксационной и ландшафтной оценки насаждений, инвентаризации лесосечного и лесного фонда.

Задачи дисциплины:

- формирование понятия об основных методах исследований в лесном хозяйстве.
- овладеть навыками по организации и проведению научно-производственных и производственных опытов.

В процессе овладения дисциплиной студенты должны освоить основные понятия биометрии, принципы использования ее методов и достижений.

Научится применять полученные знания, методы группировки данных, расчета средних величин, форм распределения, корреляционного анализа в статистической обработке результатов исследований.

Владеть методами и приемами организации проведения наблюдений, эксперимента, опытов, сбора, обработки и анализа данных,

1. СТРУКТУРА ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Тема 1. Понятие о биометрии и основных ее направлениях

Определение лесной биометрии как научной дисциплины. Методы и приемы биометрии. Использование возможностей математического аппарата для обработки больших объемов данных и решения задач в профессиональной деятельности. Вариационная статистика. Применение методов вариационной статистики. Варьирующие признаки. Использование биометрии для оценки продуктивности лесных сообществ и таксационных характеристик древостоя.

Тема 2. Методики сбора материалов в лесной биометрии и правила их обработки

Статистические наблюдения. Задачи лесной биометрии. Сбор и обработка данных наблюдений. Количественный и качественный анализ массовых, случайных явлений. Прогнозирование случайных величин. Метод лесной биометрии. Вероятностная, дедуктивная основа метода. Связи биометрии с теорией вероятностей и математической статистикой. Индуктивные выводы и заключения - коренная черта статистического метода изучения массовых явлений. Флуктуирующая асимметрия листьев древесных пород для оценки фактора антропогенной нагрузки.

Тема 3. Средние величины

Средняя арифметическая. Средняя взвешенная для определения количественных показателей запаса, диаметра, возраста, полноты древостоя и характеристики возобновления. Вариационный ряд, порядок его составления. Метод условных отклонений с применением способа произведений. Алгоритм определения средней арифметической для большой выборки. Вычисление средней арифметической для альтернативных признаков, свойства средней арифметической.

Средняя гармоническая. Применение средней гармонической для определения средних показателей, изменяющихся во времени.

Средняя квадратическая. Применения средней квадратической для оценки морфометрических показателей плодов, семян и других органов растений.

Средняя геометрическая. Использование средней геометрической для определения темпа роста древостоя. Свойства средней геометрической. Определение абсолютного прироста древостоя.

Мода. Применение моды для определения средних морфометрических показателей органов растений и их веса.

Медиана. Применение медианы для определения средних количественных показателей у древесных и кустарниковых пород.

Тема 4. Показатели разнообразия

Определение степени изменчивости варьирующего признака. Лимиты, как показатели варьирования таксационных характеристик древостоя и урожайности древесных и кустарниковых пород.

Дисперсия, или варианта, как показатель разнообразия. Нормированное отклонение, как признак для определения изменчивости показателей элементов.

Нормированное отклонение, как признак для определения изменчивости показателей элементов.

Среднее квадратичное отклонение. Применение среднего квадратичного отклонения для оценки изменчивости количественных и качественных показателей характеристик древостоя.

Коэффициент изменчивости. Использование коэффициента изменчивости для определения селекционных признаков для различных пород деревьев. Методы определения степени изменчивости. Особенности коэффициента изменчивости. Применение для оценки фитопопуляций.

Тема 5. Типы вариационных рядов и их графическое изображение

Теоретические и эмпирические ряды. Техника изображения вариационных рядов.

Нормальное распределение для характеристики биологических объектов по количественным признакам (запас, продуктивность урожайность, прирост, вес и др.). Свойства нормальной кривой распределения.

Биномиальное распределение. Применение биномиального распределения для оценки качественных альтернативных признаков биологических объектов (пол, тип наследования, способ возобновления, состояние здоровья и др.). Особенности биномиального распределения. Оценка вероятности появления признака.

Распределение Пуассона при редких событиях при большом числе опытов в биологических исследованиях (уродства, мутации, отклонения от нормальных показателей).

Асимметричные ряды. Причины асимметрии. Степень асимметрии для оценки распределения вариационных рядов по урожайности, продуктивности, морфологической изменчивости.

Эксессивные ряды. Причины, вызывающие эксцесс. Определение коэффициента эксцесса.

Трансгрессивные ряды и трансгрессивные кривые. Применение трансгрессии при обработке показателей биологических особей. Степень трансгрессии. Определение принадлежности биологического объекта к вариационному ряду (метод комбинированных признаков).

Тема 6. Статистические ошибки

Определение статистических ошибок в биометрических исследованиях. Основные типы ошибок в математической обработке биологических материалов. Системные ошибки приборов, используемых для таксации древесных насаждений (полнотомер, призма Анучина, высотомер и др.) и способы их устранения. Критерий достоверности. Уровень достоверности, необходимых в биологических исследованиях. Ошибки при альтернативных признаках. Алгоритм определения статической ошибка средней арифметической при малом числе наблюдений и для большой выборки.

Ошибка при альтернативных признаках. Алгоритм определения статической ошибок среднего квадратичного коэффициента изменчивости, для коэффициентов асимметрии и эксцесса. Определение ошибки разности между средними квадратичными отклонениями двух выборок.

Тема 7. Статистические связи и методы вычисления их величин

Методы вычисления величин статистических связей у биологических объектов по оценке возраста, размеров, веса, физиологического состояния. Функциональная связь у биологических объектов. К

Корреляционная связь. Коэффициент корреляции для малых выборок. Определение множественного и частного коэффициентов корреляции при комплексной оценке влияния биологических факторов. Особенности корреляционных связей у растений в фитоценозах. Коэффициент корреляции для больших выборок по оценке запаса древостоя в зависимости от его возраста и полноты. Коэффициент корреляции для альтернативных признаков. Ошибка коэффициента корреляции.

Бисериальный показатель связи для определения влияния биотических, фитоценологических и антропогенных факторов на продуктивность древесных и кустарниковых пород.

Регрессия для определения тесноты связи изменчивости у биологических объектов. Коэффициент регрессии.

Непараметрические показатели связи. Коэффициент ассоциации Юла. Коэффициент контингенции Пирсона. Коэффициент корреляционных рангов Спирмена.

2. ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Студент выполняет контрольную работу состоящей из 5 заданий. Номер варианта соответствует последней цифре в шифре зачетной книжки. Все

проведенные расчеты должны быть последовательно приведены. Работа может выполняться в ученической тетради в рукописном виде, либо напечатана на компьютере. В конце контрольной работы приводится список использованной литературы.

Задание 1. Определение средней арифметической для большой выборки

Ход выполнения задания

При большом числе наблюдений в выборке вычислительной обработке подвергается ряд, составленный из классов варьирующего признака, по которым производят разnosку данных, образующих значения частот (p).

Обработка большой выборки осуществляется путем составления вариационного ряда, то есть расположение данных в определенном порядке (ранжировка).

Вариационный ряд – это ряд значений по величине изучаемого признака, расположенных по возрастающей или убывающей степени с соответствующими им частотами появления признака.

Ступени, на которые разбивается весь вариационный ряд, называют вариациями или классами.

Вариационный ряд составляют в следующем порядке:

1. Найти лимит (Lim), то есть минимальную и максимальную величины и определить размах колебаний изучаемого признака (промежуток между $min.$ и $max.$, путем вычитания $min.$ от $max.$).
2. Определить число классов вариационного ряда (от 8 до 10).
3. Найти величину интервала K (допустимо округление), разделив разницу $min.$ и $max.$ на число классов.
4. Установить границы классов (начало и конец).
5. Вычислить среднюю величину признака в каждом классе.
6. Произвести разnosку показателей в соответствующие классы.
7. Подсчитать величину частоты каждого класса.

Образец вариационного ряда

Классы ($K=10$)	Средняя величина класса	Частоты (p)
1-10	5,5	2

11-20	15,5	5
21-30	25,5	4
31-40	35,5	8
41-50	45,5	4
51-60	55,5	5
61-70	65,5	3
71-80	75,5	1

Формула средней арифметической для большой выборки:

$$M = A + K \cdot \frac{\sum p \cdot a}{n},$$

M – средняя арифметическая;

A - условная средняя;

K – величина класса;

p – частоты вариационного ряда;

$n = \sum p$ – число наблюдений;

a – условное отклонение каждого класса от класса с условной средней

(A).

