

Владимирский государственный университет

А. О. РАГИМОВ    М. А. МАЗИРОВ

# СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Учебно-практическое пособие



Владимир 2022

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

А. О. РАГИМОВ    М. А. МАЗИРОВ

# СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Учебно-практическое пособие

*Электронное издание*



Владимир 2022

ISBN 978-5-9984-1477-0

© Рагимов А. О., Мазиров М. А., 2022

УДК 311.2:631

ББК 65.051+4

Рецензенты:

Доктор сельскохозяйственных наук, доцент  
профессор кафедры земледелия и методики опытного дела  
Российского государственного аграрного университета – МСХА  
имени К. А. Тимирязева  
*О. А. Савоськина*

Кандидат биологических наук  
доцент кафедры биологии и экологии  
Владимирского государственного университета  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых  
*Е. Ю. Кулагина*

**Рагимов, А. О.** Статистический анализ данных в сельском хозяйстве [Электронный ресурс] : учеб.-практ. пособие / А. О. Рагимов, М. А. Мазиров ; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2022. – 454 с. – ISBN 978-5-9984-1477-0. – Электрон. дан. (7,85 Мб). – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Систем. требования: Intel от 1,3 ГГц ; Windows XP/7/8/10 ; Adobe Reader ; дисковод CD-ROM. – Загл. с титул. экрана.

Рассматриваются примеры и алгоритмы расчета основных статистических характеристик, применяемые в сельском хозяйстве, а также различные способы анализа данных с использованием программы Microsoft Excel.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 06.03.02 – Почвоведение и 35.03.03 – Агрохимия и агропочвоведение.

Рекомендовано для формирования профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС ВО.

Табл. 200. Ил. 68. Библиогр.: 71 назв.

ISBN 978-5-9984-1477-0

© Рагимов А. О., Мазиров М. А., 2022

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	7
<b>Глава 1. ИСТОРИЯ СТАТИСТИКИ КАК НАУКИ</b> .....	8
1.1. Возникновение статистики как науки	
1.2. Исторические этапы развития статистики .....	11
1.3. История отечественной статистики .....	13
<b>Глава 2. ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ</b> .....	15
2.1. Принципы организация статистики в России и за рубежом .....	15
2.2. Организация статистики в России .....	19
<b>Глава 3. ИСТОРИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ НАУКИ</b> .....	25
3.1. История развития опытного дела.....	25
3.2. Опытное дело в дореволюционный период России.....	33
3.3. Опытное дело в послереволюционной России (советский период).....	44
<b>Глава 4. ПОНЯТИЯ «НАУЧНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ» И «НАУЧНАЯ ГИПОТЕЗА»</b> .....	48
<b>Глава 5. ВИДЫ ОПЫТОВ В АГРОХИМИИ</b> .....	55
<b>Глава 6. ПЕРВИЧНАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ В СТАТИСТИКЕ</b> .....	73
<b>Глава 7. ОПИСАТЕЛЬНАЯ СТАТИСТИКА</b> .....	77
7.1. Статистические характеристики количественной изменчивости.....	80
7.2. Расчет описательных статистик при помощи электронных таблиц Microsoft Excel .....	87
<b>Глава 8. ПРОВЕРКА ГИПОТЕЗ О РАВЕНСТВЕ СРЕДНИХ</b> .....	90

<b>Глава 9. ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ</b> .....	96
9.1. Пример нахождения F-критерия Фишера .....	102
9.2. Расчет дисперсионного анализа при помощи электронных таблиц Microsoft Excel.....	105
<b>Глава 10. КОРРЕЛЯЦИОННО-РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ</b> .....	110
10.1. Расчет описательных статистик при помощи электронных таблиц Microsoft Excel.....	121
10.2. Построение множественной линейной регрессионной модели с помощью Microsoft Excel.....	122
10.3. Интерпретация результатов регрессионного анализа ...	123
<b>Глава 11. КОВАРИАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ</b> .....	125
<b>Глава 12. СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ СТАТИСТИКА</b> .....	128
<b>Глава 13. СТАТИСТИКА ЗЕМЕЛЬНЫХ УГОДИЙ И ПОСЕВНЫХ ПЛОЩАДЕЙ</b> .....	135
<b>Глава 14. СТАТИСТИКА РАСТЕНИЕВОДСТВА</b> .....	161
<b>Глава 15. СТАТИСТИКА ЖИВОТНОВОДСТВА</b> .....	204
<b>Глава 16. СТАТИСТИКА КОРМОВ</b> .....	209
<b>ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПО КУРСУ</b> .....	226
<i>Практическая работа № 1. Оценка «сомнительной» варианты</i> .....	227
<i>Практическая работа № 2. Вычисление статистических характеристик выборки при количественной изменчивости признака</i> .....	256
<i>Практическая работа № 3. Статистическая обработка результатов наблюдений при качественной изменчивости</i> .....	274

<i>Практическая работа № 4. Оценка существенных различий между вариантами опыта.....</i>	291
<i>Практическая работа № 5. Оценка достоверности прибавки урожайности в вариантах .....</i>	322
<i>Практическая работа № 6. Дисперсионный анализ однофакторного полевого опыта .....</i>	338
<i>Практическая работа № 7. Дисперсионный анализ многофакторного опыта.....</i>	352
<i>Практическая работа № 8. Корреляция и регрессия.....</i>	366
<i>Регрессионный анализ .....</i>	369
<i>Практическая работа № 9. Ковариационный анализ .....</i>	386
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	403
<b>БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....</b>	404
<b>ГЛОССАРИЙ .....</b>	409
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ.....</b>	425

## ВВЕДЕНИЕ

Математическая статистика – раздел математики, посвященный методам сбора, анализа и обработки статистических данных для научных и практических целей, оперирующий большим числом объектов и анализирующий массовые явления.

В наше время статистика (от лат. *status* – состояние, положение) рассматривается как самостоятельная общественная наука, которая изучает количественную сторону массовых общественных явлений в неразрывной связи с их качественной стороной. Использование методов математической статистики в ходе решения различных задач экологической и биологической направленности – незаменимая составляющая научного исследования.

В основе статистических методов лежит по-разному называемое предположение: единообразие в природе, ограничение независимой вариации в природе, статистическая устойчивость опыта, закон больших чисел.

В пособии приведены примеры, направленные на решение практических задач сельскохозяйственного комплекса, а также конкретные статистические приемы и методы, помогающие работать с информацией на этапах сбора, подготовки и обобщения данных. Особое внимание уделено основным возможностям работы с электронными таблицами Microsoft Excel. На простых примерах разобраны их функциональные возможности для целей биологических и экологических исследований. Подобная статистическая обработка данных, получаемых в ходе научных исследований, позволяет качественно проанализировать результаты и сформулировать достоверные выводы.

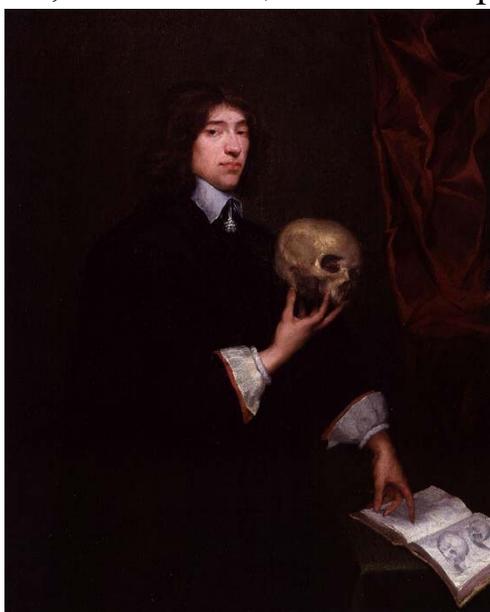
## Глава 1. ИСТОРИЯ СТАТИСТИКИ КАК НАУКИ

### 1.1. Возникновение статистики как науки

Статистика – самостоятельная общественная наука, имеющая свой предмет и метод исследования.

В середине XVII в. Англии возникло научное направление, получившее название «политической арифметики». Начало этому направлению положили Вильям Петти (1623-1687 гг.) и Джон Граунт (1620-1674 гг.).

«Политические арифметики» на основе изучения информации о массовых общественных явлениях стремились открыть закономерности общественной жизни и таким образом ответить на вопросы, возникающие в связи с развитием капитализма.



Вильям Петти



Джон Граунт

Рис.1. Вильям Петти и Джон Граунт

Наряду со школой «политических арифметиков» в Англии в Германии развилась школа описательной статистики или «государствоведения».

Возникновение этой науки относится к 1660 г. Развитие политической арифметики и государствоведения привело к появлению науки статистики.

Впервые слово «статистика» было введено в обиход в 1749 году немецким ученым Готфридом Ахенвалем, выпустившим книгу о государствоведении.



Рис. 2. Готфрид Ахенволл

«Отцом современной статистики» считают бельгийского ученого (историка и астронома) Адольфа Кетле (1796-1874 гг. В своих «письмах о теории вероятностей» он разработал вопросы практического применения теории вероятностей к общественным наукам.



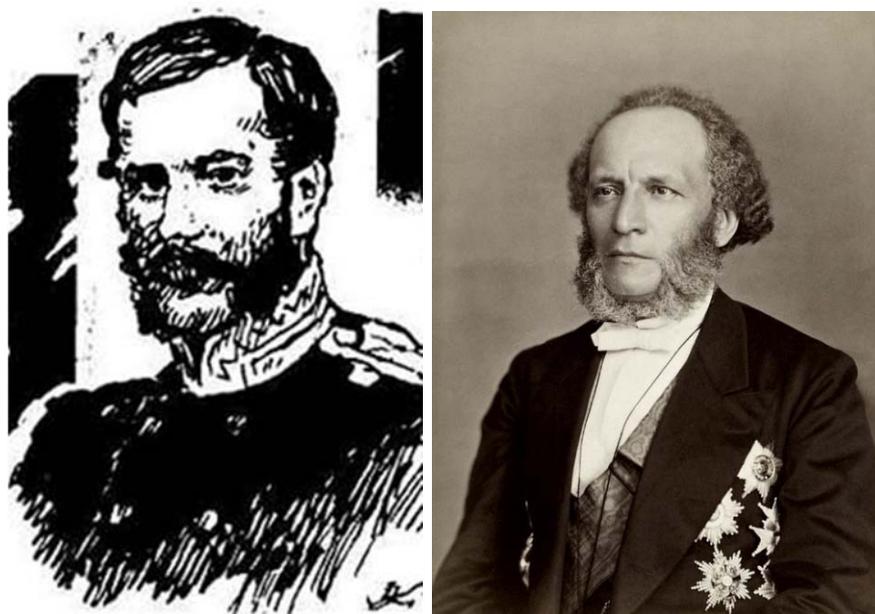
Рис. 3. Адольф Кетле

Адольф Кетле является основателем официальных статистических обществ и статистических учреждений. Он особенно известен своей знаменитой теорией «среднего человека», представляющего «статистическую проекцию в меру честного и в меру умного буржуа».

Дальнейшее развитие статистической науки осуществлялось усилиями многих ученых. Значительный вклад в ее развитие сделали отечественные статистики, которые сформулировали многие важные положения, которые легли в основу современной научной статистики: И. К. Кирилов (1689-1737 гг.), и И. Ф. Герман (1755-1815 гг. )

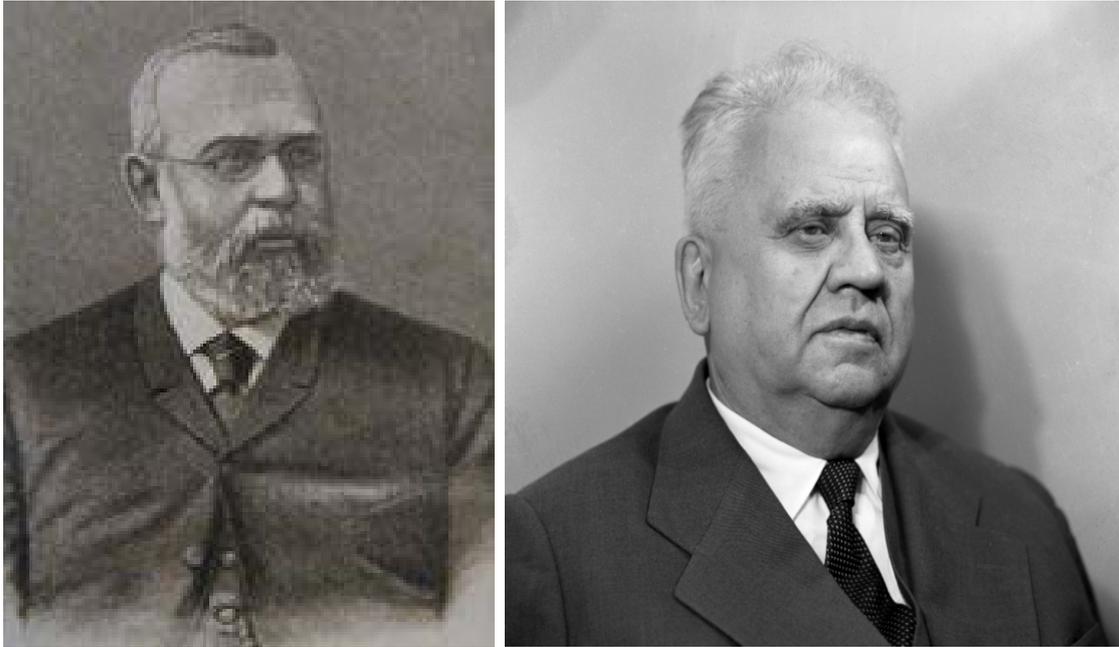


Рис. 4. И. К. Кирилов и И. Ф. Герман



Д. П. Журавский (1810-1856 гг.) П. П. Семенов-Тян-Шанский (1827-1914 гг.)

Рис. 5. Д. П. Журавскийи П. П. Семенов-Тян-Шанский



Ю. Э. Янсон (1835-1893 гг.), В. С. Немчинов (1894-1954 гг.)

Рис. 6. Ю. Э. Янсон и В. С. Немчинов

## 1.2. Исторические этапы развития статистики

Понятие «статистика» происходит от латинского слова «*Status*» (статус), что означает состояние, положение вещей, событий.

От корня этого слова образовалось итальянское слово «*Stato*» - государство, управляемая область.

Лиц, обладающих знаниями об устройстве и состоянии дел в различных государствах, т. е. государственных деятелей, политиков называли «*Statista*» (статиста). От этого же корня образовалось и существительное «*Statistica*» (статистика).

Первоначально при помощи статистики характеризовали состояние государств. Таким образом статистика и основа ее учет возникли вместе с возникновением государства из практических потребностей общественной жизни.

Уже в древнем мире появилась потребность подсчитывать численность племени или жителей государства, учитывать людей, пригодных к военному делу, определять количества скота, размеры земельных угодий и другого имущества. Информация такого рода была необходима для сбора дани или налогов, строительства укреплений и других сооружений ведения войн и т. п.

В дальнейшем, по мере развития и усложнения общественной жизни, круг учитываемых явлений постепенно расширяется. В этой

связи хочется привести один общеизвестный исторический факт. Иисус Христос родился в Вифлиеме в период проведения переписи населения, причем перепись проводилась по месту рождения, а Иосиф и Мария родились в Вифлиеме. Наше летоисчисление ведется от рождества Христова.

Возникновение и развитие международной торговли вызвало потребность в информации об иностранных государствах, их населении, городах, торговле и т.д. Такого рода сведения стало собирать с XIII в. правительство Венецианской республики.

Позднее, в XVI в. сначала в Италии, а затем в Голландии, которые в то время играли важную роль в международной торговле, начали издавать сборники, содержащие сведения о географии, политическом устройстве, населении, промышленности, сельском хозяйстве, торговле и путях сообщения разных стран.

В дальнейшем и другие страны стали издавать такие же справочники. Особенно возрастает объем собираемой информации с возникновением капитализма.

Потребности нового общественного строя, пришедшего на смену феодализма, основой которого было натуральное хозяйство, вынуждали органы государственного управления и предприятия собирать для практических нужд обширную и разнообразную информацию о рынках труда и сбыта товаров, сырьевых ресурсах.

Современную статистику отличает от «государствоведения» прошлых столетий не только в огромной степени выросшая полнота и разнообразность содержащихся в ней сведений, а, прежде всего то, что к ней относятся сведения, которые получают количественной выражение. Так, к статистике не относят перечень и расположение на карте отдельных территориальных частей государства, но относят количественные данные о распределении по этим частям населения, промышленности и т. д.

Что касается объекта, к которому относится совокупность статистических сведений, современное понятие о статистике, наоборот, шире первоначального.

Во-первых, в настоящее время говорят о статистике не только государств, но и отдельных регионов, городов.

Во-вторых, при широкой трактовке под *статистикой* понимают количественные данные вообще о некоторой серии явлений того или иного рода: о статистике солнечных пятен, медицинской статистике, физической статистике, статистике миграции птиц и т. п.

### 1.3. История отечественной статистики

На Руси во второй половине IX в. в летописях встречаются сведения о сборе дани (летопись по Ипатьевскому списку 963. и Лаврентьевской летописи, 981 г.

Единицей обложения, т. е. единицей счета был дым, плуг и т. п., что являлось признаками оседлого образа жизни и хозяйства.

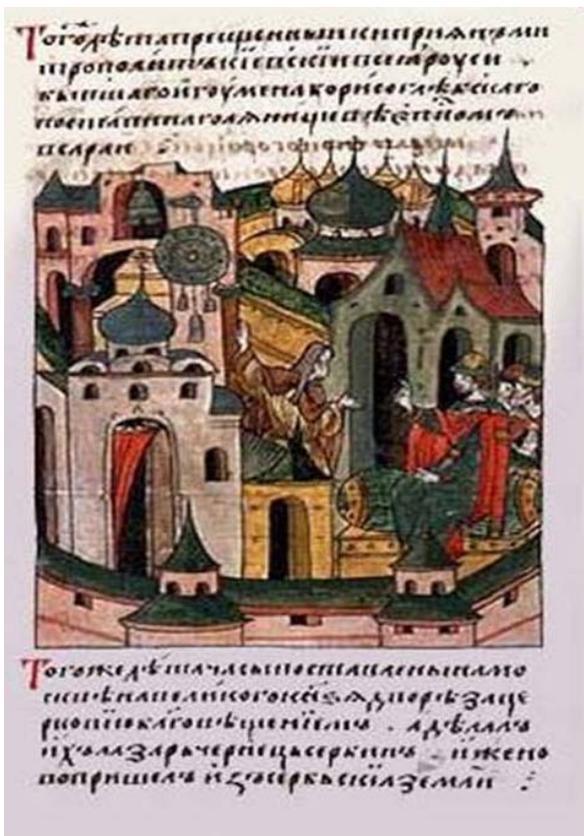


Рис. 7. Летопись по Ипатьевскому списку и Лаврентьевской летописи

С XIII века к переписям прибегали часто. «Книги сошного письма» и «сказки» - основа для писцовых книг конца XV и начала XVI вв.

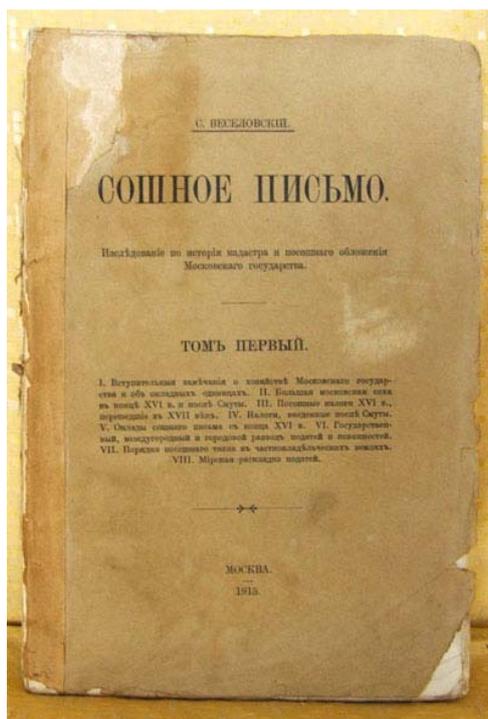


Рис. 8. Книга сошного письма

Подворные переписи XVII в. XVIII в. регистрация естественного движения населения. При Петре I – подушные вместо подворных переписей (душа мужская). Этот способ был господствующим свыше 140 лет. С развитием промышленности налачился и учет промышленности. Реформа 1861 г.

### ***Темы рефератов***

- Роль Д. П. Журавского в развитии статистики.
- Роль П.П, Семенова-Тян-Шанского в развитии статистики.
- Роль Ю. Э. Янсона в развитии статистики.
- Роль Вильяма Петти в развитии статистики.
- Роль Джона Граунта в развитии статистики.
- Роль Готфрида Ахенволла в развитии статистики.
- Роль Адольфа Кетле в развитии статистики.
- Роль И. К. Кирилова в развитии статистики.
- Роль И. Ф. Герман в развитии статистики.

### ***Контрольные вопросы***

1. Что такое «Книга сошного письма» и ее роль в развитии статистики.

2. Роль летописи по Ипатьевскому списку в развитии статистики.
3. Роль Лаврентьевской летописи в развитии статистики.
4. Что такое статистика?
5. Роль статистики в развитии научного знания.

## **Глава 2. ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

### **2.1. Принципы организация статистики в России и за рубежом**

Долгое время в период перехода России на рыночные отношения статистическое ведомство в России руководствовалось в своей деятельности основополагающими принципами официальной статистики в странах с экономикой переходного периода, одобренными Статистической комиссией ООН в 1994 году. Этот документ аккумулировал все главные принципы, которыми руководствовались страны с рыночной экономикой и которые отражались в их законах о статистике.

Организация Объединенных Наций (ООН) - это международная организация, которая стремится расширить политическое и экономическое сотрудничество между странами-членами.

В 2007 году они легли в основу Федерального закона «Об официальном статистическом учете и системе государственной статистики в Российской Федерации» №282-ФЗ.

Основными выдержками данного Федерального закона "Об официальном статистическом учете и системе государственной статистики в Российской Федерации" от 29.11.2007 N 282-ФЗ можно выделить следующее:

Выдержка № 1 - актуальность, объективность и доступность: "Официальные статистические данные, отвечающие требованиям практической значимости, должны составляться и предоставляться официальными органами статистики на основе беспристрастности для обеспечения права граждан на открытое получение информации".

Выдержка № 2 - профессионализм: "Необходимо принять решение о методах и порядке сбора, обработки, хранения и предоставления статистических данных, строго руководствуясь

принципами профессионализма, включая научные принципы и профессиональную этику".

Выдержка № 3 - использование статистических стандартов: "Для обеспечения правильной трактовки данных статистические ведомства должны предоставлять информацию в соответствии с научными стандартами, установленными для источников, методов и порядка составления статистики".

Выдержка № 4 - правильное использование и интерпретация статистических данных: "Статистические ведомства имеют право комментировать искажения в трактовке и использовании статистических данных".

Выдержка № 5 – эффективность статистических наблюдений: "Статистические данные могут собираться из любых источников и информации, будь то статистические обзоры или данные административного характера. При этом источники данных должны выбираться с учетом качества, своевременности, эффективности затрат, а также нагрузки на респондентов".

Выдержка № 6 – конфиденциальность: "Индивидуальные данные, собираемые статистическими ведомствами, должны быть строго конфиденциальными и использоваться исключительно в целях статистики, независимо от того, касаются ли они физических или юридических лиц".

Выдержка № 7 – законодательство и гласность: "Законы, нормативно-правовые документы, определяющие работу статистической системы, подлежат обнародованию".

Выдержка № 8 – координация на национальном уровне: "Для достижения последовательности и эффективности функционирования статистической системы в рамках государств должна проводиться координация работы статистических ведомств".

Выдержка № 9 – координация на международном уровне: "Использование статистическими ведомствами каждой отдельной страны международных концепций, классификаций и методов способствует достижению последовательности и эффективности работы статистических систем на всех официальных уровнях".

Выдержка № 10 – международное сотрудничество в области статистики: "Двустороннее и многостороннее сотрудничество в

области статистики способствует усовершенствованию официальных статистических систем во всех странах".

Основные принципы официальной статистики ориентируют национальные статистические ведомства на обеспечение высокого качества статистической информации, объективность и доверие со стороны общества.

Естественно, все указанные выдержки относятся и к региональной статистике.

В настоящее время обычно описание организации статистики страны проводят, используя следующие термины:

- централизация и децентрализация;
- концентрация и децентрализация.

Под "*централизованной*" статистической системой понимается система, в которой большая часть статистической и аналитической работы проводится в одном ведомстве, чаще всего в центральном аппарате системы.

При этом во многих странах национальная система статистики включает в себя не только национальную статистическую службу, но также и статистические службы в министерствах и ведомствах.

Такая организация статистики господствовала у нас в стране до 1992 года. Все учетные документы в стране утверждались главным статистическим ведомством (ЦСУ СССР, а затем Госкомстатом СССР).

При «*децентрализованной*» системе соответствующие министерства (министерство сельского хозяйства, транспорта, энергетики, здравоохранения и т. п.) учреждают в своей структуре специальные отделы статистики.

Так в настоящее время Росстат и другие органы исполнительной власти, ответственные за формирование официальной статистики, организуют статистическую работу в соответствии с Федеральной программой статистических работ.

Таким образом, при централизованной системе за официальную государственную статистику отвечает одно учреждение в стране, а при децентрализованной – компетенция и ответственность в области статистики распределена между несколькими государственными учреждениями (министерствами, ведомствами, службами и т. п.).

