МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Факультет физико-математических и естественных наук

Кафедра «Общая биология и биохимия»

Направление подготовки 44.04.01 Педагогическое образование

Магистерская программа Биологическое образование

Форма обучения заочная

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на тему:

«ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ ШКОЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА»

Студент _____ Лованова Ирина Евгеньевна

Руководитель _____ Заплатин Б. П.

Рецензент _____ Мещерякова О.А.

Нормоконтролер _____ Клыченков С.В.

Работа допущена к защите (протокол заседания кафедры от 23.04.24 № 8)

Заведующий кафедрой _____ Карпова Г.А.

Работа защищена с отметкой отлично

(протокол заседания ГЭК от 21.05.24 № 5)

Секретарь ГЭК _____ Клыченков С.В.

Пенза, 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ 6

1.1 Специфика биометрии, ее место в системе биологических наук. 6

1.2 Роль биологов в создании методов статистической обработки данных эксперимента. 9

1.3 Роль эксперимента в школьном учебном процессе 19

1.4 Анализ содержания образовательных стандартов на наличие сведений о теории вероятностей и математической статистики. 21

1.5 Актуальные способы статистической обработки данных биологического эксперимента. 23

1.6 Характерные ошибки неверной интерпретации данных, возникающие при отсутствии статистической обработки. 28

1.7 Современные компьютерные приложения и литература по обработке данных и возможности их использования в условиях школьного эксперимента. 30

1.8 Литература и программы по биометрии доступные для школьников (распространённые программы и понятная литература) 31

2 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ 34

2.1 Анализ современного уровеня знаний учащихся и преподавателей о статистической обработке данных эксперимента. 34

2.2 Оценка достоверности выводов представленных в реальных научных работах школьников. 37

2.3 Доступные методы биометрической обработки для различных видов школьного биологического эксперимента. 41

2.4 Преимущества дисперсионного анализа 45

2.5 Руководство по дисперсионному анализу данных биологического эксперимента с использованием EXCEL. 50

3 ВЫВОДЫ: 64

3.1 Уровень знаний учащихся и преподавателей: 64

3.2 Содержание образовательных стандартов 64

3.3 Использование математической статистики в учебном процессе 64

3.4 Выявить уровень знаний учащихся и преподавателей о значении и методах биометрической обработки данных биологического эксперимента это в пп 4,1 65

3.5 Оценка достоверность выводов представленных в реальных научных работах школьников 65

3.6 Предложение доступного метода статистической обработки данных 65

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ: 67

ВВЕДЕНИЕ

Современное образование является одной из ключевых составляющих развития личности и общества в целом, и его эффективность во многом определяется качеством учебных программ и методов преподавания. Одним из способов оценки этих параметров является проведение школьных биологических экспериментов, результаты которых подвергаются биометрической обработке и дисперсионному анализу.

Актуальность данной дипломной работы обусловлена необходимостью разработки методов биометрической обработки, доступных для учащихся и позволяющих им самостоятельно анализировать полученные в ходе экспериментов данные. Это способствует развитию у учащихся критического мышления, навыков анализа и интерпретации информации, что в свою очередь способствует повышению уровня их знаний и успеваемости.

Объектом исследования в данной работе являются методы биометрической обработки и дисперсионный анализ данных школьных биологических экспериментов.

Предметом исследования являются способы представления и объяснения этих методов учащимся на доступном и понятном уровне.

Исходя из вышеизложенного, **гипотезой** данной дипломной работы является предположение о возможности использования дисперсионного анализа для эффективной обработки данных, полученных в ходе школьных экспериментов, при наличии методического сборника, изложенного на доступном для учащихся уровне.

Целью работы является разработка методов биометрической обработки данных школьных биологических экспериментов для их последующего дисперсионного анализа учащимися.

Достижение поставленной цели предполагает решение следующих **задач**:

1. Изучение литературы по исследуемой теме;

2. Определение уровня осведомленности педагогов и обучающихся о возможности использования статистической обработки данных школьного эксперимента по биологии;

3. Анализ содержания образовательных стандартов и учебной литературы на предмет наличия сведений о биометрической обработке данных школьных экспериментов.

4. Проверка исследовательских работ учеников через двухфакторный дисперсионный анализ и определение точности полученных результатов;

5. Разработка методических материалов, включающих в себя теоретические основы и практические примеры биометрической обработки экспериментальных данных

6. Дисперсионный анализ полученных данных с целью выявления закономерностей и зависимостей между различными параметрами эксперимента.

7. Формулирование выводов и рекомендаций по использованию разработанных методов в учебном процессе.

Таким образом, данная диссертация будет полезна как для учащихся, так и для преподавателей. Учащиеся смогут получить новые знания и навыки, а преподаватели - использовать предложенные методы в своей работе.

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Специфика биометрии, ее место в системе биологических наук.

Формально биометрия представляет собой набор математических методов, используемых в биологии и в основном заимствованных из областей математической статистики и теории вероятностей. Биометрические данные наиболее тесно связаны с математической статистикой, результаты которой преимущественно используются, однако биометрические данные также влияют на развитие математической статистики. Взаимодействуя друг с другом, они обогащают друг друга. Однако биометрические данные не могут быть идентифицированы методами математической статистики и теории вероятностей. Биометрия имеет свои особенности, свои отличительные особенности и занимает определенное место в системе биологических наук. Математическая обработка данных и биометрические методы в биологии являются важными инструментами анализа и интерпретации результатов исследований. Эти методы позволяют выявлять закономерности и взаимосвязи в данных и создавать математические модели, описывающие биологические процессы [1].

Современная биометрия — раздел биологии, содержанием которого является планирование наблюдений и статистическая обработка их результатов; Математическая статистика и теория вероятностей — разделы математики, теоретические и фундаментальные науки, занимающиеся массовыми явлениями, независимо от специфических свойств составляющих их элементов. Теория вероятностей изучает законы массовых событий и случайных величин, а математическая статистика занимается разработкой методов выборки и вероятностной оценкой статистических гипотез. Биометрия – прикладная наука, изучающая конкретные биологические объекты с помощью математических методов. Биометрические данные возникли из потребностей биологии. В пограничных областях биологии и

математики развиваются и другие направления математической биологии. Каждое направление имеет свои задачи и применяет к ним соответствующие математические методы. Все разделы математической биологии объединяет дедуктивный подход к решению конкретных задач, при котором математические модели предлагаются, а затем проверяются экспериментально. Биометрические данные в основном основаны на индуктивном методе; Вариационная статистика (лат. variatio — изменение, колебание и state — состояние, состояние) относится к статистической обработке результатов измерений. Оба термина недостаточно точны. Поэтому попытки заменить их термином «биологическая статистика» (А. В. Леонтович, 1909; П. Ф. Рокицкий, 1973) также не лишены недостатков. Учитывая, что общепринятого названия темы Ю ДЗИ не существует. Поморский (1935) пришел к выводу, что из всех предложенных определений понятие «биометрия» следует считать наиболее точным, поскольку оно наиболее точно отражает содержание этой темы. Исходя из этого вывода, автор отдает предпочтение оригинальному термину «биометрия», поскольку он более краток и удобен в использовании в том смысле, в каком он был заимствован Р.

По классическим произведениям Фишера. 1 В дальнейшем слово «объект» означает то, что изучается или может быть изучено, на что направлено внимание исследователя на основе конкретных фактов, анализируемых математическими методами. Характерной особенностью биометрии является то, что ее методы используются не для анализа отдельных фактов, а для анализа их совокупности, т.е. связи между современной биологией и математикой разнообразны; Они становятся шире и глубже. В настоящее время трудно указать область знаний, в которой не используются математические методы. [2] Даже такая, казалось бы, далекая от математики область, как анатомия человека, не может обойтись без использования биометрических данных. Примером тому являются труды Е.М. Маргорина, изучавший возрастные изменения органов человека. Он писал: «Идеальным

методом определения возрастных различий было бы изучение одного и того же органа в его индивидуальном развитии, т. е. у одного и того же человека... но на практике это ограничивается пределами изучаемой анатомии. у живого человека. Тело и его наблюдение занимают много времени. Поэтому решение проблемы следует искать косвенно, сравнивая один и тот же орган у разных людей на разных возрастных этапах. Но здесь проявляется новая закономерность: индивидуальные вариации, которые оставляют значительный след при изучении возрастных различий. Понятно, что в таких случаях можно, как полагает Маргорин, сделать достоверные выводы. Не от 2 до 6 наблюдений, а гораздо большее количество; Без биометрии не обойтись. Также необходимы биометрические данные.

Конечно, не все исследования основаны на биометрических данных. В биологии успешно применяются и чисто описательные методы, не требующие количественной оценки получаемых результатов. Однако, когда исследования проводятся с использованием расчетов или измерений, использование биометрии становится абсолютно необходимым. В таких случаях пренебрежение или неправильное использование биометрических методов приводит к неоправданным затратам труда и времени, а главное, к неубедительным и зачастую ошибочным выводам. В качестве примера можно привести одну из попыток отвергнуть закон деления, открытый Г. Менделем. В 1939 году вышла в свет Н.Э. Ермолаевой, из чего, вероятно, следовало, что частота появления доминантного признака у гибридов второго поколения не соответствовала ожидаемому значению 3/4. Таким образом, был сделан вывод о противоречивости вышеупомянутого закона Менделя. Он заинтересовался творчеством академика Ермолаевой. А. Н. Колмогоров статистически обработал свои данные и пришел к прямо противоположному выводу. В статье, опубликованной в журнале «Доклады Академии наук СССР» (1940 г.), он писал: «Этот материал, вопреки собственным сомнениям Н. Е. Ермолаевой, является прекрасным подтверждением законов Менделя. Ошибка Ермолаевой

явилась результатом неуважительного отношения к биометрическим данным и недооценки их роли в научной работе.Приведенный пример показывает, что, во-первых, игнорирование биометрических методов при исследовании различных объектов приводит к неубедительным и ложным выводам, во-вторых, что ненадлежащее, формальное использование биометрических данных лишь создает строгое впечатление науки, но на самом деле оно приносит вред, а не пользу. Биометрия — формальная наука. Его использование при анализе изучаемых явлений требует некоторой осторожности. Недаром биометрические данные, по образному выражению Геккеля, сравниваются с жерновом, «который удаляет все пустоты, но ценность помола определяется только тем, что течет». Биометрия призвана вооружить ученых методами статистического анализа. , научить их статистическому мышлению, раскрыть их диалектику части и целого, причины и следствия, случайности и необходимости в явлениях природы. Действительно сложно переоценить значение биометрических данных в подготовке научно-педагогических кадров.

1.2 Роль биологов в создании методов статистической обработки данных эксперимента.

Биометрия как относительно самостоятельная научная дисциплина возникла во второй половине XIX века. Однако истоки его восходят к более раннему периоду истории естествознания: ко времени, когда измерение биологических объектов стало методом научного познания. Пришедшее на смену феодализму буржуазное общество нуждалось в выработке точного познания природы; В это время стал актуальным афоризм Дж. Галилея (1564-1642): «Измеряйте все, что измеримо, и измеряйте неизмеримое». В 1614 году вышла книга Сантарио (1561-1636) «О статической медицине». В 1680 году вышла книга Бореля (1608-1679) «О движении животных». В 1768 году французский ипполог Бургель опубликовал работу «Внешний вид лошади». В

этой книге содержится комплекс мерок, необходимых для определения пригодности лошадей к той или иной службе.

Характерно, что при этом, т.е. В XVIII веке развивается военная антропология, основанная на результатах обмеров тела мужчин призывного возраста для отбора годных к военной службе. В основу количественной оценки строения тела животного и человека, очевидно, легло то обстоятельство, что внешние параметры тела животных, как и строение тела человека, находятся в определенной связи с их физическими и психическими свойствами. Чтобы выразить этот контекст более точно; Визуальная оценка особенностей тела животных и человека по внешнему виду (внешнему) начиналась с измерений. А поскольку результаты измерений различались, необходимо было исследовать эту вариацию. В 1718 г. французский математик А. опубликовал в Лондоне публикацию. Книга Муавра (1667–1754) «Учение о творчестве». Измерив рост 1375 взрослых женщин и упорядочив результаты измерений в серии, он обнаружил закономерность, соответствующую известному в теории вероятностей нормальному закону распределения (см. главу IV). Необходимо было объединить методы биологии с методами теории вероятностей и математической статистики.

Теория вероятностей и математическая статистика зародились в середине 17 века. независимы друг от друга. Толчком к обоснованию теории вероятностей послужило развитие денежных условий в буржуазном обществе. Определенную роль играли азартные игры — подбрасывание монеты, кости, карточные игры — которые оказались простыми моделями, позволяющими заметить закономерность в поведении случайных событий массового характера. У истоков теории вероятностей были французские учёные П. Ферма (1601-1665) и Б. Паскаль (1623-1662), а также голландский математик и натуралист Х. Гюйгенс (1629-1696). Дж. Бернулли (1654-1705) и А. Де Муаврем. Однако наиболее важное развитие эта теория получила в работах

таких выдающихся математиков, как П. 1821-1894) и его св. Петербургская школа.

Развитие математической статистики связано с проблемами государственного управления. К середине 17 века в экономически развитых странах Европы накопилось так много информации о демографии, страховании, а также торговле, здравоохранении и других областях экономики, что это стало практически невозможным. Их понимание с помощью описательной статистики. Возникает острая необходимость поиска новых методов статистического анализа данных и их теоретического обоснования. Задача заключалась в том, чтобы оценить состояние целого частично, то есть использовать выборку для того, чтобы сделать выводы обо всей совокупности социальных явлений, полное описание которых стало слишком трудоемким и дорогостоящим. Развитие теории выборочного метода приблизило математическую статистику к выводам теории вероятностей, что стало важным шагом на пути к возникновению биометрии. Первым успешно объединил методы антропологии и социальной статистики с выводами теории вероятностей и математической статистики бельгийский антрополог и статистик А. Кетле (1796-1874). В 1835 году в Брюсселе вышла книга Кетле «О человеке и развитии его способностей, или Опыт социальной физики». Второе издание этой книги вышло в 1869 году под названием «Социальная физика, или Опыт изучения развития человеческих способностей»1. На большом фактическом материале Кетле впервые показал, что самые разнообразные физические характеристики человека и даже его поведение подчиняются общему закону распределения вероятностей, описываемому формулой Гаусса — Лапласа. В другой работе «О общественном строе и управляющих им законах» (1848) Кетле описывал человеческое общество не как сумму индивидов, живущих на отдельной территории, или общность людей, а как определенную систему, подчиненную строгим условиям. Законы природы, независимые от воли человека. Наконец, Кетле в своей работе

«Антропологика» (1871) показал, что открытые им статистические закономерности применимы не только к человеческому обществу, но и ко всем другим живым существам.

Из работ Кетле выяснилось, что задачей статистики является не только сбор и классификация статистических данных. х, но в их анализе, целью которого должно быть обнаружение закономерностей, действующих в области массовых явлений. Знание этих закономерностей должно сделать статистику источником научных знаний о социальных и биологических явлениях.

Исследования Кетле стали поворотным моментом в истории статистической науки. Кетле был одним из первых, кто убедительно показал, что случайности, наблюдаемые в живой природе, вследствие их повторения обнаруживают внутреннюю тенденцию, которую можно изучать и описывать точными математическими методами. А. Кетле заложил основы биометрии. Создание математического аппарата этой науки принадлежит английской школе биометристов XIX века во главе с Ф. Гальтон (1822-1911) и К. Пирсон (1857–1936). Эта школа возникла под влиянием блестящих работ Ч. Дарвина (1809-1882), совершившего революцию в биологической науке. Отвергнув господствовавшую в то время идею неизменности биологических видов, Дарвин противопоставил ей учение об эволюции, основанное на принципе естественного отбора.