Для определения показателей, используемых в формуле полученные данные вариационного ряда подвергают дальнейшей статистической обработке.

После того, как написан ряд из значений классов и ряд частот, производят выделения класса, серединой которого значение условной средней (A).

В качестве условного среднего класса рекомендуется брать тот класс, который занимает центральное место и имеет большее число наблюдений, то есть большое значение частот по сравнению с другими классами. Условно средний класс принимают за нулевой. Значение A представляет собой середину нулевого класса.

Далее определяют условные отклонения(a) каждого класса от нулевого.

В сторону уменьшения признака (от нулевого класса вверх) условные отклонения (a) для каждого класса будут иметь знак минус (-a), а в сторону увеличения признака (вниз от нулевого класса) условные отклонения будут со знаком плюс (+a).

Для определения (p·a) каждого класса, находят произведение частоты и условного отклонения. После этого находят сумму p·a.

Образец обработки вариационного ряда

Классы	Средняя величина класса	Частоты (р)	Условное отклонение а	р·а
1-10	5,5	2	-3	-6
11-20	15,5	5	-2	-10
21-30	25,5	4	-1	-4
Условно средний класс 31-40	A=35,5	8	0	0
41-50	45,5	4	1	4
51-60	55,5	5	2	10
61-70	65,5	3	3	9
71-80	75,5	1	4	4
		$\Sigma 32$		$\Sigma 7$

Полученные значения подставляют в формулу средней арифметической и находят ее значение. Среднюю арифметическую определяют в тех же единицах измерения, что и исходные данные.

Вариант 0:

Определить: среднюю урожайность плодов брусники обыкновенной (г/м²):

35; 34; 51; 66; 24; 37; 43; 51; 42; 45; 50; 61; 43; 34; 62; 45; 44; 60; 36; 48; 38; 55; 53; 44; 41; 35; 52; 55; 43; 65; 45; 48; 44; 47; 60; 42; 50; 51; 39; 42; 30; 53; 59; 51; 62; 46; 39; 57; 47; 44; 51; 49; 59; 50; 62; 48; 52; 39; 38; 43; 44; 47; 38; 53.

Вариант 1:

Определить: среднюю урожайность плодов черники обыкновенной (г/м²):

36; 48; 38; 55; 53; 35; 34; 51; 66; 26; 37; 43; 51; 42; 45; 50; 61; 43; 36; 48; 38; 41; 35; 52; 55; 43; 65; 45; 48; 44; 47; 60; 42; 50; 51; 39; 42; 30; 53; 59; 51; 49; 59; 50; 62; 48; 52; 39; 38; 43; 44; 47; 38; 53; 68; 44; 47; 60; 37.

Вариант 2:

Определить: среднюю урожайность плодов клюквы болотной (г/м²):

66; 58; 81; 72; 84; 55; 81; 90; 87; 69; 59; 77; 72; 88; 81; 85; 82; 77; 60; 72; 67; 76; 78; 49; 81; 56; 78; 87; 65; 73; 56; 83; 85; 82; 77; 64; 79; 82; 80; 62; 84; 61; 77; 59; 74; 69; 70.

Вариант 3:

Определить: среднюю урожайность «цветков» ромашки аптечной (г/м²):

25; 14; 13; 12; 34; 17; 23; 21; 22; 35; 20; 33; 23; 24; 22; 35; 24; 20; 26; 18; 28; 25; 13; 24; 11; 25; 22; 25; 23; 25; 15; 18; 14; 17; 30; 22; 20; 21; 19; 32; 30; 33; 29; 31; 32; 26; 19; 17; 27; 24; 11; 29; 19; 20; 32; 18; 22; 19; 28; 23; 14; 27; 14; 16; 26; 34; 16; 22; 14.

Вариант 4:

Определить: среднюю урожайность плодов голубики (г/м²):

75; 50; 49; 77; 84; 90; 50; 58; 48; 87; 81; 88; 78; 77; 66; 67; 56; 59; 83; 77; 74; 66; 55; 59; 60; 62; 49; 79; 81; 88; 67; 57; 66; 81; 84; 70; 69; 59; 56; 85; 80; 82; 77; 76; 69; 72.

Вариант 5:

Определить: среднее количество плодов в одной грозди рябины (шт.):

20; 23; 31; 44; 19; 17; 33; 22; 21; 33; 18; 25; 40; 32; 30; 21; 27; 29; 18; 32; 23; 20; 24; 19; 30; 32; 19; 26; 29; 22; 24; 30; 26; 23; 31; 19; 23; 29; 26; 27; 20; 25; 27; 31.

Вариант 6:

Определить: среднюю урожайность «цветков» пижмы обыкновенной (г/м²):

15; 14; 13; 12; 24; 17; 23; 21; 22; 35; 20; 33; 23; 24; 22; 15; 14; 30; 36; 18; 28; 25; 13; 24; 11; 25; 22; 35; 33; 25; 15; 18; 14; 17; 30; 22; 20; 21; 19; 32; 30; 33; 29; 31; 32; 16; 19; 17; 27; 24; 11; 29; 19; 30; 32; 18; 22; 19; 28; 33; 14; 27; 34; 17; 26; 34; 16.

Вариант 7:

Определить: среднюю урожайность листьев толокнянки обыкновенной (г/м²):

33; 44; 40; 42; 34; 57; 33; 31; 52; 35; 40; 43; 33; 34; 42; 55; 44; 30; 36; 38; 48; 55; 43; 34; 51; 45; 42; 35; 53; 35; 45; 38; 44; 47; 30; 42; 40; 51; 49; 32; 40; 33; 39; 41; 32; 46; 39; 37; 47; 44; 41; 49; 39; 40; 32; 38; 52; 39; 28; 33; 44; 27; 34; 36; 46; 42; 44; 31.

Вариант 8:

Определить: среднюю длину хвоинок ели европейской, расположенных в верхнем секторе ветки (мм):

21,1; 24,8; 24,0; 21,4; 24,7; 1,66; 25,3; 20,9; 21,6; 24,4; 26,8; 20,8; 20,6; 24,3; 25,7; 19,5; 21,8; 23,8; 26,0; 24,8; 18,9; 23,4; 24,2; 25,1; 18,6; 22,6; 23,0; 1,42; 25,8; 24,8; 23,7; 24,7; 18,5; 24,5; 22,9; 26,1; 1,74; 2,50; 22,6; 25,3; 1,68; 24,3; 22,2; 24,4; 1,63; 24,4; 22,1; 24,0.

Вариант 9:

Определить: среднюю длину листовой пластинки клевера ползучего (мм):

16,8; 17,1; 17,2; 17,0; 18,8; 19,1; 20,0; 19,7; 20,1; 20,3; 22,2; 17,5; 17,9; 15,4; 21,1; 21,4; 18,1; 16,2; 15,7; 17,1; 16,2; 15,5; 16,6; 17,7; 17,3; 14,7; 17,2; 17,4; 15,9; 15,8; 17,2; 18,5; 17,0; 17,7; 16,1.

Задание 2. Определение моды и медианы

Ход выполнения задания

Модой, или модальным вариантом, называется наиболее часто встречающиеся значения варианта.

Для количественных признаков модальным будет считаться та величина признака (веса, размера и т.п.), которым будет обладать большее число объектов (членов) в выборке.

Величину моды определяют по следующей формуле:

$$M_o = v_{M_o} + K \cdot \frac{p_2 - p_1}{2 \cdot p_2 - p_1 - p_3},$$

M_o – мода;

v_{M_o} – начало модального класса;

K – величина класса;

p_1 – частота класса, предшествующая модальному;

p_2 – частота модального класса;

p_3 – частота класса, следующего за модальным.

Образец обработки вариационного ряда

Вариационный ряд по показателю плодovitости

Класс плодovitости	6-7	8-9	10-11 Модальный класс	12-13	14-15	$K=2$
p	4	14	21	8	3	$\sum p=50$

Медианой называется вариант, значение которого делит всю совокупность наблюдений на две равные части. Одна половина объектов совокупности будет иметь значения варьирующего признака меньше, а другая половина объектов больше, чем медиана.