Несмотря на то, что в России официальная статистика стремится к децентрализации, Росстат принимает нормативные правовые акты по вопросам государственной статистики, обязательные для выполнения федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органами местного самоуправления, юридическими лицами.

Кроме того, Росстату дано право осуществлять контроль законодательства в области статистики и применять меры административного воздействия за нарушение порядка представления статистической информации.

Таким образом, Росстат осуществляет координацию и методологический надзор за статистической деятельностью в стране.

Децентрализацию деятельности не следует путать с географической деконцентрацией, которая означает самостоятельность в статистической деятельности региональных статистических служб.

Деконцентрация является реалией, присущей большинству крупных стран - членов Европейского Сообщества и даже некоторым небольшим. В нашей стране функционирует концентрированная система статистики.

Положением определено, что Росстат реализует возложенные на него функции непосредственно через территориальные органы, которые составляют федеральную систему государственной статистики.

Термины концентрация и деконцентрация в международной практике имеют и другое значение, имеющее отношение к порядку прохождения потоков статистической информации.

В этом смысле под *концентрацией* понимается сбор первичной статистической информации от респондентов национальным статистическим ведомством, а затем распределения этой информации по региональным отделениям.

Тогда как, *деконцентрацией* потоков считается сбор информации региональными статистическими структурами и передача ее снизу-вверх в национальное ведомство.

При этом часть информации оседает в региональных статистических службах. Официальная статистика для разных целей

может использовать как концентрированный, так и деконцентрированный способ получения информации.

Международные контакты стимулируют страны совершенствовать национальные статистические системы. Международные организации могут и оказывают заметную помощь национальным статистическим ведомствам, пропагандируя основные принципы официальной статистики и ориентируя страны на разработку и внедрение соответствующего им законодательства.

В Российской Федерации правовой основой международного статистического взаимодействия является Закон Российской Федерации «Об участии в международном информационном обмене», принятый Государственной Думой 5 июня 1996 года.

Сфера международного сотрудничества весьма широка, но при этом она должна быть сбалансирована с общей программой развития официальной статистики в стране.

## **2.2. Организация статистики в России**

Исторически в России сложилась система государственной статистики, представляющая собой сеть иерархически и функционально взаимосвязанных организаций, занимающихся сбором, разработкой и распространением статистических данных, характеризующих темпы и пропорции социально-экономического и демографического развития страны и ее положения в современном мире.

Система сформирована в соответствии с административно-территориальным делением страны в целях обеспечения органов государственной власти и управления всех уровней, средств массовой информации, научной общественности, коммерческих структур, населения и международных организаций полной и объективной статистической информацией по вопросам социально-экономического развития Российской Федерации, ее регионов, отраслей и секторов экономики. Существующая в России система государственной статистики имеет 3 уровня.

Таблица 1

*Организация государственной статистики в России*

Административный уровень	Статистические единицы
Федеральный	Федеральная служба государственной статистики (Росстат) – бывший Государственный комитет Российской Федерации по статистике и его подведомственные учреждения: Главный межрегиональный центр обработки и распространения информации (ГМЦ) Росстата; Информационно-издательский центр «Статистика России» (ИИЦ «Статистика России»); Институт проблем социально-экономической статистики Росстата (НИИ статистики); Научно-исследовательский и проектнотехнологический институт информационной системы Росстата (НИПИстатинформ); Колледжи, техникумы, учебные центры.
Региональный	Региональные статистические службы (821 территориальных органов государственной статистики)
Районный	Районные (городские) отделы статистики

Высшим органом государственной статистики Российской Федерации в настоящее время является Федеральная служба государственной статистики (официальное сокращение - Росстат).

Росстат возглавляет и координирует получение статистических данных в территориальном разрезе.

В соответствии с распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 октября 2009г. №1555-р, в Сводном реестре опубликована информация по исполнению Росстатом приоритетной государственной услуги по предоставлению официальной статистической информации гражданам и организациям.

Территориальные органы государственной статистики являются федеральными органами исполнительной власти. Они осуществляют руководство официальным статистическим учетом на территории субъекта Федерации, т. к. эта деятельность, в соответствии со статьей 71 Конституции РФ, отнесена к ведению Российской Федерации.

В областях, краях, национальных республиках действуют комитеты по статистике соответствующего уровня со свойственной им внутренней структурой.

Функции статистики в любом государстве осуществляют, прежде всего, статистические органы.

Эти функции вытекают из конечной цели функционирования государственных органов статистики - предоставление информации:

- предоставление органам государственного управления информации, необходимой им для принятия решений по широкому кругу вопросов, связанных с формированием экономической политики, разработкой различных государственных программ, планов и мер по их реализации;

- обеспечение информацией о развитии экономики и социальной сферы руководителей предприятий и компаний, менеджеров, организаторов производства и бизнесменов, необходимой для изучения внешней среды, в которой функционируют компании и предприятия;

- информирование об основных итогах и тенденциях социально-экономического развития широкой общественности, научно-исследовательских учреждений, общественно-политических организаций и отдельных лиц.

- предоставление информации о состоянии и развитии экономики в международные экономические организации во исполнение обязательств, принятых странами при вступлении в международные организации.

Первой функцией государственной статистики, зафиксированной в п. 1. Положения о Федеральной службе государственной статистики, является формирование официальной статистической информации о социальных, экономических, демографических, экологических и других общественных процессах. Данная функция определяет систему статистических показателей, с помощью которых возможно характеризовать и анализировать рыночную экономику.

Функции государственной статистики тесно связаны с государственным строем и устройством. Так, в СССР одной из главных функций статистики был контроль выполнения государственного плана, который в то время являлся законом.

Переход России к рыночной экономике трансформировал деятельность статистических органов и изменил их функции.

В условиях рынка основное внимание уделяется обеспечению информацией для разработки экономической политики, мер по предотвращению негативных тенденций в развитии рынка, а также для принятия решений по широкому кругу вопросов, связанных с управлением экономикой на макроуровне, а также социальным проблемам.

Функция контроля сохранена лишь как контроль в сфере государственной статистической деятельности.

В Российской Федерации служба государственной статистики осуществляет свою деятельность как непосредственно, так и через свои территориальные органы во взаимодействии с другими федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления, общественными объединениями и иными организациями.

Федеральная служба государственной статистики в соответствии с предоставленными законодательством Российской Федерации полномочиями осуществляет следующие функции:

- формирует официальную статистическую информацию о социальных, экономических, демографических, экологических и других общественных процессах;
- представляет официальную статистическую информацию Президенту, Правительству и Федеральному Собранию Российской Федерации, иным органам государственной власти, органам местного самоуправления, средствам массовой информации, организациям и гражданам, а также международным организациям;
- разрабатывает и утверждает официальную статистическую методологию для проведения федеральных статистических наблюдений при формировании официальной статистической информации, а также согласовывает официальную статистическую методологию, формируемую и утверждаемую субъектами официального статистического учета, обеспечивает соответствие указанной методологии международным стандартам и принципам официальной статистики;

- координирует деятельность в сфере официального статистического учета при разработке совместно с субъектами официального статистического учета федерального плана статистических работ и утверждает формы федерального статистического наблюдения и указания по их заполнению;
- осуществляет подготовку, проведение и подведение итогов Всероссийских переписей, а также их методологическое обеспечение;
- разрабатывает и ведет в установленном порядке общероссийские классификаторы технико-экономической и социальной информации;
- обеспечивает заинтересованных пользователей данными бухгалтерской отчетности юридических лиц, осуществляющих свою деятельность на территории Российской Федерации;
- размещает заказы на поставку товаров, выполнение работ и оказание услуг для обеспечения нужд Службы, а также на проведение научно-исследовательских работ для государственных нужд;
- обобщает практику применения законодательства Российской Федерации в статистической сфере деятельности;
- осуществляет функции главного распорядителя и получателя средств федерального бюджета, предусмотренных на содержание Службы и реализацию возложенных на Службу функций;
- организует прием граждан, обеспечивает своевременное и полное рассмотрение устных и письменных обращений граждан, принятие по ним решений и направление ответов заявителям в установленный законодательством Российской Федерации срок;
- обеспечивает защиту сведений, составляющих государственную тайну, обеспечивает режим хранения и защиты полученной информации, составляющей служебную, банковскую, налоговую, коммерческую тайну, и иной конфиденциальной информации;
- организует профессиональную подготовку работников, их переподготовку, повышение квалификации и стажировку, • обеспечивает мобилизационную подготовку Службы, а также контроль и координацию деятельности подведомственных организаций по их мобилизационной подготовке;
- взаимодействует государственной власти иностранных государств и международными организациями в своей сфере деятельности;

- обеспечивает пользователей официальной статистической и иной информацией в установленном порядке и на основе договоров об оказании информационных услуг
- выполняет функции администратора доходов федерального бюджета от оказания информационных услуг;
- осуществляет работу по комплектованию, хранению, учету и использованию архивных документов, образовавшихся в процессе деятельности Службы. При осуществлении своих функций и в соответствии с законодательством Федеральная служба государственной статистики имеет право:
  - позволяет получать от респондентов первичные статистические данные и административные данные, в том числе содержащие сведения, отнесенные к государственной тайне, к коммерческой тайне, сведения о налогоплательщиках, о персональных данных физических лиц при условии их обязательного обезличивания, и другую информацию, доступ к которой ограничен федеральными законами, в целях формирования официальной статистической информации;
  - позволяет организовывать проведение необходимых исследований, испытаний, анализов и оценок в установленной сфере деятельности;
  - позволяет давать юридическим и физическим лицам разъяснения по вопросам, отнесенным к компетенции Службы;
  - осуществлять контроль за деятельностью территориальных органов и подведомственных организаций;
  - привлекать в установленном порядке для проработки вопросов в установленной сфере деятельности научные и иные организации, ученых и специалистов;
  - применять предусмотренные законодательством Российской Федерации меры ограничительного, предупредительного и профилактического характера, направленные на недопущение и (или) пресечение нарушений юридическими лицами и гражданами обязательных требований в установленной сфере деятельности, а также меры по ликвидации последствий указанных нарушений;
  - создавать совещательные и экспертные органы (советы, комиссии, группы, коллегии) в установленной сфере деятельности;
  - разрабатывать и утверждать в установленном порядке знаки отличия в установленной сфере деятельности.

Деятельность государственной службы статистики направлена на достижение стратегических целей развития страны, в связи с этим постоянно совершенствование функционирования статистической системы. В настоящее время важнейшей задачей совершенствования является соединение функций разработки и предоставление статистической информации с ее углубленным анализом.

### ***Темы рефератов***

1. Организация статистики в Российской Федерации
2. Цели и задачи деятельности Федеральной службы Российской Федерации
3. Роль Федеральной службы государственной статистики в формировании отчетности
4. Деятельность видных ученых в развитии статистики как науки
5. История развития статистики в России

### ***Контрольные вопросы***

1. На что направлена деятельность государственной службы статистики?
2. Какие основные функции функционирования государственных органов статистики
3. Какие основные уровни организации статистики в России?
4. Что понимают под концентрацией сбора статистической информации?
5. Что понимают под деконцентрацией сбора статистической информации?

## **Глава 3. ИСТОРИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ НАУКИ**

### **3.1. История развития опытного дела**

Агрохимия пользуется различными методами исследований. Это обусловлено тем, что она изучает многообразные вопросы, к числу которых относятся: питание растений, биохимические процессы, свойства почв, качество продукции, технология, свойства и применение удобрений. Наиболее важным является изучение растений, удобрений и почв в целях выявления необходимости применения удобрений и выбора наиболее целесообразных путей их использования.

Опытное дело в агрономии зародилось одновременно с возникновением земледелия, когда с помощью примитивного орудия - заостренной палки - первобытный человек начал рыхлить почву и высевать в нее семена, передавая свой опыт из поколения в поколение.

Согласно данным археологических исследований, возделывание культурных растений началось примерно 10-12 тыс. лет назад, что стало причиной изменения способа существования человека и обусловило переход от естественных источников жизнеобеспечения к производству пищи. Зарождение первичных очагов земледелия в разных регионах независимо друг от друга датируется от 5-3 тыс. до 8-6 тыс. лет до нашей эры.

От момента зарождения в эпоху первобытнообщинного строя и кочевого образа жизни развитие земледелия сводилось к примитивной практике и народным приметам. Передавая наиболее важные наблюдения и практический опыт от поколения к поколению, происходило постепенное накопление знаний. До возникновения письменности они передавались только в устной форме.

С переходом от сбора дикорастущих растений к возделыванию их на полях, который длился очень продолжительное время и был сопряжен с многочисленными пробами и ошибками, а также накоплением знаний о выращивании растений и обработке почвы, стали появляться новые формы хозяйствования с глубоким изменением первичных ландшафтов. Начался процесс масштабной вырубki лесов и, следовательно, первичной стадии деградации почв.

Справедливо считать, что земледелие началось с момента начала обработки почвы.

В 1926-1935 гг. Н.И. Вавилов разработал концепцию зарождения мирового земледелия, в которой выделялось 8 основных географических регионов истории развития земледелия:

- Западноазиатский,
- Индийский,
- Среднеазиатский,
- Китайский,
- Среднеземноморский,
- Африканский,
- Мексиканский,
- Южноамериканский.

В этих районах появились также и первые культурные растения, большинство из которых дошло до наших дней.

Современные тенденции научных изысканий в земледелии направлены на совершенствование почвозащитных систем в зональных системах земледелия, а также в ландшафтно-экологическом земледелии. Последнее является альтернативой техногенному земледелию, в котором особое внимание отводится технологиям, технике и химии при минимальном учете экологических и природных факторов.

Ландшафтно-экологическое земледелие расставляет приоритет на биологизацию процессов, что, в свою очередь, ведет к коренному изменению современного земледелия.

Современное земледелие является наукой о рациональном, экономически, экологически и технологически обоснованном использовании земли, и формировании высокоплодородных почв, с оптимальными для возделывания культур показателями. Центральным понятием современного земледелия является плодородие почвы, его расширенное воспроизводство и сохранение, что является залогом получения высоких и устойчивых урожаев хорошего качества. Земледелие, как и большинство других естественных наук, не является обособленным направлением.

Опытное дело совершенствовалось одновременно с возникновением и совершенствованием учебных заведений, особенно высших.

Первым высшим учебным заведением в России была Киево-Могилянская академия, основанная в 1615 г., а ее первым ученым-естествоиспытателем, ботаником, метеорологом был Ионикий Галятовский.



Рис. 9. Здание Киево-Могилянской академии



Рис. 10. Печать Киево-Могилянской академии

Киево-Могилянская академия - историческое высшее учебное заведение в Киеве, которое под таким названием существовало с 1701 до 1817 года.

Учредителем коллегии являлся митрополит Пётр Могила. Первое упоминание о коллегии в международных дипломатических документах фиксируется в Зборовском договоре от 9 августа 1649 года.



Рис.11. Ионикий Галятовский

В стенах академии учились многие выдающиеся русские ученые, в том числе М. В. Ломоносов, которому принадлежат слова: «Один опыт я ставлю выше тысячи мнений, рожденных единственно воображением».



Рис. 12. М. В. Ломоносов

Своеобразными зародышами научных исследований были ап-текарские огороды, созданные в 1629 г. под Москвой, а затем и в других районах России. Научными исследованиями руководило «Вольное экономическое общество», организованное в 1765 г.



Рис. 13. Эмблема вольного экономического общества

Вольное экономическое общество - одно из старейших в мире и первое в России экономическое общество (вольное - независимое от ведомств).

Учреждено в Петербурге в 1765 крупными землевладельцами Г. Г. Орловым, Р. И. Воронцовым и др. приближенными Екатерины II, стремившимися в условиях роста рынка и торг. земледелия рационализировать сельское хозяйство и повысить производительность крепостного труда. Основание общества было одним из проявлений политики просвещенного абсолютизма.

Вольное экономическое общество начало деятельность объявлением конкурсных задач, изданием "Трудов ВЭО" (1766-1915, 280 гг.) и приложений к ним: "Еженедельные известия ВЭО" (1788-89), в дальнейшем "Записки деяний императорского ВЭО" (1802-12), "Экономические записки" (1854-62) и др.

Первый конкурс был объявлен по инициативе Екатерины II в 1766: "В чем состоит собственность земледельца (крестьянина) в земле ли его, которую он обрабатывает, или в движимости и какое он право на то и другое для пользы общенародной иметь может?".

Из 160 ответов русских и иностранных авторов наиболее прогрессивным и интересным было сочинение правоведа А. Я. Поленова, критиковавшего крепостничество.

Первые опытные работы были начаты в 1790 г. М. Г. Ливановым в с. Богоявленское вблизи г. Николаева, а первое опытное учреждение (Бутырский хутор) создано под Москвой в 20-х гг. XIX столетия. В 1840 г. в Горы-Горецком (Белоруссия) было организовано первое опытное поле.

По инициативе Д. И. Менделеева в 1867 г. были заложены еще четыре опытных поля в Московской, Петербургской, Смоленской и Симбирской губерниях. В 1895-1897 гг. организованы первые опытные сельскохозяйственные станции: Вятская, Энгельгардская и Ивановская. В конце XIX в. в России уже работали 10 опытных и селекционных станций, 13 опытных полей, 2 лаборатории и 2 контрольно-семенные станции с 60 научными сотрудниками.

В 1913 г из 214 научных учреждений было 44 опытные станции 78 опытных полей и 92 лаборатории, но еще не было научно-исследовательских институтов.

К 1940 г. число научных учреждений увеличилось более чем в 4 раза, а число научных сотрудников превысило 10 тыс. В составе научных учреждений было много институтов. В 1922 г. был создан Центральный научно-исследовательский институт по сельскому хозяйству, в 1924 г. - Всесоюзный институт прикладной ботаники и новых культур, а в 1929 г. организована Всесоюзная академия сельскохозяйственных наук во главе с выдающимся ученым Н. И. Вавиловым. Академия располагала большой сетью научно-исследовательских институтов и новых опытных станций как отраслевого, так и зонального значения.



Рис. 14. Н. И. Вавилов

Еще больше увеличилось количество научных учреждений за послевоенные годы. Только в системе Министерства сельского хозяйства в 1973 г. функционировало 671 научное учреждение, в которых работало около 60 тыс. сотрудников. Научной работой занимаются ученые в сельскохозяйственных учебных заведениях России, а также в проблемных лабораториях и на тысячах госсортоучастков.

Огромный вклад в опытное дело внесли ученые В. В. Докучаев, П. А. Костычев, А. А. Измаильский, А. И. Душечкин, А. Г. Дояренко, Д. Н. Прянишников и многие другие.

Особенно активно работал в области опытного дела А. Г. Дояренко, который в 1918, 1919, 1921 гг. организовывал Всероссийские съезды опытников. Он первым начал читать в 1907 г.

курс опытного дела в Петровской сельскохозяйственной академии, усовершенствовал применение математической статистики в исследованиях, редактировал «Научно-агрономический журнал».

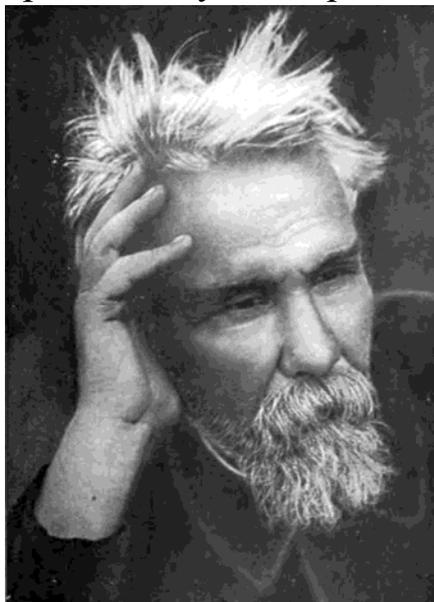


Рис. 15. А. Г. Дояренко

Первая кафедра опытного дела в России была организована П. Н. Константиновым, который написал фундаментальную работу «Основы сельскохозяйственного опытного дела». Известными методистами опытного дела были Н. Ф. Деревицкий, А. Н. Перегудов, П. Г. Найдин, А. С. Молостов и многие другие.



Рис.16. Б. А. Доспехов

Но особое место в совершенствовании и становлении методики за последние 50 лет принадлежит Б. А. Доспехову, заведующему кафедрой земледелия и методики опытного дела, автору учебника «Методика полевого опыта», выдержавшего пять изданий за 1965-1985 гг.

### **3.2. Опытное дело в дореволюционный период России**

Исторический подход в любой науке имеет большое значение. Без истории нет науки. Отрыв науки от историзма дорого обходится народному хозяйству. По существу, история агрономии и история сельскохозяйственного опытного дела неразрывны.

Изучение любого агротехнического приема, любого метода селекции всегда нужно начинать с истории вопроса, с критического его обсуждения, чтобы избежать «открытий» давно открытого.

Сельскохозяйственный опыт столь же древен, как и само земледелие. Как и всякое научное знание, опытное дело возникло из запросов производства.

Знания в то время носили узко эмпирический характер, не было правильного понимания тех или иных приемов возделывания растений. Каждый работал по традиции, как делали деды и отцы. Этот древний опыт был сводкой простых наблюдений над явлениями в сельском хозяйстве. И, тем не менее, он был единственным источником сельскохозяйственных знаний.

Научная агрономия зародилась много позже, в 18-19 веках, в результате успехов естествознания, на основе экспериментального изучения растения, законов его питания, изучения почв, на которых оно живет. Эксперимент широко применяли в физике и химии, а затем в агрономии, где он стал главным, основным методом изучения.

С того времени, как человек начал возделывать растения, постепенно стали накапливаться разрозненные наблюдения над ростом растений и их урожаями, то, что мы теперь называем народным опытом, который долгое время был единственным источником сельскохозяйственных знаний.

Научная агрономия начала развиваться под влиянием непосредственных запросов материального производства. С ростом потребностей в продуктах питания и уменьшением свободных для

освоения земель практическое земледелие уже не могло на основании одних эмпирических знаний удовлетворить потребности все увеличивающегося населения в пищевых ресурсах.

Необходимо было более детальное изучение растений и их отношения к условиям среды, нужны были научный метод изучения вопросов, интересующих земледельца, и люди, владеющие этим методом. Так создавались объективные условия зарождения научной агрономии и формирования ее в самостоятельную науку. Экспериментальные работы по агрономии велись вначале на небольших полевых участках – опытных полях, затем возникли опытные станции, научные институты и другие сельскохозяйственные учреждения.

Хотя научные учреждения по сельскому хозяйству (опытные поля и станции) начали создаваться в России давно, но развитие их до Великой Октябрьской социалистической революции проходило очень медленно. Достаточно сказать, что к 1913 г. насчитывалось всего немногим более ста опытных учреждений, где работало меньше 1000 научных сотрудников.

Сельскохозяйственное опытное дело является отраслью агрономии, занимающейся изучением сельского хозяйства, изысканием приемов повышения его производительности и урожайности сельскохозяйственных культур, а также улучшения качества их продукции на основе прогрессивного улучшения плодородия почв.

Мысль о необходимости проведения экспериментов в России обострилась в конце 18 и начале 19 века, когда крепостное хозяйство переживало кризис.

В 1765 году в Петербурге было образовано Вольно-Экономическое общество, а в 1818 году – Московское общество сельского хозяйства, объединявшие наиболее образованных сельских хозяев того времени. Эти общества издавали журналы, газеты, в которых сообщали полезные для земледельца сведения.

Одним из влиятельных членов Вольно-Экономического и Московского обществ сельского хозяйства был Андрей Тимофеевич Болотов, которого называют первым русским ученым-агрономом и на его работах воспитывались многие поколения передовых сельских хозяев конца 18 и начала 19 века.

А. Т. Болотов, благодаря своему образованию и непосредственному знакомству с русским и заграничным сельским хозяйством, видел, что земледелие России сильно отстало, что большинство помещиков вело его примитивно. Он ввел строгий распорядок, ставил опыты (располагал опытным участком и прекрасным ботаническим садом), записывал свои наблюдения, горячо возражал против механического перенесения в Россию всего иноземного; считал, что нам нужна своя, русская агрономическая наука, обоснованная и проверенная опытом в наших условиях.



Рис. 17. А. Т. Болотов

Профессор И. П. Комов (1728-1792) неоднократно указывал на необходимость закладки многолетних полевых опытов, с целью создания «земледельческого месяцеслова». Большое значение имеют опыты В. А. Левшина по травосеянию. В. А. Левшин является одним из основоположников отечественного травосеяния.

Во второй половине 18 века появились первые сельскохозяйственные учебные заведения.

В 1770 году в Московском университете была основана кафедра агрономии. В конце 18 века была открыта Санкт-Петербургская практическая школа земледелия вблизи г. Павловска.

Однако опытное дело не получило тогда широкого развития. Первое русское опытное учреждение основано около 1830-1840 гг. Это было опытное поле при высшей агрономической школе в Горках. Руководство им было поручено знаменитому русскому ученому-химику Д. И. Менделееву с ближайшими сотрудниками – физиологом К. А. Тимирязевым и химиком Т. Т. Густавсоном.