В основе этого принципа лежит статистический характер причинно-следственных связей, сложившихся в живой природе; Оно утверждает гегелевскую концепцию случайности и необходимости, причины и следствия, внутренней связи части и целого. Революция, которую совершил Дарвин в области биологической науки, поставила перед учеными ряд великих и актуальных задач, среди которых на первый план вышла проблема изменчивости и наследственности организмов. Решение этой проблемы стало мощным стимулом для развития экспериментальных методов и, как следствие, развития биометрии. Одним из тех, на кого повлиял блестящий труд Дарвина

«О происхождении видов» (1859), был его двоюродный брат Ф. Гальтон. На Гальтона также произвели большое впечатление работы Кетле, особенно его «Социальная физика и антропология». Поэтому неудивительно, что именно Гальтон предпринял первую попытку использовать статистические методы для решения проблемы наследственности и изменчивости организмов. С 1865 года Гальтон опубликовал множество оригинальных работ по антропологии и генетике. На большом фактическом материале он подтвердил вывод Кетле о том, что не только физические, но и умственные способности человека распределяются по закону вероятности, описываемому формулой Гаусса-Лапласа. Достойным продолжателем исследований Гальтона стал его ученик К. Пирсон, профессор Лондонского университета. Поступив на кафедру прикладной математики и механики в 1884 году, Пирсон приступил к изучению проблемы наследственности и изменчивости организмов. Он создал математический аппарат биометрии; Разработал учение о различных типах кривых распределения, разработал метод моментов (1894 г.) и критерий согласия хи-квадрат (1990 г.). Пирсон ввел в биометрию такие показатели, как стандартное отклонение (1894 г.) и коэффициент вариации (1896 г.). Он отвечал за усовершенствование методов корреляции и регрессии Гальтона (1896, 1898). д. Вместе с Гальтоном и Уэлдоном Пирсон основал журнал «Биометрика» (1901 г.), редактором которого оставался до конца своей жизни.

Этот журнал сыграл важную роль в популяризации биометрических методов и создании Английской школы биометрии. Биометрические методы, разработанные Гальтоном и Пирсоном, стали золотой основой математической статистики. Однако попытка Гальтона использовать эти методы для решения проблемы наследственности организмов не увенчалась успехом. Гальтон и Пирсон считали, что о качестве их отношений можно судить по внешнему сходству между родственниками. На эту ошибку указал датский ученый В. Йохансен (1857-1927). В своих экспериментах с бобами Йохансен пришел к важному выводу, что биологические проблемы следует

решать с помощью математики, а не как математические задачи. «Статистике, — писал Йохансен, — всегда должен предшествовать биологический анализ, иначе результаты могут оказаться «статистической ложью». "Математика должна быть вспомогательным средством, а не руководящей идеей"1. Это был новый, реалистичный подход к оценке. Роль математических методов в биологических исследованиях. Полная значимость полученных результатов: во-первых, потому, что статистические наблюдений, а во-вторых, они требовали большой вычислительной работы, чего биологи, привыкшие работать с малыми выборками, не могли.Нен начал меняться после обоснования теории малой выборки.Пионером в этой области был ученик К. Пирсона У. Госсета (1876-1937), опубликовавшего свою работу в журнале «Биометрика» под псевдонимом «Студент».2 Теория малой выборки получила дальнейшее развитие в работах Пирсона и особенно Р. Фишера (1890-1962), который сделал огромный вклад в биометрию и обогатил ее статистическим анализом.новые методы с Фишер несколько лет работал научным сотрудником Ротамстедской сельскохозяйственной опытной станции, а с 1933 года — профессором кафедры прикладной математики Лондонского университета. Затем, с 1943 по 1957 год, Фишер возглавлял кафедру генетики в Кембридже. Удачное сочетание биолога-экспериментатора и математика-статистика, Фишер привнес в биометрию не только новые методы, но и новые идеи. Он заложил основы планирования экспериментов — теории, которая сейчас получила дальнейшее развитие и стала относительно самостоятельной отраслью биометрии. Фишер ввел в биометрию множество новых терминов и понятий и убедительно продемонстрировал, что планирование экспериментов и обработка их результатов — две неразрывно связанные задачи статистического анализа. Классические работы Фишера ознаменовали новый этап в истории биометрии. Они доказали, что биометрия – это не только инструкция по использованию различных технических приемов, используемых для обработки результатов наблюдений, но нечто большее –

наука, занимающаяся статистическим анализом массовых явлений в биологии. Рассматривая историю биометрии, нельзя не отметить огромный вклад в развитие теории вероятностей и математической статистики, внесенный в нашей стране такими учеными, как С. Н. Бернштейн (1880-1968), А. Я. Хинчин (1894-1958), Е.Е.Слуцкий (1880-1948), А.И.Хотимский (1892-1939), Б.С.Ястремский (1877-1962), В.И.Романовский (1879-1954), В.С.С. Особенно Колмогоров и его школа. получил мировое признание. Первый учебник теории вероятностей был издан в России в 1846 году академиком. В. Да. Буняковский (1804-1889). А первое полное изложение биометрических методов было подготовлено в 1909 году академиком. А. В. Леонтович (1869-1943). В 1910 г. были опубликованы «Очерки теории статистики» А. И. Чупрова (1874-1926). В 1916 г. вышло третье издание «Руководства по статистическим методам» А. А. Кауфмана (1864-1919). Поток биометрической литературы заметно увеличился в нашей стране после Великой Октябрьской социалистической революции. Биометрические методы начинают использоваться в различных областях биологии и смежных наук. В.В. Алпатов (1898-1979) и его последователи успешно использовали биометрию в пчеловодстве. Н. А. Плочинский (1899-1987), П. Ф. Рокицкий (1902-1977), А. С. Серебровский (1892-1948) и другие - в области генетики и селекции животных. М.В. Игнатьев (1894-1959) и Ю. П. Зыбин установил количественные параметры кроя и стандартизации обуви и одежды, выпускаемой для массового потребления. В. В. Бунак (1891-1979), И. И. Шмальгаузен (1884-1963) использовали биометрию для изучения закономерностей роста и развития животных и организмов человека. П.В. Терентьев (1903–1970) обосновал метод корреляции галактик — зоогеографическое «правило оптимальности». А.А. Ляпунов (1911-1973) — один из основоположников математической биологии и кибернетики в нашей стране. В коротком абзаце невозможно перечислить имена всех ученых, внесших вклад в развитие биометрии. Растущая роль биометрии в исследовательской работе, естественно, повлияла

на подготовку специалистов-биологов. Первым человеком, который еще в 1919 году начал преподавать курс биометрии с основами генетики студентам Московского университета, был С.С. Четвериков (1880-1959). В 1924 году он читал самостоятельный курс «Введение в биометрию». Впоследствии В.В. преподавал курс биометрии в МГУ. Алпатов, М.В. Игнатьев и другие. Основателем Ленинградской школы биометристов был Ю. А. Филиченко (1882-1930), организовавший первую в нашей стране кафедру генетики Ленинградского университета. Филиченко не только умело использовал биометрию в исследовательской работе, но и популяризировал ее в нашей стране. Его учебник по биометрии «Изменчивость и методы ее изучения» выходил при жизни автора четыре издания (1923, 1925, 1927, 1929 гг.). После смерти Филиченко курс биометрии в ЛГУ преподавал его ученик А.И. Зуйтина, погибшего в 1942 году в блокадном Ленинграде. Затем начал П.В. Терентьев, талантливый ученик С.С. Четвериков, внесший значительный вклад в развитие биометрии, преподавал биометрию в Ленинградском государственном университете. Он был первым, кто ввел преподавание биометрии в рамках Великого семинара по зоологии позвоночных. П.В. Терентьев был одним из первых организаторов курсов повышения квалификации биологов по математическим методам в биологии и четырех профсоюзных собраний (1958-1964), посвященных этой тематике. Большую работу проделал Ю. Л. Поморский (1893-1954). Многое сделано в области продвижения статистических методов А.К. Митропольский и другие ученые нашей страны. По методичкам Юя выросло целое поколение домашних биометристов. А. Филиченко, Ю. Л. Поморский, В. И. Романовский и другие ученые. Итак, биометрия прошла долгий и трудный путь в своем историческом развитии - от чисто словесного описания биологических объектов культуры к их измерениям, от статистических отчетов и таблиц к статистическому анализу массовых явлений. В истории биометрии можно отметить несколько периодов или этапов. Первый период, описательный,

относится к 17 веку. На этом этапе происходит переход от словесного описания биологических объектов и элементарной количественной инвентаризации к их числовым характеристикам. Измерения считаются методом научного познания живой природы. Второй период, начавшийся в первой половине 19 в., характеризовался творчеством А. Кетле. Именно тогда были заложены основы биометрии, как науки, целью которой является не описание явлений, а их анализ с целью обнаружения статистических закономерностей, действующих в области массовых явлений. Биометрия считается одновременно наукой и методом научного познания. Третий период, формалистический, характеризуется возникновением и развитием английской биометрической школы, которую возглавил Ф. Гальтон и К. Пирсон. В это время был создан математический аппарат биометрии и с его помощью попытались изучить проблему наследственности и изменчивости организмов. Четвертый период, рационалистический, начинается в 1902 году классическими исследованиями Йохансена, показавшего, что на первом месте в биологических исследованиях должны стоять биологические эксперименты, а не математика. В качестве помощи при обработке экспериментальных данных следует использовать математические методы. Пятый период развития биометрии открывают студент и Р. Классические произведения Фишера. На этом этапе создаются основы теории малых выборок и теории планирования экспериментов, а также вводятся новые термины и понятия в содержание биометрии. Все эти новации связаны с революцией в биологии, ломкой устаревших принципов и понятий в исследовательской работе, усилением процесса математизации биологии. Все более заметна специализация биометрии, использование ее методов в различных областях биологии, медицины, антропологии и других смежных наук.

Статистическая обработка данных играет важную роль в современных биологических исследованиях, поскольку позволяет анализировать и интерпретировать результаты экспериментов и наблюдений. Будучи

специалистами по дикой природе, биологи обладают уникальными знаниями и навыками, которые могут быть полезны при разработке новых методов обработки статистических данных. В этой статье обсуждается важность и актуальность вклада биологов в эту область.

Биологи обладают обширными знаниями о том, как живые системы функционируют, взаимодействуют друг с другом и с окружающей средой, которые можно использовать для разработки методов статистического анализа. Например, знание того, как различные факторы окружающей среды влияют на рост и развитие организмов, может быть полезно при разработке статистических моделей, описывающих эти процессы.

Кроме того, биологи могут привнести свои интуитивные знания и опыт в обработку статистических данных, что позволит улучшить качество анализа и повысить его точность.

Например, они могут предложить новые подходы к обработке данных, основанные на понимании биологических процессов и явлений.

Биологи также играют важную роль в интерпретации результатов статистической обработки данных. Они могут объяснить свои результаты на основе биологических закономерностей и выявить новые закономерности, которые могут быть важны для понимания биологических процессов.

Роль биологов в обработке статистических данных нельзя недооценивать. Их знания и опыт могут быть полезны при разработке новых методов анализа данных, интерпретации результатов и выявлении новых закономерностей. Таким образом, вклад биологов в этой области чрезвычайно важен и актуален, что способствует продвижению биологических исследований и развитию науки в целом.

1.3 Роль эксперимента в школьном учебном процессе

1.3.1 Роль экспериментальной работы в образовательном процессе

Экспериментальный метод научного познания является прежде всего аксиоматическим в условиях активного исследования биологических процессов и явлений. Важно изучать биологические процессы и явления, а также проверять гипотезы и теории. Этот эксперимент может быть использован для исследования различных научных вопросов, таких как взаимодействие организмов с окружающей средой, их строение, физиологические процессы и функционирование на первичном уровне. Кроме того, эксперименты могут помочь учащимся лучше учиться, поскольку они могут видеть и чувствовать то, что изучают.

Этот метод научного познания может быть использован для изучения различных научных вопросов, таких как взаимодействие организмов с окружающей средой, их строение, физиологические процессы и функции на первичном уровне. Кроме того, эксперименты могут помочь учащимся лучше учиться, поскольку они могут видеть и чувствовать то, что изучают.

В то же время при проведении эксперимента могут возникнуть трудности, такие как: неправильное планирование этапов эксперимента, ошибки в формулировке гипотез и формулировке целей. Наконец, проблемы могут возникнуть из-за отсутствия специализированного оборудования.

Поэтому важно, чтобы учителя биологии активно включали эксперименты в свои курсы и обучали учащихся основным навыкам уже в 5-м классе. Кроме того, следует учитывать, что разные учащиеся могут иметь разные способности и интересы, поэтому подход к обучению должен быть адаптирован к личности и индивидуальным потребностям учащегося.

Возможности для экспериментирования в биологическом образовании обусловлены развитием новых технологий, таких как генетические исследования, биоинформатика, молекулярная биология и другие. Эта техника

открывает новые возможности для экспериментов и изучения организмов на новом уровне.

Однако использование новых технологий в экспериментах требует не только знаний биологии, но и владения современными компьютерами и информационными технологиями. Это делает обучение на основе опыта еще более важным для студентов, которые хотят добиться успеха в современной биомедицинской и биотехнологической отраслях.

1.3.2 Роль экспериментальной работы в экологическом образовании.

Рассматривая данную проблему, мы пришли к выводу, что она важна и актуальна, поскольку касается формирования представлений учащихся о взаимоотношениях человека и природы, а также о влиянии деятельности человека на окружающую среду. Экологический образовательный эксперимент может быть использован как исследовательский метод, позволяющий учащимся приобрести практические знания и навыки, необходимые для решения экологических проблем.

При проведении экспериментов по экологическому образованию необходимо учитывать различные факторы, такие как воздействие на окружающую среду, потребление ресурсов и переработку материалов. Студенты также должны развивать способность оценивать влияние своей деятельности на окружающую среду и снижать это воздействие.

Кроме того, эксперименты по экологическому образованию укрепляют способность учащихся критически мыслить и получать информацию об окружающей среде. Это может включать в себя оценку различных стратегий и методов решения экологических проблем, а также понимание экологических последствий своих действий.

1.3.3 Роль экспериментальной работы в профориентации школьников.

Роль экспериментов в профориентации студентов-естественников актуальна, поскольку наука является ключевым фактором развития современного общества. Эксперимент может стать эффективным инструментом вовлечения студентов в научную деятельность, поскольку позволяет им увидеть практическое применение научных знаний и понять, как применить свои знания в будущей карьере.

Проведение экспериментов также помогает учащимся понять, что наука – это не только изучение теории, но и практическое применение знаний. Это может пробудить у них интерес к науке и помочь им принять решение о выборе будущей карьеры. Кроме того, проведение экспериментов может помочь учащимся развить критическое мышление, анализ данных и навыки принятия научных решений.

В целом, роль экспериментирования в профориентационной работе со студентами имеет решающее значение для развития у них интереса к академической работе и выбору карьеры. Однако для эффективного использования эксперимента необходимо учитывать индивидуальные особенности учащихся и их интересы.

1.4 Анализ содержания образовательных стандартов на наличие сведений о теории вероятностей и математической статистики.

Анализ образовательных стандартов на предмет наличия информации о теории вероятностей и математической статистике может помочь определить, насколько эти области знаний включены в учебную программу. Рассмотрим несколько образовательных стандартов разных стран.

В российском образовательном стандарте для старшей школы (ФГОС СОО) в рамках предмета “Математика” изучаются элементы комбинаторики, теории вероятностей и статистики. В примерной программе по математике для

10-11 классов указано, что учащиеся должны знать основы теории вероятностей, уметь решать задачи на вычисление вероятностей случайных событий и применять их в решении прикладных задач.

Американский образовательный стандарт (Common Core State Standards) также включает элементы вероятности и статистики в учебную программу по математике. Например, в стандарте по алгебре для 8 класса учащиеся изучают вероятность как отношение числа благоприятных исходов к общему числу исходов. В стандарте по статистике для 9 класса учащиеся знакомятся с основными понятиями статистики, такими как среднее значение, медиана, мода, стандартное отклонение и дисперсия.