При большом числе наблюдений величину медианы вычисляют по формуле:

$$Me = v_{Me} + K \frac{i_1 - i_2}{p_{Me}}$$

v_{Me} – начало класса, в котором находится медиана;

K – величина класса;

i_1 - число вариантов или сумма накоплений частот, соответствующих половине всех наблюдений($n/2$);

p_{Me} – частота медианного класса;

i_2 - число вариантов, или сумма накоплений частот по всем классам, предшествующим классу, включая медиану.

Обработка вариационного ряда для вычисления медианы осуществляется приемом, называемым методом «накопленных частот».

Ряд накопленных частот составляется путем последовательного сложения частоты каждого последующего класса с частотами предыдущего.

Сумма накопленных частот в последнем классе должна быть равна общему числу наблюдений данного ряда n или $\sum p$.

Исходя из ряда накопленных частот, можно найти данные, необходимые для формулы медианы.

Медианный - класс, где накопленные частоты составляют более половины наблюдений.

Образец обработки вариационного ряда

Классы варьирующего признака	0-1	2-3	4-5	6-7	8-9 Медианный класс	10- 11	12- 13	14- 15	16- 17	18- 19	Итого
Частоты	3	5	10	30	20	15	10	10	5	2	$n=110$
Накопительные частоты	3	8	18	48	68	83	93	103	108	110	-

Моду и медиану определяют в тех же единицах измерения, что и исходные данные.

Вариант 0:

Определить: величины моды и медианы для вариационного ряда по урожайности лисички обыкновенной за разные годы в Национальном парке «МарийЧодра» (Республика Марий Эл) (кг/га):

7,05; 2,53; 4,75; 3,80; 3,97; 4,33; 5,62; 0,56; 5,61; 8,32; 4,40; 3,14; 6,12; 4,47; 2,64; 1,97; 5,12; 3,70; 4,93; 6,10; 3,38; 1,55; 4,80; 2,62; 2,90; 6,46; 5,30; 1,17; 2,45; 4,72; 3,30; 4,54.

Вариант 1:

Определить: величины моды и медианы для вариационного ряда по урожайности белого гриба за разные годы в Национальном парке «МарийЧодра» (Республика Марий Эл) (кг/га):

5,24; 1,11; 1,28; 0,93; 0,55; 4,10; 1,16; 2,95; 5,40; 0,33; 1,98; 2,37; 1,94; 2,15; 2,55; 3,31; 0,85; 0,45; 3,16; 4,28; 5,75; 4,17; 0,64; 0,81; 1,19; 1,15; 1,22; 1,73; 2,22; 0,95; 1,91; 1,86.

Вариант 2:

Определить: величины моды и медианы для вариационного ряда по урожайности подберезовика обыкновенного за разные годы в Национальном парке «МарийЧодра» (Республика Марий Эл) (кг/га):

3,11; 6,18; 3,32; 2,95; 1,84; 4,25; 0,95; 2,40; 6,81; 4,77; 3,36; 2,57; 3,76; 1,44; 2,39; 2,17; 1,86; 1,30; 0,45; 0,65; 3,90; 1,88; 4,92; 1,89; 5,95; 2,53; 1,97; 3,80; 4,11; 2,95; 2,80; 3,13; 1,94.

Вариант 3:

Определить: величины моды и медианы для вариационного ряда по урожайности масленка настоящего за разные годы в Национальном парке «МарийЧодра» (Республика Марий Эл) (кг/га):

1,20; 0,94; 0,86; 1,77; 2,10; 0,50; 1,22; 0,57; 0,48; 0,95; 1,66; 1,45; 2,80; 3,31; 3,13; 1,93; 3,33; 0,74; 0,53; 1,15; 2,66; 1,70; 2,21; 0,93; 1,07; 1,74; 1,23; 2,34; 1,82; 2,16; 1,35; 0,80; 0,98.

Вариант 4:

Определить: величины моды и медианы для вариационного ряда по длине хвои верхнего побега сосны обыкновенной (мм):

5,52; 5,62; 4,12; 4,42; 3,01; 5,02; 5,83; 4,41; 4,62; 3,00; 3,31; 6,32; 4,81; 3,31; 5,72; 6,32; 4,02; 4,81; 3,36; 3,39; 4,14; 4,88; 4,63; 3,09; 3,95; 3,16; 5,16; 5,24; 4,42; 4,47; 5,12; 3,11; 3,52.

Вариант 5:

Определить: величины моды и медианы для вариационного ряда по длине семени ели европейской (мм):

4,87; 4,81; 4,73; 4,60; 4,67; 4,53; 4,78; 4,62; 4,69; 5,01; 4,61; 4,58; 4,58; 4,42; 3,07; 4,52; 4,26; 3,99; 4,28; 4,11; 3,13; 4,32; 3,9; 3,91; 3,42; 3,22; 3,81; 3,32; 3,30; 3,52; 3,47; 3,13; 3,11; 4,15.

Вариант 6:

Определить: величины моды и медианы для вариационного ряда по количеству семян в одной шишке сосны сибирской (шт.):

62; 76; 82; 87; 102; 55; 50; 101; 44; 62; 125; 131; 152; 77; 85; 108; 113; 42; 58; 126; 144; 138; 115; 144; 59; 86; 105; 93; 97; 90; 103; 120; 64; 71; 75; 88; 116; 90.

Вариант 7:

Определить: величины моды и медианы для вариационного ряда по количеству семян в одной шишке сосны обыкновенной (шт.):

14; 12; 15; 18; 16; 24; 20; 12; 11; 9; 13; 17; 14; 19; 15; 11; 18; 12; 22; 26; 28; 13; 19; 30; 24; 10; 16; 12; 18; 33; 14; 11; 17.

Вариант 8:

Определить: величины моды и медианы для вариационного ряда по количеству семян в одной шишке лиственницы сибирской (шт.):

38; 40; 23; 37; 44; 25; 31; 29; 24; 26; 25; 41; 43; 39; 41; 45; 35; 38; 42; 44; 40; 46; 41; 43; 40; 38; 43; 37; 26; 34; 46; 33; 27; 27; 24; 29.

Вариант 9:

Определить: величины моды и медианы для вариационного ряда по массе 1000 шт. семян лиственницы сибирской (г):

6,2; 7,8; 8,1; 5,7; 7,9; 8,3; 6,3; 8,4; 8,2; 7,3; 9,6; 7,5; 10,2; 7,6; 7,8; 9,2; 10,0; 9,4; 8,0; 8,3; 9,6; 10,8; 7,9; 9,2; 7,6; 8,8; 5,9; 10,1; 6,7; 12,3; 7,7; 8,4; 8,9.

Задание 3. Определение средней квадратической

Ход выполнения задания

Средняя квадратическая используется для признаков, которые характеризуются площадью круга и для ее получения измеряют величину диаметра. Вычисляют по формуле:

$$S = \sqrt{\frac{\sum v^2}{n}},$$

S – средняя квадратическая;

v - значение варьирующего признака;

n – число наблюдений.

Определяют в тех же единицах измерения, что и исходные данные.

Вариант 0:

Определить: средний диаметр корзинок пижмы обыкновенной (мм):

8,21; 8,65; 7,82; 9,55; 7,72; 7,68; 10,12; 9,00; 8,48; 7,04; 7,22; 8,07; 5,52; 8,00; 6,94; 8,56; 9,02; 8,07; 9,87; 10,70; 8,81; 9,45; 8,83; 10,34; 8,70; 9,22; 8,13.

Вариант 1:

Определить: средний диаметр соцветий клевера ползучего (мм):

2,72; 2,33; 2,11; 2,42; 2,82; 2,05; 2,38; 1,65; 2,08; 2,62; 2,30; 1,86; 2,16; 2,24; 2,65; 2,19; 2,14; 1,75; 2,07; 1,94; 2,48; 2,61; 2,27; 2,11; 1,88; 2,03; 2,57.

Вариант 2:

Определить: средний диаметр корзинок ромашки пахучей (мм):

10,21; 12,60; 8,84; 11,12; 9,14; 10,02; 7,78; 7,05; 8,95; 13,16; 10,04; 8,14; 7,18; 6,65; 7,11; 8,92; 9,77; 14,45; 11,40; 10,28; 9,17; 8,63; 7,58; 7,26; 8,12.