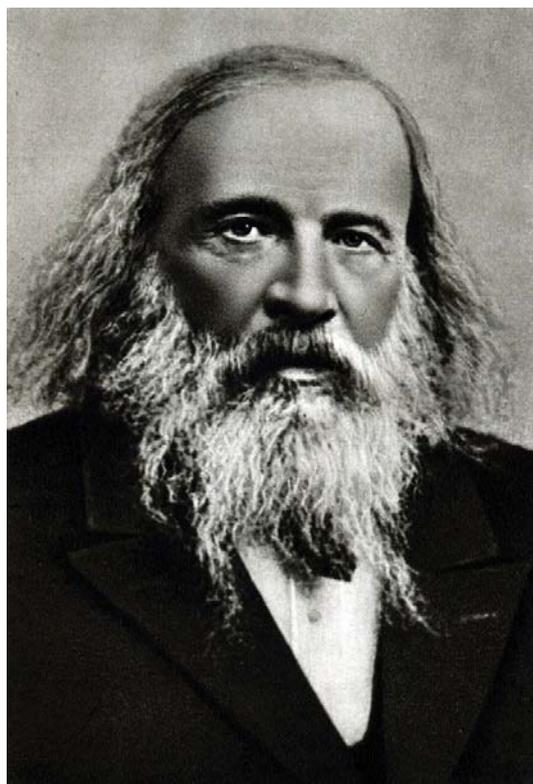


Рис. 18. Д. И. Менделеев

Д. И. Менделеев – величайший химик, автор периодической системы химических элементов, был и первым опытником. В 1881г. Д. И. Менделеевым совместно с А. Г. Зайкевич заложены коллективные опыты Харьковским обществом сельского хозяйства.

С 1869 г. начаты опытные работы при Петровской сельскохозяйственной академии. В это время профессор А. Н. Энгельгардт в Смоленской губернии доказал, что размолотые дешевые фосфориты, примененные как удобрения на пустовавших подзолистых почвах, способны давать высокие прибавки урожаев.



Рис. 19. А. Н. Энгельгардт

Опытная станция полеводства выросла на базе опытного поля Петровской земледельческой академии, созданного в 1867 году выдающимся ученым-агрономом И. А. Стебутом.



Рис. 20. И. А. Стебут

Это было одно из первых опытных полей в России, а его организатор – один из основоположников русской высшей агрономической школы, научного земледелия и сельскохозяйственного опытного дела в стране.

И. А. Стебут был инициатором женского сельскохозяйственного образования в России. В конце 19 столетия он создал в стране

высшую женскую агрономическую школу – Стебутовские сельскохозяйственные курсы.

В 1885г. по инициативе А. А. Измаильского организовано Полтавское опытное поле. По примеру Полтавского опытного поля было учреждено Херсонское опытное поле, начавшее работать в 1891году. В начале опытным полем заведовал губернский агроном, но с 1898 года его работа проводилась под руководством опытника Ф. Б. Яновчика.

Другим старейшим опытным учреждением Украины являлось Одесское опытное поле, организованное в 1896 году по инициативе и на средства Одесского сельскохозяйственного общества и земства. В течение многих лет его директором был В. Г. Ротмистров. На этом опытном поле впервые были разработаны методы изучения корневой системы растений, определения влажности почвы, изобретен бур, получивший название бура Ротмистрова.

Таким образом, Полтавское, Херсонское и Одесское опытные поля в первый год деятельности сосредоточивали внимание главным образом на вопросах обработки почвы с целью накопления и сбережения в ней влаги, которая во всей южной России определяла величину урожая.

Горячим пропагандистом и сторонником опытных полей в развитии сельскохозяйственной науки и опытного дела был русский ученый К. А. Тимирязев. Он организовал специальную физиологическую лабораторию и первую в России тепличку для вегетационных опытов. В вегетационном домике одновременно проводились опыты в 6 тысячах сосудов, установленных на 160 вагонетках.

Вегетационный опыт создает наилучшие условия для выявления роли различных факторов жизни растений – отдельных элементов питания и их сочетаний, влаги, света, температуры, для более глубокого изучения их влияния на рост и развитие растений.

Пользуясь вегетационным методом, экспериментатор может точно контролировать условия питания растений, изучать действие любого фактора при сохранении постоянства всех остальных условий. На эти и многие другие важные вопросы дали ответ вегетационные опыты. Пропагандируя применение выводов из физиологических

опытов к земледелию, он призывал к организации широкой агрономической помощи, к организации массового опытничества.



Рис. 21. К. А. Тимирязев

Огромна роль в развитии сельскохозяйственной науки и опытного дела Дмитрия Николаевича Прянишникова (1865-1948) . В 1895 году Д. Н. Прянишников организует при кафедре научно-исследовательскую лабораторию, которая вместе с вегетационным домиком явилась базой для создания в 1908 году Агрохимической опытной станции, называвшейся тогда «Станцией по вопросам питания растений».

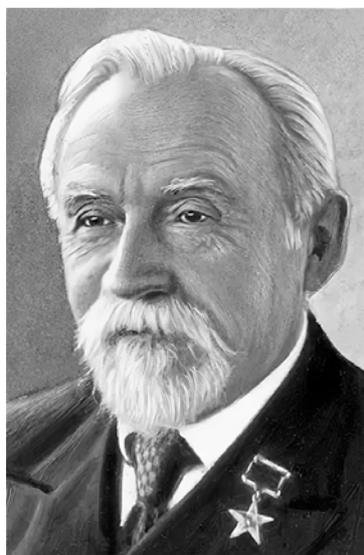


Рис. 22. Д. Н. Прянишников

Это было первое в стране учреждение, систематически занимавшееся вопросами удобрения.

Здесь впервые были разработаны методы получения из местного сырья таких удобрений, как суперфосфат, преципитат и другие. Эти исследования заложили технологические основы производства фосфорных удобрений. Россия тогда не имела своей туковой промышленности и ввозила африканские фосфориты, страссфурские калийные соли, чилийскую селитру.

Агрохимическая станция развернула опыты по изучению питания растений и применения удобрений, которые получили большой размах в годы Советской власти, когда созданная в нашей стране химическая промышленность обеспечила массовое применение минеральных удобрений для повышения урожаев большинства сельскохозяйственных культур.

Много внимания Д. Н. Прянишников уделял и развитию женского сельскохозяйственного образования в дореволюционные годы. Организованные им совместно с В. Р. Вильямсом Голицинские сельскохозяйственные женские курсы под Москвой приобщали к агрономическим знаниям новые слои населения.

Только после катастрофически неурожайных 1891-1892 гг. в последнее десятилетие 19 века по проекту И. А. Стебута, А. С. Ермолаева и П. А. Костычева была организована широкая сеть опытных учреждений, и к началу 20 века в России насчитывалось уже около 80 опытных учреждений.

Опытные станции достигли определенных успехов в изучении приемов обработки почвы и удобрений. Но эти достижения были недоступны для мелких крестьянских хозяйств, а использовались только немногими частновладельческими крупными хозяйствами.

В целях обобщения опыта, упорядочения, укрепления и развития сельскохозяйственного опытного дела, в начале 20 века были проведены съезды и совещания по опытному делу при активном участии Д. Н. Прянишникова.

Среди корифеев науки о русском почвоведении и земледелии следует отметить имена В. В. Докучаева, П. А. Костычева, В. Р. Вильямса.

В. В. Докучаев – русский ученый – почвовед, творец генетического почвоведения как самостоятельной естественноисторической науки. Его исследования в области распространения черноземных почв завершились появлением труда

«Русский чернозем». Он создал учение о почве, развил и доказал идею закономерной зональности почв, создал классификацию почв.

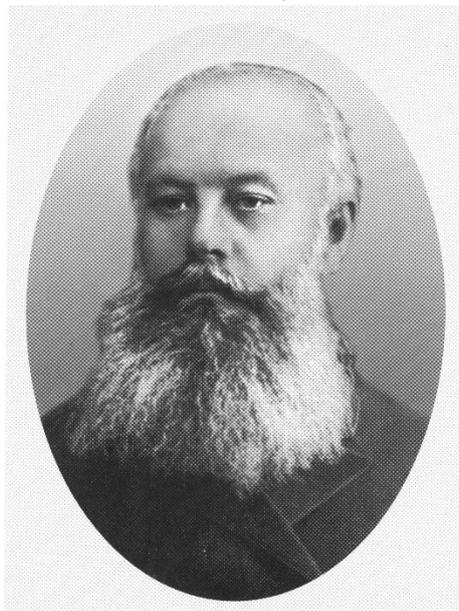


Рис. 23. В. В. Докучаев

Павел Андреевич Костычев хорошо знал земледелие России второй половины 18 века. Он провел глубокий анализ причин, вызывающих значительные колебания урожая сельскохозяйственных культур. Неправильная обработка почв сильно распыляла и засоряла их, усиливала процесс эрозии почв. П. А. Костычев первым открыл, что многолетние травы восстанавливают мелкокомковатую структуру почвы. Совместно с В. В. Докучаевым и К. А. Тимирязевым, П. А. Костычев разрабатывает программу борьбы с засухой.

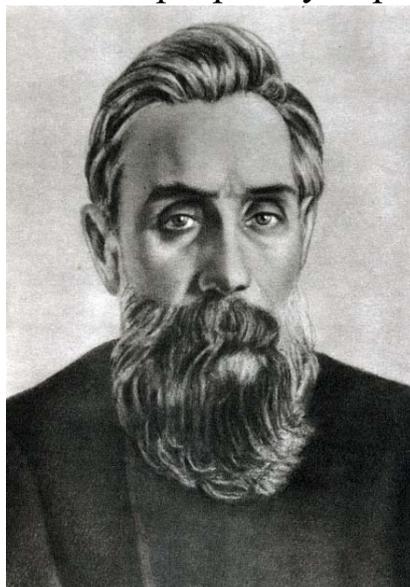


Рис. 24. П. А. Костычев

Василий Робертович Вильямс, опираясь в своих работах на достижения В. В. Докучаева и П. А. Костычева, создал учение о почве и земледелии – травопольную систему земледелия.

Вильямс впервые разработаны научные основы луговодства и создана эта дисциплина как наука. В. Р. Вильямс организовал Луговой институт вблизи Москвы – в дальнейшем Всесоюзный институт кормов.

Василий Робертович Вильямс был активным участником съездов по сельскохозяйственному опытному делу, а также по организации сельскохозяйственных опытных учреждений.

Важно заметить, что В. Р. Вильямс постоянно требовал методологически правильной постановки опыта и указывал: «Без эксперимента агрономическая наука не возможна».



Рис. 25. В. Р. Вильямс

В 1903 году в Среднем Поволжье под руководством агрономов И. Н. Клингена и Я. М. Жукова была организована Безенчукская сельскохозяйственная станция. Большое значение для развития опытного дела имела выпущенная в 1908 году Департаментом земледелия России работа выдающегося опытника-организатора В. В. Винера «О порайонной организации опытных учреждений в России».

В ней предусматривалась организация крупных комплексных опытных станций, по одной на 2-3 губернии, и районных опытных станций, и полей.

Исключительное значение по методике полевого опыта имеют работы Алексея Григорьевича Дояренко.

Он разработал методики рекогносцировочного посева, определения площади делянки и повторности в зависимости от пестроты почвенного плодородия земельного участка, математической обработки данных полевых опытов, объяснил значение защитных полос в полеводстве.

Алексей Григорьевич был одним из организаторов и руководителей опытного дела, как в дореволюционной России, так и в послеоктябрьский период.

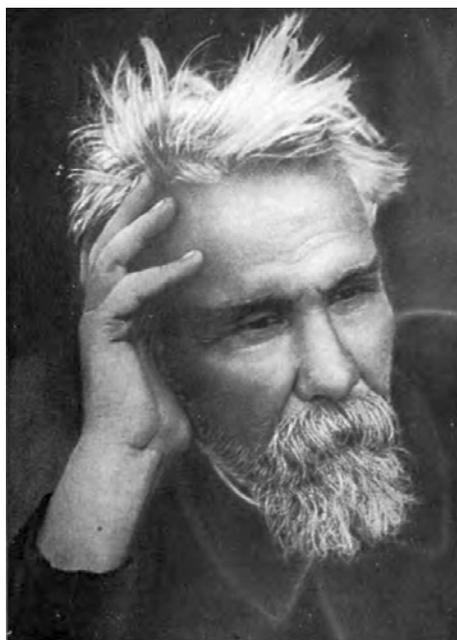


Рис. 26. А. Г. Дояренко

Еще в 1907 году он первый в России начал читать курс опытного дела. Он был инициатором, организатором и участником ряда агрономических совещаний и съездов по опытному делу. А. Г. Дояренко на протяжении ряда лет был редактором «Вестника сельского хозяйства» и основанного по его инициативе «Научно-агрономического журнала», которые сыграли роль освещения научных работ сельскохозяйственных опытных учреждений, научно-исследовательских институтов и высших учебных. В 1910 году

Алексей Григорьевич организывает опытное поле, а вскоре был назначен заведующим этим опытным полем.

Однако дореволюционное сельскохозяйственное опытное дело носило случайный и стихийный характер.

Опытное дело было бессистемным и слабоорганизованным, достижения научной агрономии, недоступные для мелких крестьянских хозяйств, использовались только немногими крупными частновладельческими хозяйствами.

Великая Октябрьская социалистическая революция внесла коренные изменения в развитие народного хозяйства и науки в нашей стране. Была широко развернута научно-исследовательская работа по сельскому хозяйству, стали внедряться в производство механизация, мелиорация, селекционные сорта, минеральные удобрения и другие средства повышения продуктивности растений.

Научное исследование, т. е. изучение и объяснение закономерностей развития явлений в любой области науки, может быть теоретическим или экспериментальным. Явления, изучаемые научной агрономией, так многообразны и сложны, что точное теоретическое решение вопроса часто затруднительно или порой невозможно.

Поэтому многие исследования в области агрономии комплексные, и трудно провести грань между теоретическим и экспериментальным исследованием. Первоосновой, источником теоретических исследований служит наблюдение, опыт, а обобщение экспериментальных данных развивает теорию. В большинстве случаев эксперимент является единственным надежным способом решения поставленной задачи и контроля правильности теоретических выводов, основой познания и критерием истины.

### **3.3. Опытное дело в послереволюционной России (советский период)**

В этот период мелкие единоличные хозяйства объединены в крупные колхозы, которым стали доступны достижения сельскохозяйственной науки и передового опыта.

Широко стали внедряться в производство сельскохозяйственные машины, селекционные сорта полевых, плодовых, овощных культур, улучшенные породы животных. Продукция сельского хозяйства

значительно возросла и по качеству, и по количеству. В этот период увеличивается и число опытных учреждений.

Первые всероссийские совещания 1918-1919 гг. по опытному делу посвящались больше организационным вопросам, а на последующих съездах и совещаниях больше внимания уделялось научным направлениям.

В 1920 г. был созван Всероссийский съезд по селекции в Саратове, а в 1921 г. Всероссийский съезд по сельскохозяйственному опытному делу в Москве.

Проведенные научные симпозиумы и совещания внесли плановость в организацию опытного дела. В 1921 г. В. И. Лениным подписан декрет о создании в стране селекционных станций. Научные учреждения и опытные станции призваны стать важными звеньями в управлении и научно-методическом руководстве сельского хозяйства, а ученые и специалисты – непосредственными организаторами сельскохозяйственного производства.

В каждой области следует иметь научные сельскохозяйственные центры, располагающие собственными крупными хозяйствами, современной материально-технической базой и разрабатывающие рекомендации для хозяйств применительно к особенностям данного района.

В 1923 году сельскохозяйственный ученый комитет преобразуется в Институт опытной агрономии, а 25 июня 1929 на базе этого института была организована Всесоюзная академия сельскохозяйственных наук имени В. И. Ленина (ВАСХНИЛ). На протяжении 35 лет Н. И. Вавилов был руководителем деятельности ВАСХНИЛ.

Система исследовательских учреждений по сельскому хозяйству страны представлена следующим образом:

- 1) государственные комплексные опытные станции, организуемые во всех областях, краях и республиках;
- 2) зональные научно-исследовательские институты;
- 3) отраслевые научно-исследовательские институты и станции по важнейшим культурам и отраслям;
- 4) Всесоюзная академия сельскохозяйственных наук имени В. И. Ленина. В настоящее время преобразована в РАСХН – Российская академия сельскохозяйственных наук.

Задачи этих учреждений кратко можно охарактеризовать так. Основным звеном научной работы и пропаганды достижений в сельскохозяйственном производстве являются государственные областные сельскохозяйственные комплексные опытные станции.

Станции проводят эксперименты по интересующим производству вопросам.

Станции обязаны заниматься семеноводством для области, составлять почвенно-агрохимические карты, внедрение передового опыта, проводить подготовку кадров.

Зональные научно-исследовательские институты размещаются по отдельным крупным природно-экономическим зонам. На зональные институты возлагается научная разработка важнейших вопросов развития всех отраслей сельского хозяйства и научно-методическое руководство сетью опытных учреждений зоны.

Отраслевые сельскохозяйственные научно-исследовательские институты должны разрабатывать вопросы возделывания особо важных культур, например, сахарной свеклы, гороха, кукурузы, масличных и других культур.

Основной задачей ВАСХНИЛ является освоение растениеводческих и животноводческих ресурсов страны. На академию возлагается научная координация и разработка основных проблем сельского хозяйства, вопросов его механизации, научное обобщение результатов работы опытных учреждений и достижений передовиков сельского хозяйства, научная экспертиза, подготовка кадров высшей квалификации, а также использование достижений мировой науки.

К 1938г. ВАСХНИЛ включала в свою систему 515 опытных учреждений, в т. ч. 13 головных институтов, 61 отраслевых, 52 областные опытные станции, 389 местных районных опытных станций, 63 государственные селекционные станции, кроме того организовано 1055 государственных сортоиспытательных участков.

В 1947г. лаборатория химических средств защиты растений первой начала применять гербициды для борьбы с сорными растениями в посевах злаковых культур. В последующие годы лаборатория усовершенствовала применение гербицидов. Гербициды испытывались в нескольких областях страны и прошли биохимические исследования.

Таким образом, в стране была создана широкая сеть научно-исследовательских учреждений по изучению сельского хозяйства и оказания ему помощи.

В настоящее время в России организацией сельскохозяйственной науки занимается Российская сельскохозяйственная академия.

### ***Темы рефератов***

- История опытного дела в России
- Роль совместных ученых в разработке методов исследования в агрохимии
- Опытное дело и научное творчество
- Работы Андрея Тимофеевича Болотова
- Роль Ж.Б. Буссенго в развитии опытного дела
- идеи М.В. Ломоносова и опытное дело
- Роль Д.М. Менделеева в развитии опытного дела
- Роль К.А. Темиряева в развитии опытного дела
- Роль А.И. Энегельгардта в развитии опытного дела
- Роль П.А. Костычева в развитии опытного дела
- Роль И.А.Стебута в развитии опытного дела
- Роль Д.Н. Прянишкова в развитии опытного дела

### ***Контрольные вопросы***

1. В чем сущность концепции зарождения мирового земледелия Н. И. Вавилова
2. Что такое опытное дело
3. Какие периоды можно выделить в развитии опытного дела в России?
4. Какова связь статистики и опытного дела
5. Какова роль агрохимии в развитии статистики в сельском хозяйстве

## **Глава 4. ПОНЯТИЯ «НАУЧНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ» И «НАУЧНАЯ ГИПОТЕЗА»**

Математическую статистику используют, прежде всего, для планирования опытов. В хорошо спланированном опыте должно быть достаточное число вариантов, повторностей, все варианты в начале опыта должны находиться в одинаковых условиях. Очень важен также выбор метода статистической обработки результатов.

Существенная задача математической статистики - отобрать в спланированном и заложенном опыте объекты для исследований, которые будут объективно отражать влияние изучаемых факторов.

Наука - это исторически сложившаяся и непрерывно развивающаяся на основе общественной практики система знаний о природе, обществе и мышлении, об объективных законах их развития.

Наука является результатом многовекового развития познавательной деятельности человечества, активно преобразующего мир в своих интересах, и представляет собой процесс непрерывно углубляющегося познания законов реального мира.

Предмет науки - различные формы движущейся материи, а также формы их отражения в сознании человека.

Исходя из фактов действительности, наука дает правильное объяснение их происхождению и развитию, раскрывает существенные связи между явлениями, вооружает человека знанием объективных законов реального мира в целях их практического применения.

Для науки характерны диалектическое сочетание процессов ее дифференциации и интеграции, развитие фундаментальных и прикладных исследований.

В условиях научно-технической революции сложилась единая система «наука - техника - производство».

Общая классификация современных наук основана на взаимосвязи трех главных разделов научного знания: естествознания, общественных (социальных) наук и философии. Каждый из них представляет собой комплекс наук.

Науку можно рассматривать в пяти аспектах: как специфическую форму общественного сознания, основу которой составляет система знаний; процесс познания закономерностей

объективного мира; определенный вид общественного разделения труда; один из важнейших факторов общественного развития; процесс производства новых знаний и их использования.

Основной признак, главная функция и цель науки - познание объективного мира.

Материалистический взгляд на науку определяет ее преемственность, основанную на обобщении человеческой практики. Наука развивается на базе знаний, накопленных предыдущими поколениями.

Преемственность - важный фактор и закономерность в развитии науки. Последующие поколения овладевают всей совокупностью накопленных научных знаний. Для этого они используют материалы, в которых научные данные обработаны и систематизированы.

Научная деятельность - это получение знаний, организация взаимодействия между различными их областями и отраслями, хранение и распространение научных данных.

Научная деятельность включает в себя несколько видов:

- научно-техническую, направленную на комплексное решение научно-технических проблем;
- изобретательскую - творческую, ориентированную на создание техники и технологии, отвечающих мировым стандартам;
- инженерную, задача, которой - применение научных знаний для разработки новой техники и управления процессом ее изготовления и эксплуатации, т. е. организацию цикла «наука - техника - производство».

Предмет труда в науке - информация, созданная предшествующими поколениями исследователей и воплощающая общественные затраты на развитие смежных отраслей науки и образования.

Эксперимент - это метод познания, при помощи которого исследуются природные явления или реальные функциональные связи между параметрами, характеризующими состояние изучаемого объекта.

Измерение - нахождение количественного значения физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств.

Измерения являются источниками экспериментальных данных.

Методы измерения делятся на прямые, косвенные, совместные и совокупные.

Прямые - измерения, в ходе которых искомое значение измеряемой величины находится непосредственно из опытных данных. Прямые измерения дают наиболее адекватную характеристику исследуемого объекта.

Косвенные - измерения, при которых измеряемая величина определяется по известным соотношениям между физическими величинами, найденными в результате прямых измерений.

Совместные - одновременные измерения нескольких неоднородных величин, характеризующих состояние исследуемого объекта. Такие измерения проводятся, чаще всего, для нахождения зависимости между этими величинами.

Совокупные - измерения нескольких однородных величин, при которых результаты измерений находятся решением системы линейных уравнений.

Высокая точность измерения и достоверность научных результатов имеет большое значение, как в инженерной, так и в научной деятельности. На практике существует несколько способов повышения точности измерений:

- увеличение точности средств измерения,
- совершенствование методов измерений,
- увеличение числа повторных измерений (многократные измерения).

Наиболее экономически выгодным и общедоступным способом является увеличение числа измерений.

Гипотеза (греч. *hypothesis* - основание, предположение) - предположительное суждение о закономерной (причинной) связи явлений; форма развития науки.

Статистическая гипотеза - это предположение о свойствах случайных величин или событий, которое мы хотим проверить по имеющимся данным.

Нулевая гипотеза ( $H_0$ )- это основное проверяемое предположение, которое обычно формулируется как отсутствие различий, отсутствие влияния фактора, отсутствие эффекта, равенство нулю значений выборочных характеристик и т. п.

Примером нулевой гипотезы в сельском исследовании является утверждение о том, что различие в результатах урожайности в опытах по сравнению двух анализируемых сортов зерновых культур вызвано лишь случайными причинами.

Другое проверяемое предположение называется конкурирующей или альтернативной гипотезой.

Для упомянутого выше примера гипотезы  $H_0$  одной из возможных альтернатив ( $H_1$ ) может быть сформулирована следующим образом: величина урожайности двух анализируемых сортов зерновых культур различны, и это различие определяется влиянием неслучайных факторов, например, использование различных доз минеральных удобрений.

Выдвинутая гипотеза может быть правильной или неправильной, поэтому возникает необходимость проверить её, так как проверку производят статистическими методами, то данная проверка называется статистической.

При проверке статистических гипотез возможны ошибки (ошибочные суждения) двух видов:

- можно отвергнуть нулевую гипотезу, когда она на самом деле верна (так называемая ошибка первого рода);
- можно принять нулевую гипотезу, когда она на самом деле не верна (так называемая ошибка второго рода).

Величина ( $\phi$ ), называемая мощностью критерия, представляет собой вероятность отклонения неверной нулевой гипотезы, то есть вероятность правильного решения.

Мощность критерия - вероятность попадания критерия в критическую область при условии, что справедлива альтернативная гипотеза. Чем больше величина мощности критерия ( $\phi$ ), тем вероятность ошибки второго рода меньше.

Ошибка, состоящая в принятии нулевой гипотезы, когда она ложна, качественно отличается от ошибки, состоящей в отвержении гипотезы, когда она истинна. Эта разница очень существенна вследствие того, что различна значимость этих ошибок

Гипотеза научного исследования - методологическая характеристика исследования, научное предположение, выдвигаемое для объяснения какого-либо явления и требующее проверки на опыте для того, чтобы стать достоверным научным знанием.