Анализ образовательных стандартов на содержание информации о теории вероятности и математической статистике позволяет определить степень их интеграции в учебный процесс.

Так, в Российской Федерации, в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом среднего общего образования (ФГОС СОО), в рамках курса математики изучаются элементы теории вероятности и статистики, а также комбинаторика. В программе по математике за 10–11 классы предполагается знание основ теории вероятности, умение решать задачи на определение вероятности случайных событий и применение полученных знаний в прикладных задачах.

Таким образом, анализ образовательных стандартов показывает, что теория вероятностей и математическая статистика включены в учебные программы разных стран и уровней образования. Однако, степень глубины изучения этих областей может варьироваться в зависимости от конкретного стандарта и программы обучения.

1.5 Актуальные способы статистической обработки данных биологического эксперимента.

Наиболее актуальными методами статистической обработки данных биологического эксперимента являются:

1. Корреляционный анализ – позволяет определить наличие и степень корреляции между двумя и более переменными.

Корреляционный анализ — один из важнейших инструментов статистического анализа данных в биологии и других науках. Это позволяет определить наличие и степень корреляции между двумя переменными, такими как рост и вес человека, уровень тестостерона и уровень агрессии у животных, концентрация того или иного вещества в образце и его активность и т.д.

Существует несколько типов корреляционного анализа, включая линейный корреляционный анализ, ранговый корреляционный анализ и другие. Линейный корреляционный анализ используется для определения линейной связи между переменными, тогда как анализ ранговой корреляции используется для определения взаимосвязи между порядковыми переменными (например, между уровнем образования и уровнем дохода).

Корреляционный анализ можно использовать для определения причинно-следственных связей между переменными. Однако необходимо помнить, что корреляционный анализ не может доказать наличие причинно-следственной связи, он лишь показывает наличие и направление связи между переменными. Необходимы дополнительные исследования, чтобы доказать причинно-следственную связь.

Одним из недостатков корреляционного анализа является то, что он не учитывает влияние других переменных на взаимосвязь между исследуемыми переменными.

Его можно использовать в различных областях, включая биологию, медицину, экономику и социальные науки.

Существует несколько типов корреляционного анализа, в том числе линейная корреляция, ранговая корреляция и другие. Каждый тип корреляции имеет свои особенности и используется в зависимости от характера данных и цели исследования.

Одним из основных преимуществ корреляционного анализа является его простота и доступность широкому кругу исследователей. Он не требует сложных математических расчетов и может быть выполнен с помощью простых статистических программ или даже вручную.

Однако корреляционный анализ имеет некоторые ограничения. Он не может определить причинно-следственные связи между переменными и может привести к ложным результатам, если существуют другие переменные, не включенные в анализ. Более того, корреляционный анализ основан на предположении о линейной связи между переменными, что не всегда может быть правдой.

Несмотря на эти ограничения, корреляционный анализ остается важным инструментом для изучения взаимосвязей между переменными и помогает ученым и исследователям лучше понять взаимосвязь между различными факторами в их области исследований.

2. Регрессионный анализ – используется для определения связи между одной переменной (зависимой) с одной или несколькими другими переменными (независимыми).

Этот метод позволяет определить, как изменение одной переменной влияет на другую, и используется в различных областях науки, включая экономику, социологию, психологию и биологию.

Существуют различные типы регрессионного анализа, такие как линейная регрессия, логистическая регрессия и множественная регрессия. Выбор типа регрессии зависит от характера данных и вопросов исследования.

Регрессионный анализ используется для прогнозирования значений зависимой переменной на основе значений независимых переменных. Его

также можно использовать для выявления скрытых закономерностей в данных и определения причинно-следственных связей.

Основным недостатком регрессионного анализа является то, что он может давать неточные результаты, если данные содержат ошибки или упущения. Кроме того, регрессионный анализ может не учитывать взаимодействия между независимыми переменными, которые могут повлиять на зависимую переменную.

Несмотря на эти недостатки, регрессионный анализ является важным инструментом для анализа данных и понимания взаимосвязи между переменными в различных научных областях.

3. Дисперсионный анализ (ANOVA) – используется для оценки влияния различных факторов на изучаемую характеристику.

Этот метод используется в различных научных дисциплинах, включая биологию, психологию, социологию и экономику.

Дисперсионный анализ позволяет определить, существуют ли существенные различия между средними значениями разных групп данных. Это также позволяет оценить, как различные факторы влияют на изучаемую переменную. Например, дисперсионный анализ можно использовать, чтобы определить, влияет ли пол на IQ или возраст на результаты тестов.

Существует несколько типов дисперсионного анализа, включая однофакторный дисперсионный анализ, многомерный дисперсионный анализ и повторные измерения. Выбор того или иного типа анализа зависит от того, какие переменные исследуются и какие гипотезы проверяются.

Однако ANOVA имеет некоторые ограничения, например, он не подходит для анализа неметрических данных или данных с неодинаковым количеством наблюдений в каждой группе. Кроме того, дисперсионный анализ требует достаточно большого объема данных для обеспечения статистической мощности.

Тем не менее, дисперсионный анализ является мощным инструментом. Это инструмент анализа данных, который может предоставить ценную информацию о том, как различные факторы влияют на результат. влияет на изучаемые переменные.

4. Факторный анализ – используется для выявления скрытых связей между переменными и уменьшения их количества.

Он используется для уменьшения количества переменных путем группировки их в более крупные группы, называемые факторами. Факторный анализ может быть полезен при анализе больших наборов данных, когда имеется много переменных и анализ необходимо упростить.

Факторный анализ используется в различных областях, таких как психология, социология и экономика. Это может помочь выявить ключевые факторы, влияющие на поведение людей или финансовые показатели.

Процесс факторного анализа включает в себя несколько этапов. Сначала данные анализируются и определяются корреляции между переменными. Затем математические методы используются для определения факторов и их весов. Наконец, факторы интерпретируются и используются для понимания данных.

Важно отметить, что факторный анализ не является прогностическим методом, он лишь помогает выявить связи между переменными. Кроме того, результаты факторного анализа могут зависеть от выбранных методов и исходных данных, поэтому при интерпретации результатов следует проявлять осторожность.

5. Кластерный анализ – позволяет разделить объекты на группы (кластеры) так, чтобы объекты в группе были максимально похожими, а объекты в разных группах – максимально разными.

Основная цель кластерного анализа — определить структуру набора данных. Это может быть полезно, например, для группировки пациентов со

схожими симптомами или для выявления тенденций в больших наборах данных.

Например, кластерный анализ используется в биологии для классификации живых организмов по их генетическим, морфологическим или экологическим характеристикам. Например, биологи могут использовать кластерный анализ, чтобы разделить виды на роды, семейства или более крупные таксономические группы.

Также кластерный анализ может быть использован для изучения взаимоотношений между разными видами, их распространения в экосистемах и влияния различных факторов окружающей среды на их развитие. В целом кластерный анализ является важным инструментом для изучения разнообразия живых организмов и понимания их взаимоотношений.

Выбор подходящего алгоритма зависит от многих факторов, таких как размер набора данных, количество найденных кластеров и характеристики самих данных. Важно понимать, что не существует «лучшего» алгоритма для всех случаев, и выбор должен основываться на особенностях конкретной задачи.

6. Дискриминантный анализ – предназначен для разделения объектов на группы по их характеристикам.

В школьной биологии дискриминантный анализ может использоваться для классификации организмов на группы на основе их морфологических, генетических характеристик или характеристик окружающей среды, как упоминалось выше. Например, вы можете использовать дискриминантный анализ, чтобы определить, к какому виду принадлежит организм на основе его внешнего вида или генетического кода.

Дискриминантный анализ может быть использован и для определения влияния различных факторов окружающей среды на развитие организмов или их распространение в экосистемах. Например, вы можете изучить, как

температура, влажность и доступность питательных веществ влияют на рост и развитие различных видов растений или животных.

Таким образом, дискриминантный анализ является важным инструментом в курсах биологии средней школы, помогающим учащимся понять, как живые организмы взаимодействуют друг с другом и с окружающей средой.

7. Анализ главных компонентов (PCA) — это метод уменьшения размерности данных. Это позволяет сохранить основную информацию о данных, сокращая при этом количество переменных или функций. PCA может быть полезен, когда у нас много переменных, но мы хотим уменьшить их количество, чтобы облегчить анализ данных.

PCA работает путем поиска новых переменных (называемых главными компонентами), которые представляют собой линейные комбинации исходных переменных. Основные компоненты выбираются так, чтобы объяснить как можно большую часть различий в данных. Первый главный компонент объясняет большую часть дисперсии, второй главный компонент объясняет вторую по величине часть дисперсии и так далее.

В школьном курсе биологии PCA можно использовать для анализа данных о различных типах организмов. Например, мы можем использовать PCA для изучения взаимоотношений между различными видами растений и животных в экосистеме. Мы также можем использовать PCA для анализа влияния различных факторов, таких как температура, влажность и доступность питательных веществ, на рост и развитие организмов.

1.6 Характерные ошибки неверной интерпретации данных, возникающие при отсутствии статистической обработки.

При отсутствии статистической обработки могут возникать распространенные ошибки неправильной интерпретации данных. Некоторые из них включают в себя:

1. Неправильная идентификация причины и следствия. Без статистического анализа трудно определить, является ли одна переменная причиной другой.

2. Ложная корреляция. Корреляционный анализ может показать взаимосвязь между переменными. Но это не значит, что одна переменная всегда вызывает другую.

3. Пропуски и ошибки в данных. При отсутствии статистической обработки сбои и ошибки могут исказить результаты исследования.

4. Неправильная интерпретация результатов. Не зная статистической теории, исследователи могут неправильно истолковать результаты анализа.

5. Недостаточная мощность исследования: отсутствие статистического анализа. Исследования могут быть недостаточными для обнаружения существенных различий или ассоциаций.

Статистическая обработка данных — важный этап любого биологического исследования или проекта. Это помогает избежать ошибок в интерпретации результатов, таких как неправильные причинно-следственные связи. Ложные связи имеют неадекватную ошибку данных и педагогическую силу.

Школьникам предлагается изучить основы статистических вычислений и применить их в проектах по биологии. Это поможет им получить более точные и надежные результаты. И они пришли к правильному выводу в результате своего исследования.

Распространенные ошибки, вызванные неверными методами обработки данных

К частым ошибкам, возникающим в результате использования неправильных методов обработки данных, относятся:

– Выбор неправильного метода анализа: Использование неправильного метода анализа может привести к неверным результатам и неверным выводам, например, использование корреляционного анализа для изучения причинно-

следственных связей может привести к неверным выводам, если все возможные факторы не учитываются. учтено.

- Неадекватная обработка внешних факторов и ошибок. Ошибки и погрешности в данных могут существенно повлиять на результаты анализа. Особенно, если этим не управляют должным образом.
- Недостаточное понимание статистических методов: Без глубокого понимания статистических методов. Исследователи могут неправильно интерпретировать или использовать неподходящие методы анализа.
- Ограничения в использовании статистических методов: некоторые статистические методы могут лучше подходить для определенных типов данных или исследовательских вопросов. Неиспользование этих методов может привести к ограничению возможностей анализа данных.
- Ошибки в интерпретации результатов: даже если статистический анализ проведен правильно, в интерпретации результатов могут быть ошибки. Это может произойти, если исследователь не понимает смысла полученных результатов или не умеет правильно формулировать выводы на основе этих результатов.

Чтобы избежать ошибок обработки данных в проектах по биологии. Важно выбрать правильный метод анализа. разобраться с отклонениями и ошибками, получить глубокое понимание статистических методов и умение их использовать. Важно учитывать ограничения каждого метода и правильно интерпретировать результаты.

1.7 Современные компьютерные приложения и литература по обработке данных и возможности их использования в условиях школьного эксперимента.

Обработка данных является неотъемлемой частью любого научного исследования, в том числе в области биологии. Использование современных компьютерных приложений и литературы позволяет школьникам не только освоить практические навыки обработки данных, но и научиться критически

оценивать результаты своих экспериментов, а также делать обоснованные выводы.

Основные компьютерные приложения для обработки данных Одним из наиболее популярных приложений для обработки данных является Microsoft Excel. Он включает в себя широкий спектр функций для статистического анализа данных, таких как вычисление средних значений, стандартных отклонений, корреляций и т.д. Excel также позволяет создавать графики и диаграммы для наглядного представления результатов исследований.

R – еще один инструмент, не широко используемый в школах среднего общего образования городов России. Это инструмент для обработки данных, который представляет собой язык программирования для статистического анализа и визуализации данных. в R есть множество функций, а также возможность создавать собственные функции и скрипты для автоматического процесса обработки данных.

Освоение методов обработки данных также требует изучения соответствующей литературы.

Одним из авторитетных источников в Российской Федерации по данной теме является учебник “Основы статистики и анализа данных” под редакцией И. Г. Венецкого и В. И. Кильдишева. В нем подробно описываются основные методы обработки данных, а также приводятся примеры их применения в различных областях науки. Использование современных компьютерных приложений и научной литературы по обработке данных позволяет повысить качество образования в области биологии и развить у учащихся навыки исследовательской работы.

1.8 Литература и программы по биометрии доступные для школьников (распространённые программы и понятная литература)

1. “Biometrics” by A. Glantz - это книга, которая обучает основам биометрии и статистического анализа. Она доступна на русском языке.

“Applied Statistics: Principles of Data Modeling and Inference” by E. Lederberg - это учебник по прикладной статистике, который может быть полезен для понимания принципов статистического анализа данных. Он доступен на английском языке.

Microsoft Excel и R - это программы для статистического анализа данных, которые можно использовать для выполнения различных видов анализа. Они доступны бесплатно на официальных сайтах.

1. Учебник “Биометрия” Гланц А.

Ученик, который интересуется биологией и хочет углубить свои знания в этой области, может воспользоваться учебником “Биометрия” Гланца А. Этот учебник поможет ему изучить основы статистического анализа биомедицинских данных и научиться применять различные методы обработки данных в своих исследованиях. Это поможет ученику лучше понимать, как работают биологические системы, и делать обоснованные выводы на основе своих наблюдений и экспериментов.

2. Учебник “Прикладная статистика” Ледерман Э.

Изучение учебника “Прикладная статистика” Ледермана Э. поможет лучше понять, как применять статистические методы для анализа данных в различных областях, таких как биология, медицина, экология и другие. Это позволит вам более эффективно обучать учеников и помогать им развивать навыки анализа и интерпретации данных.

3. Программа Microsoft Excel.

4. Язык программирования R.

5. Учебник “Основы статистики и анализ данных” Венецкий И.Г., Кильдишев В.И.

Данная книга полезна для образования, так как помогает обучающимся понять основные принципы статистического анализа данных. Учебник содержит информацию о различных методах статистического анализа, а также практические примеры их применения. Это поможет обучающимся и учителю

лучше понимать, как использовать статистические методы для решения различных задач и анализа данных.

2 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

2.1 Анализ современного уровня знаний учащихся и преподавателей о статистической обработке данных эксперимента.

Для чистоты эксперимента в качестве объекта анализа мы выбрали учеников и учителей из школ двух регионов, имеющих разный статус: МБОУ СОШ №65/23 г. Пензы и МАОУ «Лицей» г. Реутов. Анкетирование проводилось в 10-11-х классах и среди учителей. Объем выборки: 90 учеников и 14 учителей. Результаты тестирования показали, что программой Microsoft Excel пользуются меньше половины опрошенных пользователей.

Всего 42,9% опрошенных используют программу часто, тогда как 57,1% либо использует ее крайне редко, либо не использует вообще (Рис. 1).