Вариант 3:

Определить: средний диаметр цветков сирени (мм):

2,72; 3,00; 2,54; 1,72; 2,83; 3,63; 1,85; 1,93; 2,11; 2,33; 2,65; 2,77; 1,64; 2,32; 2,87; 1,66; 1,51; 2,03; 2,11; 2,42; 3,05; 1,83; 2,23; 2,00; 1,44; 2,75; 3,15; 2,23.

Вариант 4:

Определить: средний диаметр плодов черники (мм):

8,12; 7,78; 7,14; 10,23; 11,87; 10,14; 6,66; 8,05; 9,07; 6,18; 5,96; 6,03; 12,11; 6,94; 6,15; 5,56; 10,08; 8,45; 7,53; 7,50; 5,66; 6,71; 6,88; 7,26; 6,15; 7,43.

Вариант 5:

Определить: средний диаметр плодов брусники (мм):

7,12; 6,67; 7,23; 8,14; 7,97; 5,96; 6,28; 9,14; 7,12; 6,15; 6,45; 7,19; 8,05; 9,11; 8,53; 7,78; 9,51; 10,06; 7,44; 8,34; 9,91; 10,15; 6,84; 6,24; 7,73; 7,59; 9,33.

Вариант 6:

Определить: средний диаметр плодов рябины сибирской (мм):

9,22; 8,80; 10,10; 10,07; 7,44; 10,75; 11,12; 10,07; 7,48; 10,12; 10,04; 10,11; 10,49; 10,77; 11,14; 11,09; 7,41; 10,62; 9,26; 9,19; 8,77; 8,83; 10,65; 10,59.

Вариант 7:

Определить: средний диаметр плодов боярышника кроваво-красного (мм):

7,82; 9,94; 10,72; 10,44; 7,63; 7,87; 9,94; 9,66; 8,42; 8,40; 8,23; 8,70; 8,87; 8,53; 9,82; 10,03; 9,57; 9,80; 7,05; 9,22; 9,64; 7,75; 7,15; 6,91; 9,13; 7,72.

Вариант 8:

Определить: средний диаметр плодов калины обыкновенной (мм):

9,95; 8,44; 9,16; 10,06; 11,12; 10,55; 8,12; 7,94; 11,75; 9,15; 8,84; 8,59; 9,07; 10,22; 11,45; 11,89; 8,03; 9,55; 10,74; 8,34; 8,65; 9,63; 9,11; 8,42; 10,62; 8,40.

Вариант 9:

Определить: средний диаметр плодов яблони ягодной (мм):

7,02; 7,91; 6,15; 5,17; 9,60; 8,14; 9,12; 5,56; 9,06; 8,17; 8,03; 8,28; 5,77; 9,92; 4,08; 7,11; 9,95; 7,45; 8,21; 8,03; 9,08; 7,18; 5,98; 6,78; 8,10; 6,16; 6,96.

Задание 4. Определение степень трансгрессии двух вариационных рядов

Ход выполнения задания

Трансгрессивными рядами и кривыми называются ряды, которые отличаются друг от друга величиной средней арифметической и у которых крайние классы, лежащие около максимального класса первой кривой, служат

минимальными классами другой кривой, что создает в этих частях вариационных кривых их взаимное пересечение.

При изучении трангрессирующих рядов требуется решить следующие задачи:

1. Определить степень трангрессии.
2. Определить, достоверна ли разность между средними арифметическими каждого ряда если разница между M_1 и M_2 достоверна, то это доказывает наличие двух трангрессирующих рядов.
3. Определить, к какому из рядов следует отнести конкретную особь, которая имеет признак на уровне вариантов, отчленяющих пересекающиеся части обоих рядов.

Определение степени трангрессии проводится по следующей формуле:

$$T = \frac{n_1 \cdot p_1 + n_2 \cdot p_2}{n_1 + n_2},$$

T – степень трангрессии;

n_1 и n_2 – общее число наблюдений в каждой из выборок;

p_1 и p_2 – доля трангрессирующих частот в каждом из рядов,

ограниченных площадью кривой между $V_{\min 2}$ и $V_{\max 1}$.

В формуле трангрессии требуется найти доли трангрессирующих частот p_1 и p_2 . Для этого используется вторая функция нормированного отклонения.

Площади и ординаты нормальной кривой распределения (из Миллса)

Нормированное отклонение $x = \frac{V - M}{\delta}$	Вторая функция нормированного отклонения $\varphi(x)$		Первая функция нормированного отклонения $f(x)$ ордината y при значениях $x = \frac{V - M}{\delta}$ То есть вероятность y_x при отклонениях V от M на x
	Площадь между ординатами y_0 и y $\frac{V - M}{\delta}$	% числа наблюдений, заключенных между ординатами y_0 и y	
0,0	0,00000	0	0,39894
0,1	0,03983	3,983	0,39695
0,2	0,07926	7,926	0,39104
0,3	0,11791	11,791	0,38139
0,4	0,15542	15,542	0,36827
0,5	0,19146	19,146	0,35207
0,6	0,22575	22,575	0,33322
0,7	0,25804	25,804	0,31225

0,8	0,28814	28,814	0,28969
0,9	0,31594	31,594	0,26609
1,0	0,34134	34,134	0,24197
1,1	0,36433	36,433	0,21785
1,2	0,38493	38,493	0,19419
1,3	0,40320	40,320	0,17137
1,4	0,41924	41,924	0,14973
1,5	0,43319	43,319	0,12952
1,6	0,44520	44,520	0,11092
1,7	0,45543	45,543	0,09405
1,8	0,46407	46,407	0,07895
1,9	0,47128	47,128	0,06562
2,0	0,47725	47,725	0,05399
2,1	0,48214	48,214	0,43398
2,2	0,48610	48,610	0,03547
2,3	0,48928	48,928	0,02833
2,4	0,49180	49,180	0,02239
2,5	0,49379	49,379	0,01753
2,6	0,49534	49,534	0,01358
2,7	0,49653	49,653	0,01042
2,8	0,49744	49,744	0,00792
2,9	0,49813	49,813	0,00595
3,0	0,49865	49,865	0,00443
3,5	0,49977	49,977	0,00087
3,99	0,49997	49,997	0,00014

Доли трансгрессирующих частот первого ряда определяются с помощью следующих выражений:

$$p_1 = 0,5 \pm \varphi(x_1)$$

$$\text{где } x_1 = \frac{V_{\text{мин}2} - M_1}{\delta_1}$$

0,5 –доля половинной площади кривой первого ряда;

$\varphi(x_1)$ - вторая функция нормированного отклонения первого ряда;

$V_{\text{мин}2}$ –минимальный вариант второго ряда: $V_{\text{мин}2} = M_2 - 3\delta_2$;

M_1 – средняя арифметическая первого ряда;

δ_1 – среднее квадратичное отклонение первого ряда.

Доля трансгрессирующих частот второго ряда определяется по аналогичной формуле, только соответственно меняются значки:

$$p_2 = 0,5 \pm \varphi(x_2)$$

$$\text{где } x_2 = \frac{V_{\text{макс}1} - M_2}{\delta_2}$$

Определение разности D между средними арифметическими каждого ряда определяется по формуле:

$$D = M_1 - M_2$$

Если разность будет достоверна (когда статистическая ошибка этой разницы укладывается в ней не менее 3 раз), то такое различие между средними арифметическими обоих рядов будет свидетельствовать о трансгрессивном типе взаимоотношений между рядами.

Для определения статистической ошибки разности между средними арифметическими обоих рядов используется формула:

$$m_D = \sqrt{m_{M_1}^2 + m_{M_2}^2}$$

m_{M_1} и m_{M_2} - ошибки средних арифметических каждого ряда

Формулы ошибок:

$$m_M = \frac{\delta}{\sqrt{n}}$$

Для определения принадлежности особи (V_A) к тому или иному ряду, образующих трансгрессию, пользуются методом комбинированных признаков, который основан на сопоставлении суммы квадратов отклонений, $(V-M)^2$ вычисленных для трансгрессирующих рядов.

Для решения этого вопроса используют несколько признаков, которые мало коррелируют друг с другом, но могут служить характеристикой для данных популяций.