От простого предположения гипотеза отличается рядом признаков, к ним относят:

- соответствие фактам, на основе которых и для обоснования, которых она создана;
- проверяемость;
- приложимость к возможно более широкому кругу явлений; - относительная простота.

В гипотезе органически сливаются два момента: выдвижение некоторого положения и последующее логическое и практическое доказательство.

Гипотеза в статистике - есть некое научное предположение, которое необходимо проверить и далее принять или отвергнуть.

Статистической гипотезой называют предположение о свойстве генеральной совокупности, которое можно проверить, опираясь на данные выборки. Её обозначают буквой  $H$  (от латинского слова hypothesis).

Простая гипотеза однозначно характеризует параметр распределения случайной величины.

Сложная гипотеза состоит из конечного или бесконечного числа простых гипотез, здесь указывается некоторая область вероятных значений параметра.

Нулевая гипотеза ( $H_0$ ) - это гипотеза о том, что есть две совокупности, которые сравниваются по одному или нескольким признакам, не отличаются.

При этом предполагают, что действительное различие сравниваемых величин равно нулю, а выявленное по данным отличие от нуля несет случайный характер.

Нулевая гипотеза отвергается в тех случаях, когда по выборке получается результат, который при истинности выдвинутой нулевой гипотезы маловероятен.

Границей маловероятного или невозможного обычно считают,  $\alpha = 0,05$  или  $0,01; 0,001$ .

Параметрическая гипотеза - это гипотеза о параметрах генеральной совокупности.

Непараметрическая гипотеза - это гипотеза о параметрах распределения.

Альтернативная гипотеза ( $H_a$ ) - это гипотеза при которой исследуемый фактор оказывает существенное влияние. Это означает, что  $X_1$  не равно  $X_2$ .

Ефакт =  $|X_1 - X_2|$  возникает как результат влияния фактора. При существенном влиянии фактора возникает новая совокупность с новыми характеристиками.

Этапы проверки статистических гипотез состоят из следующих этапов:

- В виде гипотезы сформулировать задачу исследования.
- Выбрать статистическую характеристику гипотезы.
- Выбрать испытываемую и альтернативную гипотезы на основе анализа возможных ошибочных решений и их последствий.
- Определить область допустимых значений, критическую область, а также критическое значение статистического критерия.
- Вычислить фактическое значение статистического критерия.
- Проверить испытываемую гипотезу на основе сравнения критического и фактического значений критерия, и в зависимости от результатов проверки гипотеза либо принимается, либо отклоняется.

Статистический критерий представляет из себя определенное правило, устанавливающее условия, при которых проверяемую нулевую гипотезу нужно либо отклонить, либо не отклонять.

Критерий проверки статистической гипотезы определяет, противоречит ли выдвинутая гипотеза фактическим данным или не противоречит.

Критическая область представляет из себя область, попадание в которую значения статистического критерия приводит к отклонению нулевой гипотезы ( $H_0$ ).

Вероятность попадания значения критерия в такую область равняется принятому уровню значимости. Если вычисляемое значение критерия попадет в критическую область, то альтернативная гипотеза ( $H_a$ ) отклоняется, так как она противоречит фактическим данным.

В зависимости от формулировки альтернативной гипотезы критическая область может быть левосторонняя или правосторонняя, двухсторонняя или односторонняя.

Область допустимых значений дополняет критическую область. Если значение критерия попадает в данную область, то это может говорить о том, что выдвинутая альтернативная гипотеза ( $H_a$ ) не противоречит фактическим данным.

Точки, разделяющие критическую область и область допустимых значений, называются критическими точками (или границами критической области).

Опытное дело в агрономии - это научно-исследовательская работа, основная задача которой - разработка теории и практики повышения продуктивности сельскохозяйственных культур, качества продукции при минимальных затратах труда и средств.

Опыт, эксперимент в агрономии - это искусственное создание различных условий для исследуемых растений с целью выявления наиболее эффективных вариантов в процессе учетов и наблюдений.

Вариантами называют те различные условия, при которых выращивают растения в опытах.

Вариантами могут быть отдельные агроприемы, элементы технологий и даже разные технологии, набор сортов, различные почвы, склоны.

Различия между вариантами должны быть такими, чтобы между растениями можно было найти существенную, статистически доказуемую разницу.

Контрольный вариант - это, как правило, условия агротехники, рекомендованные научными учреждениями конкретной зоны для данного хозяйства в период постановки опыта.

С контрольным вариантом агротехнического опыта и со стандартом в сортоиспытании сравнивают все остальные варианты или сорта.

Схема опыта - это перечень логично подобранных вариантов с определенными контролями (стандартами), объединенных конкретной темой, идеей.

Опытная делянка в полевых опытах - это земельная площадь прямоугольной формы определенного размера, на которой изучают только один из вариантов опыта - агроприем, технологию, сорт и т. д.

Повторность опыта - число делянок в каждом опыте с одинаковым содержанием вариантов, т. е. с одинаковыми агротехническими приемами или сортами растений.

Повторение - это часть площади опыта с полным набором вариантов согласно схеме опыта.

Организованное повторение - часть площади опытного участка, включающая полный набор вариантов схемы опыта.

### ***Темы рефератов***

1. Эксперимент как метод исследования.
2. Роль опытного дела в агрономических исследованиях.
3. Статистическая обработка результатов экспериментального исследования.
4. Статистическая обработка результатов лабораторного исследования.
5. Гипотеза в статистическом исследовании.

### ***Контрольные вопросы***

1. Что такое эксперимент?
2. Что такое опытная делянка?
3. Что такое схема опыта?
4. Что такое Параметрическая гипотеза? И ее роль в статистическом исследовании.
5. Что такое Непараметрическая гипотеза? И ее роль в статистическом исследовании.
6. Что такое Альтернативная гипотеза? И ее роль в статистическом исследовании.
7. Что такое нулевая ? И ее роль в статистическом исследовании.

## **Глава 5. ВИДЫ ОПЫТОВ В АГРОХИМИИ**

Значение любого сельскохозяйственного опыта состоит в том, что он позволяет выявить эффективность одного или нескольких приемов возделывания сельскохозяйственных культур в конкретных почвенно-климатических условиях.

В агрохимических опытах изучается влияние видов, форм, доз, сроков, способов внесения удобрений и химических мелиорантов, как в отдельности, так и с другими агрохимическими приемами, на рост, развитие, урожайность сельскохозяйственных культур и их качество.

Полевой агрохимический опыт – это метод изучения жизни растений на специально выделенном участке, на определенной почвенной разности, выравненном по плодородию в целях установления эффективности удобрений и химических мелиорантов.

Полевой опыт является биологическим методом, так как главным фактором урожая служит само растение.

Основные факторы жизни растений – свет, тепло, влага, воздух и питательные вещества. Повысить урожайность можно, если изменить соотношение этих факторов. К выявлению действия этих факторов на растения в конкретных почвенно-климатических условиях и сводится полевой опыт.

Схема полевого опыта – перечень вариантов, входящих в него и сравниваемых между собой. В опытах с удобрениями вариантом сравнения является вариант без удобрений (абсолютный контроль). Схема опыта без контрольного варианта не позволяет оценить эффективность удобрений на той или иной почве, а также судить о ее плодородии.

Вариант опыта – один или несколько приемов, поставленных на изучение, осуществляемых на одной или нескольких делянках. Один из вариантов схемы опыта, в котором нет изучаемых приемов, называют абсолютным контролем или контрольным (стандартным). С ним сравнивают результаты всех других вариантов, поставленных на изучение, и результативность выражают прибавками (в ц/га, т/га, %).

Опытная делянка – элементарная часть опытного участка определенного размера и формы, на которой осуществляют агротехнический прием, поставленный на изучение согласно принятой схеме.

Повторность опыта в пространстве – число одноименных делянок каждого варианта.

Схематический план – размещение всех вариантов опыта на чертеже с указанием площади делянок, формы их, защитных полос и повторений.

Схематический план вносят в полевой журнал, и он является необходимым документом при разбивке и восстановлении полевого опыта на опытном участке.



Рис. 27. Полевой опыт

В основе полевого опыта лежит логический метод разницы – принцип единственного различия, то есть необходимость изменения какого-либо одного фактора при обязательном тождестве остальных. При постановке полевого опыта полностью устранить один из пяти факторов невозможно, так как растение может погибнуть. Изменяя один или несколько факторов.

В полевых условиях соблюдения принцип единственного различия трудно, так как в природе ни один из факторов не является изолированным, все они тесно взаимосвязаны.

Основное требование к полемому опыту – соблюдение типичности.

Типичность подразделяется на:

- природную
- организационно-хозяйственную.

Природная типичность предусматривает соответствие опыта природным условиям.

Организационно-хозяйственная типичность – предусматривает соответствие опыта организационно-хозяйственным.

Требование к природной типичности опыта заключается в том, что результаты полевого опыта, полученные на определенной почвенной разности какого-либо региона, должны быть использованы на практике только в этом регионе.

Требование к организационно-хозяйственной типичности опыта предусматривает использование полученных результатов только в тех хозяйствах, которые схожи как по плодородию почв, так и по экономическим показателям.

Качество полевого опыта – одно из основных требований, которое определяется точностью количественных результатов. Оценку точности полученных результатов

опыта проводят математически с использованием вариационной статистики.

Точность полевого опыта характеризуют величиной случайной ошибки средней опыта, выраженной в процентах от среднего урожая всего опыта.

Кроме точности полевой опыт характеризуется достоверностью.

Достоверность и точность опыта – понятия не идентичные. Опыт считается достоверным, если он проведен в соответствии с принятой схемой и программой.

Требование достоверности (существенности) вариантов полевого опыта позволяет определить доказуемость агрономической эффективности вариантов.

Агрохимический полевой опыт немислим без ведения сопутствующих исследований, которые заносят в журнал полевого опыта и лабораторный журнал. Поэтому грамотное ведение журналов со строгой и точной фиксацией результатов наблюдений за ростом и развитием растений, агрохимических анализов удобрений, почв и растений необходимы в работе экспериментатора. Ежегодно по итогам исследований составляют отчет по научно-исследовательской работе, который рассматривают на методических советах научных учреждений. Основными документами для его оформления служат журналы полевого опыта и лабораторных исследований.

### **Виды полевых опытов**

Задачей агрохимического полевого опыта является разработка эффективных приемов использования удобрений и средств химической мелиорации для получения высоких и устойчивых урожаев хорошего качества.

Эффективность удобрений зависит от типа почв, распределения осадков за вегетационный период, видов, форм, сроков и способов

внесения и заделки в почву. Такое многообразие причин, влияющих на эффективность удобрений, предопределяет разработку определенных видов полевых опытов.

В практике научно-исследовательских учреждений сложились разные виды полевых опытов, различающихся между собой по своим задачам и методике их проведения.

Классификацией полевых опытов занимались многие ученые в 30-е годы XX в.



Рис. 28. А.Н. Лебединцев и Б.Н. Рождественский

Предложенные А.Н. Лебединцевым и Б.Н. Рождественским классификации практически в неизменном виде применяют и в настоящее время.

По месту проведения и цели полевые опыты подразделяют на

- стационарные
- производственные.

Стационарные опыты закладывают на постоянных участках землепользования научно-исследовательских учреждений. Цель таких опытов:

- выявление действия удобрений на урожайность и качество сельскохозяйственных растений,
- определение трансформации питательных веществ почвы и удобрений, значение других факторов,
- определение приемов возделывания культур, отзывчивость сортов на удобрения и др.

Для стационарных опытов требуются:

- создание определенного фона под опыт,
- обязательность учета урожайности, как при прямом действии, так и в последствии удобрений,
- глубокие сопутствующие исследования в процессе вегетации растений.

К стационарным опытам предъявляют строгие требования:

- предварительное всестороннее изучение плодородия почвы,
- выбор площади, направления, формы делянок и числа повторений, севооборотов, принятых в регионе и т.д.

Стационарные опыты позволяют глубоко вскрыть процессы, происходящие в почве и растении, приводящие к изменению урожайности. Границы полей в стационарных опытах фиксируют реперами. Оптимальная площадь делянки в таких опытах 100-250 м<sup>2</sup>, учетная – 80-150 м<sup>2</sup>.

Результаты стационарных опытов, выводы и рекомендации по ним используют в хозяйствах, типичных по почвенно-климатическим и организационно-хозяйственным условиям.

Производственные опыты закладывают в условиях колхозов, фермерских хозяйств, как научно-исследовательские учреждения, так и специалисты хозяйств по своей инициативе. Основная цель таких опытов – получение ответа на интересующий вопрос со стороны производства.

К производственным опытам предъявляют менее строгие требования. В них до минимума сведены сопутствующие исследования, а в большинстве случаев ограничиваются анализом почв до закладки опыта и определением структуры урожайности, а иногда данными агрохимического обследования почв, проведенного в предшествующие закладке годы. Анализы растительных проб во время вегетации не проводят. Тем не менее, выбор земельного участка, фиксация границ делянок и всего опыта, внесение удобрений, обработка почвы, посев, посадка, уход за растениями должны соответствовать требованиям методики полевого опыта.

В зависимости от цели исследований стационарные опыты подразделяют на:

- основные
- предварительные.

Основные опыты проводят по детально разработанным программам на длительное время.

Предварительные опыты носят ориентировочный, вспомогательный характер их закладывают на небольшой срок, вне севооборота, и они служат основой для разработки схем и программ основных опытов. В них не планируют проведение сопутствующих исследований, а ограничиваются лишь данными урожайности.

Основные и предварительные опыты в зависимости от количества изучаемых факторов, длительности изучения, охвата объектов, места проведения подразделяются на:

- однофакторные и многофакторные
- однолетние и многолетние
- единичные и массовые.

К однофакторным относят опыты, в которых изучают действие одного приема на неизменном, постоянном агротехническом фоне при строгом соблюдении принципа единственного различия.

В однофакторных опытах могут изучаться виды и формы удобрений, дозы, сроки и способы внесения, отзывчивость сортов на удобрения и другие вопросы.

К многофакторным опытам относятся такие, в которых изучают действие двух и более факторов на урожайность культуры.

Схемы многофакторных опытов сложнее, чем однофакторных, а также возможностей научно-исследовательских учреждений в их проведении.

В схемы с основными удобрениями можно включать варианты с микроэлементами, биопрепаратами, регуляторами роста, гербицидами, нормами полива и дозами извести.

Многофакторные опыты позволяют учесть роль каждого приема в отдельности и при их взаимном сочетании.

В зависимости от длительности проведения опыты делят на:

- однолетние
- многолетние.

К однолетним относят опыты, в которых действие одного приема (напр., удобрений) изучают в течение одного вегетационного периода.

В опытах по изучению действия удобрений урожайность культуры учитывают лишь в первый год и не учитывают в последствии на второй.

В таких опытах изучают невысокие дозы основных минеральных удобрений – 10-30 кг д.в. на 1 га, вносимых как под основную обработку почвы, так и в подкормку многолетних трав, озимых культур; микроудобрений с основными элементами и в отдельности при подкормках растений и обработке семян.

Однолетние опыты закладываются в севооборотах НИИ и на полях хозяйств. Они сопровождаются сопутствующими исследованиями, так как даже при небольших дозах отзывчивость растений бывает значительной.

Но результаты полевого опыта зависят от погодных условий: количества и распределения осадков, температуры почвы и воздуха, освещенности, и урожайность получается неодинаковой по годам. Поэтому опыты по одной схеме и на одной почвенной разности хозяйства приходится проводить в течение 3-4 лет для того, чтобы получить убедительные данные по эффективности изучаемых приемов в разных погодных условиях. В таком случае их называют однолетними в пространстве, но длительными во времени.

К многолетним опытам относят такие, в которых эффективность однажды внесенных удобрений учитывают в течение нескольких лет: в первый год – прямое действие, на второй и последующий – последствие. Высоким последствием обладают органические удобрения, известь и гипсодержащие удобрения. Ответ об их эффективности можно получить только при постановке таких опытов.

Только с помощью длительных многолетних опытов можно выявить влияние окультуренности почв на эффективность удобрений, а также на влияние удобрений на окультуривание самой почвы.

По охвату территорий и значимости тем полевые опыты с удобрениями подразделяют на:

- единичные
- массовые.

Единичные опыты проводят в отдельных пунктах независимо друг от друга по отдельным схемам и программам. К таким относится большинство стационарных как длительных, так и краткосрочных опытов НИИ, сельскохозяйственных вузов и опытных станций.

Массовые опыты проводят в нескольких точках, и они объединены общей схемой.

А.А. Кудрявцева массовые опыты подразделяет на:

- географические
- коллективные.

Длительный полевой опыт - это наиболее репрезентативный метод исследований направленных на изучение закономерностей по воспроизводству плодородия почв, а также по повышению урожая сельскохозяйственных культур и улучшения их качества [53].

Исходя из целей, поставленных перед длительными полевыми опытами основными его задачно-распределительными функциями являются:

1. Активно-познавательная функция.
2. Демонстрационная функция.
3. Усиление мотивации к изучению предмета.
4. Возможность моделирования.
5. Интеграционная функция.
6. Связь теории с практикой.

Активно-познавательная функция. Под данной функцией понимается, что полевые опыты - это система познания. В условиях длительного опыта становится возможным проведение анализа конкретных агрономических ситуаций, в большинстве случаев, связанных с взаимодействием системы биологических предшественников, систем технологий почвенной обработки, удобрений и других факторов, что в конечном итоге дает возможность дать толчок в активизации и формированию мыслительной деятельности людей так или иначе связанных с земледелием.

Демонстрационная функция. Под данной функцией полевых опытов подразумевается процесс наглядности. Полевой опыт дает визуальную демонстрацию по эффективности применяемых современных агрономических приемов, и в конечном итоге данная функция позволяет в дальнейшем применять методику сравнительного анализа с целью дальнейшего применения в аналитической деятельности в агрономии.

Функция по усилению мотивации к изучению предмета. Наглядность изучаемых принципов в рамках функционирования полевого опыта позволяет создать заинтересованность и дальнейшего

развития интереса у исследователей, что впоследствии позволяет активизировать процесс познания и в процессе дальнейшего изучения поставленных в рамках опыта задач в итоге повысить познавательную часть обучения и увеличить усвояемость решенных в процессе исследования проблем.

Функция возможности моделирования. Заключается в том, что заложенный полевой опыт дает возможность исследователю изучить вклад разнообразных факторов в структуру формирования урожая, главными среди них являются севообороты, системы обработки почвы, применение разнообразных по видовому составу удобрений и т.п. В итоге полученные данные при их дальнейшем обобщении позволяют делать научно-обоснованные выводы и на их фоне создавать модели изучаемых факторов.

Полученные результаты дают возможность к моделированию процессов, происходящих в работе функционирования полевого опыта и уже на фоне этого возможность моделирования дает исследователю создавать математические или имитационные модели процесса.

Интеграционная функция. В рамках работы данной функции полевой опыт позволяет проводить интеграционную работу по формированию факторов урожая и впоследствии изучить взаимодействия факторов.

Полевой опыт позволяет проводить процессы, связанные с интегрированием элементов современной агрономической науки в некую единую систему, в дальнейшем влиять на продукционный процесс растений через севообороты, тем самым способствовать обеспечению синергетического, усиливающегося за счёт взаимодействия эффекта в формировании урожайности и процессах воспроизводства плодородия почвы.

Функция связь теории с практикой. В рамках данной функции идет нарастание массива данных и в дальнейшем через процесс познания в итоге переходит в опыт.

Согласно Б.А. Доспехову «Полевой опыт - это исследование, осуществляемое в природной (полевой) обстановке на специально выделенном участке, в целях установления количественного воздействия факторов жизни, условий среды или приёмов выращивания на урожай сельскохозяйственных растений и его качество». Исходя из

предложенного определения полевой опыт должен связывать теоритическую часть науки с практической, и в итоге подтвердить или опровергнуть поставленные научные гипотезы.

Длительные полевые опыты на сегодняшний день являются наиболее показательными способом исследований, связанным по изучению закономерности воспроизводства плодородных качеств почв, способов повышения урожайности сельскохозяйственных культур и улучшения их качественного состава. На сегодняшний день в мировой агрономической практике известно порядка 300 стационарных длительных полевых опытов.

Опираясь на Международную классификацию, то под длительным необходимо считать опыт, продолжительность которого с момента закладки более 20 лет, а многолетними будут считаться такие стационарные опыты, где было пройдено более одной ротаций севооборотов (в среднем 10 лет). В свою очередь полевые стационары, продолжительность которых достигает более 50 лет, будут называться классическими.

Таблица 2

*Наиболее известные длительные полевые стационары мира*

№ п.п.	Место	Страна	Год закладки
1	Ротамстед (Rothamsted)	Англия	1843
2	Гриньон (Grignon)	Франция	1875
3	Иллинойс (Illinois)	США	1876
4	Галле (Halle)	Германия	1878
5	Коламбия (Columbia)	США	1888
6	Дакота (Dakota)	США	1892
7	Асков (Ascow)	Дания	1894
8	Обурн (Auburn)	США	1896
9	Вад Лаухштедт (Bad Lauchstadt)	Германия	1902
10	Дикопсхоф (Dikopshof)	Германия	1904
11	Саскачеван (Saskatchewan)	Канада	1912
12	Москва (МСХА)	Россия	1912
13	Скирниевице (Skierniewice)	Польша	1923
14	Далем (Dalem)	Германия	1923
15	Тироу (Thyrow)	Германия	1937

В географических опытах действие удобрений изучают в различных почвенно-климатических условиях. Основная их цель – выявление влияния природных условий на эффективность видов, форм, доз, сроков и способов внесения удобрений.

Коллективные опыты, как и географические, проводят в разных почвенных условиях для изучения влияния хозяйственной деятельности человека и различных условий на тот или иной прием.

Вид того или иного опыта определяется темой и целью его, а поэтому схемы и программы их могут быть разнообразными.

В зависимости от опытов объемы сопутствующих исследований, площади и формы делянок, количество повторений в пространстве и во времени могут быть разными, но основные требования, предъявляемые к опытам (принцип единственного различия, типичность, точность, достоверность, документация), должны соблюдаться во всех случаях.

Лизиметрический метод исследования позволяет с помощью специальных сооружений изучать процесс просачивания воды и растворенных в ней питательных веществ через определенный слой почвы.

Кроме того, с помощью лизиметров можно глубоко изучить естественное плодородие различных типов почв, транспирационные коэффициенты растений, изменение плодородия почв в результате применения удобрений, потери питательных веществ в газообразном состоянии.

И.С. Кауричев, А.Д. Манько, Л.Н. Чумакова, А.С. Фалькович и др. ученые отмечают исключительно важное значение лизиметрического метода в почвоведении при изучении влияния водорастворимых органических веществ (ВОВ) почвы на процессы мобилизации и трансформации питательных веществ.

Известно, что ВОВ входят в состав корневых выделений растений, при избыточном увлажнении могут выделяться из гумусовых веществ.

С помощью ВОВ группы живых организмов эффективнее трансформируют и усваивают биофильные элементы из рассеянного и труднорастворимого состояния. Все перечисленные свойства ВОВ сказываются не только на мобилизации питательных элементов

почвы, но и на участии растений в фитоценозах и в миграции элементов по профилю почвы.

Впервые лизиметрический метод исследования применил англ. химик Джон Дальтон (1766-1844) при изучении распределения атмосферных осадков и их влияния на грунтовые воды.



Рис. 29. Джон Дальтон

Термин «лизиметр» - в пер. с греческого означает «растворение».

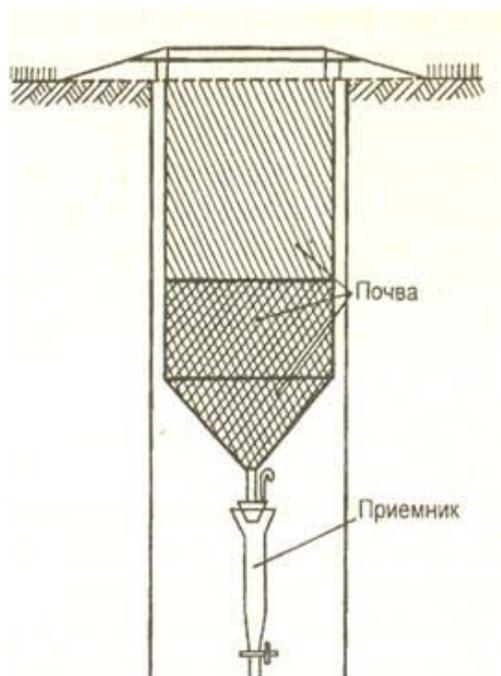


Рис. 30. Лизиметр

Сам прибор, с помощью которого учитывают количество просочившейся воды и питательных веществ, называют лизиметром.

В России первые лизиметры были сооружены и использованы при изучении количества и химического состава фильтрующихся вод.

Расположение лизиметров и дополнительные устройства к ним должны отвечать следующим основным требованиям:

1. Возможность вести наблюдения в условиях, близких к окружающей природной обстановке, поэтому лизиметры вкапывают в грунт, уровень почвы в них должен совпадать с поверхностью окружающей местности.

2. Для проведения сравнительных исследований, получения достоверных данных, опыты в них должны проводиться в нескольких повторениях, а поэтому нужно иметь несколько лизиметров, которые располагают группами, чаще всего в два ряда с определенным расстоянием между ними.

3. Для сбора стекающих вод на дне лизиметра должны находиться дренаж и трубопроводы с выводом и подземный коридор, где находятся приемники. Коридор должен иметь естественное освещение, позволяющее вести наблюдения днем и ночью.