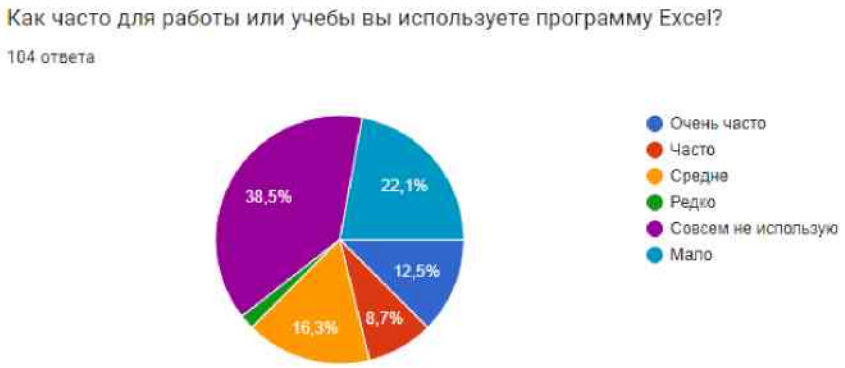


Рисунок 1. Процентное соотношение использования программы Excel

С расширением Microsoft Excel «Надстройка» знакомы всего 32,7% опрашиваемых (Рис. 2).

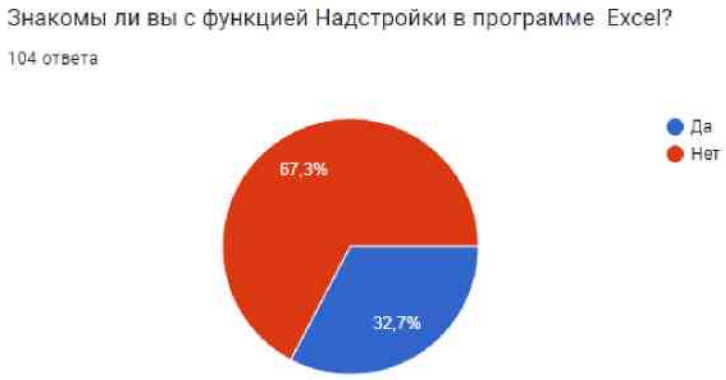


Рисунок 2. Процент осведомленных о функции «Надстройки»

Более низкий результат и в вопросе о знании двухфакторного дисперсионного анализа, всего 23,1% (Рис. 3).

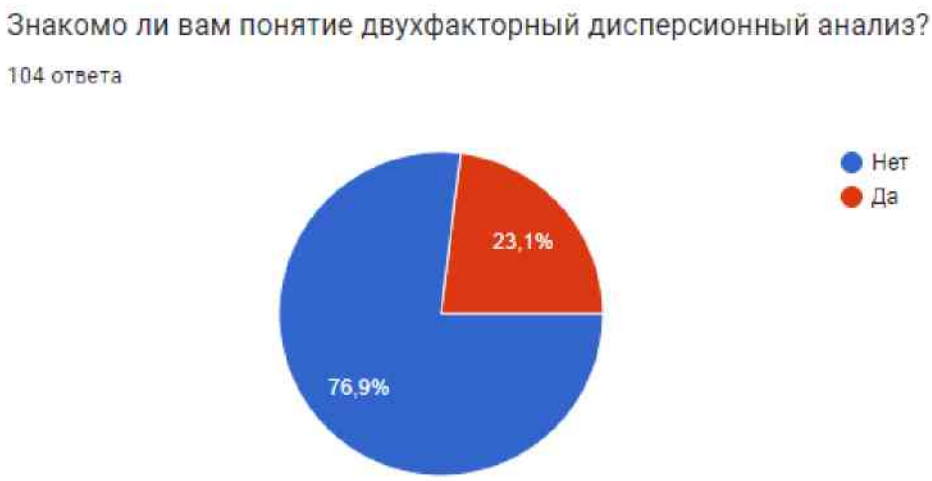


Рисунок 3. Процент осведомленных о понятии «Двухфакторный дисперсионный анализ»

Мы попросили тестируемых ответить, используют ли они двухфакторный дисперсионный анализ при обработке данных школьного эксперимента. И выявили, что анализ проводился 18-ю опрашиваемыми (17,3%) из 104. Отмечу, что большинство ответов было дано учителями, ученики же, за редким исключением, не принимают участие в подобной обработке данных (Рис. 4).

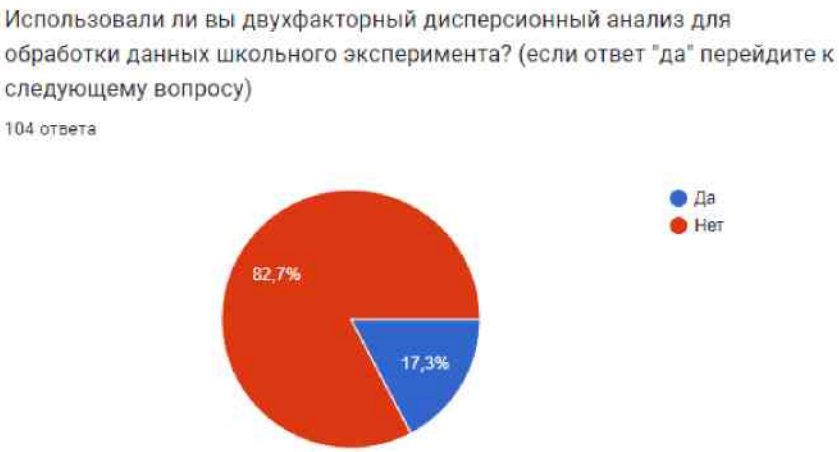


Рисунок 6. Процент использовавших дисперсионный анализ в данных школьного эксперимента

Далее являлось необходимым уточнить у тех, кто ответил положительно, использовали ли они данный метод при изучении биологических закономерностей (Рис. 5).

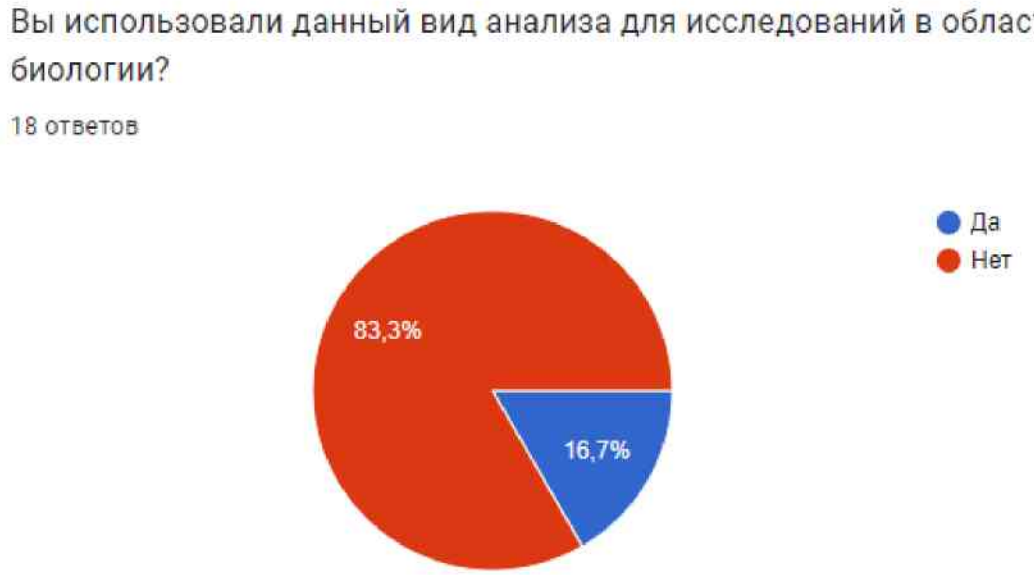


Рисунок 5. Процент использовавших дисперсионный анализ в области биологии

Результат составил всего 16,7%, т.е. 3 человека.

Подведя итоги данного опроса были сделаны следующие **выводы:**

1. Программой Microsoft Excel пользуются в большей степени педагоги.
2. О дополнительных функциях Microsoft Excel Надстройка знает 1/3 часть.
3. Использование двухфакторного дисперсионного анализа проводится редко и в большинстве своем данный метод используют учителя.
4. Двухфакторный дисперсионный анализ, при изучении биологических процессов в школе, практически не используется.
5. Уровень знаний о статистической обработке данных крайне низок, как у учеников, так и у учителей.

Отсюда становится очевидной **актуальность** нашей работы.

2.2 Оценка достоверности выводов представленных в реальных научных работах школьников.

В качестве объекта анализа была отобрана работа ученицы 10 класса, на тему: "Изучение эффективности использования ризосферных бактерий и стимуляторов роста для повышения урожайности овощных культур».

Ученицей была сформулирована следующая гипотеза: использование препаратов с арахидоновой кислотой и выращивание растений на субстрате, обогащенном ризосферными бактериями, положительно повлияет на скорость роста и интенсивность плодоношения огурцов и томатов.

Для проведения первого эксперимента была отобрана контрольная и экспериментальная группы (строки), они представляли собой выборку и в столбцах показана динамика роста растений (таблица 1).

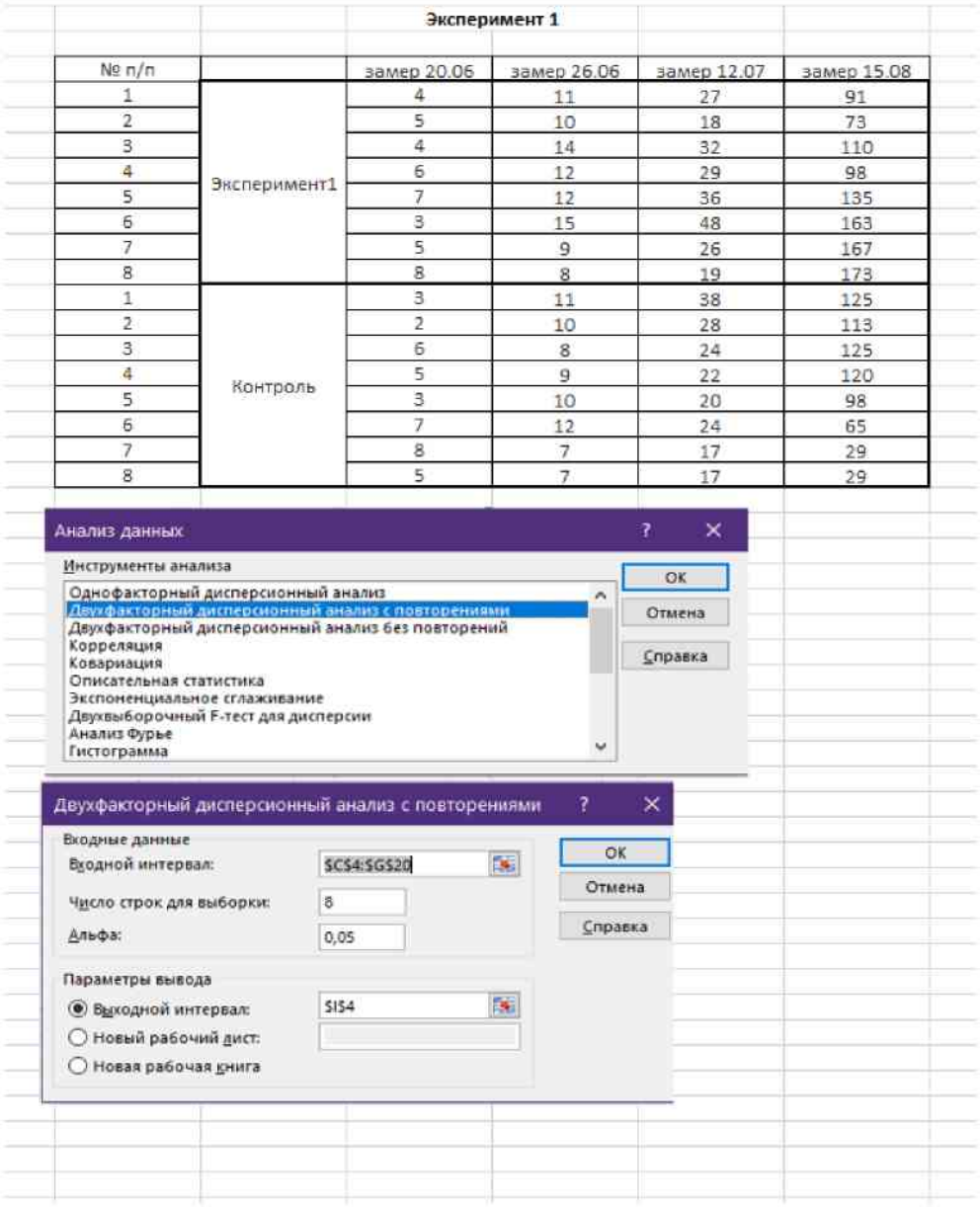
	№ п/п	20.06.2019	24.06.2019	12.07.2019	15.08.2019
Эксперимент	1	4см	11см	27см	91см
Эксперимент	2	5см	10см	18см	73см
Эксперимент	3	4см	14см	32см	110см
Эксперимент	4	6см	12см	29см	98см
Эксперимент	5	7см	12см	36см	135см
Эксперимент	6	3см	15см	48см	163см
Эксперимент	7	5см	9см	26см	167см
Эксперимент	8	8см	8см	19см	173см
	Среднее	7см	11см	29см	111см
Контроль	1	3см	11см	38см	125см
Контроль	2	2см	10см	28см	113см
Контроль	3	6см	8см	24см	125см
Контроль	4	5см	9см	22см	120см
Контроль	5	3см	10см	20см	
Контроль	6	7см	12см	24см	65см
Контроль	7	8см	7см	17см	29см
	Средне	7см	9см	24см	96см

Таблица 1. Динамика роста французского корнишона.

Ученицей был сделан следующий вывод: увеличение роста растений огурцов сорта «Французский корнишон» при обработке препаратом

«Оберегъ» составило в среднем 15 см. В фазе активной вегетации рост экспериментальных образцов увеличивался на 19% после каждой обработки.

Для проверки данного результата был проведен двухфакторный дисперсионный анализ данных, полученных в ходе эксперимента (Рис. 6а, 6б).



Эксперимент 1

№ п/п		замер 20.06	замер 26.06	замер 12.07	замер 15.08
1	Эксперимент1	4	11	27	91
2		5	10	18	73
3		4	14	32	110
4		6	12	29	98
5		7	12	36	135
6		3	15	48	163
7		5	9	26	167
8		8	8	19	173
1	Контроль	3	11	38	125
2		2	10	28	113
3		6	8	24	125
4		5	9	22	120
5		3	10	20	98
6		7	12	24	65
7		8	7	17	29
8		5	7	17	29

Рисунок 6а. Двухфакторный дисперсионный анализ динамики роста французского корнишона.

Произведя расчеты, мы наблюдаем, что для всех источников вариации FФАКТ ≥ Fst , то есть, различия дисперсий по критерию Фишера (F-критерию) существуют, и вероятность этих различий равна 95% (при уровне значимости $p<0,05$).

Двухфакторный дисперсионный анализ с повторениями						
ИТОГИ	замер 20.06	замер 26.06	замер 12.07	замер 15.08	Итого	
Эксперимент1						
Счет	8	8	8	8	32	
Сумма	42	91	235	1010	1378	
Среднее	5,25	11,375	29,375	126,25	43,0625	
Дисперсия	2,785714286	5,696428571	93,125	1487,642857	2821,157258	
Контроль						
Счет	8	8	8	8	32	
Сумма	39	74	190	704	1007	
Среднее	4,875	9,25	23,75	88	31,46875	
Дисперсия	4,410714286	3,357142857	47,07142857	1711,142857	1548,773185	
Итого						
Счет	16	16	16	16		
Сумма	81	165	425	1714		
Среднее	5,0625	10,3125	26,5625	107,125		
Дисперсия	3,395833333	5,429166667	73,8625	1882,916667		
Дисперсионный анализ						
Источник вар	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-Значение*	*F критическое*
Выборка	2150,640625	1	2150,640625	5,127849361	0,027435438	4,012973378
Столбцы	108134,4219	3	36044,80729	85,94292319	6,06159E-21	2,769430932
Взаимодейств	3846,796875	3	1282,265625	3,057351791	0,035616047	2,769430932
Внутри	23486,625	56	419,4040179			
Итого	137618,4844	63				

Рисунок 6б. Двухфакторный дисперсионный анализ динамики роста французского корнишона.