Образец

Использование метода комбинированных признаков

Признаки	Отклонения показателей признака от средних значений вариационных рядов	
1 признак	$V_A - M_1$	$V_A - M_2$
2 признак	$V_A - M_1$	$V_A - M_2$
3 признак	$V_A - M_1$	$V_A - M_2$
Квадраты отклонений по каждому признаку	1 признака $(V_A - M_1)^2$ 2 признака $(V_A - M_1)^2$ 3 признака $(V_A - M_1)^2$	1 признака $(V_A - M_2)^2$ 2 признака $(V_A - M_2)^2$ 3 признака $(V_A - M_2)^2$
Сумма квадратов отклонений	$\sum (V_A - M_1)^2$ по трем признакам	$(V_A - M_2)^2$ по трем признакам

Особь (V_A) относится к тому или ряду, для которого сравниваемые признаки (сумма квадратов отклонений) находятся ближе (меньше).

Вариант 0:

Определить:

1. Степень трансгрессии двух вариационных рядов, характеризующих вес ягод клюквы болотной, собранных в южных и северных районах Иркутской области (г):

Южные районы: 0,65; 0,50; 0,44; 0,93; 1,12; 0,67; 0,37; 0,41; 1,46; 0,54; 0,38; 0,55; 0,92; 0,85; 0,62; 0,84; 1,04; 0,85; 0,97; 1,08; 0,87; 0,55; 0,69; 0,74; 0,88; 0,78; 0,91; 0,49; 0,63; 0,80; 0,81; 0,99; 1,20.

Северные районы: 1,25; 0,96; 0,99; 0,93; 0,89; 0,96; 0,79; 1,03; 0,84; 0,92; 0,53; 0,57; 1,24; 1,48; 1,69; 0,49; 0,71; 0,76; 0,66; 0,80; 0,73; 0,87; 1,16; 1,56; 0,64; 0,97; 1,33; 1,12; 1,43; 1,50; 1,41; 0,84; 0,51.

2. Достоверность разности между средними арифметическими каждого ряда.

3. К какому из рядов следует отнести ягоду клюквы весом 0,96 г, если содержание витамина С – 33 мг%, а диаметр плода - 7,7 мм (среднее содержание витамина С в плодах, собранных в южных районах – 35 мг%, в северных районах – 32 мг%; средний диаметр южных плодов 7 мм, северных – 10 мм).

Вариант 1:

Определить:

1. Степень трансгрессии двух вариационных рядов, характеризующих вес ягод смородины черной, собранных в южных и северных районах Иркутской области (г):

Южные районы: 1,11; 0,93; 1,56; 1,25; 1,04; 1,39; 1,32; 1,38; 1,18; 1,09; 0,74; 1,20; 0,93; 1,07; 0,84; 1,23; 0,81; 1,44; 1,04; 0,83; 1,08; 0,84; 1,77; 2,04; 0,94; 0,75; 1,22; 1,45; 1,10; 1,38; 1,17; 1,26; 1,05.

Северные районы: 1,45; 1,94; 2,22; 2,24; 2,47; 1,84; 1,17; 1,65; 2,04; 1,95; 0,88; 0,74; 0,95; 1,43; 1,05; 1,84; 2,68; 1,86; 2,15; 0,69; 1,80; 1,95; 2,21; 2,04; 1,69; 1,74; 0,73; 1,20; 1,05; 1,73; 0,90; 1,13; 1,10.

2. Достоверность разности между средними арифметическими каждого ряда.

3. К какому из рядов следует отнести ягоду смородины весом 1,05 г, если содержание витамина С – 360 мг%, а диаметр плода - 11 мм (среднее содержание витамина С в плодах, собранных в южных районах – 400 мг%, в северных районах – 350 мг%; средний диаметр южных плодов 10 мм, северных – 12 мм).

Вариант 2:

Определить:

1. Степень трансгрессии двух вариационных рядов, характеризующих число хвоинок в пучке лиственницы Чекановского в разных районах Забайкальского края (шт.):

Бассейн р. Чикой: 41; 25; 27; 24; 14; 27; 24; 26; 44; 23; 12; 51; 37; 40; 33; 24; 17; 25; 38; 43; 28; 20; 33; 29; 21; 19; 17; 15; 34; 28; 21; 29; 30; 35; 16.

Бассейн р. Хилок: 36; 39; 37; 24; 27; 28; 14; 24; 38; 47; 30; 52; 50; 42; 39; 27; 38; 40; 45; 29; 43; 38; 41; 40; 37; 28; 18; 33; 31; 22; 36; 44; 29; 32; 45.

2. Достоверность разности между средними арифметическими каждого ряда.

3. К какому из рядов следует отнести пучок хвои с количеством хвоинок 30 шт., если средняя длина хвоинок в нем – 21,4 мм, ширина – 0,9 мм (средняя длина хвоинок в бассейне р. Чикой – 21,2 мм, в бассейне р. Хилок – 22,0 мм; средняя ширина хвоинок в бассейне р. Чикой – 0,9 мм, в бассейне р. Хилок – 1,0 мм).

Вариант 3:

Определить:

1. Степень трансгрессии двух вариационных рядов, характеризующих длину шишки лиственницы Чекановского в разных районах Забайкальского края (мм):

Бассейн р. Чикой: 19,2; 18,8; 19,6; 12,7; 21,4; 21,9; 13,5; 20,9; 20,6; 13,9; 21,0; 20,2; 25,9; 27,3; 20,5; 19,2; 24,1; 23,8; 16,6; 28,1; 33,7; 35,7; 29,4; 30,0; 17,7; 19,4; 21,1; 20,8; 16,5; 19,9; 18,4; 17,5.

Бассейн р. Хилок: 21,9; 21,4; 13,9; 22,4; 33,1; 10,8; 15,2; 20,1; 19,5; 27,2; 26,9; 21,5; 21,8; 15,2; 28,3; 22,7; 23,3; 20,5; 22,2; 18,6; 19,8; 17,3; 24,4; 24,2; 19,0; 20,6; 21,5; 22,0; 23,3; 25,1; 16,9; 19,0.

2. Достоверность разности между средними арифметическими каждого ряда.

3. К какому из рядов следует отнести шишку длиной 20,1 мм, если средняя ее ширина – 21,4 мм, количество чешуй в шишке – 22 шт. (средняя ширина в бассейне р. Чикой – 21,6 мм, в бассейне р. Хилок – 21,2 мм; среднее количество чешуй в бассейне р. Чикой – 21,0 шт., в бассейне р. Хилок – 19,7 шт.).

Вариант 4:

Определить:

1. Степень трансгрессии двух вариационных рядов, характеризующих ширину шишки лиственницы Чекановского в разных районах Забайкальского края (мм):

Бассейн р. Чикой: 20,9; 14,4; 21,2; 26,0; 23,1; 23,5; 15,2; 30,9; 22,7; 20,8; 13,3; 21,1; 17,2; 27,1; 20,5; 22,6; 22,9; 21,7; 23,3; 23,7; 20,9; 21,1; 17,9; 17,1; 16,8; 19,3; 20,1; 18,8; 19,0; 18,7; 24,5; 28,8.

Бассейн р. Хилок: 22,6; 12,8; 23,2; 33,0; 22,1; 35,5; 22,0; 13,8; 19,9; 22,2; 21,2; 19,6; 25,1; 27,3; 33,8; 20,7; 21,1; 20,3; 24,1; 22,8; 31,2; 30,6; 27,7; 26,1; 26,6; 18,5; 16,8; 15,3; 16,6; 22,9; 20,4; 19,5.

2. Достоверность разности между средними арифметическими каждого ряда.

3. К какому из рядов следует отнести шишку шириной 21,5 мм, если средняя ее длина – 21,4 мм, количество чешуй в шишке – 22 шт. (средняя длина в бассейне р. Чикой – 20,4 мм, в бассейне р. Хилок – 21,1 мм; среднее количество чешуй в бассейне р. Чикой – 21,0 шт., в бассейне р. Хилок – 19,7 шт.).

Вариант 5:

Определить:

1. Степень трансгрессии двух вариационных рядов, характеризующих длину хвои лиственницы сибирской в разных районах Средней Сибири (мм):

Северная популяция: 22,8; 23,6; 22,0; 20,1; 20,7; 19,5; 27,7; 28,6; 26,8; 22,6; 20,9; 19,6; 20,2; 26,1; 25,5; 24,8; 24,4; 23,7; 23,2; 23,5; 20,1; 20,8; 20,4; 19,5; 21,0; 22,5; 25,7; 24,9; 22,1; 23,3; 19,3; 22,2.