Подземное помещение должно быть изолировано, чтобы избежать попадания воды и резких колебаний температур.

4. В зависимости от цели работы опыты могут проводиться как в парующих лизиметрах, так и в занятых растениями.

5. Для учета атмосферных осадков рядом с лизиметрами устанавливают дождемер.

6. Лизиметры устанавливают недалеко от лаборатории, чтобы избежать перевозок

больших объемов жидкости и обеспечить срочное проведение химических исследований.

По способу наполнения почвой лизиметры подразделяют на два основных типа: с почвой естественного строения и лизиметры с насыпной почвой.

В первом случае в лизиметры берут почву с сохранением всех или большинства генетических горизонтов, во втором – почву после просеивания набивают в лизиметры послойно с сохранением генетической последовательности горизонтов.

По особенностям конструкции лизиметры бывают:

- бетонные,
- кирпичные,
- металлические,
- пластмассовые,
- лизиметрические воронки,
- колонки.

Вегетационный метод исследований был разработан как агрохимический с целью изучения питания растений, оценки усвояемости питательных элементов почвы и удобрений.

Работы по использованию вегетационного метода ведутся и по сей день.

Вегетационный метод - исследование, проводимое с растениями, при выращивании их в сосудах, в строго контролируемых условиях для изучения действия отдельных изолированных факторов или их сочетания на урожай растений и его качество.

Вегетационные опыты чаще всего проводят в вегетационных домиках, специально построенных из металлического каркаса со стеклянными стенами и крышей. Вегетационные домики должны хорошо освещаться и вентилироваться.

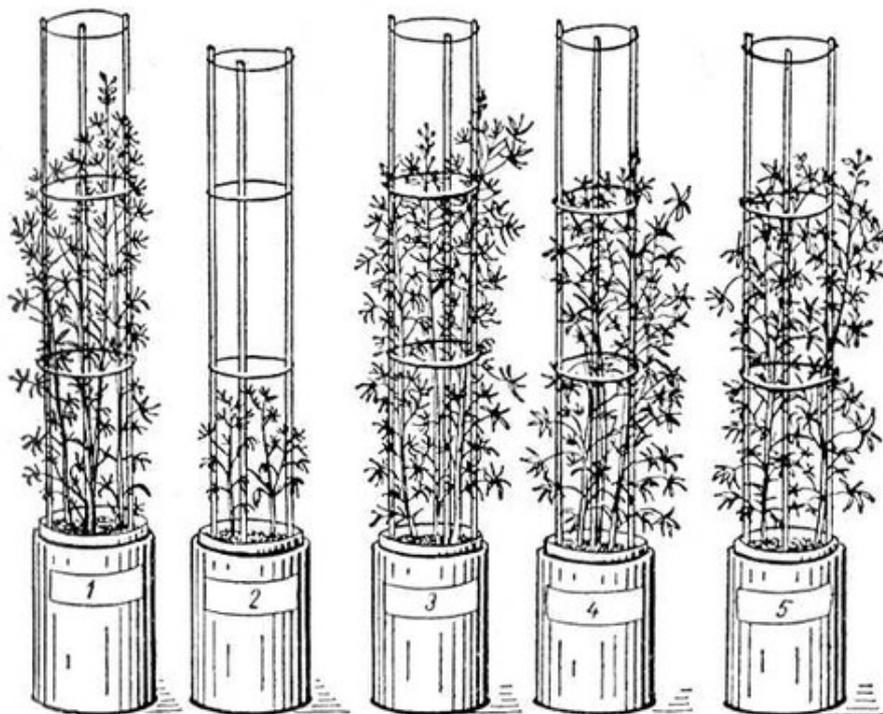


Рис. 31. Вегетационный опыт

Сосуды с растениями помещают на вагонетки, которые по рельсам в ясную погоду выкатывают на открытый воздух, под металлический каркас, обтянутый сбоку и сверху металлической сеткой для защиты растений от повреждения птицами.

Иногда в вегетационных опытах растения выращивают в специальных металлических или пластмассовых сосудах с поддонниками для сбора избытка влаги, попадающей в сосуды с атмосферными осадками.

В этом случае сосуды с растениями помещают не в домике, а на специально сделанных стеллажах, находящихся под проволочной сеткой, натянутой на металлический каркас.

При вегетационном опыте создается возможность более строгого учета и регулирования таких факторов жизни и роста растения, как влажность, температура, освещение, а в некоторых модификациях вегетационного опыта (песчаные и водные культуры) также и питательной среды.

Вегетационный опыт позволяет добиваться большей точности результатов, чем полевой опыт.

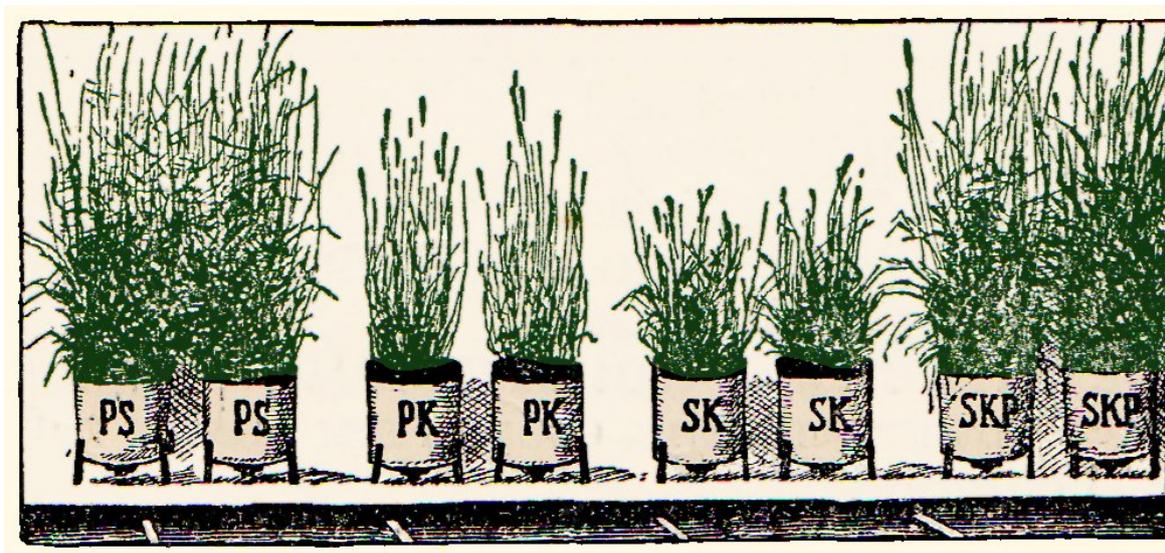


Рис. 32. Вегетационный опыт

С помощью полевого опыта не всегда удастся провести достаточно необходимое расчленение сложного явления, чтобы лучше понять отдельные стороны процесса взаимодействия между почвой, растением и удобрением.

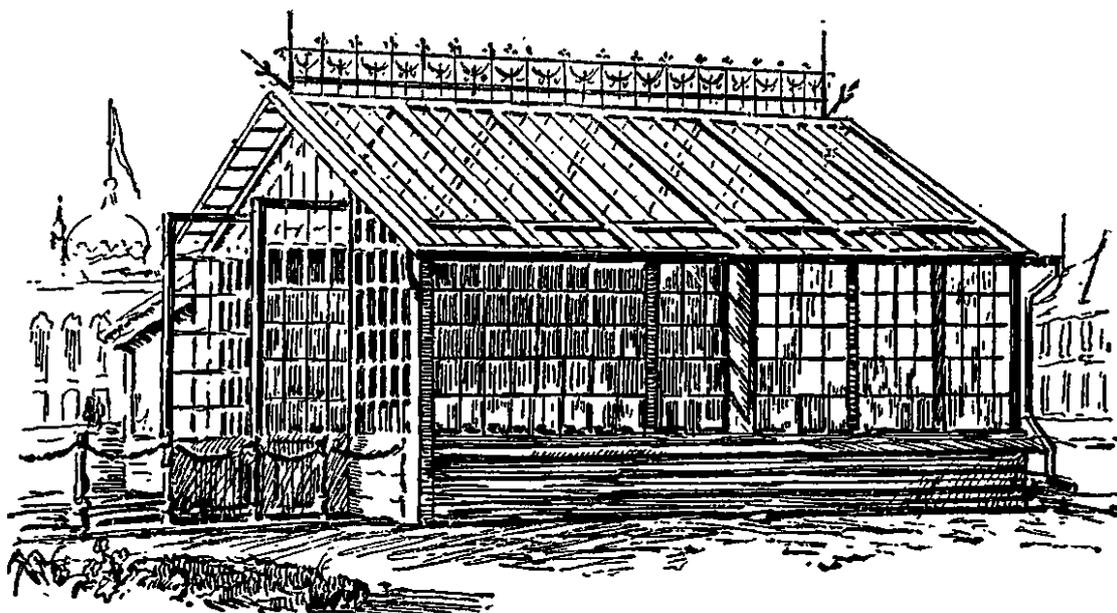


Рис. 33. Вегетационный домик

Более глубокое познание любого сложного явления позволяет лучше управлять им в интересах человека.

Вегетационные опыты, проводимые в различных модификациях, предоставляют экспериментатору широкие возможности для вычленения и глубокого изучения отдельных вопросов питания растений и применения удобрений.

Такой метод применяют для решения многих вопросов в агрохимии, физиологии, почвоведении, экологии, растениеводстве и других областях сельскохозяйственной науки.

Д.Н. Прянишников считал, что в агрохимии «... задачей вегетационного метода является вскрытие существа процессов и уяснение значения отдельных факторов, прежде всего роли растения, почвы и удобрения в условиях, наиболее благоприятных для выявления этой роли».

З.И. Журбицкий отмечал, что вегетационный метод очень подходит для изучения более тонких различий в реакции растений на разные внешние воздействия, для расчленения влияния отдельных факторов роста и для получения возможно более выровненных растений для любых исследований.

В зависимости от характера и темы изучаемого вопроса вегетационный метод используют в разных модификациях: почвенные, песчаные, водные культуры, метод текучих растворов, изолированного питания и стерильных культур.



Рис. 34. Вегетационный опыт

Вегетационный метод - это исследование, осуществляемое в строго контролируемых условиях внешней среды сроком от нескольких дней до нескольких месяцев - вегетационных домиках, теплицах, оранжереях, климатических камерах и других сооружениях с целью установления различий между вариантами опыта и количественной оценки действия и взаимодействия изучаемых факторов на урожай растений и его качество.

### *Темы рефератов*

- Роль полевого опыта в сельском хозяйстве
- Роль лизиметрического метода в сельском хозяйстве
- Роль вегетационного опыта в сельском хозяйстве
- Джон Дальтон и его исследования
- Работы Дояренко в развитии полевого опыта
- Полевой опыт РГАУ МСХА им. К.А. Тимирязева

### *Контрольные вопросы*

Что такое гипотеза

В чем задачи статистики

Что является предметом статистики

Какие выделяют виды научной деятельности?

Что такое нулевая и альтернативная гипотеза?

## Глава 6. ПЕРВИЧНАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ В СТАТИСТИКЕ

Результаты почвенных, агрономических и других исследований анализируют методами математической статистики, т. е. систематизируют, обрабатывают и делают обоснованные выводы и предложения. При этом оперируют определенными понятиями, терминами и символами.

Задача статистики заключается в том, чтобы определить параметры генеральной совокупности по данным выборочной совокупности.

В почвоведении по выборочным экспериментальным данным судят о свойстве всей исследуемой почвенной разности. При этом надо помнить, что параметры, вычисленные по ограниченному числу данных, всегда содержат в себе элемент случайности, который необходимо учесть при обработке полученных данных

Оценка параметра - это значения статистических параметров, вычисленных по данным выборочной совокупности.

Значительный объем количественной информации в условиях современных темпов развития науки, требует качественной обработки и интерпретации результатов.

Набор определяемых статистических показателей зависит от направленности конкретного исследования и характеристик изучаемых объектов.

Всякое массовое, множественное явление представляет собой совокупность особей, случаев, фактов, предметов, вообще говоря, некоторых условных единиц, каждая из которых в отдельности обладает резкой индивидуальностью и не дает возможности делать по ней какие-либо заключения об остальных единицах, входящих в состав совокупности, равно как и о самой совокупности.

Научное суждение о какой-либо совокупности получается лишь тогда, когда известно, сколько условных единиц, входящих в состав совокупности, обладает каждым из заранее определённых признаков. Для этого требуется множественное, особым образом организованное наблюдение. Такого рода множественные наблюдения называются статистическим и, а способ их проведения - статистическим.

Первичная статистическая обработка нацелена на упорядочивание информации об объекте и предмете изучения. На

этой стадии «сырые» сведения группируются по тем или иным критериям, заносятся в сводные таблицы.

Первично обработанные данные, представленные в удобной форме, дают исследователю в первом приближении понятие о характере всей совокупности данных в целом: об их однородности – неоднородности, компактности – разбросанности, четкости – размытости и т. д. Эта информация хорошо считывается с наглядных форм представления данных и дает сведения об их распределении.

В ходе применения первичных методов статистической обработки получают показатели, непосредственно связанные с производимыми в исследовании измерениями.

К основным методам первичной статистической обработки относятся: вычисление мер центральной тенденции и мер разброса (изменчивости) данных.

Первичный статистический анализ всей совокупности полученных в исследовании данных дает возможность охарактеризовать ее в предельно сжатом виде и ответить на два главных вопроса:

1. какое значение наиболее характерно для выборки;
2. велик ли разброс данных относительно этого характерного значения, т. е. какова «размытость» данных.

Для решения первого вопроса вычисляются меры центральной тенденции, для решения второго – меры изменчивости (или разброса). Эти статистические показатели используются в отношении количественных данных, представленных в порядковой, интервальной или пропорциональной шкале.

Так как множественные явления наблюдаются не только в обществе, но и в природе, то естественно, что статистический способ наблюдения нашел применение и для изучения явлений природы. Типичным примерам статистических наблюдений в лесоводстве являются разного рода перечеты, в том числе и лесотаксационные.

Первичная обработка информации представляет собой набор количественных статистических методов. На первом этапе обработки первичной информации осуществляется упорядочивание информации об объекте и предмете изучения. На этой стадии «сырые» сведения группируются по тем или иным критериям, заносятся в сводные таблицы.

Первично обработанные данные, представленные в удобной форме, дают исследователю в первом приближении понятие о характере всей совокупности данных в целом: об их однородности - неоднородности, компактности - разбросанности, четкости - размытости и т. д. Эта информация хорошо считывается с наглядных форм представления данных и дает сведения об их распределении.

В ходе применения первичных методов статистической обработки получают показатели, непосредственно связанные с производимыми в исследовании измерениями.

В большинстве случаев обработку данных полученных при исследовании целесообразно начать с составления таблиц (сводных таблиц) полученных данных.

Как правило, по строкам такой таблицы занесены значения показателей в определенной точке отбора проб, а по столбцам расположены значения каждого заносимого в таблицу признака - в одном столбце находятся значения одного признака по всем точкам отбора проб.

Первичная обработка полученных в результате случайного эксперимента данных включает в себя:

- построение интервального (группированного) ряда,
- построение эмпирической функции распределения,
- получение точечных оценок параметров распределения,
- предварительное предположение о характере генерального распределения.

Все строки и все столбцы должны быть пронумерованы.

Последовательность признаков может быть упорядочена по разным критериям.

После создания таблицы на бумаге или в электронных таблицах на компьютере необходимо проверить качество полученных данных. Для этого часто достаточно внимательно осмотреть массив данных.

Начать проверку следует с выявления ошибок (описок), которые заключаются в том, что неправильно написан порядок числа (например, 9,5, а не 95).

При наборе данных на компьютере важно соблюдать требования к формату данных в используемой статистической программе.

Прежде всего, это относится к знаку, который должен отделять в десятичном числе целую часть от дробной (точка или запятая).

Далее массив данных необходимо проверить на наличие «выскакивающих» вариант - выделяющихся значений, которые могли быть получены в результате неточных измерений, ошибок в записях, отвлечения внимания исследуемого признака или свойства.

Если обнаружены «подозрительные» значения, то нужно принять обоснованное решение об их выбраковке. Его можно принять, используя достаточно мощный параметрический критерий  $t$  (критерий выпадения). Он рассчитывается по следующей формуле:

$$t = \frac{V - \bar{X}}{\sigma} \geq t_{кр}$$

где  $t$  - критерий выпадения;  $V$  - выпадающее значение признака;  $\sigma$  - стандартное отклонение;  $M$  - средняя величина признака для всей группы;  $t_{кр}$  - стандартные значения критерия выпадения.

Стандартное значение критерия выпадения ( $t_{кр}$ ) определяется для трех уровней доверительной вероятности по специальной таблице «Значения критерия  $t$  для отбраковки выпадающих вариант при разных уровнях значимости ( $p$ )» представленной в таблице приложения 2 или облегченной таблице 3.

Таблица 3

*Значение критерия  $t$*

n	Tst	n	Tst	n	Tst	N	Tst
2	2.0	16-20	2.4	47-66	2.8	125-174	3.2
3-4	2.1	21-28	2.5	67-84	2.9	175-349	3.3
5-9	2.2	29-34	2.6	85-104	3.0	350-599	3.4
10-15	2.3	35-46	2.7	105-124	3.1	600-1500	3.5

Если  $t \geq t_{ст}$ , то принимается решение о выбраковке выпадающего признака.

Смысл критерия в том, чтобы определить, находится ли данная варианта в интервале, характерном для большинства членов выборки, или же вне его.

В математической статистике уровень значимости - это величина, используемая для оценки истинности некоторого результата или гипотезы. Например, при проверке статистической гипотезы уровень значимости определяется, как вероятность отклонить нулевую гипотезу, если на самом деле она истинна.

Уровень значимости применяется совместно с  $p$ -значением. Если  $p$ -значение меньше уровня значимости, то нулевая гипотеза отвергается. Чем меньше  $p$ -значение, тем более весомой называется тестовая статистика, и тем больше оснований отклонять нулевую гипотезу. Обычно  $p$ -значение сравнивают с общепринятыми стандартными уровнями значимости 0,005 или 0,01.

Например, если вычисленное по выборке значение проверочной статистики соответствует  $p = 0,005$ , это указывает на вероятность справедливости гипотезы 0,5%. Таким образом, чем  $p$ -значение меньше, тем лучше, поскольку при этом увеличивается «сила» отклонения нулевой гипотезы и увеличивается ожидаемая значимость результата.

### ***Темы рефератов***

- Первичная обработка данных в статистике
- Стандартное значение критерия выпадов
- Выскакивающие варианты в совокупности данных
- Количественные статистические методы в первичной обработке данных в статистике

### ***Контрольные вопросы***

1. Для чего надо проводить первичную обработку данных?
2. На что нацелена первичная статистическая обработка?
3. Что показывает первичный статистический анализ всей совокупности?
4. Что включает в себя первичная обработка полученных в результате случайного эксперимента?
5. Что такое уровень значимости?

## **Глава 7. ОПИСАТЕЛЬНАЯ СТАТИСТИКА**

Описательная статистика - это техника сбора и суммирования количественных данных, которая используется для превращения массы цифровых данных в форму, удобную для восприятия и обсуждения.

Описательная статистика или дескриптивная статистика (англ. descriptive statistics) занимается обработкой эмпирических данных, их систематизацией, наглядным представлением в форме графиков и таблиц, а также их количественным описанием посредством основных статистических показателей.

Методы описательной статистики позволяют оценить точность и достоверность полученных результатов и избежать ошибочных выводов.

Цель описательной статистики - обобщение первичных результатов, полученных в результате наблюдений и экспериментов и представление набора данных для последующего анализа. Важнейшим моментом при этом является сравнение различных объектов (например, ключевых участков мониторинга, различающихся степенью антропогенной нагрузки).

При этом очень важно уметь доказать, что обнаруженное различие действительно существует, а не обусловлено статистической погрешностью оценки.



Рис. 35. Особенности описательной статистики

Сбор данных - это процесс собирания информации и измерения целевых показателей в сложившейся системе, который позволит потом ответить на актуальные вопросы и оценить результаты.

Сбор данных является частью исследований во всех областях изучения, включая физику, общественные науки и, гуманитарные.

Хотя методы различны для разных дисциплин, упор на обеспечение точной и правдивой информации остаётся тем же самым.

Целью всего сбора данных служит получение свидетельства о качестве данных, что позволяет при анализе дать убедительные и надёжные ответы на поставленные вопросы.

Анализ (др. -греч. ἀνάλυσις «разложение, расчленение, разборка») - метод исследования, характеризующийся выделением и изучением отдельных частей объектов исследования.

Анализ данных - область математики и информатики, занимающаяся построением и исследованием наиболее общих математических методов и вычислительных алгоритмов извлечения знаний из экспериментальных (в широком смысле) данных.

Анализ данных - процесс исследования, фильтрации, преобразования и моделирования данных с целью извлечения полезной информации и принятия решений. Анализ данных имеет множество аспектов и подходов, охватывает разные методы в различных областях науки и деятельности.

Ресурс (от фр. ressource «вспомогательное средство») - всё, что используется целевым образом, в том числе это может быть всё, что используется при целевой деятельности человека или людей и сама деятельность.

Результат - последствие цепочки (череды) действий (итог) или событий, выраженных качественно или количественно.

Интерпретация - теоретико-познавательная категория; метод научного познания, направленный на понимание внутреннего содержания интерпретируемого объекта через изучение его внешних проявлений (знаков, символов, жестов, звуков и др. ).

Интерпретация занимает центральное место в методологии наук, где процедура выявления смысла и значения изучаемого объекта является основной стратегией исследователя.

Операционализация (от лат. operatio - действие) в широком смысле представляет собой процесс приведения понятий к такому виду, который позволит работать с ними на практическом уровне, оперировать ими при решении конкретных аналитических и

прогнозных задач, верифицировать или фальсифицировать гипотезы исследования.

Изменчивость - это способность живых организмов в период онтогенеза утрачивать старые признаки и свойства и приобретать новые под влиянием факторов среды.

Различают следующие типы изменчивости:

- Количественная
- Качественная

Количественная изменчивость - это такая изменчивость, при которой значение варьирующего признака имеет числовое выражение.

Количественная изменчивость бывает:

- Прерывистой (дискретной)
- Непрерывной

При прерывистой изменчивости значения признака выражаются только целыми числами;

При непрерывной количественной изменчивости значения признака могут иметь любую величину в зависимости от точности, принимаемой для характеристики данного признака.

Качественная или атрибутивная изменчивость - это такая изменчивость, при которой значения признака не имеют числового выражения: окраска растений и их органов, форма листьев и плодов, структура поверхности листьев и плодов.

Частным случаем качественной изменчивости является альтернативная изменчивость, когда признак может принимать только два взаимоисключающих друг друга значения, либо признак присутствует или отсутствует: остистый - безостый, с восковым налетом - без воскового налета и т. п.

В опытах с качественной изменчивостью вместо измерения какого-либо показателя подсчитывают количество объектов с тем или иным признаком.

### **7.1. Статистические характеристики количественной изменчивости**

Средняя арифметическая ( $\bar{X}$  или  $X_{cp}$ ) - это обобщенная, абстрактная характеристика совокупности. Она не содержит полной информации о варьирующих объектах.

При одинаковых средних характеризуемые признаки могут отличаться по величине вариации.

Различают простую и взвешенную среднюю арифметическую. Простая средняя арифметическая рассчитывается для выборок малого объема по формуле:

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

где  $\sum X$  - сумма всех значений признака  $n$  - количество значений признака, или объем выборки.

Средняя взвешенная арифметическая рассчитывается для сгруппированных данных по формуле:

$$\bar{X} = \frac{f_1 \cdot X_1 + f_2 \cdot X_2 + f_3 \cdot X_3 + \dots + f_n \cdot X_n}{f_1 + f_2 + f_3 + \dots + f_n} = \frac{\sum fX}{n}$$

Где  $n$  - значение признака,  $f$  - частота встречаемости каждого признака,  $n$  - объем выборки.

Основное свойство средней арифметической заключается в равенстве суммы всех положительных и всех отрицательных отклонений от нее, т. е. сумма всех отклонений вариантов равна 0.

Дисперсия ( $S^2$ ), или варианса, или средний квадрат рассчитывается как отношение суммы квадратов отклонений среднего арифметического от каждого значения признака к числу степеней свободы.

Дисперсия определяет рассеяние членов вариационного ряда относительно среднего значения. Среднее арифметическое  $\bar{X}$  есть центр, около которого происходит варьирование изучаемого признака.

Средний квадрат отклонений  $(X - \bar{X})$  членов  $X_1, X_2, X_3, X_4 \dots X_n$  вариационного ряда от среднего арифметического ( $\bar{X}$ ) есть мера варьирования рассматриваемого признака.

Дисперсия показывает квадрат среднего отклонения значений признака  $X$  от средней арифметической.

Среднее квадратическое отклонение есть положительное значение квадратного корня из дисперсии:

Для выборки малого объема она рассчитывается по формуле:

$$S^2 = \frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1}$$

где  $n-1$  - число степеней свободы, или количество варьирующих величин.

Число степеней свободы - это число независимых измерений, минус связи, которые были положены на эти измерения при статистической обработке полученных данных.