Следовательно, обработка препаратом «Оберегъ» действительно влияет на увеличение роста растений. Но среднее значение прироста огурцов не совсем точно вычислено, т.к. составляет 15,6 см.

Далее мы провели двухфакторный дисперсионный анализ следующего эксперимента, который изучает влияние этого же удобрения на урожайность томатов (Таблица 3, Рис. 7).

	№ п/п	20.06.2019	24.06.2019	12.07.2019
Эксперимент	1	17см	20см	50см
Эксперимент	2	21см	25см	58см
Эксперимент	3	12см	14см	45см
Эксперимент	4	21см	25см	73см
	Среднее	17,7см	21см	56,6см
Контроль	1	21см	22см	77см
Контроль	2	20см	23см	70см
Контроль	3	24см	26см	73см
Контроль	4	12см	15см	35см
	Среднее	19,2см	21,5см	63,5см
превышение эксперимента от контроля			-3%	-11%

Таблица 2. Динамика роста томатов сорта «Рябчик»

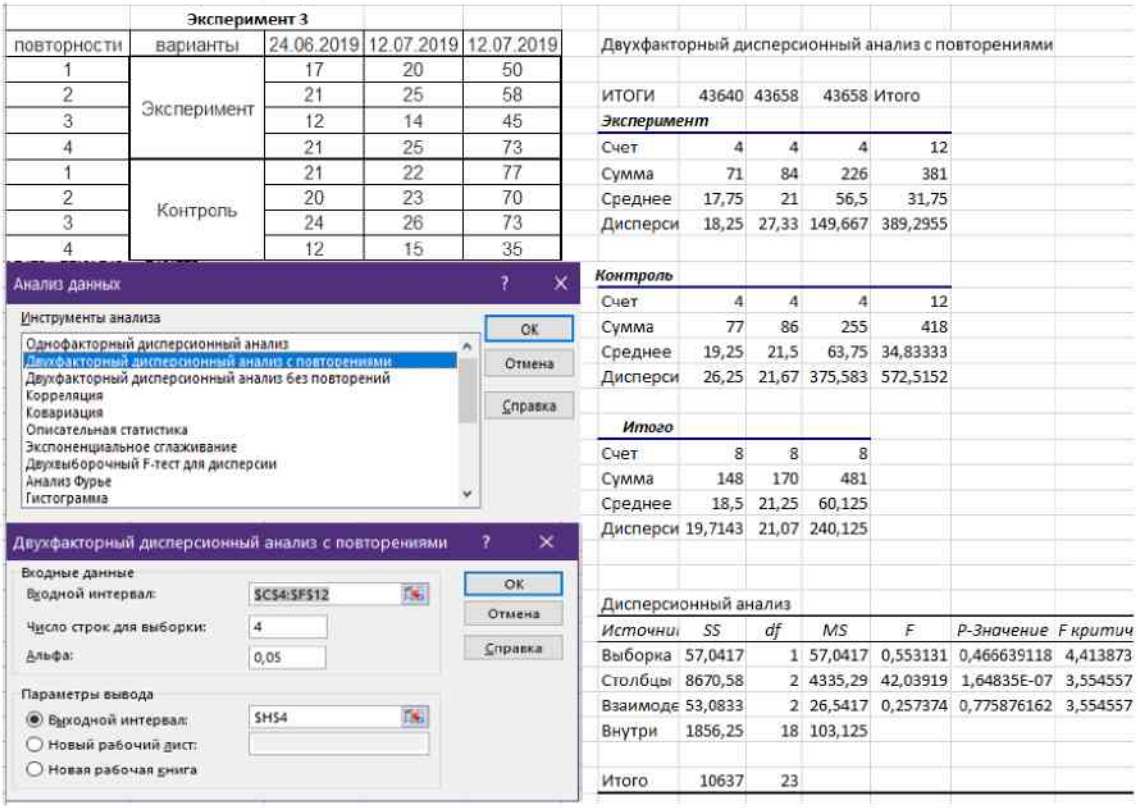


Рисунок 7. Дисперсионный анализ динамики роста томатов сорта «Рябчик»

Результаты двухфакторного дисперсионного анализа с повторениями показывают, что различий между экспериментальной и контрольной группами нет, и этот вывод достоверен на 95% уровне значимости. Также достоверно отсутствие влияния экспериментального фактора на динамику роста растений. Единственный достоверный эффект – это наличие динамики роста томатов.

Поэтому сделанный ученицей вывод о "превышение эксперимента над контролем" не подтверждается данными эксперимента. Возможно, причина в недостаточном объёме выборки.

2.3 Доступные методы биометрической обработки для различных видов школьного биологического эксперимента.

Методов биометрической обработки экспериментальных данных существует довольно много. Рассмотрим некоторые из них:

2.3.1 Метод выборочных совокупностей

Метод выборки – статистический метод исследования общих свойств группы объектов путем изучения только свойств подмножества выбранных объектов. Математическая теория математической статистики базируется на двух важных разделах математической статистики: теории отбора из конечных групп; и принцип выбора из бесконечного множества. Ключевые различия в методе выборки. Для конечных и неограниченных популяций в первом случае метод выборки применяется к объектам с неслучайными детерминированными характеристиками (например, количеством или качеством выращенного урожая). Это не случайная величина: число — это неизвестная константа, которую необходимо оценить на основе выборочных данных.) Во втором случае для изучения свойств случайных объектов часто используются математические меры (например, случайные измерения для изучения свойств). непрерывно распределенная ошибка, где каждое значение теоретически можно интерпретировать как достижение одного из бесконечного числа результатов).

Можно переписать полученные данные в порядке нарастания их

величины или в порядке уменьшения величин. Такой способ упорядоченья данных называется **ранжированием.** Ранжирование данных дает уже некоторое представление о характере экспериментального материала. Так, строго обозначены минимальное и максимальное значения вариант, которые носят название **лимитов изменчивости**. Самое маленькое значение варианты называется минимальным значением (min), а самое большое - максимальным значением (max). В центре такого упорядоченного (ранжированного) ряда цифр сосредоточено основное количество вариант со "средним значением" признака.

2.3.2 Среднее арифметическое

Средняя арифметическая величина является очень важным параметром, характеризующим выборочную совокупность. Она используется для характеристики любых совокупностей в технике, медицине и биологии. Средняя арифметическая величина является обобщенной характеристикой совокупности. Часто значение средней арифметической величины реально не существует, например, 4,5 щенка и др. В этом смысле средняя арифметическая является абстрактной величиной, но в, то, же время она и конкретная величина, характеризующая типичное состояние признака в совокупности. При предоставлении результатов в биологии средняя арифметическая величина обозначается, как М. Особо важно знать среднее арифметическое значение выборках с нечеткими границами и большим разбросам в значениях.

Пример

Измерялась частота сердечных сокращений у 10 студентов первого курса на занятии физическая культура. Получены следующие данные:

62, 65, 72, 68, 69, 71, 63, 67, 64, 62

Средняя арифметическая в этом случае будет подсчитываться следующим образом.

62+65+72+68+69+71+63+67+64+62 / 10=66,3

Средняя арифметическая величина частоты сердечных сокращений у 10 студентов первого курса на занятии физическая культура составляет 66,3.Соответственно M=66,3.

2.3.3 Критерий Стьюдента.

Критерий Стьюдента — это общее название класса методов проверки статистических гипотез. (статистический тест) На основании распределения Стьюдента наиболее распространенное использование t-критерия включает проверку равенства средних значений в двух выборках.

Этот критерий часто используется для проверки гипотез:

«Среднее значение двух выборок означает одну и ту же популяцию». В этом случае вы можете использовать t-критерий Стьюдента. (при условии, что размер выборки достаточно велик ($n \geq 30$) или набор статистических данных близок к нормальным правилам распределения)

Давайте рассмотрим два примера использования t-тестов.

Мы изучали частоту сердечных сокращений первокурсников на уроках физкультуры. В первую группу входят студенты, включенные в основную группу по результатам медицинского осмотра. Во вторую группу вошли студенты. После проверки работоспособности их разделяют на дополнительные группы. (У учащихся есть проблемы со здоровьем) Количество учащихся в первой группе – 10, во второй группе – 9.

Алгоритм расчета параметров распределения:

1. Размещаем полученные данные в таблице в первой вертикальной колонке (Таблица 3);

№	ЧСС	№	ЧСС
1	62	1	65
2	65	2	63
3	72	3	64
4	68	4	62

5	69	5	68
6	71	6	77
7	63	7	68
8	67	8	73
9	64	9	64
10	62	10	62

Таблица 3. Частота сердечных сокращений испытуемых

2. Рассчитываем среднее арифметическое имеющихся данных (Таблица 4):

1	66,3	2	67,2

Таблица 4. Среднее значение ЧСС испытуемых двух групп

3. Вторую колонку заполняем отклонениями данных от среднего значения: X - M (из каждого значения вычитается среднее арифметическое) (Таблица 5);

1	66,3 ± 3,6	2	67,2±5,01

Таблица 5. Интервал отклонений от среднего значения

В настоящее время применяются оба подхода к сравнению двух групп по количественному признаку: путем проверки статистических гипотез и с использованием доверительного интервала. Эти два подхода дают ответы на различные вопросы: в первом случае, – «В какой степени можно быть уверенным, что различия между генеральными совокупностями действительно существуют?», во втором – «Насколько велики различия генеральных совокупностей?»

Оба подхода основаны на одних и тех же допущениях, и статистических принципах, поэтому скорее не конкурируют, а дополняют друг друга. Тем не менее, значение подхода с построением доверительного интервала все более возрастает. Знакомясь с работой, содержащей лишь средние значения,

стандартные ошибки средних и число наблюдений, мы можем самостоятельно рассчитать доверительный интервал, чтобы понять, имеет исследование сугубо академическую либо еще и практическую ценность

2.4 Преимущества дисперсионного анализа

Ученые биологи в своих работах исследуют воздействие различных факторов, совокупностей факторов и их влияния на живые структуры. Анализирующие методы разнородности результатов, появившиеся благодаря трудам Р. А. Фишера, представлены концепцией дисперсионного анализа. Суть данного анализа заключается в выявлении и последующем оценивании статистической значимости различий, появившимися благодаря отдельным факторам и их взаимодействию между собой,

Целями такого анализа являются оценка генерированных факторами дисперсий, а также верификация их статистического веса, при условии актуальности возможных ошибок репродукции результатов. Однако применение такового подхода приемлемо лишь при соблюдении некоторых специфических условий.

Первоначально должно быть установлено, что размер наборов данных представляет собой случайные выборки из общих совокупностей, придерживающихся к нормальному распределению, хотя вызывает ограниченные требования к его точной проверке. Примечательной стороной статистического критерия Фишера является его применимость даже при встрече с малозначительными отступлениями от нормального распределения, до тех пор пока они не уходят в заметные искажения базовой модели нормальности.

Второе критическое условие диагностика однородности дисперсий измерений, вызванных ошибками воспроизводимости, предполагает неукоснительное следование. Сомнения относительно того, что последовательности измерений соответствуют выборкам из распределений с сопоставимыми дисперсиями ошибок, побуждают к использованию критериев

проверки, среди которых значительное место занимают методики Кохрена и Н-критерий.

Обширное использование дисперсионного анализа в многочисленных сферах научной и технической деятельности обусловлено его базовыми методологиями, коренящимися в простоте и эффективности.

Однофакторный дисперсионный анализ. Пусть, например, при совместном анализе точности группы измерительных приборов — потенциометров — нас интересует вопрос о том, можно ли считать их систематические ошибки одинаковыми. Иначе говоря, мы хотим проверить влияние одного фактора — прибора — на погрешность показаний. Пусть число потенциометров будет ***m*** и каждый из них измеряет напряжение одного и того источника ***n.***

Расположение материала при определении дисперсии, обусловленной действием одного фактора. (Таблица 6)

№ измерения	№ прибора			
	1	2	....	*m*
1 2 .	x_{11} x_{12} ...	x_{21} x_{22}	. . .	x_{m1} x_{m2} ...
n	x_{1n}	x_{2n}	. . .	x_{mn}
Итого	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	. . .	$\bar{x}_m$

Таблица 6. Данные измерений

При таком расположении материала рассеяние между строчками будет определяться ошибкой воспроизводимости, а рассеяние между столбцами — систематическими ошибками приборов.

Чтобы оценить ошибку воспроизводимости, подсчитаем дисперсию по каждому столбцу в отдельности, а затем среднюю дисперсию (Рис. 8)

$$S_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}(x_{ij} - \bar{x}_i)^2}{m\,(n-1)}.$$

Рисунок 8. Формула расчета дисперсии

Средняя дисперсия по отношению к общему среднему по всей таблице равна сумме двух дисперсий: дисперсии σ_m^2 , обусловленной различной работой приборов, и дисперсии, обусловленной ошибкой воспроизводимости $\sigma_{восп}$, деленной на число параллельных определений (Рис. 9)

$$\frac{\sigma_{восп}^2}{n} + \sigma_m^2 \simeq \frac{\sum_{i=1}^{m}(\bar{x}_i - \bar{x}_m)^2}{m-1}$$

Рисунок 9. Формула расчета средней дисперсии

Обычно для упрощения вычислений находят следующие вспомогательные суммы: сумму квадратов всех значений.

Результаты расчетов представляются так (Таблица 6)

Рассеяние	Суммы квадратов	Число степеней свободы	Дисперсии	Компоненты генеральных дисперсий
Между столбцами Между строчками Сумма	$s_2 - s_3$ $s_1 - s_2$ $s_1 - s_3$	$m - 1$ m(n—1) mn—1	$S_2^2 = \frac{s_2 - s_3}{m-1}$ $S_1^2 = \frac{s_1 - s_2}{m(n-1)}$ –	$n\sigma_m^2 + \sigma_{восп}^2$ $\sigma_{восп}^2$ –

Таблица 6. Представление результатов дисперсионного анализа

Прежде чем приступить к определению компонентов дисперсий, нужно убедиться в значимости отношения (Рис. 10)

$$F_1 = \frac{S_2^2}{S_1^2}.$$

Рисунок 10. Формула значимости отношений

С этим отношением связаны два значения числа степеней свободы:

- для числителя m—1,

- для знаменателя $m\ (n$—1).

Если $F_1 > F_{0,05}$ при $f_1 = m$—1 и $f_2 = m\ (n$—1), то с 5%-ным риском сделать ошибку мы можем утверждать, что $\sigma_2^2 > \sigma_1^2$. Это может быть только тогда, когда >0. В этом случае мы можем определить компоненты дисперсий, пользуясь соотношениями (Рис. 11).

$$\left.\begin{aligned} S_1^2 &\approx \sigma^2_{\text{восп}}; \\ S_2^2 &\approx n\sigma_m^2 + \sigma^2_{\text{восп}}. \end{aligned}\right\}$$

Рисунок 11. Система соотношений

Если значение F_1 окажется незначимым, то мы вынуждены будем принять нуль-гипотезу (H=0). Тогда мы можем считать, что все m групп наблюдений извлечены из одной и той же генеральной совокупности. В этом случае для дисперсии $\sigma^2_{восп}$ получим две оценки S_1^2 и S_2^2 , которые можно объединить в дисперсию (Рис. 12)

$$\overline{S}^2 = \frac{(m-1)\,S_2^2 + m\,(n-1)\,S_1^2}{(m-1) + m\,(n-1)}$$

Рисунок 12. Формула вычисления дисперсии

Дисперсионный анализ открывает возможность эффективного предписания экспериментов путем существенного уменьшения их количества и предоставляет инструментарий для глубокого анализа. Он позволяет одновременно оценивать влияние множества факторов при этом детально выявляя их взаимосвязь. В таком подходе каждые полученные данные помогают определить вклад всех изучаемых элементов, что резко контрастирует с узким фокусом традиционных методов, ограничивающихся анализом единственного фактора.