Южная популяция: 22,5; 23,2; 21,8; 26,3; 27,1; 25,5; 29,6; 28,7; 30,4; 29,6; 24,1; 24,9; 23,3; 26,9; 21,5; 20,9; 27,8; 26,0; 24,8; 24,0; 23,9; 25,7; 24,1; 22,6; 22,0; 26,5; 25,7; 24,8; 25,0; 24,3; 27,0; 29,2.

2. Достоверность разности между средними арифметическими каждого ряда.

3. К какому из рядов следует отнести хвоинку длиной 23,7 мм, если средняя ее ширина – 0,68 мм, площадь поверхности – 21,5 мм² (средняя ширина хвоинок северной популяции – 0,69 мм, южной – 0,72 мм; средняя площадь поверхности хвоинки северной популяции – 20,8 мм², южной – 22,7 мм²).

Вариант 6:

Определить:

1. Степень трансгрессии двух вариационных рядов, характеризующих вес ягод черники, собранных в южных и северных районах Иркутской области (г):

Южные районы: 0,21; 0,24; 0,25; 0,22; 0,23; 0,09; 0,14; 0,12; 0,23; 0,19; 0,27; 0,21; 0,26; 0,22; 0,13; 0,08; 0,06; 0,25; 0,05; 0,24; 0,02; 0,21; 0,26; 0,22; 0,23; 0,18; 0,20; 0,15; 0,24; 0,21; 0,17.

Северные районы: 0,22; 0,29; 0,24; 0,27; 0,03; 0,24; 0,07; 0,09; 0,26; 0,22; 0,29; 0,37; 0,31; 0,29; 0,32; 0,36; 0,29; 0,26; 0,34; 0,27; 0,22; 0,31; 0,25; 0,32; 0,26; 0,21; 0,26; 0,22; 0,32; 0,23; 0,27.

2. Достоверность разности между средними арифметическими каждого ряда.

3. К какому из рядов следует отнести ягоду черники весом 0,22 г, если содержание витамина С – 47 мг%, а диаметр плода – 6,9 мм (среднее содержание витамина С в плодах, собранных в южных районах – 54 мг%, в северных районах – 44 мг%; средний диаметр южных плодов 6,1 мм, северных – 7,9 мм).

Вариант 7:

Определить:

1. Степень трансгрессии двух вариационных рядов, характеризующих диаметр плодов рябины обыкновенной, собранных в городах Белгород и Старый Оскол (мм):

Белгород: 10,1; 10,2; 9,7; 10,7; 10,8; 11,1; 9,5; 11,3; 12,1; 10,0; 10,7; 10,5; 12,0; 9,3; 9,8; 10,4; 10,7; 10,5; 9,1; 9,5; 9,9; 11,7; 11,0; 11,6; 11,1; 9,9; 10,6; 11,0; 10,8; 9,7; 10,4.

Старый Оскол: 7,4; 7,9; 7,7; 9,2; 7,1; 9,5; 8,8; 10,6; 10,0; 9,1; 9,5; 9,9; 9,5; 8,2; 7,9; 8,5; 9,0; 8,1; 7,7; 10,3; 10,1; 10,5; 9,7; 8,0; 8,9; 8,4; 7,9; 8,5; 8,0; 9,3; 7,5.

2. Достоверность разности между средними арифметическими каждого ряда.

3. К какому из рядов следует отнести плод рябины диаметром 10,5 мм, если содержание витамина С – 52 мг%, а вес плода – 6,9 г (среднее содержание витамина С в плодах, собранных в г. Белгород – 54 мг%, в г. Старый Оскол – 62 мг%; средний вес плодов в г. Белгород 0,65 г, в г. Старый Оскол – 0,53 г).

Вариант 8:

Определить:

1. Степень трансгрессии двух вариационных рядов, характеризующих вес плодов рябины обыкновенной, собранных в городах Белгород и Старый Оскол (г):

Белгород: 0,51; 0,57; 0,56; 0,47; 0,57; 0,66; 0,48; 0,71; 0,77; 0,65; 0,81; 0,74; 0,50; 0,59; 0,61; 0,88; 0,72; 0,60; 0,77; 0,64; 0,55; 0,70; 0,82; 0,71; 0,66; 0,69; 0,83; 0,59; 0,78; 0,60; 0,74.

Старый Оскол: 0,48; 0,51; 0,57; 0,49; 0,54; 0,42; 0,49; 0,42; 0,35; 0,71; 0,59; 0,64; 0,62; 0,66; 0,77; 0,54; 0,60; 0,59; 0,55; 0,63; 0,60; 0,52; 0,68; 0,49; 0,51; 0,45; 0,48; 0,56; 0,62; 0,66; 0,55.

2. Достоверность разности между средними арифметическими каждого ряда.

3. К какому из рядов следует отнести плод рябины весом г, если содержание витамина С – 52 мг%, а вес диаметр плода – 9,9 мм (среднее содержание витамина С в плодах, собранных в г. Белгород – 54 мг%, в г. Старый Оскол – 62 мг%; средний диаметр плодов в г. Белгород 10,5 мм, в г. Старый Оскол – 9,0 мм).

Вариант 9:

Определить:

1. Степень трансгрессии двух вариационных рядов, характеризующих длину хвои сосны обыкновенной в разных частях ареала России (мм):

Европейская территория: 50,3; 51,6; 42,4; 49,0; 43,2; 41,6; 47,5; 48,0; 50,2; 51,3; 49,4; 63,7; 64,8; 62,6; 51,1; 52,3; 49,9; 82,9; 78,6; 79,0; 85,1; 57,4; 55,3; 72,1; 79,4; 71,5; 67,1; 65,8; 83,0; 69,4; 68,1.

Азиатская территория: 54,8; 65,5; 55,2; 71,5; 51,3; 51,6; 51,0; 55,9; 54,8; 56,0; 69,9; 48,5; 64,4; 68,1; 64,5; 56,3; 44,8; 42,9; 47,4; 55,0; 66,4; 60,6; 55,7; 57,9; 53,5; 52,1; 53,5; 51,4; 61,0; 64,4; 53,8.

2. Достоверность разности между средними арифметическими каждого ряда.

3. К какому из рядов следует отнести хвоинку длиной 51,6 мм, если средняя ее ширина – 1,53 мм, толщина – 0,77 мм (средняя ширина хвоинок европейской территории – 1,56 мм, азиатской – 1,51 мм; средняя толщина хвои на европейской территории – 0,82 мм, на азиатской – 0,66 мм).

Задание 5. Определение величины и направления корреляционной связи

для малых выборок

Ход выполнения задания

Функциональная связь – связь между какими-либо показателями, когда при изменении одного признака или показателя на определенную величину другой признак или показатель изменяется тоже на определенную величину.

При корреляционных связях изменение одного признака у ряда особей на определенную величину будет сопровождаться изменениями другого признака на различные, то есть варьирующие значения.

Коэффициент корреляции выражается десятичной дробью и может принимать значения от 0 до ± 1 .

Тесная связь - $r = 0,7-1,0$.

Средняя связь – $r = 0,5-0,69$.

Умеренная связь – $r = 0,31-0,49$.

Слабая связь – $r = 0,21-0,3$.