Для сгруппированных отклонений:

$$S^2 = \frac{\sum f(X - \bar{X})^2}{n - 1}$$

Стандартное отклонение  $s$ , или среднее квадратическое отклонение получают путем извлечения квадратного корня из дисперсии.

$$S^2 = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

или

$$S^2 = \sqrt{S^2}$$

Стандартное отклонение показывает величину среднего отклонения значений признака  $X$  от средней арифметической.

Дисперсия и стандартное отклонение служат основными мерами вариации изучаемого признака, они являются наиболее стабильными характеристиками рассеяния признака.

Чем больше дисперсия или стандартное отклонение, тем больше изменчивость признака.

Согласно закону нормального распределения, вероятность встретить отклонения от средней арифметической на величину больше  $\pm 3$  стандартных отклонения составляет всего 0,3%. Поэтому утроенное значение стандартного отклонения принято считать предельной ошибкой отдельного наблюдения.

Стандартное отклонение используется как самостоятельный показатель, а также служит основой для расчета других показателей.

Среднее квадратическое отклонение характеризует среднюю изменчивость изучаемого признака или свойства и выражается в единицах того же наименования, что и среднее арифметическое.

Часто вместо среднего квадратического отклонения применяются другие термины: стандартное отклонение или просто стандарт, стандартная ошибка или стандарт измерения.

Коэффициент вариации  $V$  - является относительным показателем изменчивости и представляет собой отношение

стандартного отклонения к средней арифметической, выраженное в процентах:

$$V = \frac{S}{\bar{X}} \cdot 100$$

где V - коэффициент вариации, %; S - среднее квадратическое отклонение; X - среднее арифметическое.

Коэффициент вариации, как дисперсия и стандартное отклонение, является показателем изменчивости признака. Коэффициент вариации не зависит от единиц измерения, поэтому удобен для сравнительной оценки различных статистических совокупностей.

Коэффициент вариации не превышает 50%, если распределение симметрично, при сильно асимметричных распределениях он может достигать 100% и более.

Коэффициент вариации показывает степень изменчивости признака: изменчивость считается незначительной, если коэффициент вариации не превышает 10%, средним - если он колеблется от 10 до 20 и значительной - если он более 20%. При величине коэффициента вариации, составляющего до 10 % изменчивость, оценивается как слабая, 11 - 25 % - средняя, более 25 % - сильная (Лакин, 1990). Считается, что если коэффициент вариации не превышает 10%, то наблюдения можно считать однородными (Н. А. Масальгин, 1974 г. ). Коэффициентом вариации измеряют величину изменчивости вариационного ряда. Изменчивость ряда будет малой, если не превышает 10%, средней, если выше 10, но менее 30%, и большой если выше 30%. (Тюрин, 1961)

Коэффициент вариации используется только в том случае, если признак имеет только положительные значения.

Ошибка выборочной средней или ошибка выборки  $S_x$  является мерой отклонения выборочной средней арифметической от средней генеральной совокупности.

Средние арифметические имеют ошибки, которые возникают в результате неполной представительности выборки. Эти ошибки свойственны только выборочному методу исследования, их числовое значение зависит как от степени изменчивости изучаемого признака, так и от объема выборки.

Ошибки выборки возникают вследствие неполной репрезентативности (представительности), т. к. не все возможные значения признака, имеющиеся в генеральной совокупности, попадают в выборку.

Она свойственна только выборочному методу. Величина ошибки выборочной средней зависит от степени варьирования и от объема выборки.

Ошибка выборочной средней прямо пропорциональна стандартному отклонению и обратно пропорциональна объемам выборки.

$$S_x = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

$S_x$  - ошибка выборочной,  $S$  - среднее квадратическое отклонение;  $n$  - число измерений, повторностей.

Ошибка выборочной средней выражается в тех же единицах измерения, что и варьирующий признак и приписывается к соответствующим средним со знаком  $\pm$ , т. е.  $\bar{X} \pm S_x$ .

Относительная ошибка выборочной средней  $S_x\%$  - это ошибка выборки, выраженная в процентах от соответствующей средней:

$$S_x, \% = \frac{S_x}{\bar{X}} \cdot 100$$

Относительную ошибку выборочной средней часто называют «точностью опыта».

Все эти ошибки выражают в тех же единицах, что и варьирующий признак, приписывая их к соответствующим характеристикам. Таким образом, определяют предельное числовое значение средней арифметической.

Результаты опыта считаются удовлетворительными, если ошибка выборочной средней не превышает 2-5%, если точность опыта выше 5% рекомендуется совершенствовать методику, а опыты с точностью более 7% браковать.

Для полевых опытов отличными показателями точности являются  $S_x \leq 1-2\%$ ; хорошими  $S_x \leq 3\%$ , вполне удовлетворительными  $S_x = 3-5\%$  и удовлетворительными  $S_x = 5-8\%$ .

Чем меньше относительная ошибка, тем выше точность средней арифметической.

Такой подход достаточно условен, т. к. значение относительной ошибки выборочной средней зависит не только от методического уровня исследований, но от особенностей биологического объекта, в нашем случае продуктивности культурного растения.

Сомнительны результаты полевых опытов, в которых значение относительных ошибок выражается десятками и сотыми долями процентов. В таких случаях следует говорить либо о погрешности в расчетах, либо, к сожалению, о недобросовестности исследователя.

Медиана - это значение признака, находящееся в середине, ранжированной (упорядоченной по возрастанию или убыванию) совокупности. Медиана делит изучаемую совокупность на две равные части - у половины единиц совокупности значение признака меньше медианы, а у другой половины единиц совокупности значение признака больше медианы.

Медиана - значение, которое делит отсортированные по возрастанию данных на две равные части. То есть медиана показывает середину ваших данных. Медиана считается как значение, расположенное по середине ряда отсортированных значений. Если в ряду находится нечетное количество данных, например, 9, то медианой будет 5 значение.

Мода - это наиболее часто встречающееся (повторяющееся) значение в выборке.

Например, в массиве (2; 2; 3; 3; 4; 4; 4; 5) число 4 встречается чаще всего - 3 раза. Значит, число 4 - это мода.

Расчет моды для несгруппированных данных состоит в определении наиболее часто встречающегося значения. Если два и более варианта признака встречаются чаще остальных, то будет соответственно несколько модальных значений.

Расчет моды для дискретного ряда распределения состоит в определении признака имеющего наибольшую частоту. Модальным называется интервал с наибольшей частотой рассматриваемого признака.

Эксцесс - мера, показывающая медленное или быстрое убывание “хвоста” данных относительно нормального распределения.

Эксцесс также может быть положительным и отрицательным.

У высоковершинных (островершинных) распределений показатель эксцесса имеет положительный знак (+), а у низкововершинных (плоскововершинных) - отрицательный (-).

Предельным значением отрицательного эксцесса является значение минус 2 (- 2), величина положительного эксцесса является величиной бесконечной.

Оценка существенности показателей эксцесса позволяет сделать вывод о том, можно ли отнести данное распределение к типу нормального распределения.

Асимметрия - это свойство распределения выборки, которое характеризует несимметричность распределения случайной величины. На практике симметричные распределения встречаются редко, и чтобы выявить и оценить степень асимметрии, вводят следующую меру (третий центральный момент).

Асимметрия бывает положительной и отрицательной. При  $\geq 0,5$ -асимметрия считается значительной,  $0,5-0,25$  - асимметрия считается умеренной,  $\leq 0,25$ - асимметрия считается незначительной. Положительная сдвигается влево, а отрицательная - вправо.

Асимметрия характеризует меру скошенности графика влево вправо, а эксцесс - меру его высоты.

Уровень надежности 95% означает, что событие, вероятность которого  $1-0,95=5\%$  исследователь считать маловероятным или невозможным.

В процессе предварительной обработки данных иногда приходится восстанавливать выпавшие данные, а также браковать сомнительные. Для этого в малых выборках используют критерий тау, а в больших - интервальную оценку средних арифметических.

В проведенном опыте определяют достоверность различий между средними арифметическими исследуемых выборок. Эти задачи решают с применением Критериев достоверности t, F, а также наименьшей существенной разности (НСР).

Во многих исследованиях возникает необходимость определить взаимосвязи и зависимости между различными показателями, для чего используют коэффициент корреляции и корреляционное отношение.

Почти во всех исследованиях возникает вопрос о точности опытов. Ее характеризуют значением относительной ошибки  $S_x\%$ .

Очень существенно, что математическую статистику можно применять лишь в методически правильно спланированных и проведенных опытах. Опыты, не отвечающие этим условиям, следует немедленно браковать.

## **7.2. Расчет описательных статистик при помощи электронных таблиц Microsoft Excel**

Несмотря на то, что Excel существенно уступает специализированным статистическим пакетам обработки данных, тем не менее, этот раздел математики представлен здесь наиболее полно и позволяет проводить необходимый статистический анализ экологических данных.

При рассмотрении применения методов обработки статистических данных в данной лабораторной работе ограничимся только простейшими и наиболее часто встречаемыми описательными статистиками, реализованными в мастере функций Excel.

Для установки пакета Анализ данных в Microsoft Excel необходимо сделать следующее:

- меню Сервис выберите команду Надстройки;
- в списке установите флажок Пакет анализа.

Для использования статистического Пакета анализа данных необходимо указать курсором мыши на пункт меню Сервис и щелкнуть левой кнопкой мыши.

Далее в раскрывающемся списке выбрать команду Анализ данных.

После открытия диалоговое окно необходимо выбрать строку Описательная статистика и нажать ОК.

В появившемся диалоговом окне указать входной интервал, то есть ввести ссылки на ячейки, содержащие анализируемые данные. Указать выходной интервал, то есть ввести ссылку на ячейку, в которую будут выведены результаты анализа.

В разделе Группирование переключатель установить в положение по столбцам или по строкам. Установить флажок в поле Итоговая статистика и нажать ОК.

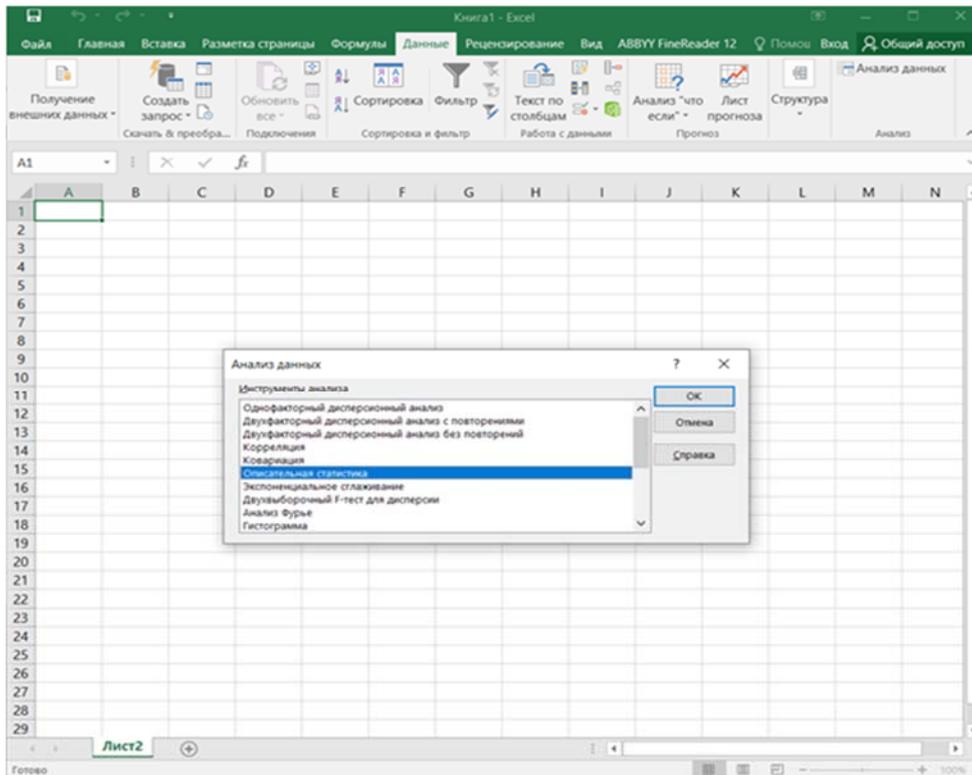


Рис. 36. Окно выбора метода анализа в Microsoft Excel

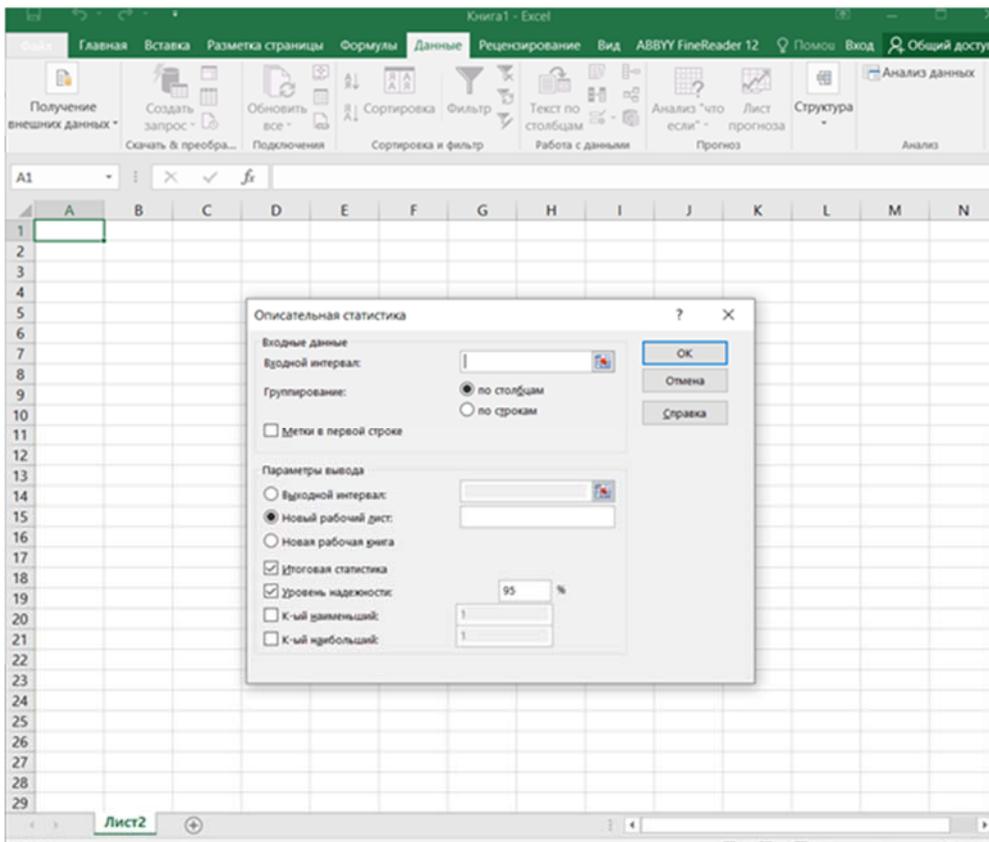


Рис. 37. Окно метода анализа в Microsoft Excel

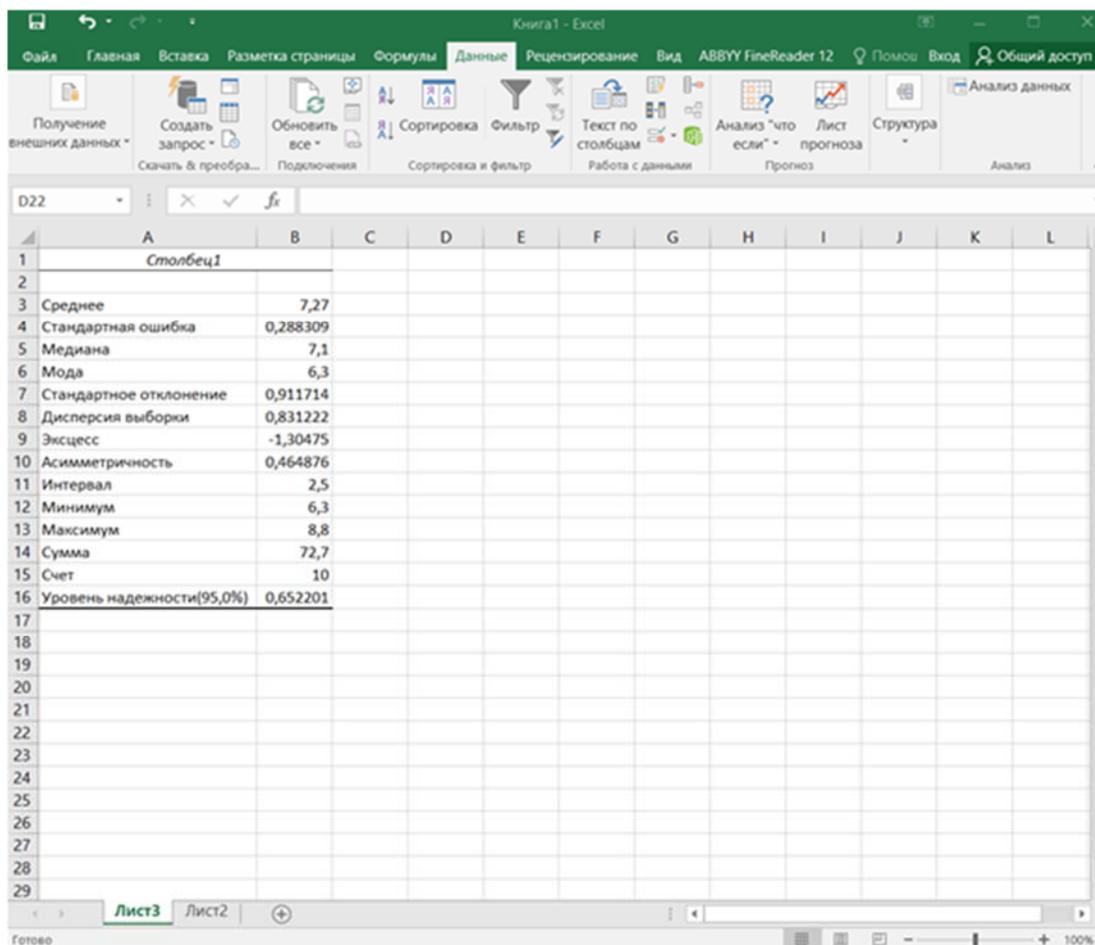


Рис. 38. Окно метода анализа в Microsoft Excel

### *Темы рефератов*

- Количественная изменчивость в агрохимических исследованиях
- Количественная изменчивость в агрохимических исследованиях
- Альтернативная изменчивость в агрохимических исследованиях
- Описательная статистика в агрохимическом эксперименте
- Операционализация в статическом исследовании.

### *Контрольные вопросы*

1. Что такое описательная статистика?
2. Что позволяют оценить методы описательной статистики?
3. В чем заключаются особенности описательной статистики?
4. Что такое сбор данных?
5. Что такое анализ данных?

## Глава 8. ПРОВЕРКА ГИПОТЕЗ О РАВЕНСТВЕ СРЕДНИХ

Одной из наиболее часто встречающихся задач при обработке данных является оценка достоверности отличий между двумя и более рядами значений.

В математической статистике существует ряд способов для этого. Для использования большинства мощных критериев требуются дополнительные вычисления, обычно весьма развернутые.

Компьютерный вариант обработки данных стал в настоящее время наиболее распространенным. Во многих прикладных статистических программах есть процедуры оценки различий между параметрами одной выборки и разных выборок.

Перед почвоведом, агрохимиком, агрономом и другими специалистами как прямо, так и косвенно связанными с сельским хозяйством, часто встает задача оценки достоверности различий, используя ранее вычисленные статистики.

При сравнении средних значений признака говорят о достоверности или напротив недостоверности отличий средних арифметических, а при сравнении изменчивости показателей - о достоверности отклонений дисперсий и коэффициентов вариации.

Чтобы установить совпадение или различие характеристик экспериментальной и контрольной группы, формулируются статистические гипотезы:

- гипотеза об отсутствии различий (так называемая нулевая гипотеза);
- гипотеза о значимости различий (так называемая альтернативная гипотеза).

Для принятия решений о том, какую из гипотез (нулевую или альтернативную) следует принять, используют решающие правила - статистические критерии. То есть, на основании информации о результатах наблюдений (характеристиках членов экспериментальной и контрольной группы) вычисляется число, называемое эмпирическим значением критерия. Это число сравнивается с известным эталонным числом, называемым критическим значением критерия.

Критические значения приводятся, как правило, для нескольких уровней значимости.

Уровнем значимости называется вероятность ошибки, заключающейся в отклонении нулевой гипотезы, то есть вероятность того, что различия сочтены существенными, а они на самом деле случайны.

Обычно используют уровни значимости, равные 0,05, 0,01 и 0,001. В биологических исследованиях обычно ограничиваются значением 0,05, то есть, грубо говоря, допускается возможность ошибки не более чем на 5 %.

Если полученное исследователем эмпирическое значение критерия оказывается меньше или равно критическому, то принимается нулевая гипотеза - считается, что на заданном уровне значимости (то есть при том значении  $\alpha$ , для которого рассчитано критическое значение критерия) характеристики экспериментальной и контрольной групп совпадают.

В противном случае, если эмпирическое значение критерия оказывается строго больше критического, то нулевая гипотеза отвергается и принимается альтернативная гипотеза - характеристики экспериментальной и контрольной группы считаются различными с достоверностью различий. Например, если  $\alpha = 0,05$  и принята альтернативная гипотеза, то достоверность различий равна 0,95 или 95 %.

Другими словами, чем меньше эмпирическое значение критерия (чем левее оно находится от критического значения), тем больше степень совпадения характеристик сравниваемых объектов. И наоборот, чем больше эмпирическое значение критерия (чем правее оно находится от критического значения), тем сильнее различаются характеристики сравниваемых объектов.

В дальнейшем мы ограничимся уровнем значимости  $\alpha = 0,05$ , поэтому, если эмпирическое значение критерия оказывается меньше или равно критическому, то можно сделать вывод, что «характеристики экспериментальной и контрольной групп совпадают с уровнем значимости 0,05».

Если эмпирическое значение критерия оказывается строго больше критического, то можно сделать вывод, что «достоверность различий характеристик экспериментальной и контрольной групп равна 95 %».

Критерий Стьюдента (t-тест) - это параметрический метод, используемый для проверки гипотез о достоверности разницы средних при анализе количественных данных о совокупностях с нормальным распределением и с одинаковой дисперсией.

К сожалению, метод Стьюдента слишком часто используют для малых выборок, не убедившись предварительно в том, что данные в соответствующих совокупностях подчиняются закону нормального распределения.

Метод Стьюдента различен для независимых и зависимых выборок.

Независимые выборки получаются при исследовании двух различных групп (например, данные с контрольного и фонового участка). С помощью критерия Стьюдента для независимых выборок можно было бы, например, проверить, существует ли достоверная разница между фоновыми уровнями содержания определенного вещества в почве и уровнями его содержания на экспериментальном участке.

В случае независимых выборок для выявления различий средних величин в больших выборках ( $n > 30$ ) применяют формулу:

$$t_{\text{набл}} = \frac{|\bar{X}_1 - \bar{X}_2|}{\sqrt{S_{\bar{X}_1}^2 + S_{\bar{X}_2}^2}}$$

где  $\bar{x}_1$  и  $\bar{x}_2$  - средние величины выборок;  $S_{\bar{X}_1}^2$  и  $S_{\bar{X}_2}^2$  - дисперсии;  $S_{\bar{X}_1}$  и  $S_{\bar{X}_2}$  - ошибки средних величин соответствующих выборок

Полученное значение t-критерия Стьюдента необходимо правильно интерпретировать. Для этого нам необходимо знать количество исследуемых в каждой группе ( $n_1$  и  $n_2$ ).

Необходимо найти число степеней свободы  $f$  по следующей формуле:

$$f = (n_1 + n_2) - 2$$

После этого определяем критическое значение t-критерия Стьюдента для требуемого уровня значимости (например,  $p=0,05$ ) и при данном числе степеней свободы  $f$  по таблице.

Сравниваем критическое и рассчитанное значения критерия:

Если рассчитанное значение t-критерия Стьюдента равно или больше критического, найденного по таблице, делаем вывод о

статистической значимости различий между сравниваемыми величинами.

Если значение рассчитанного t-критерия Стьюдента меньше табличного, значит различия сравниваемых величин статистически не значимы.

### Пример расчета t-критерия Стьюдента

Для изучения эффективности внесения Аммиачной селитры на серой лесной и дерново-подзолистой почве были получены следующие результаты урожайности  $24,1 \pm 1,6$  ц/га и  $22,9 \pm 1,3$  ц/га. Сравнимые совокупности имеют нормальное распределение. При этом число выборок в опыте с Аммиачной селитрой на серой лесной почве составило  $n=49$ , а на дерново-подзолистой - 42 образца. Необходимо сделать вывод о статистической значимости полученных различий и эффективности нового препарата железа.

Решение: Для оценки значимости различий используем t-критерий Стьюдента, рассчитываемый как разность средних значений, поделенная на сумму квадратов ошибок. После выполнения расчетов, значение t-критерия оказалось равным 3,74. Находим число степеней свободы как  $(49 + 42) - 2 = 89$ . Сравним полученное значение t-критерия Стьюдента 3,74 с критическим при  $p=0,05$  значением, указанным в таблице: 1,99. Так как рассчитанное значение критерия больше критического, делаем вывод о том, что наблюдаемые различия статистически значимы (уровень значимости  $p < 0,05$ ).