Подтверждение важности эффектов индивидуальных факторов осуществляется через определение их значимости, что служит удостоверением достоверности результатов. В условиях когда факторов

несколько, этот аналитический принцип, хотя и усложняет по многим параметрам вычисления, остается неизменным по сравнению с анализом, включающим в рассмотрение единичные переменные. Способность дисперсионного анализа обнаружить интеракции между различными факторами, которые невидимы для классического подхода в экспериментальной практике, подчеркивает его уникальную ценность в комплексных исследованиях.

2.5 Руководство по дисперсионному анализу данных биологического эксперимента с использованием EXCEL.

2.5.1 Введение

Эффективность исследовательской деятельности зависит от качества проведения и анализа экспериментов. Общепризнанная ценность результатов складывается из их использования в дальнейшем обобщении и влияния на обогащение новой информацией. Оптимальное планирование, основательное построение эксперимента и всесторонний аналитический разбор наблюдаемых явлений играют равнозначную роль в процессе исследований. Самым актуальным методом обработки данных биологического эксперимента является дисперсионный анализ.

Дисперсионный анализ — метод в математической статистике, предложенный Р. Фишером, статистом и биологом, акцентируется на оценке значимости различий средних значений в рамках серии экспериментов. Особенная ценность дисперсионного анализа лежит в его способности сравнивать значения между группами, количество которых превышает два.

Но использовать сложнейшие математические формулы для подсчетов вручную не представляется возможным ученикам средней школы.

Это руководство позволит учителям и ученикам средних общеобразовательных школ проводить данный анализ через приложение Microsoft Excel доступное на каждом компьютере.

2.5.2 Установка Надстройки «Пакет анализа»

Надстройки расширяют диапазон команд и возможностей Microsoft Excel. По умолчанию они доступны не сразу, поэтому сначала их необходимо установить и (в некоторых случаях) активировать. Для проведения дисперсионного анализа данных в Microsoft Excel требуется расширение «Надстройка: Пакет анализа».

Загрузка и активация пакета анализа.

1. Откройте приложение Microsoft Excel (последняя дата обновления должна быть не ниже 2010 года);

2. Откройте вкладку «Файл» в верхнем левом углу программы (Рис. 13).

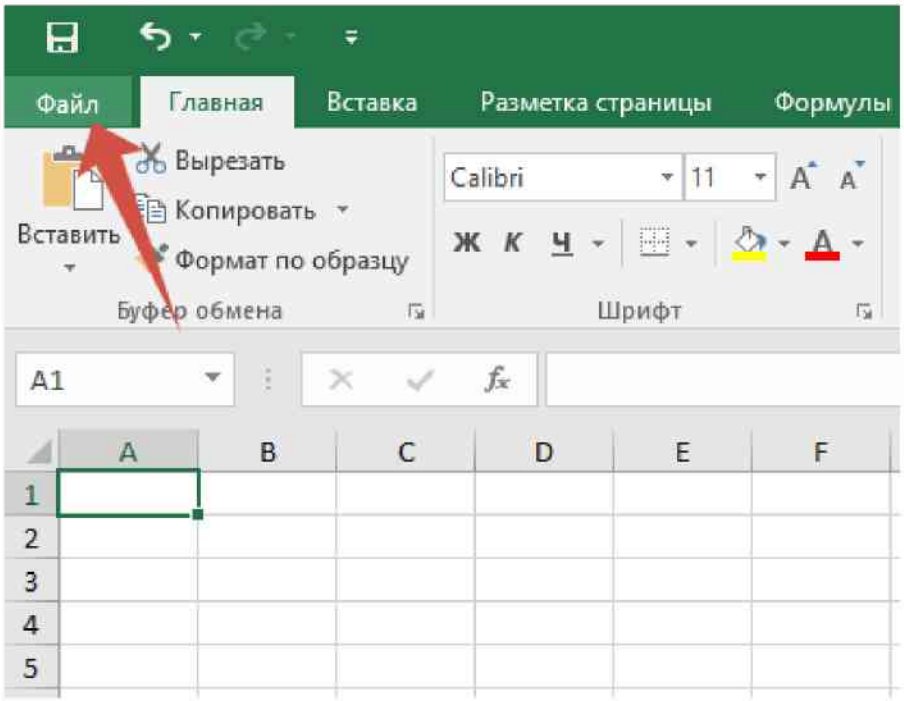
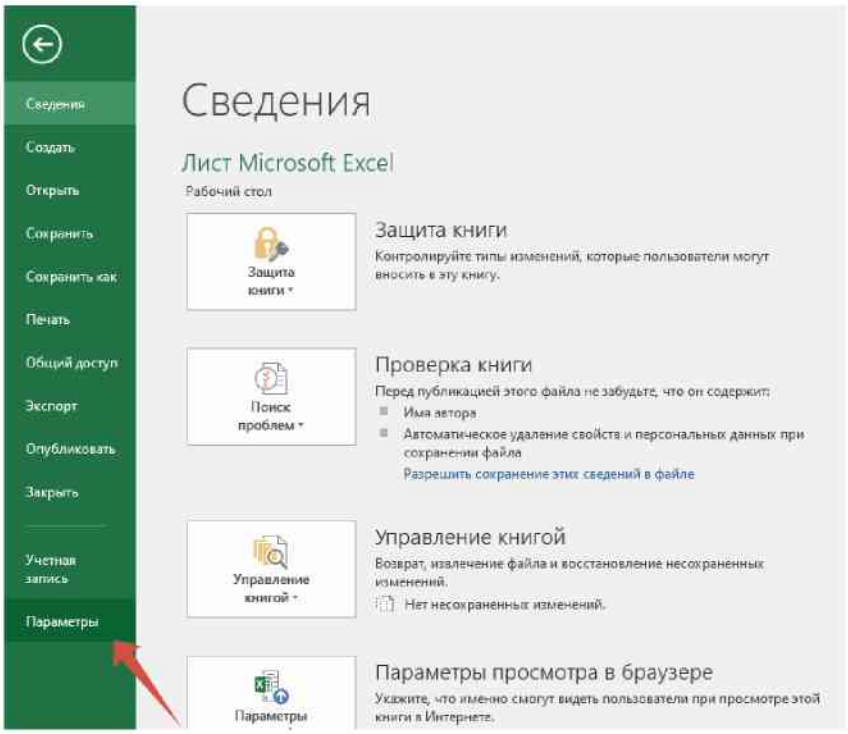


Рисунок 13. Расположение вкладки «Файл».

3. Нажмите кнопку «Парамерты» и выберите категорию Надстройки (Рис. 14);



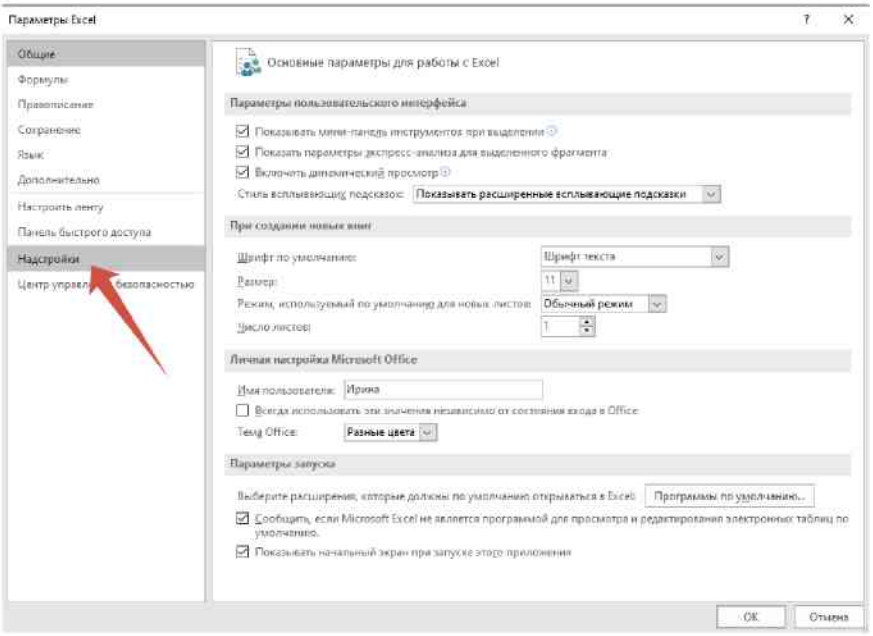


Рисунок 14. Расположение категории Надстройки в параметрах Exel.

В появившемся окне выберите пункт «Пакет анализа» и далее нажмите кнопку «Перейти» (Рис.15)

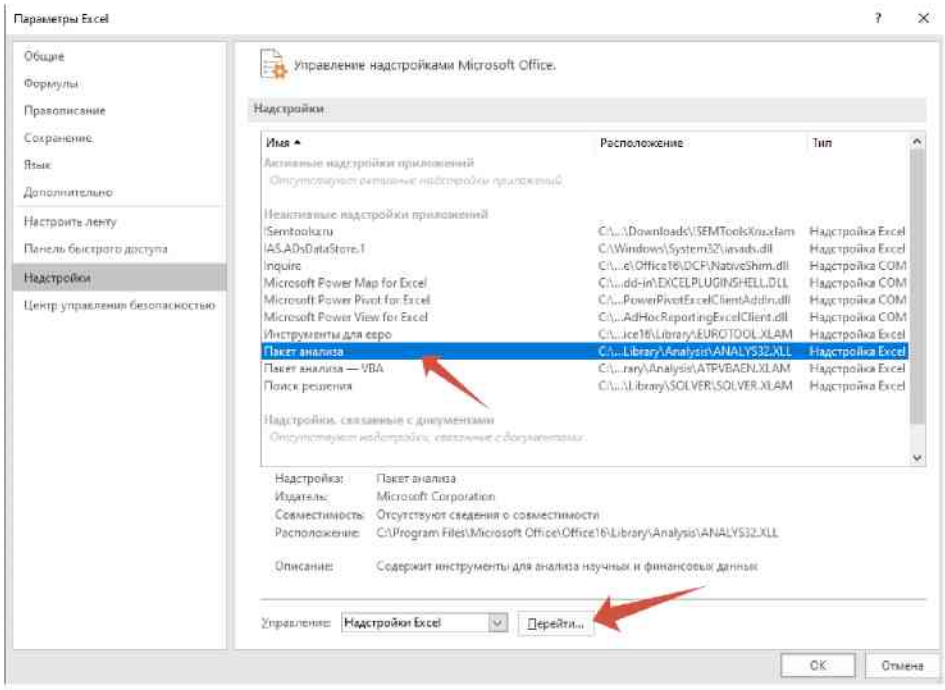


Рисунок 15. Расположение Надстройки «Пакет анализа».

Во всплывшем окне со списком доступных Надстроек выберете «Пакет анализа», а затем нажмите «ОК» (Рис. 16).

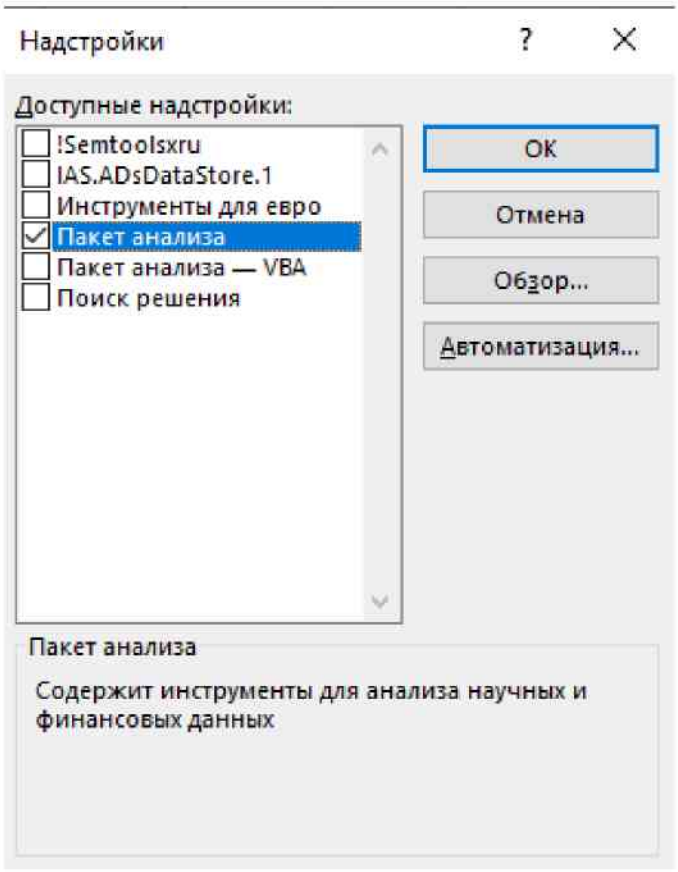


Рисунок 16. Выбор Надстройки «Пакет анализа».

Для того, чтобы проверить корректность установки пакета Надстройки, нужно в верхней части окна программы Excel выбрать раздел «Данные» (Рис. 17а). И в разделах функционала посмотреть на вкладку «Данные» и наличие раздела «Анализ данных» (Рис. 17б)

Рисунок 17а. Расположение вкладки «Данные»

Рисунок 17б. Расположение «Пакета анализа».

Когда раздел появится, можно считать установку Надстройки «Анализ данных» успешной.

2.5.3 Ввод данных на лист Excel

Исследуемые данные представлять следует в виде таблицы, где столбцы – показатели выборки (Пример: размер плода огурца). Заголовки столбцов нужно уместить в одной ячейке, чтобы их можно было использовать в метках. (Таблица 7).

Особенности выращивания огурцов

№	1 группа (полив,подкормка)	2 группа (редкий полив, без подкормки)
	вес плода	
1	0,1	0,05
2	0,2	0,03
3	0,2	0,021
4	0,2	0,01
5	0,13	0,012
6	0,15	0,005
7	0,17	0,003
8	0,13	0,004
9	0,11	0,025
10	0,095	0,1
11	0,17	0,09
12	0,18	0,057
13	0,18	0,061
14	0,03	0,06
15	0,23	0,07
16	0,25	0,074
17	0,1	0,078
18	0,2	0,083
19	0,3	0,087
20	0,1	0,087

метки

данные

входной диапазон

Таблица 7. Пример таблицы

2.5.4 Доступ к инструментам Пакета анализа данных.

Для доступа к инструментам выберите:

1. Вкладка «Данные», далее функционал «Анализ данных» (Рис. 18).