Очень слабая связь $r = 0,2$ (часто не учитывается)

Формулы коэффициента корреляции для малых выборок:

$$\frac{\sum xy - \frac{\sum x \cdot \sum y}{n}}{\sqrt{a_x \cdot a_y}}$$

где $a_x = \sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}$ и $a_y = \sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}$

или

$$r = \frac{\sum xy - nM_x \cdot M_y}{\sqrt{(\sum x^2 - nM_x^2)(\sum y^2 - nM_y^2)}}$$

x – варианты первого признака

y – варианты второго признака

n – число наблюдений в выборке

r - коэффициент корреляции

Вариант 0:

Определить: величину и направление связи между массой и диаметром плодов рябины обыкновенной:

Масса плода, г	Диаметр плода, мм	Масса плода, г	Диаметр плода, мм	Масса плода, г	Диаметр плода, мм
0,51	10,10	0,56	10,12	0,47	10,08
0,57	10,07	0,48	10,15	0,66	10,04
0,71	10,75	0,77	10,80	0,65	10,49
0,81	11,12	0,51	7,44	0,56	7,49
0,57	9,22	0,71	8,80	0,81	10,62

0,48	9,19	0,77	8,83	0,89	10,75
------	------	------	------	------	-------

Вариант 1:

Определить: величину и направление связи между количеством и массой семян в одной шишке лиственницы сибирской:

Количество, шт.	Масса, г	Количество, шт.	Масса, г	Количество, шт.	Масса, г
41	0,30	35	0,34	43	0,34
38	0,36	41	0,31	42	0,43
45	0,35	44	0,40	38	0,29
38	0,38	40	0,32	40	0,38
46	0,38	41	0,34	46	0,44
40	0,43	43	0,34	40	0,37

Вариант 2:

Определить: величину и направление связи между количеством шишек и массой семян на одном дереве лиственницы сибирской:

Количество шишек, шт.	Масса семян, г	Количество шишек, шт.	Масса семян, г	Количество шишек, шт.	Масса семян, г
810	243	1350	259	1728	587
1512	468	1998	859	1620	567
1404	407	1890	718	2052	657
648	246	1404	618	1836	679
1458	297	1290	554	1632	648
1698	657	1426	618	1948	695

Вариант 3:

Определить: величину и направление связи между относительной полнотой древостоя и численностью подроста ели европейской в различных типах леса:

Относительная полнота	Численность подроста, тыс. шт./га	Относительная полнота	Численность подроста, тыс. шт./га	Относительная полнота	Численность подроста, тыс. шт./га
0,5	2,4	0,3	2,1	0,8	2,8
0,9	0,8	0,6	3,1	0,4	3,2
0,7	3,4	0,8	2,2	0,6	3,7
0,9	2,7	0,5	3,1	0,7	3,2
0,7	2,5	0,4	1,5	0,8	1,3
0,5	2,0	0,3	1,4	0,6	3,3

Вариант 4:

Определить: величину и направление связи между длиной хвои и количеством смоляных каналов у сосны обыкновенной:

Длина хвои, мм	Количество смоляных каналов, шт.	Длина хвои, мм	Количество смоляных каналов, шт.	Длина хвои, мм	Количество смоляных каналов, шт.
50,3	7,1	42,4	6,3	47,5	8,3
50,2	8,1	63,7	9,2	51,1	7,4
72,1	7,8	79,4	8,9	51,3	9,2
55,9	11,1	71,5	7,6	54,6	7,2
55,3	8,3	65,2	7,7	56,2	11,5
57,4	8,5	51,6	7,3	49,3	7,8

Вариант 5:

Определить: величину и направление связи между длиной и шириной шишки лиственницы Чекановского:

Длина, мм	Ширина, мм	Длина, мм	Ширина, мм	Длина, мм	Ширина, мм
18,8	20,6	21,4	23,1	20,6	20,8
19,2	20,9	21,9	22,6	19,8	19,9
21,5	20,7	21,9	23,4	20,2	20,5
21,2	22,1	25,0	23,9	22,5	23,2
20,9	22,7	20,1	20,2	19,5	19,6
21,8	21,1	21,2	20,3	21,4	22,0

Вариант 6:

Определить: величину и направление связи между длиной и толщиной хвои подроста ели европейской:

Длина, мм	Толщина, мм	Длина, мм	Толщина, мм	Длина, мм	Толщина, мм
9,32	0,48	9,90	0,54	10,30	0,36
10,99	0,41	11,40	0,54	10,26	0,41
10,73	0,53	10,83	0,42	11,78	0,53
10,39	0,48	10,81	0,53	8,42	0,47
10,93	0,59	12,66	0,68	10,05	0,52
11,03	0,54	12,49	0,62	10,07	0,60

Вариант 7:

Определить: величину и направление связи между длиной и массой шишек сосны сибирской:

Длина, мм	Масса, г	Длина, мм	Масса, г	Длина, мм	Масса, г
60,6	27,71	50,9	20,60	57,3	23,53
47,3	25,48	53,0	28,49	68,9	27,73
46,7	20,09	64,2	26,73	52,2	23,34
61,8	25,18	55,5	23,97	60,8	37,27
59,4	27,91	50,3	21,25	49,1	21,17

50,3	23,58	58,0	30,09	71,8	32,86
------	-------	------	-------	------	-------

Вариант 8:

Определить: величину и направление связи между длиной и массой шишек сосны обыкновенной:

Длина, мм	Масса, г	Длина, мм	Масса, г	Длина, мм	Масса, г
43,4	6,75	50,8	7,01	46,0	6,49
49,6	8,76	50,4	8,98	48,8	8,44
45,3	6,95	46,0	7,16	40,6	6,14
45,1	6,63	45,1	6,92	48,4	8,50
44,6	7,07	44,7	7,38	47,7	8,43
45,2	7,35	45,8	7,60	44,6	7,10

Вариант 9:

Определить: величину и направление связи между диаметром и массой шишек сосны обыкновенной:

Диаметр, мм	Масса, г	Диаметр, мм	Масса, г	Диаметр, мм	Масса, г
21,1	6,75	21,4	7,01	20,8	6,49
23,4	8,76	23,7	8,98	23,1	8,44
21,0	6,95	21,2	7,16	20,8	6,14
20,9	6,63	21,2	6,92	23,0	8,50
21,8	7,07	21,6	7,38	22,8	8,43
21,8	7,35	22,1	7,60	21,5	7,10

3. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. Вариационная статистика. Применение методов вариационной статистики. Использование биометрии для оценки лесных объектов и показателей изменчивости морфометрических характеристик.
2. Флуктуирующая асимметрия листьев древесных пород для оценки фактора антропогенной нагрузки.
3. Средняя арифметическая. Средняя взвешенная для определения количественных показателей древесных растений в различных местообитаниях.
4. Вариационный ряд, порядок его составления.
5. Метод условных отклонений с применением способа произведений. Вычисление средней арифметической для альтернативных признаков.
6. Свойства средней арифметической.
7. Средняя геометрическая. Ее использование для определения темпа роста древостоя. Свойства средней геометрической.
8. Определение абсолютного и относительного прироста древостоя.
9. Средняя квадратическая. Ее применения для оценки диаметра различных органов растений.
10. Средняя гармоническая. Ее применение для определения средних показателей, изменяющихся во времени.
11. Мода. Ее применение для определения средних морфометрических показателей и урожайности.
12. Медиана. Ее применение для определения средних количественных показателей у растений.
13. Метод накопительных частот.
14. Определение степени изменчивости варьирующего признака. Лимиты, как показатели варьирования характеристик промеров у различных видов древесных растений и урожайности пищевых и лекарственных растений.
15. Дисперсия, или варианта, как показатель разнообразия биологических объектов.
16. Среднее квадратичное отклонение. Его применение для оценки изменчивости количественных и качественных показателей характеристик.
17. Нормированное отклонение, как признак для определения изменчивости морфометрических показателей растений и их органов.
18. Коэффициент изменчивости. Его использование в частной генетике, для определения видовых особенностей растений, признаков акклиматизированных видов.

19. Методы определения степени изменчивости. Особенности коэффициента изменчивости. Применение для оценки популяций растений.
20. Теоретические и эмпирические ряды. Техника изображения вариационных рядов.
21. Нормальное распределение для характеристики объектов растительного мира по количественным признакам (вес, размер, урожайность и др.).
22. Свойства нормальной кривой распределения.
23. Биноминальное распределение. Его применение для оценки качественных альтернативных признаков биологических объектов.
24. Особенности биномиального распределения. Определение вероятности появления признака.
25. Распределение Пуассона при редких событиях при большом числе опытов в биологических исследованиях.
26. Асимметричные ряды. Причины асимметрии. Степень асимметрии для оценки распределения вариационных рядов по размерам, продуктивности, морфологической изменчивости растений.
27. Эксцессивные ряды. Причины вызывающие эксцесс.
28. Трансгрессивные ряды и трансгрессивные кривые. Применение трансгрессии при обработке показателей биологических особей.
29. Степень трансгрессии. Определение принадлежности биологического объекта к вариационному ряду (метод комбинированных признаков).
30. Основные типы ошибок в математической обработке биологических материалов.
31. Ошибка средней арифметической для большой выборки.
32. Критерий достоверности. Уровень достоверности, необходимый в биологических исследованиях.
33. Ошибка средней арифметической при малом числе наблюдений.
34. Ошибка при альтернативных признаках.
35. Ошибка среднего квадратичного отклонения.
36. Ошибка коэффициента изменчивости.
37. Определение ошибки для коэффициентов асимметрии и эксцесса.
38. Определение ошибок средних показателей при проведении таксационных измерений.
39. Методы вычисления величин статистических связей у биологических объектов по оценке возраста, размеров, веса, физиологического состояния.