Таблица 4

*Значение t-критерия Стьюдента при  $p=0.05$*

Число степеней свободы, f	p=0.05						
1	12,706	21	2,08	44-45	2,015	100-119	1,984
2	4,303	22	2,074	46-47	2,013	120-139	1,98
3	3,182	23	2,069	48-49	2,011	140-159	1,977
4	2,776	24	2,064	50-51	2,009	160-179	1,975
5	2,571	25	2,06	52-53	2,007	180-199	1,973

6	2,447	26	2,056	54-55	2,005	200	1,972
7	2,365	27	2,052	56-57	2,003	∞	1,96
8	2,306	28	2,048	58-59	2,002		
9	2,262	29	2,045	60-61	2		
10	2,228	30	2,042	62-63	1,999		
11	2,201	31	2,04	64-65	1,998		
12	2,179	32	2,037	66-67	1,997		
13	2,16	33	2,035	68-69	1,995		
14	2,145	34	2,032	70-71	1,994		
15	2,131	35	2,03	72-73	1,993		
16	2,12	36	2,028	74-75	1,993		
17	2,11	37	2,026	76-77	1,992		
18	2,101	38	2,024	78-79	1,991		
19	2,093	40-41	2,021	80-89	1,99		
20	2,086	42-43	2,018	90-99	1,987		

В EXCEL с помощью мастера функции СТЬЮДРАСПРОБР по принятому уровню значимости и числу степеней свободы  $f=n_1+n_2-2$  можно найти  $t$  критическое и сравнивают эту величину с результатом расчета по формуле.

Если полученный результат больше, чем значение для уровня достоверности 0,05 (вероятность 5 %), найденное в таблице, то можно отбросить нулевую гипотезу ( $H_0$ ) и принять альтернативную гипотезу ( $H_1$ ), т. е. считать разницу средних достоверной.

Если же, полученный при вычислении результат меньше, чем табличный, то нулевую гипотезу нельзя отбросить и, следовательно, разница средних считается недостоверной.

Метод Стьюдента для зависимых выборок наиболее полезным  $t$ -тест оказывается при проверке гипотезы о достоверности разницы средней между результатами опытной и контрольной групп после воздействия, т. е. для зависимых выборок.

К зависимым выборкам относятся, например, результаты одной и той же группы испытуемых до и после воздействия независимой переменной. В нашем случае с помощью статистических методов для зависимых выборок можно проверить гипотезу о достоверности

разницы между фоновым уровнем и уровнем после воздействия отдельно для опытной и для контрольной группы.

Метод позволяет проверить гипотезу о том, что средние значения двух генеральных совокупностей, из которых извлечены сравниваемые зависимые выборки, отличаются друг от друга.

Допущение зависимости чаще всего значит, что признак измерен на одной и той же выборке дважды, например, до воздействия и после него.

В общем же случае каждому представителю одной выборки поставлен в соответствие представитель из другой выборки (они попарно объединены) так, что два ряда данных положительно коррелируют друг с другом.

Для определения достоверности разницы средних, в случае зависимых выборок (следовательно, равных по объему) применяется следующая формула:

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum d_i^2 - \frac{(\sum d_i)^2}{n}}{n \cdot (n - 1)}}$$

где  $d_i$  - разность между результатами в каждой паре;  $\sum d_i$  - сумма этих частных разностей;  $\sum d_i^2$  - сумма квадратов частных разностей.

Полученные результаты сверяют с таблицей распределения Стьюдента, отыскивая в ней значения, соответствующие  $n - 1$  степени свободы, где  $n$  - это в данном случае число пар данных наблюдений.

Важно отметить, что при использовании данного критерия распределение признака и в одной, и в другой выборке должно существенно не отличаться от нормального.

### ***Темы рефератов***

- Гипотеза в статистическом исследовании
- Критерий Стьюдента и его роль в статистическом исследовании
- Критическое начение критерия в статистическом исследовании

### ***Контрольные вопросы***

1. Что такое достоверность?
2. Что такое статистическая гипотеза?
3. Что такое уровень значимости?
4. Что такое нулевая гипотеза
5. Что такое альтернативная гипотеза

## **Глава 9. ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ**

Дисперсионный анализ как метод комплексной оценки выборочных показателей предъявляет определенные требования к группировке выборочных данных и планированию наблюдений.

Результаты наблюдений, подлежащие дисперсионному анализу, группируются с учетом подразделений каждого регулируемого фактора, воздействующего на признак, например, по дозам удобрений, срокам или способам внесения их в почву и т. д.

Если регулируемый фактор оказывает влияние на признак, то оно непременно скажется на величине групповых средних, которые будут существенно отличаться друг от друга. Внутри каждой группы тоже обнаружится варьирование, вызванное влиянием на признак не регулируемых факторов.

Важнейшее свойство живой системы - изменчивость ее различных признаков, которая обусловлена как природой самой живой системы, так и влиянием факторов окружающей среды.

Количественно изменчивость характеризуется такими статистическими показателями, как дисперсия, среднеквадратичное отклонение вариант от среднего значения признака, а также коэффициентом вариации признака.

При этом изменчивость определенного признака биологического объекта можно рассматривать как результат воздействия на объект всей совокупности биотических и абиотических факторов.

В биологических экспериментах одни факторы, например, свет, температура, влажность почвы, концентрация химических агентов и т. д. строго учитываются количественно, т. е. строго контролируются,

регулируются, тогда, как другая группа факторов не учитывается, строго не контролируется.

Преимущество дисперсионного анализа заключается в возможности сопоставления сразу нескольких выборок испытуемых по нескольким независимым переменным. Выбор конкретного инструмента определяется числом факторов и числом выборок в исследуемой совокупности данных.

Дисперсионный анализ позволяет определить изменчивость переменной под влиянием каких-либо контролируемых переменных факторов. Различия между группами интерпретируются как межгрупповая вариативность признака под влиянием известного фактора, а наличие различий внутри группы испытуемых указывает на случайные причины результатов, а не на влияние предполагаемого фактора.

Поэтому совокупность факторов, воздействующих на живой объект, можно делить на две группы: учитываемые (или регулируемые) и не учитываемые (или не регулируемые).

На основе этого можно прийти к заключению, что общая дисперсия в принципе должна состоять из двух слагаемых: дисперсия, обусловленная воздействием регулируемых, учитываемых в опыте факторов, т. е. так называемая факториальная дисперсия и дисперсия, обусловленная влиянием случайных, не учитываемых и не регулируемых в опыте факторов, что называется остаточной дисперсией.

Сущность этого метода заключается в том, чтобы определить, является ли разброс средних для различных выборок, относительно общей средней для всей совокупности данных, достоверно отличным от разброса данных относительно средней в пределах каждой выборки.

Если все выборки принадлежат одной и той же совокупности, то разброс между ними должен быть не больше, чем разброс данных внутри их самих.

Критерием оценки влияния регулируемых в эксперименте факторов на результативный признак служит отношение факториальной (межгрупповой) дисперсии к остаточной (внутригрупповой) дисперсии, что называют критерием Фишера:

$$F_{\text{набл}} = \frac{S_{1\text{межгрупповая}}^2}{S_{2\text{внутригрупповая}}^2}$$

где  $S_1^2$  - дисперсия между группами;  $S_2^2$  - дисперсия внутри групп.

F-критическое определяют по таблице распределения Фишера для принятого уровня значимости  $\alpha$  и чисел степеней свободы  $k_1$  (для большей дисперсии) и  $k_2$  (для меньшей дисперсии):

$$F_{\text{крит}} (\alpha=0,05; k_1 = m-1; k_2 = mn-m)$$

Если  $F_{\text{набл}} > F_{\text{крит}}$  нулевая гипотеза ( $H_0$ ) отклоняется, и следует считать, что среди средних значений имеются хотя бы два не равных друг другу.

По числу факторов, влияющих на результативный признак, дисперсионный анализ бывает однофакторным, двухфакторным, трехфакторным и многофакторным.

В полевых экспериментах объектом исследований являются живые организмы: растения (культурные и сорные), насекомые, микроорганизмы, почва и др. Характерным свойством биологических признаков является варьирование величины признаков в определенных пределах при переходе от одной единицы наблюдения к другой.

Качественной изменчивостью называется такое варьирование, когда различия между вариантами выражаются качественными показателями, которые одни варианты имеют, а другие нет (цвет, вкус, форма и др.).

В полевом эксперименте варианты также могут различаться качественно: опыты по изучению и сравнительной оценке сортов, гибридов и культур; способов посева и обработки почвы, предшественников; разных форм удобрений, пестицидов и т. д.

Варианты в опыте могут иметь количественные градации изучаемых факторов: опыты с дозами удобрений, нормами полива, нормами посева семян, глубиной обработки почвы и т. д.

Для схем однофакторных полевых опытов с качественными градациями необходимо правильно выбрать контрольный вариант, правильно определить повторность эксперимента и необходимый фон опыта.

Для схем однофакторных полевых опытов с количественными градациями необходимо правильно установить единицу варьирования доз изучаемого признака и число градаций (доз).

Однофакторный дисперсионный анализ проводится для выявления влияния одной переменной на другую. При этом одна из переменных является независимой и должна быть порядковой или номинальной. А другая - зависимой и метрической. Данный вид анализа проверяет верность гипотезы, согласно которой средние величины более чем в двух группах равны.

При однофакторном дисперсионном анализе рассматриваются две переменные: зависимая и независимая. Независимая переменная - это фактор, который предположительно оказывает влияние на зависимую переменную. Фактор всегда имеет номинативную оценку. Зависимая переменная - это количественно измеренный признак.

Дисперсионный комплекс называется однофакторными, если испытывается действие на признак одного регулируемого фактора, а если одновременно испытывается действие на признак двух, трех или большего числа регулируемых факторов, комплекс будет соответственно двух-, трех- и многофакторным.

Результаты массовых испытаний, выраженные в виде числовых значений результативного признака, т. е. масса вариант, могут распределяться по градациям комплекса равномерно и неравномерно, пропорционально и непропорционально.

Отсюда дисперсионные комплексы называются равномерными, пропорциональными и неравномерными. Равномерные и пропорциональные комплексы называются ортогональными, а неравномерные - не-ортогональными.

В многофакторных ортогональных комплексах выполняется равенство между факториальными суммами квадратов, тогда как в неравномерных многофакторных комплексах это равенство нарушается.

Эту особенность следует учитывать при планировании опытов, а при проведении дисперсионного анализа стремиться к тому, чтобы в градациях комплекса были одинаковые или пропорциональные числа вариант.

В полевом опыте, проведенном методом рендомизированных повторений, общая изменчивость результативного признака образуется под влиянием пестроты почвенного плодородия, изучаемых вариантов и случайных ошибок.

Пестрота почвенного плодородия, бывает внутри повторений и между повторениями. Изменчивость плодородия почвы внутри повторений менее значительна, чем между повторениями.

Изменчивость результативного признака, обусловленная пестротой почвенного плодородия внутри повторений, дисперсионным анализом не выделяется и относится к случайным ошибкам. Техника дисперсионного анализа однофакторных полевых опытов сводится главным образом к расчету показателей варьирования, которыми в области дисперсионного анализа служат средние квадраты отклонений или дисперсии.

Дисперсионный анализ полевых опытов проводится по той или иной схеме, выбор которой зависит от метода размещения повторений и факториальности.

В отличие от однофакторного в двухфакторном дисперсионном анализе участвует одна зависимая переменная, количественно измеренная, и две независимые переменные - факторы.

Многофакторный дисперсионный комплекс - это совокупность исходных наблюдений, позволяющих статистически оценить действие и взаимодействие изучаемых факторов на изменчивость результативного признака.

Эффект взаимодействия составляет ту общую часть варьирования, которая вызвана различным действием одного фактора при разных градациях другого.

Специфическое действие сочетаний в полном факториальном эксперименте выявляется тогда, когда при одной градации первого фактора второй действует слабо или угнетающе, а при другой градации он проявляется сильно и стимулирует развитие результативного признака.

Задачей многофакторного полевого опыта является изучение влияния факторов в отдельности и их взаимодействия на результативный признак. В многофакторном опыте вариантами являются градации нескольких факторов, взятые в отдельности и в сочетаниях.

Поэтому изменчивость по вариантам включает в себя изменчивость, обусловленную каждым фактором в отдельности и их взаимодействием

В полевом эксперименте часто эффект от совместного применения изучаемых факторов больше (синергизм) или меньше

(антагонизм) суммы эффектов от отдельного применения каждого из них. Следовательно, существует взаимодействие факторов: в первом случае положительное, а во втором - отрицательное.

Когда факторы не взаимодействуют, прибавка от совместного их применения равна сумме прибавок от отдельного воздействия (аддитивизм).

Формирование выборки испытуемых должно быть равномерным, т. е. в каждой градации факторов должно быть одинаковое количество испытуемых

Двухфакторный дисперсионный анализ позволяет решить следующие задачи:

- изучить влияние каждого фактора в отдельности на признак в выделенных группах испытуемых;
- изучить одновременное влияние двух факторов на признак в выделенных группах испытуемых.

Формирование выборки испытуемых должно быть равномерным, т. е. в каждой градации факторов должно быть одинаковое количество испытуемых.

Особенность многофакторного опыта – возможность установить действие изучаемых факторов, характер и величину их взаимодействия при совместном применении.

Одной из особенностей дисперсионного анализа многофакторного опыта является то, что для оценки существенности различий между средними по вариантам, факторам и их взаимодействию необходимо рассчитывать несколько предельных ошибок НСР.

Так, для двухфакторного опыта вычисляют три НСР: одну для оценки различий между средними по вариантам, другую для оценки различий между средними по фактору А и третью для различий между средними по фактору В и взаимодействию А и В.

Чтобы на основе данных многофакторного опыта можно было вычислить эффекты действия и взаимодействия факторов, при планировании его схемы необходимо выдержать принцип факториальности.

Суть его заключается в том, что схема опыта должна предусматривать испытание всех возможных сочетаний намеченных к изучению факторов и их градаций (доз).

Заключительный этап дисперсионного анализа - оценка силы влияния отдельных факторов или их совместного действия на резульативный признак.

Дисперсионный анализ характеризуется строгой логичностью и последовательностью вычислительных операций. Ценность этого метода заключается в том, что он позволяет выявить суммарное действие факторов, действие каждого регулируемого в опыте фактора, а также действие различных сочетаний факторов друг с другом на резульативный признак.

Правильное применение дисперсионного анализа предполагает нормальное или близкие к нормальному распределению совокупности, из которой взяты выборки, объединяемые в дисперсионный комплекс. При этом важно, чтобы дисперсии выборочных групп были одинаковыми или не очень различались.

При планировании наблюдений и обработке результатов следует также стремиться к тому, чтобы в группах дисперсионного комплекса находилось одинаковое или пропорциональное количество вариантов (дат), что значительно облегчает дисперсионный анализ.

### **9.1. Пример нахождения F-критерия Фишера**

Оценка генеральных параметров с помощью выборочных данных делается с помощью F - критерия Фишера. Данный критерий указывает о наличии или отсутствии достоверного различия в двух дисперсиях.

Сформулировать гипотезы. Выбрать уровень значимости  $\alpha$ .

2. Найти эмпирическое значение критерия по формуле:

$$F_{\text{эмп}} = \frac{S_{\text{наибольшая}}^2}{S_{\text{наименьшая}}^2}$$

3. Найти число степеней свободы как  $k_1 = n_1 - 1$  для выборки с наибольшей величиной дисперсии и  $k_2 = n_2 - 1$  для выборки с наименьшей величиной дисперсии.

4. Определить критическое значение критерия Фишера по одноименной статистической таблице Приложения для степеней свободы  $k_1$  (№ столбца таблицы),  $k_2$  (№ строки таблицы) и уровня значимости  $\alpha/2$

Табличное значение критерия Фишера вычисляют следующим образом:

Определяют  $K_1$ , которое равно количеству факторов ( $X$ ). Например, в однофакторной модели (модели парной регрессии)  $K_1=1$ , а в двухфакторной  $k=2$ .

Определяют  $k_2$ , которое определяется по формуле  $n - m - 1$ , где  $n$  - число наблюдений,  $m$  - количество факторов.

Например, в однофакторной модели  $k_2 = n - 2$ .

На пересечении столбца  $k_1$  и строки  $k_2$  находят значение критерия Фишера

**Таблица значений F-критерия Фишера при уровне значимости  $\alpha = 0,05$**

$k_2 \backslash k_1$	1	2	3	4	5	6	8	12	24	$\infty$
1	161,45	199,50	215,72	224,57	230,17	233,97	238,89	243,91	249,04	234,52
2	18,51	19,00	19,16	19,25	19,30	19,33	19,37	19,41	19,45	19,50
3	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,84	8,74	8,64	8,53
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,04	5,91	5,77	5,63
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,82	4,68	4,53	4,36
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,15	4,00	3,84	3,67
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,73	3,57	3,41	3,23
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,44	3,28	3,12	2,93
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,23	3,07	2,90	2,71
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,07	2,91	2,74	2,54
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	2,95	2,79	2,61	2,40
12	4,75	3,88	3,49	3,26	3,11	3,00	2,85	2,69	2,50	2,30
13	4,67	3,80	3,41	3,18	3,02	2,92	2,77	2,60	2,42	2,21
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,70	2,53	2,35	2,13
15	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,64	2,48	2,29	2,07
16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,59	2,42	2,24	2,01
17	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,55	2,38	2,19	1,96
18	4,41	3,55	3,16	2,93	2,77	2,66	2,51	2,34	2,15	1,92
19	4,38	3,52	3,13	2,90	2,74	2,63	2,48	2,31	2,11	1,88
20	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,45	2,28	2,08	1,84
21	4,32	3,47	3,07	2,84	2,68	2,57	2,42	2,25	2,05	1,81

Рис. 39. Пример нахождения F-критерия

Нулевая гипотеза  $H_0$  формулируется следующим образом: генеральные дисперсии двух выборок равны. Альтернативная гипотеза  $H_1$ : генеральные дисперсии двух выборок не равны.

Если  $F_{эмп} < F_{крит}$ , то принимается нулевая гипотеза, иначе – альтернативная.

Пример. При изучении индивидуальной изменчивости ярового ячменя было установлено, что высота растений сорта Темп на разных культурах предшественников равна: после картофеля  $X_1 = 103$  см (выборка из 13 растений) и после кукурузы  $X_2 = 117$  см (выборка из 15 растений).

Средние оценки дисперсий соответственно равны  $S^2_1 = 23 \text{ см}^2$  и  $S^2_2 = 14 \text{ см}^2$ . Необходимо выяснить действительно различаются по изменчивости высоты стебля или различие между средними оценками дисперсий является случайным, несущественным выращенные на разных предшественниках растения

Решение. Начинаем с формулирования научной гипотезы. В качестве нулевой гипотезы возьмём гипотезу о равенстве генеральных дисперсий на уровне значимости  $\alpha = 0,05$ .

Находим эмпирическое значение критерия Фишера по формуле

$$F_{\text{эмп}} = \frac{23}{14} = 1,6428$$

$$F_{\text{эмп}} = 25/16 = 1,5625.$$

Определяем для степеней свободы  $k_1 = (n-1) 13 - 1 = 12$ ,  $k_2 = 15 - 1 = 14$  и уровня значимости 0,05 по статистической таблице критических значений критерия Фишера по таблице Приложения

$$F_{\text{крит}} \left( \frac{0,05}{2}; K_1=12 \left( \frac{12}{2} = 6 \right); K_2=14 \right) = 2,85.$$

**1. Таблица значений F-критерия Фишера при уровне значимости  $\alpha = 0,05$**

**K1** →

**K2** ↓

$k_1 \backslash k_2$	1	2	3	4	5	6	8	12	24	$\infty$
1	161,45	199,50	215,72	224,57	230,17	233,97	238,89	243,91	249,04	234,52
2	18,51	19,00	19,16	19,25	19,30	19,33	19,37	19,41	19,45	19,50
3	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,84	8,74	8,64	8,53
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,04	5,91	5,77	5,63
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,82	4,68	4,53	4,36
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,15	4,00	3,84	3,67
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,73	3,57	3,41	3,23
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,44	3,28	3,12	2,93
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,23	3,07	2,90	2,71
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,07	2,91	2,74	2,54
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	2,95	2,79	2,61	2,40
12	4,75	3,88	3,49	3,26	3,11	3,00	2,85	2,69	2,50	2,30
13	4,67	3,80	3,41	3,18	3,02	2,92	2,77	2,60	2,42	2,21
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,70	2,53	2,35	2,13
15	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,64	2,48	2,29	2,07
16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,59	2,42	2,24	2,01
17	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,55	2,38	2,19	1,96
18	4,41	3,55	3,16	2,93	2,77	2,66	2,51	2,34	2,15	1,92
19	4,38	3,52	3,13	2,90	2,74	2,63	2,48	2,31	2,11	1,88
20	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,45	2,28	2,08	1,84
21	4,32	3,47	3,07	2,84	2,68	2,57	2,42	2,25	2,05	1,81

Рис. 40. Пример нахождения F-критерия

Таким образом,  $F_{\text{эмп}} < F_{\text{крит}}$ , так как  $2,85 < 3,36$ , и на уровне значимости 0,05 принимается нулевая гипотеза, то есть различие

изменчивости высоты стебля ярового ячменя, выращенной на разных предшественниках, является случайным и несущественным.

В некоторых случаях в качестве конкурирующей выдвигают гипотезу о превышении одной из генеральных дисперсий значения другой.

Тогда проверку нулевой гипотезы о равенстве генеральных дисперсий при уровне значимости  $\alpha$  проводят тем же методом, что и при конкурирующей гипотезе, однако используют критическое значение распределения Фишера – Снедекора, соответствующее полной величине уровня значимости:  $F_{крит}(\alpha; n_1 - 1; n_2 - 1)$ .

В случаях, когда  $P$ -значение  $< 0,05$ , критерий Фишера значим, и влияние исследуемого фактора можно считать доказанным

## 9.2. Расчет дисперсионного анализа при помощи электронных таблиц Microsoft Excel

Однофакторный дисперсионный анализ

Задание: Оцените методом дисперсионного анализа влияние различных систем обработки на урожайность ячменя

Таблица 5

*Результаты изучения влияние различных систем обработки на урожайность ячменя*

Система обработки	Повторность			
	I	II	III	IV
Отвальная	1,78	1,93	1,91	1,75
С рыхлением подпахотного слоя	2,20	2,15	2,22	2,30
Мульчирующая	1,96	2,22	2,08	2,31
Минимальная	2,28	2,31	2,29	2,43

На данной выборке будет проведен анализ величины урожайности в повторностях (зависимая переменная). С помощью однофакторного дисперсионного анализа сравним результаты урожайности в повторностях.

Алгоритм проведения анализа

1. Выберите команду Анализ данных в меню Сервис.
2. В диалоговом окне Анализ данных в списке Инструменты анализа выделите пункт Однофакторный дисперсионный анализ и нажмите кнопку ОК.