Рисунок 18. Расположение функционала «Анализ данных»

2. Выбрать необходимую строку в появившемся списке «Инструменты анализа» и нажать «ОК» (Рис. 19);

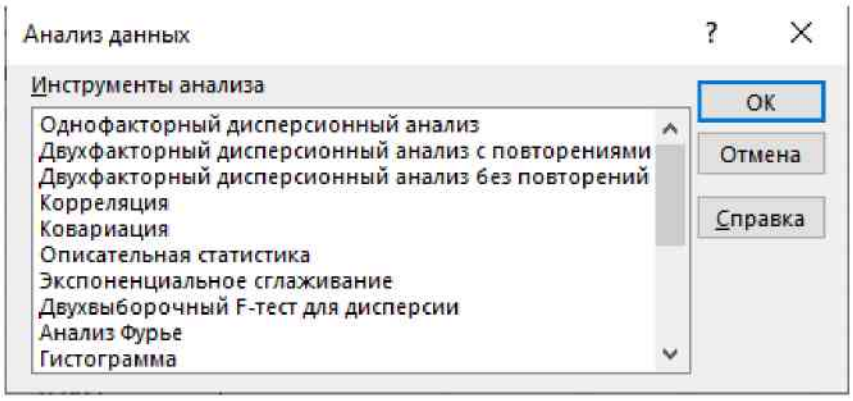


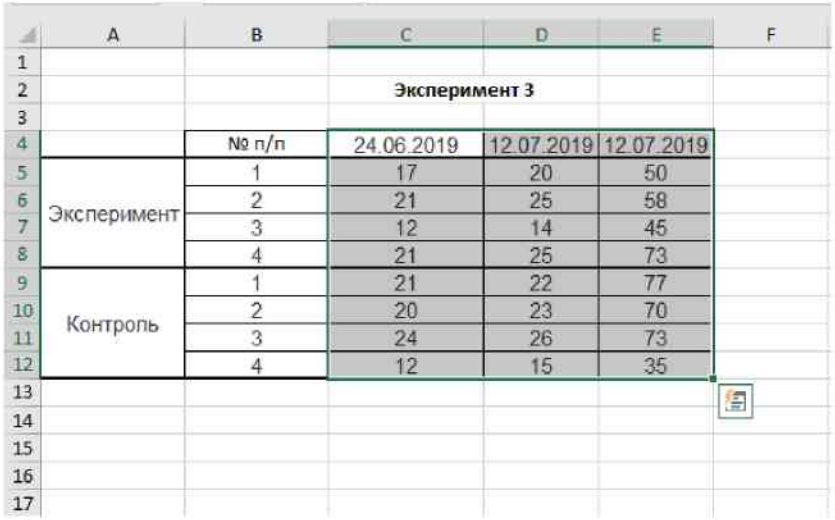
Рисунок 19. Инструменты анализа

3. В появившемся окне соответствующего инструмента, при необходимости указать:

- входной диапазон – ссылка на ячейки, содержащие данные для анализа.

Для этого:

1. наведите указатель мыши верхнюю левую ячейку таблицы с данными, зажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, протянуть указатель мыши к правой нижней ячейке таблицы, затем мышку нужно отпустить (Рис. 20).



	A	B	C	D	E	F
1						
2			**Эксперимент 3**			
3						
4		№ п/п	24.06.2019	12.07.2019	12.07.2019	
5	Эксперимент	1	17	20	50	
6		2	21	25	58	
7		3	12	14	45	
8		4	21	25	73	
9	Контроль	1	21	22	77	
10		2	20	23	70	
11		3	24	26	73	
12		4	12	15	35	
13						
14						
15						
16						
17						

Рисунок 20. Параметры определения входного диапазона

2. Ввод меток необязателен, если первая ячейка входного интервала содержит название.

2.5.5 Дисперсионный анализ

Дисперсионный анализ – метод математической обработки данных, который служит для установления влияние определенного фактора (внесение удобрений в почву, увеличение количества спортивной нагрузки, проведение психологических практик и т.п.) на изменчивость какого-либо признака (масса плодов растения, сердечный ритм, снижение психологической нагрузки), значения которого получены опытным путем. Данный вид анализа устанавливает принцип влияния отдельных факторов в изменчивости признака. Также он позволяет учесть или исключить случайные факторы, которые, на первый взгляд, кажутся важными.

Виды дисперсионного анализа и границы их использования:

1. Однофакторный дисперсионный анализ используют для выяснения достоверности влияния одного контролируемого фактора на признак на основе данных выборки.

При уровне значимости $\alpha = 0.05$ требуется выяснить влияет ли наличие удобрения и подкормки на размер плодов растительной культуры. Полученные данные внесены в таблицу на рабочем листе Microsoft Excel

2. Многофакторный – предполагает одновременное определение влияния двух и более факторов на признак

Пример: Влияние ризосферных бактерий на разные сорта огурцов.

Для выявления воздействия и интеракции двух независимых факторов на изучаемую зависимую переменную применяется методика двустороннего дисперсионного анализа. Фактически, данный подход уместен для оценки, как отдельно, так и в комплексе, две переменные условия могут влиять на определенный процесс или результат.

Рассмотрим пример, касающийся сферы ботаники, когда исследователь стремится оценить, какие изменения в росте растений будут вызваны разными уровнями солнечного освещения и разной периодичностью их орошения. Реализуя эксперимент, ботаник высаживает 35 семян, затем, через три месяца,

оценивает рост каждого экземпляра, подвергшегося варьированным условиям освещенности и полива. Таким образом, перечислены следующие категории переменных, с которыми работает ботаник:

В этом случае у нас есть следующие переменные:

1. Переменная ответа (отклика): рост растений
2. Факторы: воздействие солнечного света, частота полива

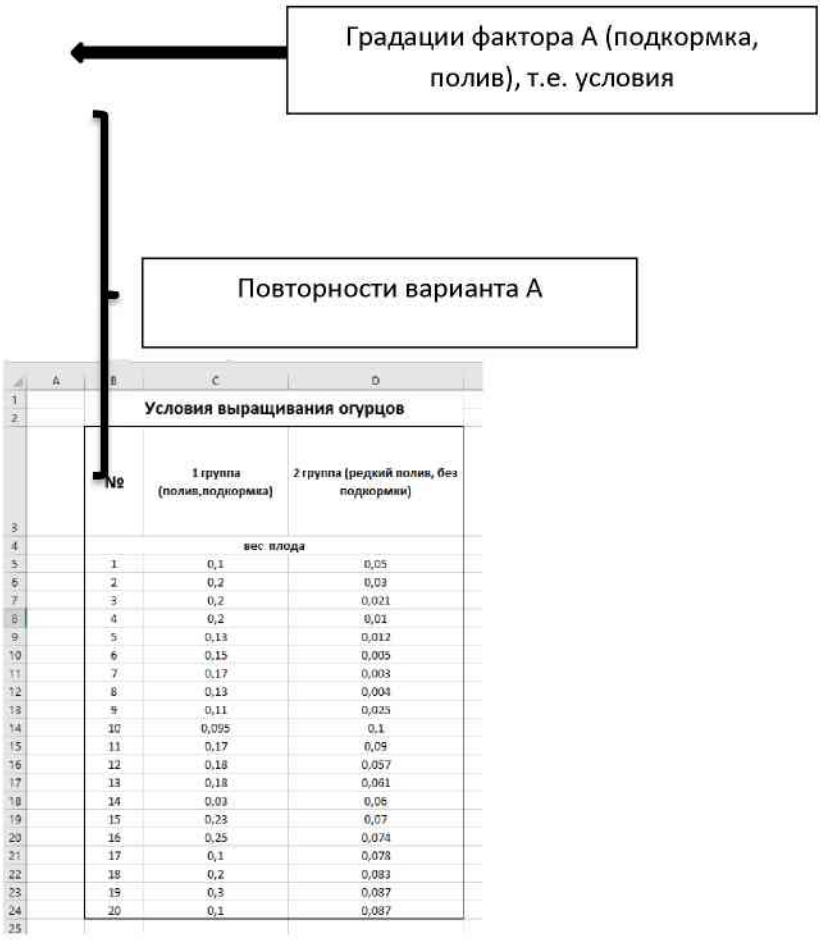
В результате эксперимента, перед ботаником возникают вопросы, требующие ответов:

- Существует ли непосредственное влияние интенсивности солнечных лучей на показатели роста у растений?

- Может ли частота проведения полива корректировать скорость их роста?

- Присутствует ли взаимосвязь между параметрами освещения и орошения, которая могла бы оказывать совместное влияние на рост растений, то есть зависит ли эффективность одного фактора от регулярности применения другого?

Используя аналитическую процедуру двустороннего дисперсионного анализа, можно определить независимое и комбинированное воздействие солнечного света и водных процедур на ростовые характеристики растений (Таблица 8)



Условия выращивания огурцов			
	№	1 группа (полив,подкормка)	2 группа (редкий полив, без подкормки)
		вес плода	
	1	0,1	0,05
	2	0,2	0,03
	3	0,2	0,021
	4	0,2	0,01
	5	0,13	0,012
	6	0,15	0,005
	7	0,17	0,003
	8	0,13	0,004
	9	0,11	0,025
	10	0,095	0,1
	11	0,17	0,09
	12	0,18	0,057
	13	0,18	0,061
	14	0,03	0,06
	15	0,23	0,07
	16	0,25	0,074
	17	0,1	0,078
	18	0,2	0,083
	19	0,3	0,087
	20	0,1	0,087

Таблица 8. Условия выращивания огурцов

В окне инструмента Однофакторный дисперсионный анализ (о том, как открыть его см. Раздел 2.) задаются параметры выборки (см. Раздел 3)

Группирование – по столбцам

Альфа – вводится уровень значимости α, равный вероятности возникновения ошибки первого рода (отвержение нулевой гипотезы) – 0.05.

Выходной интервал/ Новый рабочий лист/ Новая рабочая книга – адрес любой свободной ячейки, расположенной ниже таблицы (Таблица 9).

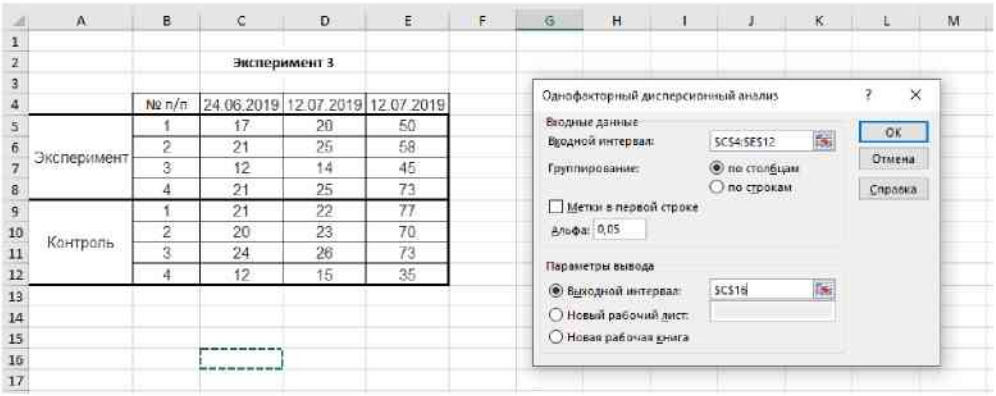


Таблица 9. Параметры определения входного интервала

Результаты анализа.

Во всех случаях Excel автоматически формирует два вида таблиц в выходном диапазоне. Первая включает в себя объем выборки (счет), сумму, среднее значение и дисперсию. Последняя таблица содержит результаты дисперсионного анализа (Рис. 21).

Двухфакторный дисперсионный анализ с повторениями

ИТОГИ	43640	43658	43658	Итого
Эксперимент				
Счет	4	4	4	12
Сумма	71	84	226	381
Среднее	17,75	21	56,5	31,75
Дисперсия	18,25	27,33333	149,6667	389,2954545
Контроль				
Счет	4	4	4	12
Сумма	77	86	255	418
Среднее	19,25	21,5	63,75	34,83333333
Дисперсия	26,25	21,66667	375,5833	572,5151515
Итого				
Счет	8	8	8	
Сумма	148	170	481	
Среднее	18,5	21,25	60,125	
Дисперсия	19,71429	21,07143	240,125	

Дисперсионный анализ

Источник вариации	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-значение*	*F критическое*
Выборка	57,04167	1	57,04167	0,553131313	0,466639118	4,413873419
Столбцы	8670,583	2	4335,292	42,03919192	1,64835E-07	3,554557146
Взаимодействие	53,08333	2	26,54167	0,257373737	0,775876162	3,554557146
Внутри	1856,25	18	103,125			
Итого	10636,96	23				

Рисунок 21. Результаты дисперсионного анализа.

Построение выводов на основе полученных результатов однофакторного дисперсионного анализа.

В данном случае велись наблюдения за разницей роста растений двух групп, контрольной (выращенной без удобрения) и экспериментальной (удобрения вносились). Исследуя таблицы со значениями дисперсии, в первую очередь мы должны обратить внимание на критерий F. Критерий F – оценивает

статистическую значимость различия средних значений в группах, при этом вычисляются отношение дисперсии между анализируемыми группами

2.5.6 Раздел 4. Двухфакторный дисперсионный анализ.

Многофакторный дисперсионный анализ проводится в случае усложнения анализа выборки, когда критериев, влияющих на результат исследования и, вариабельность выборки, составляет более двух факторов одновременно. Вручную произвести эти вычисления не представляется возможным ученикам средней общеобразовательной школы, так как при расчетах используются формулы, сложность которых значительно превышает даже профильный уровень математики в школе. При этом с помощью программы Exel вы можете произвести данные расчеты автоматически. В данном случае рассмотрим применение двухфакторного дисперсионного анализа.

Двухфакторный дисперсионный анализ – предполагает одновременное определение влияния двух и более факторов на признак

Пример: Влияние ризосферных бактерий на разные сорта огурцов.

Для выявления воздействия и интеракции двух независимых факторов на изучаемую зависимую переменную применяется методика двустороннего дисперсионного анализа. Фактически, данный подход уместен для оценки, как отдельно, так и в комплексе, две переменные условия могут влиять на определенный процесс или результат.

Рассмотрим пример, касающийся сферы ботаники, когда исследователь стремится оценить, какие изменения в росте растений будут вызваны разными уровнями солнечного освещения и разной периодичностью их орошения. Реализуя эксперимент, ботаник высаживает 35 семян, затем, через три месяца, оценивает рост каждого экземпляра, подвергшегося варьированным условиям освещенности и полива. Таким образом, перечислены следующие категории переменных, с которыми работает ботаник:

В этом случае у нас есть следующие переменные:

3. Переменная ответа (отклика): рост растений

4. Факторы: воздействие солнечного света, частота полива

В результате эксперимента, перед ботаником возникают вопросы, требующие ответов:

- Существует ли непосредственное влияние интенсивности солнечных лучей на показатели роста у растений?

- Может ли частота проведения полива корректировать скорость их роста?

- Присутствует ли взаимосвязь между параметрами освещения и орошения, которая могла бы оказывать совместное влияние на рост растений, то есть зависит ли эффективность одного фактора от регулярности применения другого?

Используя аналитическую процедуру двустороннего дисперсионного анализа, можно определить независимое и комбинированное воздействие солнечного света и водных процедур на ростовые характеристики растений. (Таблица 10)

№	1 группа (полив,подкормка)	2 группа (редкий полив, без подкормки)
	вес плода	
1	0,1	0,05
2	0,2	0,03
3	0,2	0,021
4	0,2	0,01
5	0,13	0,012
6	0,15	0,005
7	0,17	0,003
8	0,13	0,004
9	0,11	0,025
10	0,095	0,1
11	0,17	0,09
12	0,18	0,057
13	0,18	0,061
14	0,03	0,06
15	0,23	0,07
16	0,25	0,074
17	0,1	0,078
18	0,2	0,083
19	0,3	0,087
20	0,1	0,067

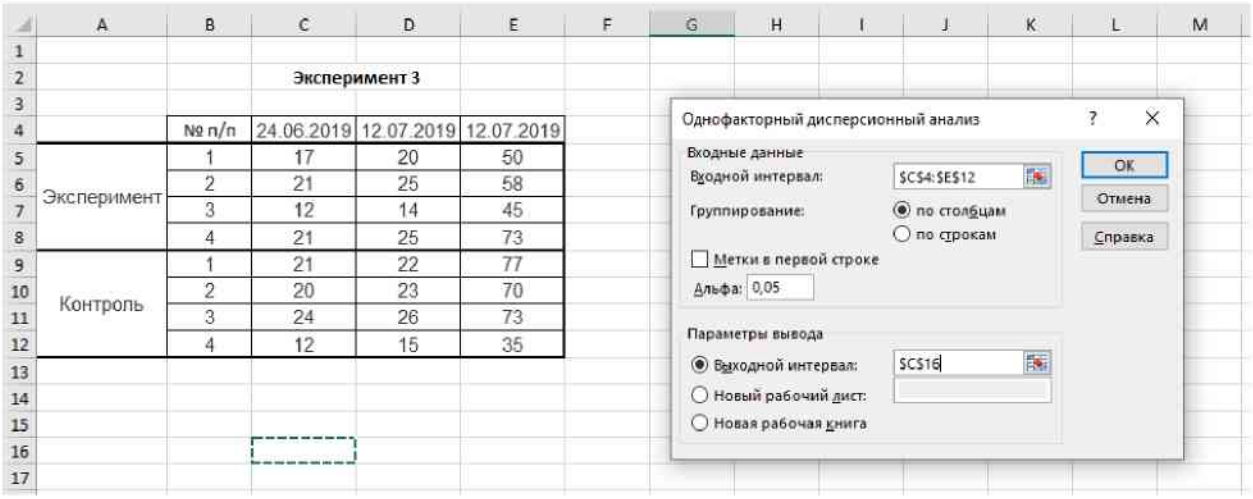
Таблица 10. Условия выращивания огурцов

В окне инструмента Однофакторный дисперсионный анализ (о том, как открыть его см Раздел 2.) задаются параметры выборки (см. Раздел 3)

Группирование – по столбцам

Альфа – вводится уровень значимости α, равный вероятности возникновения ошибки первого рода (отвержение нулевой гипотезы) – 0.05.