40. Функциональная связь у биологических объектов. Корреляционная связь. Особенности корреляционных связей у растений в популяциях.

41. Коэффициент корреляции для малых и больших выборок по оценке размеров растений в зависимости от их возраста и географического распространения.

42. Коэффициент корреляции для альтернативных признаков. Ошибка коэффициента корреляции.

43. Бисериальный показатель связи для определения влияния экологических факторов на состояние популяций растений и отдельных особей в них.

44. Определение множественного и частного коэффициентов корреляции при комплексной оценке влияния биологических факторов.

45. Регрессия для определения тесноты связи изменчивости у биологических объектов. Коэффициент регрессии.

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Авдеев А. В. Современные методы биометрии в исследовании

растений: учебное пособие [Электронный ресурс] / А. В. Авдеев. - Оренбург: Оренбургский ГАУ, 2015. - 130 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/102226>.

2. Гашев С. Н. Математические методы в биологии: анализ биологических данных в системе Statistica: учеб. пособие / С. Н. Гашев, Ф. Х. Бетляева, М. Ю. Лупинос. - М.: Юрайт, 2017. - 208 с.

3. Лебедько Е. Я. Биометрия в MS Excel [Электронный ресурс] / Е. Я. Лебедько. - М.: Лань, 2018. - 172 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/134457>

4. Чудновская Г. В. Математические методы в биологии: учебное пособие / Г. В. Чудновская. - Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2013. - 111 с.

Дополнительная литература:

1. Абдурахманов, Р. Г. Математические методы в биологии (математическая статистика): учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] / Р. Г. Абдурахманов, Р. А. Халилов. - Махачкала: ДГУ, 2018. - 40 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/158331>

2. Иванов, В. И. Математические методы в биологии: учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] / В. И. Иванов. - Кемерово: КемГУ, 2012. - 196 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/44336>

3. Кудрин А. Г. Генетика и биометрия [Электронный ресурс] / А. Г. Кудрин. - Воронеж: Мичуринский ГАУ, 2008. - 125 с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=47109

4. Лакин Г.Ф. Биометрия: учеб. пособие для биол. спец. вузов / Г. Ф. Лакин. - М.: Высш. шк., 1990. - 352 с.

5. Меркурьева Е. К. Биометрия в животноводстве / Е. К. Меркурьева. - М.: Колос, 1964. - 311 с.

6. Статистический анализ математических данных в биологии: учеб. пособие для вузов / Р. З. Сиразиев [и др.]. - Улан-Удэ: БГСХА, 2005. - 72 с.

7. Чудновская Г.В. Биометрия: Методические указания к лабораторным занятиям по направлению 35.03.01 «Лесное дело» / Г.В. Чудновская. - Иркутск: ИрГАУ, 2017. - 44 с. (Электронная библиотека ИрГАУ)

8. Чудновская Г.В. Биометрия: методические указания к контрольной работе для студентов заочной формы обучения с применением дистанционных образовательных технологий по направлению 35.03.01 - Лесное дело / Г.В. Чудновская. - Иркутск: ИрГАУ, 2017. - 37 с. (Электронная библиотека ИрГАУ)

7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети

Интернет, необходимых для освоения дисциплины:

1. <http://www.biometrics.ru/>- Российский биометрический портал
2. <https://batrachos.com/biometria>- Биометрия

Сайты электронных библиотек

1. <http://cyberleninka.ru/article/c/biotehnologiya> - научная электронная библиотека «КИБЕРЛЕНИНКА»
2. <http://www.book.ru>-электронная библиотека Book.ru
3. <http://agris.fao.org/agris-search/index.do>-база данных AGRIS
4. <http://e.lanbook.com/>- Издательство «Лань» электронно-библиотечная система

5. ГЛОССАРИЙ

Асимметричные ряды - ряды, для которых характерно, что частоты уменьшаются в одну сторону быстрее, чем в другую, что приводит к

смещению вершины кривой в правую или левую сторону от средней арифметической.

Биноминальное распределение – частный случай нормального распределения. Отражает распределение членов совокупности, имеющих альтернативные признаки.

Бисериальный показатель связи - применяют в случаях, когда один признак выражен количественно, а другой имеет качественное и при том альтернативное выражение.

Вариации - ступени, на которые разбивается весь вариационный ряд

Вариационная статистика – наука, разрабатывающая методы изучения варьирующего признака на массовых материалах в различных областях знаний.

Вариационный ряд – ряд цифр по величине изучаемого признака, расположенных по возрастающей или убывающей степени с соответствующими им частотами появления признака.

Варьирующие признаки - признаки, проявляющие определенную закономерность в изменчивости (колеблемости) своих значений.

Дисперсия - указывает на степень разнообразия показателя у членов совокупности средней арифметической, вычисленной для данной совокупности.

Дисперсионный анализ - строится на обработке выборки, полученной по принципу случайного отбора объектов, но при этом допускается малочисленность материала и его качественная разнородность.

Коэффициент изменчивости или вариации - показывает изменчивость признака в совокупности в относительных величинах (в процентах).

Коэффициент корреляции - позволяет определить величину и направление связи при прямолинейном ее типе или близком к прямолинейному.

Коэффициент регрессии – величина показывающая, насколько изменяется в среднем признак, если коррелирующий с ним признак изменяется на определенную величину.

Критерий достоверности - показатель того, насколько правильно выборочная средняя отражает генеральную среднюю.

Лимиты - показывают размах значений и тем самым характеризуют разнообразие признака в группе.

Медиана - вариант, значение которого делит всю совокупность наблюдений на две равные части. Одна половина объектов совокупности

будет иметь значения варьирующего признака меньше, а другая половина объектов больше, чем медиана.

Мода, или модальный вариант - наиболее часто встречающиеся значения варианта.

Нормированное отклонение – статистический признак, позволяющий определить изменчивость признаков. С его помощью можно выразить в относительных единицах отклонение каждого конкретного члена совокупности.

Ошибка средней арифметической - прямо пропорциональна изменчивости признака и обратно пропорциональна числу наблюдений в выборке.

Простая корреляционная связь – связь между двумя признаками, без учета имеющихся других связей.

Распределение Пуассона - случай, когда имеют дело с появлением редких событий при большом числе опытов, то есть, когда вероятность появления этого события очень мала.

Средняя арифметическая – величина, сумма отрицательных и положительных отклонений от которой равна нулю.

Средняя арифметическая для альтернативных признаков - показатель доли, которую составляют члены совокупности, имеющие данный альтернативный признак.

Средняя гармоническая - вычисляет средние значения, получаемые во времени.

Средняя геометрическая – средняя величина, которая выявляет средний прирост (или среднее уменьшение) какого-либо показателя за определенный период времени.

Средняя квадратическая - используется для признаков, которые характеризуются площадью круга и для ее получения измеряют величину диаметра.

Среднее квадратичное отклонение – величина для измерения изменчивости как количественных, так и качественных признаков членов совокупности.

Трансгрессивные ряды и кривые - ряды, которые отличаются друг от друга величиной средней арифметической и у которых крайние классы, лежащие около максимального класса первой кривой, служат минимальными классами другой кривой, что создает в этих частях вариационных кривых их взаимное пересечение.

Функциональная связь – связь между какими-либо показателями, когда при изменении одного признака или показателя на определенную величину другой признак или показатель изменяется тоже на определенную величину.

Частные коэффициенты корреляции - позволяют выделять влияние каждого фактора из числа нескольких действующих.

Экссессивные вариационные ряды - ряды, у которых значительная доля частот накапливается около варианта, соответствующего средней арифметической.