Выходной интервал/ Новый рабочий лист/ Новая рабочая книга – адрес любой свободной ячейки, расположенной ниже таблицы (Рис 22).



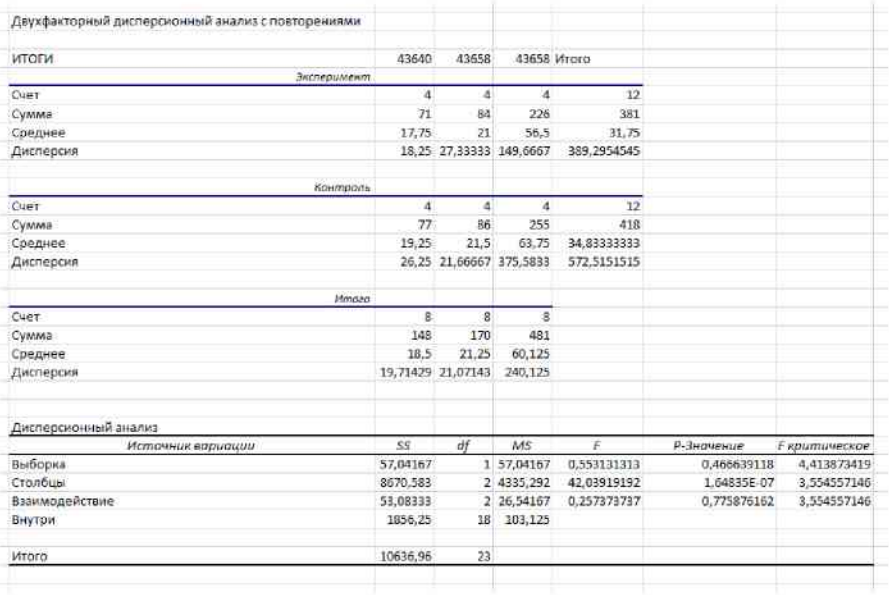
Эксперимент 3

	№ п/п	24.06.2019	12.07.2019	12.07.2019
Эксперимент	1	17	20	50
	2	21	25	58
	3	12	14	45
	4	21	25	73
Контроль	1	21	22	77
	2	20	23	70
	3	24	26	73
	4	12	15	35

Рисунок 22. Условия определения выборки

Результаты анализа.

Во всех случаях Excel автоматически формирует два вида таблиц в выходном диапазоне. Первая включает в себя объем выборки (счет), сумму, среднее значение и дисперсию. Последняя таблица содержит результаты дисперсионного анализа (Рис. 23)



Двухфакторный дисперсионный анализ с повторениями

ИТОГИ	43640	43658	43658	Итого
Эксперимент				
Счет	4	4	4	12
Сумма	71	84	226	381
Среднее	17,75	21	56,5	31,75
Дисперсия	18,25	27,33333	149,6667	389,2954545
Контроль				
Счет	4	4	4	12
Сумма	77	86	255	418
Среднее	19,25	21,5	63,75	34,83333333
Дисперсия	26,25	21,66667	375,5833	572,5151515
Итого				
Счет	8	8	8	
Сумма	148	170	481	
Среднее	18,5	21,25	60,125	
Дисперсия	19,71429	21,07143	240,125	

Дисперсионный анализ

Источник вариации	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-Значение*	*F критическое*
Выборка	57,04167	1	57,04167	0,553131313	0,466639118	4,413873419
Столбцы	8670,583	2	4335,292	42,03919192	1,64835E-07	3,554557146
Взаимодействие	53,08333	2	26,54167	0,257373737	0,775876162	3,554557146
Внутри	1856,25	18	103,125			
Итого	10636,96	23				

Рисунок 23. Итоговые вычисления двухфакторного дисперсионного анализа

Построение выводов на основе полученных результатов однофакторного дисперсионного анализа.

В данном случае велись наблюдения за разницей роста растений двух групп, контрольной (выращенной без удобрения) и экспериментальной (удобрения вносились). Исследуя таблицы со значениями дисперсии, в первую очередь мы должны обратить внимание на критерий F. Критерий F – оценивает статистическую значимость различия средних значений в группах, при этом вычисляются отношение дисперсии между анализируемыми группами.

3 ВЫВОДЫ:

3.1 Уровень знаний учащихся и преподавателей:

В работе был измерен уровень знаний учащихся и учителей о методах статистической обработки данных школьного эксперимента. Результаты тестирования показали низкую осведомленность опрашиваемых по данной теме. Для чистоты эксперимента были отобраны две школы в разных регионах и с разным юридическим статусом. Вывод можно сделать следующий: в условиях «школьной скамьи» на изучение данного раздела такой емкой и вездесущей науки не отводится учебных часов. На уроках информатики времени на изучение дополнительных возможностей программы Microsoft Exel не отпускается, а самостоятельное изучение данного раздела является непосильным для ребенка с 15-17 лет. Поэтому и по сей день уровень понимания данной темы крайне низок.

3.2 Содержание образовательных стандартов

Анализ содержания обновленных образовательных стандартов показал отсутствие в школьной программе уроков, посвященных изучению расчета статистических данных такого уровня сложности. Также отмечу, что на уроках информатики данный раздел также не изучается и не включен в обязательный план тематического планирования одобренный Министерством образования.

3.3 Использование математической статистики в учебном процессе

Не смотря на все вышенаписанное, по результатам тестирования, в средней школе встречаются случаи использования статистической обработки данных эксперимента, но данная обработка проводится вручную без применения формул или цифровизации. Минусы такой обработки данных очевидны:

1. не представляется возможным охватить большое количество влияющих факторов одновременно

2. Затрачивается большое количество времени для произведения расчетов
3. Не производится точный анализ, возможны погрешности и ошибки при выведении результатов.

3.4 Выявить уровень знаний учащихся и преподавателей о значении и методах биометрической обработки данных биологического эксперимента.

Проанализировав уровень знаний учащихся и учителей на предмет осведомленности возможности использования методов биометрической обработки данных школьного биологического эксперимента, мы выявили низкую апробацию метода дисперсионного анализа данных среди учителей и близкую к нулю среди учеников. Из вышесказанного следует, что данная форма обработки данных, ввиду своей, на первый взгляд сложности, не используется по причине малой осведомленности людей, занимающихся исследовательской деятельностью в рамках школьных научно-практических конференций.

3.5 ~~Оценка достоверноеть~~ выводов представленных в реальных научных работах школьников

Оценивая достоверность выводов, представленных в реальных научных работах школьников мы увидели некорректность обработки данных, т.е. исследования были проведены, данные получены и внесены в таблицы верно, но из-за большой вариабельности исследуемых признаков дети или совершали ошибки в расчетах или им приходилось дробить эксперимент на несколько, тем самым упрощая анализ, но увеличивая количество экспериментов.

3.6 ~~Предложение~~ доступного метода статистической обработки данных

Предложен доступный метод статистической обработки данных школьного эксперимента с большой вариабельностью был предложен и апробирован. Составленное руководство по применению дисперсионного

анализа через приложение Exel является доступным для понимания учениками средней общеобразовательной школы, несет в себе систематизированные инструкции, понятные примеры. Поступательно изложенная информация дает возможность применять данный вид анализа для обработки данных эксперимента, а также при изучении данного руководства становится доступным проводить эксперименты более профессионального уровня, где могут учитываться сразу несколько критериев и количество выборки возрастает в разы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Goldberg Y., Fleidervish I.A., Crystal E. Et al. Electrophysiological consequences of post-MI remodeling: a murine model. //European Heart Journal-. 2001, №22(1), 549 c.
2. Аликариев Н.С. Моделирование социально-экономических факторов, влияющих на эффективность труда преподавателей// Бюллетень науки и практики.- 2019, №5, с.24-31
3. Беленков Ю.Н. Дисфункция левого желудочка у больных ИБС: современные методы диагностики, медикаментозной и немедикаментозной коррекции//Русский медицинский журнал.- 2000, №8:17.
4. Березин, Ф.А. Введение в алгебру и анализ с антикоммутирующими переменными / Ф.А. Березин. - М.: Проспект, 2016. - 265 с.
5. Богомолов А.В., Чикова С.С., Зуева Т.В. - Информационные технологии сбора и обработки информации при установлении детерминант эпидемических процессов// Науки о здоровье. – 2019, №3, с.144-153
6. Борисевич М.Н. Построение двухфакторного дисперсионного комплекса в зоотехнии// Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства.-2020, №3, с.73-79.
7. Борисенко, А.И. Векторный анализ и начала тензорного исчисления / А.И. Борисенко, И.Е. Тарапов. - М.:Проспект, 2013. - 663 с.
8. Бузиашвили Ю.И., Ключников И.В., Мелконян А.М. и др. Ишемическое ремоделирование левого желудочка (определение патогенез, диагностика, медикаментозная и хирургическая коррекция// Кардиология 2002;10:88-95.
9. Васильева, Л.А. Статистические методы в биологии, медицине и сельском хозяйстве: учеб. пособие / Л.А. Васильева. – Новосибирск.: Институт цитологии и генетики СО РАН, 2007.-124 с.

10. Википедия – универсальная энциклопедия / [Электронный ресурс]. URL: http :// ru. wikipedia. org / wiki /T -критерий_Стьюдента (дата обращения: 02.01.2024)
11. Галкина Е.А, Марина А.В., Макарова О.Б. Актуализация учебных программ ВПО в соответствии с требованиями профессионального стандарта педагога//Science for Education Today.- 2013, №3, с.22-32
12. Горев П.М., Лунеева О.Л. Межпредметные проекты учащихся средней школы: Математический и естественнонаучный циклы: учебно-методическое пособие / П. М. Горев, О. Л. Лунеева. - Киров : Межрегиональный центр инновационных технологий в образовании, 2014. - 57 с.
13. Дубовицкая Т. Д., Нестерова И. Н. Нужен ли в педагогическом исследовании дисперсионный анализ// Педагогический журнал Башкортостана.- 2014, №2, 111-118 с.
14. Дуденкова Н.А. Эффективность использования цифровых микроскопических методов обучения при проведении научно-исследовательской работы в школе. -Нижний Новгород : Приволжский медицинский институт.- 2018. – 62 с.
15. Ибрагимов, Н.Х. Азбука группового анализа / Н.Х. Ибрагимов. - М.: Знание, 2010.- 287 с.
16. Капелько В.И. Ремоделирование миокарда: роль матриксных металлопротеиназ. // Кардиология. -2001, №6, с. 49-55.
17. Кассандрова О. Н., Лебедев В. В. Обработка результатов наблюдений./ Кассандрова О. Н., Лебедев В. В. – М. : Наука, 1970. - 104 с.
18. Кованцов, Н.И. Дифференциальная геометрия, топология, тензорный анализ (сборник задач) / Н.И. Кованцов, Г.М. Зражевская, В.Г. Кочаровский. - М.: Проспект,2016.- 907 с.

19. Красильников, В.В. Высшая математика. Вероятность. Статистика. Исследование операций: учеб. пособие / В.В. Красильников. - Набережные Челны.: Печатный двор, 1996. - 225 с.
20. Лонер Р.Л. Уилкинсон Г.Н. Устойчивые статистические методы оценки данных/ Уилкинсон Г.Н Лонер - М.: Машиностроение, 1984. -231 с.
21. Любищев, А.А. Дисперсионный анализ в биологии / А.А. Любищев. - М.: Книга по Требованию, 2012. - 101 с.
22. Люмис, Л. Введение в абстрактный гармонический анализ / Л. Люмис. - М.: 2014.- 708 с.
23. Малука М.В., Бугаец Я.Е., Гронская А.С., Исаенко Т.А. - Контроль физической работоспособности и показателей кардиореспираторной системы юных гребцов// Физическая культура, спорт - наука и практика.- 2023, №1, с.129-134
24. Мартынов А.И., Васюк Ю.А., Копелева М.В., Крикунов П.В. Постинфарктное ремоделирование левого желудочка: возможности бета-адреноблокаторов.// Кардиология.- 2001,№3, с. 79-83.
25. Педагогические измерения в спорте: методы, анализ и обработка результатов : монография / В. П. Губа, Г. И. Попов, В. В. Пресняков, М. С. Леонтьева. – М.: «Спорт», 2020. - 324 с.
26. Петри, А. Наглядная статистика в медицине / А. Петри, К. Сэбин - М. : Издательский дом Гэотар-мед, 2003. - 143 с.
27. Петунин Ю.И.Приложение теории случайных процессов в биологии и медицине/ Ю. И. Петунин. - Киев : Наук. думка, 1981. - 320 с.
28. Риордан, Дж. Введение в комбинаторный анализ / Дж. Риордан. - М.: Знание, 2016.- 802 с.
29. Рокицкий П. Ф.Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. - 3-е изд.,- Минск : Высшая школа., 1973. - 320 с.
30. Романовский, В.И. Избранные труды, том 2. Теория вероятностей, статистика и анализ / В.И., Романовский. - М.: Проспект 2011. - 895 с.

31. Рыбашлыкова Л. П., Соломенцева А. С., Солонкин А.В.Оценка состояния и биологических особенностей древесно-кустарниковых видов растений в условиях аридной зоны//Вестник Воронежского государственного аграрного университета – 2022, №1, с. 18-26.
32. Смит Дж. Математические идеи в биологии. / Дж. Смит ; пер. с англ. А. Д. Базыкина ; под ред. Ю. И. Гильдермана. - Изд. 2-е, стер. – М.: URSS, 2005. - 179 с
33. Ступин А.А. Общая схема дисперсионного анализа . [Электронный ресурс]. URL: https://prepod.nspu.ru/mod/page/view.php?id=91537 (дата обращения: 15.01.2024 г.)
34. Тукшаитов, Р.Х. Основы оптимального представления статистических показателей на графиках, диаграммах и в таблицах. / Р.Х. Тукшаитов. - К.: Типография КГЭУ, 2006. - 227 с.
35. Тьюки Дж. Анализ результатов наблюдений./ Дж. Тьюки М.: Мир, 1981., 231 с.
36. Федоренко М.П., Волотович А.А., Кудряшова О.А. Анализ изменчивости количественных признаков у адаптантов vaccinium corymbosum l. ex vitro при разных условиях освещения.// Вестник Полесского государственного университета. Серия природоведческих наук.-2013, №4, с.24-29.
37. Фишер Р.А. Статистические методы для исследователей./ Р.А. Фишер.- М.: Мир, 1957- 456 с.
38. Фостер, Дж. Автоматический синтаксический анализ / Дж. Фостер. - М.: Мир, 2016. - 405 с.