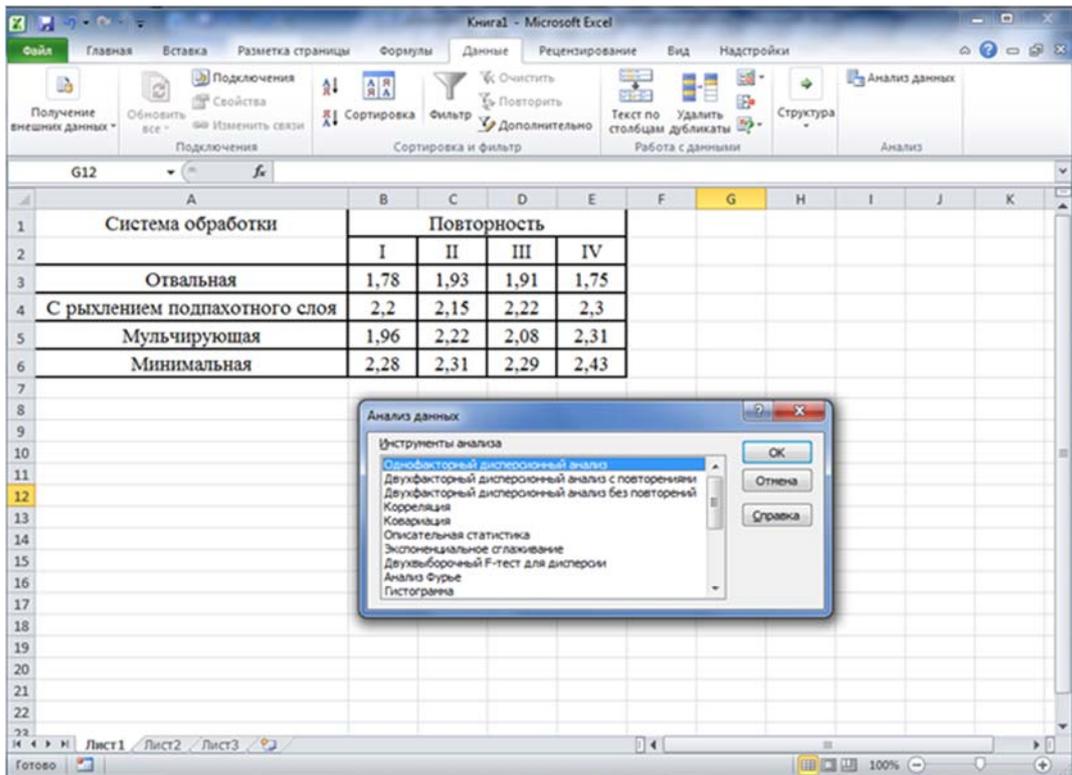


Рис. 41. Окно выбора анализа в Microsoft Excel

3. Диалоговое окно Однофакторный дисперсионный анализ содержит следующие параметры:

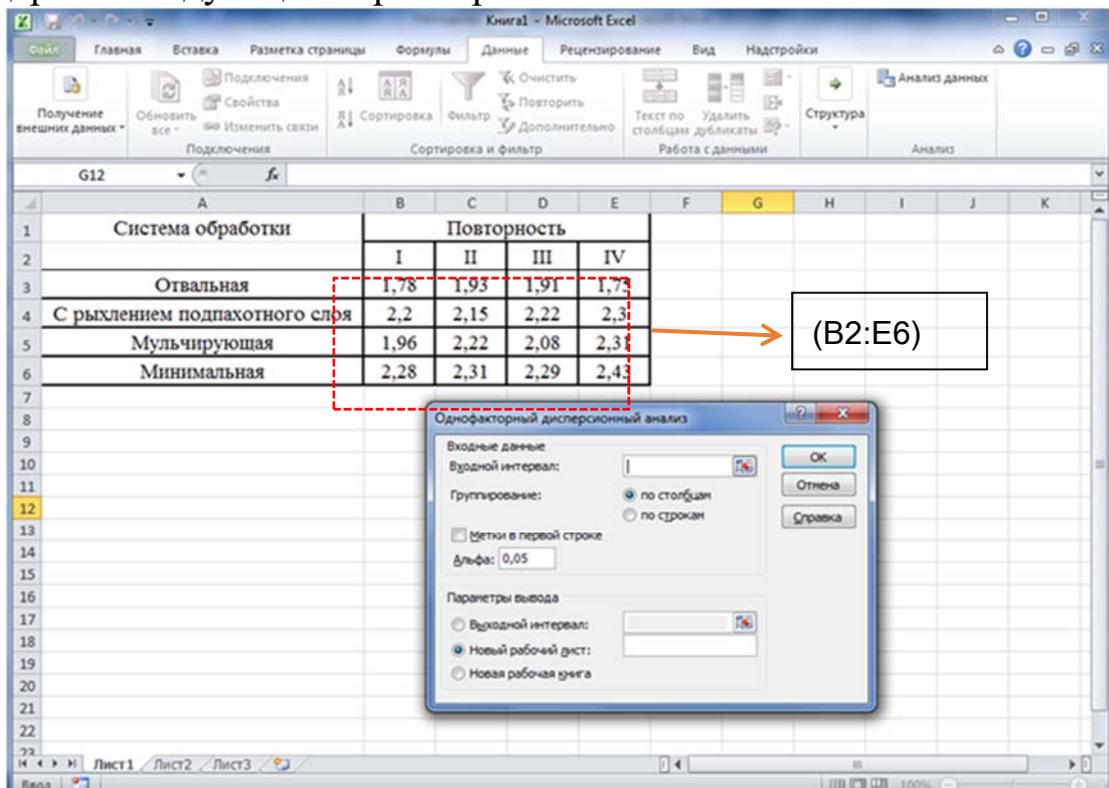


Рис. 42. Окно анализа в Microsoft Excel

В текстовом поле Входной интервал необходимо указать ссылку на ячейки, содержащие данные, которые должны быть проанализированы. (B2: E6). Ссылка должна состоять не менее чем из трех смежных диапазонов данных (исходя из трех градаций фактора), данные в которых расположены по строкам или столбцам.

Группирование - способ организации данных в выделенном диапазоне ячеек. В нашем примере устанавливаем переключатель в группировании по столбцам.

Если диапазон ячеек содержит в себе подписи данных, установите флажок Метки в первой строке. Если входной диапазон не содержит меток, то необходимые заголовки в выходном диапазоне будут созданы автоматически (столбец 1, столбец 2 и т. д.).

В текстовом поле Альфа задается доверительный уровень, который будет использоваться при проведении однофакторного дисперсионного анализа. Значение может быть задано в интервале от 0 до 1. По умолчанию значение доверительного уровня равно числу 0,5, что соответствует 95-% вероятности достоверности.

В разделе Параметры вывода определите место размещения результатов анализа.

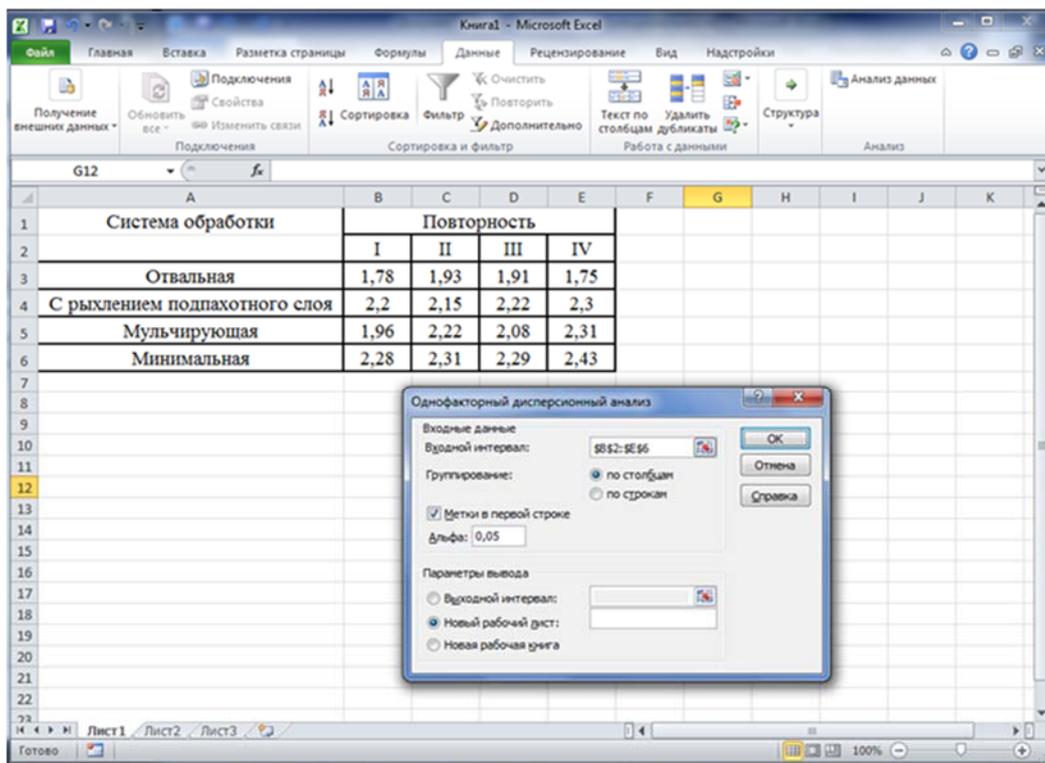


Рис. 43.Окно анализа в Microsoft Excel

Результаты однофакторного дисперсионного анализа для четырех выборок испытуемых представлены на рисунке 18

Группы	Счет	Сумма	Среднее	Дисперсия
I	4	8,22	2,055	0,0521
II	4	8,61	2,1525	0,026291667
III	4	8,5	2,125	0,028166667
IV	4	8,79	2,1975	0,092491667

Источник вариации	SS	df	MS	F	P-Значение	F критическое
Между группами	0,04275	3	0,01425	0,286360211	0,834359654	3,490294819
Внутри групп	0,59715	12	0,0497625			
Итого	0,6399	15				

Рис. 44. Окно анализа в Microsoft Excel

В отчете однофакторного дисперсионного анализа выводятся следующие данные:

Источник вариации указывает на то, как происходило изучение изменчивости фактора: сравнение зависимой переменной между группами или внутри каждой группы.

SS (sum of squares) между группами - численное значение вариативности признака под действием фактора: сумма квадратов разностей между общим средним значением и средними значениями каждой группы, умноженными на весовые коэффициенты, равные числу объектов в группе.

SS (sum of squares) внутри группы - численное значение случайной вариативности признака: сумма квадратов разностей среднего значения каждой группы и каждого значения этой группы.

Df - количество степеней свободы:

MS (mean square) - средний квадрат, т. е. отношение суммы квадратов к числу степеней свободы

$$MS = \frac{SS}{df}$$

F - эмпирическое значение критерия F Фишера, являющееся отношением среднего квадрата между группами к среднему квадрату внутри группы

F<sub>критическое</sub> - критическое значение критерия F Фишера при заданном уровне достоверности.

Данные, полученные после проведения однофакторного дисперсионного анализа, показывают, что значение F<sub>эмп</sub> < F<sub>кр</sub>, из чего следует, что различия в урожайности в зависимости от системы удобрений являются менее выраженными, чем случайные различия внутри каждой повторности. Таким образом, тип системы удобрений не влияет на урожайность ячменя.

### **Двухфакторный дисперсионный анализ**

Для проведения двухфакторного дисперсионного анализа с помощью Пакета анализа необходимо составить дисперсионный комплекс в виде специальной таблицы.

Двухфакторный дисперсионный анализ применяется для того, чтобы проверить возможную зависимость результативного признака от двух факторов - А и В. Тогда а - число градаций фактора А и b - число градаций фактора.

Двухфакторный дисперсионный анализ без повторения представляет собой двухфакторный анализ дисперсии, не включающий более одной выборки на группу. Используется для проверки гипотезы о том, что средние значения двух или нескольких выборок одинаковы (выборки принадлежат одной и той же генеральной совокупности).

Двухфакторный дисперсионный анализ с повторениями применяется для того, чтобы проверить не только возможную зависимость результативного признака от двух факторов - А и В, но и возможное взаимодействие факторов А и В. Тогда а - число градаций фактора А и b - число градаций фактора В, r - число повторений.

### ***Темы рефератов***

- Основы математической модели дисперсионного анализа, его сущность, виды, возможности и применение для исследования
- Дисперсионный анализ нормальных совокупностей
- Дисперсионный анализ – анализ изменчивости признака под влиянием каких-либо контролируемых переменных факторов
- Применение дисперсионного анализа в статистических исследованиях

### ***Контрольные вопросы***

1. Что такое однофакторный полевой опыт
2. Что такое многофакторный полевой опыт
3. Значение критерия Фишера в дисперсионном анализе.
4. Что показывает величина НСР?
5. Как делается вывод по результатам дисперсионного анализа?

## **Глава 10. КОРРЕЛЯЦИОННО-РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ**

Корреляционно-регрессионный анализ – широко распространенный метод стохастического моделирования, который используют для исследования формы связи между случайными величинами изучаемого процесса. Данный анализ отличается от других методов исследования модели тем, что он изучает взаимосвязи всех показателей процесса, при этом учитывая влияние посторонних, случайных факторов.

Задача корреляционного анализа – выявление характера и степени взаимосвязи между экономическими показателями, являющимися случайными величинами.

Задача регрессионного анализа – выявление того, насколько изменение одной экономической переменной (фактора) в среднем влияет на изменение другой экономической переменной (результативного признака).

В корреляционном анализе определяется один показатель, характеризующий степень тесноты взаимосвязи экономических показателей.

В регрессионном анализе строится модель регрессии в виде математической функции, которая показывает влияние факторов на некоторый экономический показатель.

Теоретически корреляция и регрессия связаны между собой.

Корреляционная зависимость – это статистическая зависимость, в которой при изменении случайной величины  $X$  изменяется условное математическое ожидание случайной величины  $Y$ .

При этом, если условное математическое ожидание меняется по линейному закону, корреляционная зависимость называется линейной, если по нелинейному закону – нелинейной.

Если условное математическое ожидание случайной величины  $Y$  не изменяется при изменении значений  $X$ , то корреляционной зависимости нет (т. е. любая корреляционная зависимость является статистической, но не всякая статистическая зависимость является корреляционной).

Функция регрессии  $Y$  на  $X$  – это функция, которая описывает закон изменения условного математического ожидания случайной величины  $Y$  при изменении другой случайной величины  $X$ .

Если двумерная случайная величина  $(X, Y)$  распределена по нормальному закону, то функция регрессии линейная, корреляционная зависимость тоже линейная.

Корреляционный анализ – метод математической статистики, используемый для изучения, исследования взаимосвязи между (генеральными) экономическими показателями на основе их наблюдаемых статистических (выборочных) аналогов.

Парный корреляционный анализ – изучение взаимосвязи между двумя экономическими показателями, описывающими свойства однотипных объектов из некоторой совокупности.

Этапы корреляционного анализа:

- Постановка задачи.
- Сбор и анализ данных; определение формы корреляционной связи (линейная, криволинейная).
- Вычисление показателя тесноты корреляционной связи.
- Оценка статистической значимости показателя тесноты корреляционной связи.

Сбор данных осуществляется методом случайной выборки некоторого количества наблюдаемых объектов из некоторой однородной совокупности, фиксации для каждого выбранного объекта пары признаков (свойств), взаимосвязь которых будет предметом исследования.

Визуальная оценка осуществляется на основе графического анализа. Данные на графике можно представить в виде точечной диаграммы в Excel. В результате такой оценки может быть сделана гипотеза о наличии линейной корреляционной связи, о нелинейной корреляционной связи или об отсутствии корреляционной связи.

Вычисление показателей тесноты корреляционной связи если визуальный анализ позволяет принять гипотезу о линейной форме связи между показателями – для оценки степени тесноты связи применяется линейный коэффициент корреляции.

$$r = \frac{\overline{XY} - \bar{X} \cdot \bar{Y}}{\sqrt{(\overline{X^2} - \bar{X}^2) \cdot (\overline{Y^2} - \bar{Y}^2)}}$$

Границы измерения:  $-1 \leq r \leq 1$ .

Если взаимосвязь между показателями обратная (отрицательная) то корреляционная связь отрицательная:  $-1 < r < 0$ .

Если взаимосвязь между показателями прямая, то корреляционная зависимость положительная:  $0 < r < 1$ . Если  $r = 0$ , линейная корреляционная зависимость отсутствует.

В крайних случаях  $|r| = 1$  имеется функциональная линейная зависимость между показателями  $x$  и  $y$ .

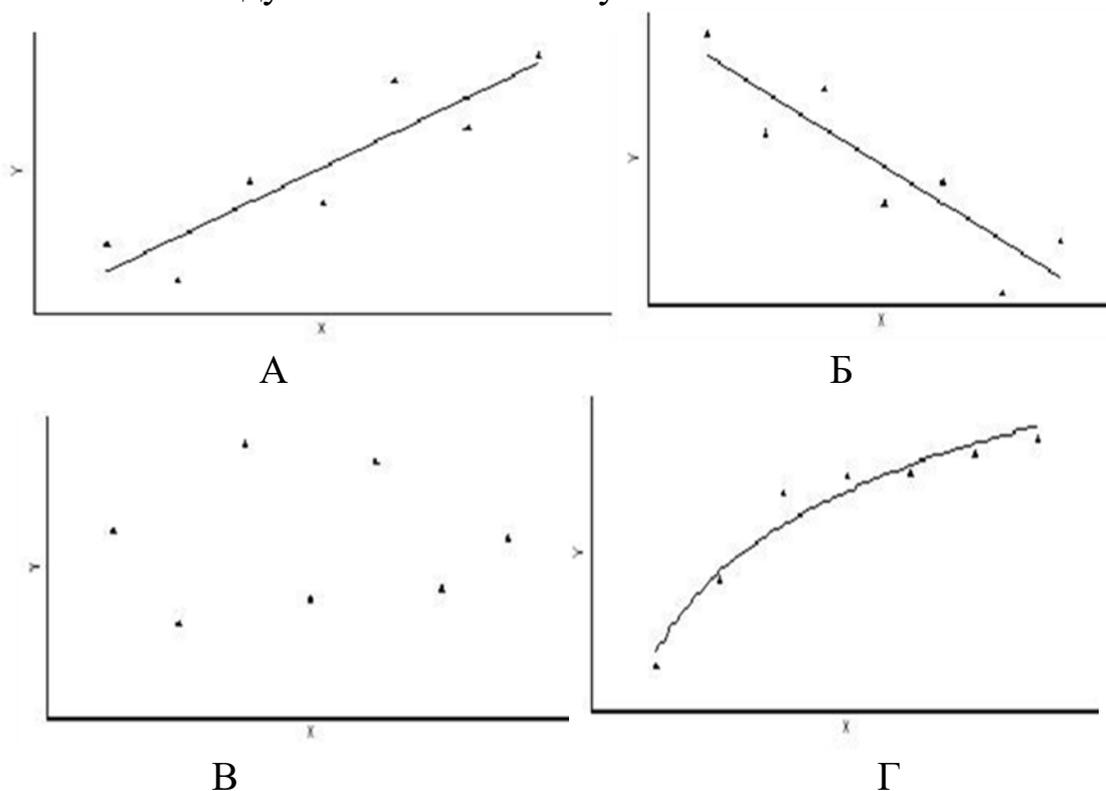


Рис. 45. Типы связей

А- линейная положительная связь Б – линейная отрицательная связь В – связь отсутствует Г \* Нелинейная связь

Между величинами может существовать более точная, или функциональная связь, когда одному значению аргумента  $x$  соответствует одно определенное значение функции  $y$ , и менее точная - корреляционная связь, когда одному конкретному значению аргумента соответствует приближенное значение или некоторое множество значений функции, в той или иной степени близких друг к другу:

Графическое представление зависимости между переменными можно получить с помощью диаграммы рассеяния.

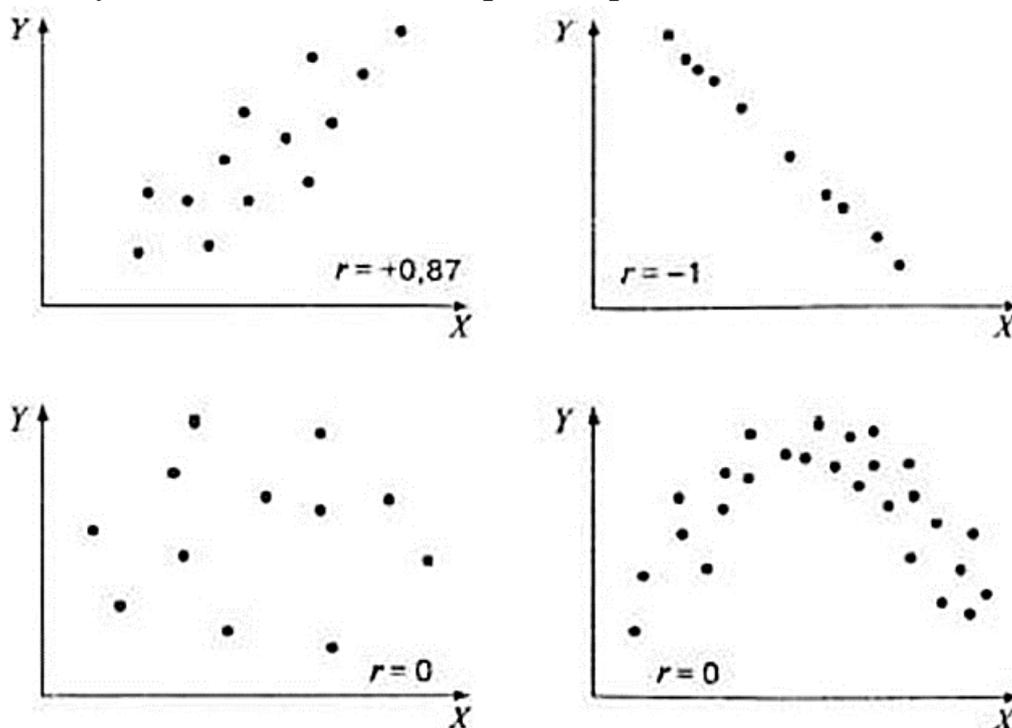


Рис. 46. Типы рассеивания данных и уровень корреляции

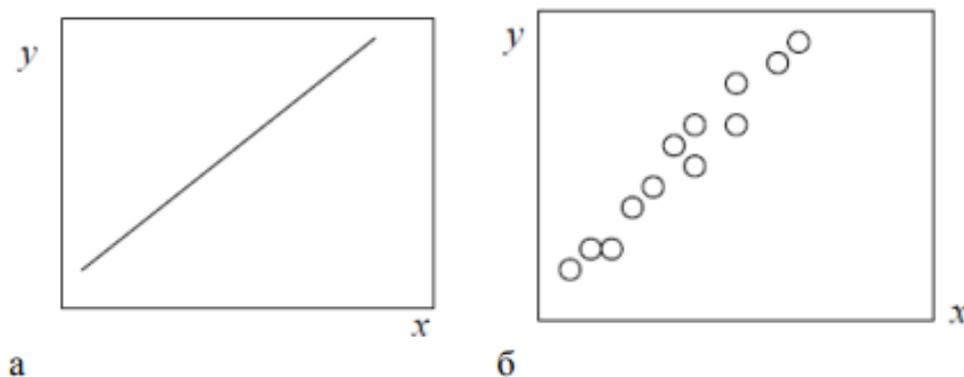


Рис. 47. Функциональная (а) и корреляционная связь (б) переменных  $x$  и  $y$

Близость в этом множестве значений функции друг к другу соответствует понятию силы, или тесноты, корреляционной связи. Чем больше сила корреляционной связи, тем ближе эта связь к функциональной.

Для точного выражения зависимости между переменными величинами  $X$  и  $Y$  в математике принимается понятие функции. При записи  $Y=fX$ , определенному значению  $Y$ , называемому аргументом, соответствует только одно значение переменной  $X$ . Эта зависимость называется функцией.

Зависимость между переменными, которым соответствуют средние величины, называется корреляционной, или просто корреляцией:  $Y_x = f(X_i)$

Сложность изучения корреляционных связей заключается также и в том, что все признаки (например, у растения) в различной степени взаимосвязаны и при исследовании методом парной корреляции можно считать доказанной лишь ту связь между двумя признаками, механизм которой понятен.

В противном случае можно обнаружить корреляцию там, где ее нет, ибо изменения двух признаков могут более сильно зависеть от изменения какого-то иного, третьего признака или от совокупности некоторых других признаков.

В агрономических исследованиях редко приходится иметь дело с точными и определенными функциональными связями, когда каждому значению одной величины соответствует строго определенное значение другой величины.

Чаще между варьирующими явлениями, объектами, условиями среды, ростом, продуктивностью растений и другими показателями существуют определенные взаимосвязи: значение средней величины одного признака изменяется при изменении другого признака.

Когда определенному значению независимой переменной  $X$  соответствует не одно, а множество возможных значений признака  $Y$ , возникают связи, обнаруживаемые лишь при массовом изучении признаков, называемые стохастическими (вероятностными) или корреляционными.

Корреляции подразделяют по направлению, форме и числу связей. По направлению корреляция может быть прямой или

обратной. При прямой корреляции с увеличением значения признака  $X$  увеличивается значение признака  $Y$ .

Например, чем быстрее порастает число клубней картофеля определенных размеров, тем выше урожай; чем больше длина листа, тем больше его площадь: чем лучше освещены растения, тем интенсивнее фотосинтез и т. п.

При обратной корреляции с увеличением значения признака  $X$  значение признака  $Y$  уменьшается. Например, при постоянном увеличении массы корнеплодов свеклы уменьшается их сахаристость.

По форме корреляция бывает линейной и криволинейной. Линейная корреляция имеет место, когда с увеличением признака  $X$  соответственно увеличивается второй признак  $Y$ . Например, площадь листьев возрастает с увеличением их длины; урожай увеличивается с увеличением числа полноценных зерен; ростовые процессы улучшаются при увеличении площади питания растений.

При криволинейной корреляции значения  $X$  и  $Y$  изменяются сначала в одном направлении, а затем в противоположном. Так, при постоянно возрастающих дозах фактора  $X$  (азотные или другие удобрения, влажность почвы и т. п.) урожай  $Y$  сначала возрастает, затем стабилизируется, а после дальнейшего увеличения признака  $X$  снижается. Линейная связь выражается коэффициентом корреляции  $r$ , а криволинейная - корреляционными отношениями.

По числу связей корреляция может быть простой, когда имеется связь между двумя признаками и множественной, когда связано три признака и более. Например, урожай зависит от дозы азота, фосфора, калия, норм орошения и других факторов. По силе связи корреляция бывает полной, сильной, средней, слабой; она может быть также достоверной и недостоверной.

Если корреляционный анализ показал наличие сильной и достоверной связи, т. е. такой, которая установлена на уровнях вероятности  $P_{0,95}$  и  $P_{01} > p_p$ , проводят регрессивные анализы, вычисления коэффициента регрессии  $R_{xy}$  и  $R_{yx}$ .

Регрессия - это характер и степень изменения одного из признаков  $X$  на единицу изменения другого  $Y$ .

Связь между функцией и аргументом выражается уравнением регрессии или корреляционным уравнением, которые используют:

- для вычисления неизвестного показателя по известному, например, площади листьев по их длине;
- для прогнозирования будущего урожая по числу цветков или завязей;
- для прогнозирования качества урожая по элементам погоды;
- для прогнозирования распространения вредителей и болезней по внешним условиям;
- для прогнозирования качества продуктов переработки и их хранения по качеству сырья и т. д.

При простой регрессии уравнение кратко обозначается  $Y = f(x)$  и при множественной  $Y = f(x, z, v)$ . Для оценки тесноты (силы) связи используют коэффициенты корреляции и корреляционное отношение.

Рассмотрим линейную корреляцию и регрессию.

Под линейной - прямолинейной корреляционной зависимостью между двумя признаками  $X$  и  $Y$  понимают такую зависимость, которая носит линейный характер и выражается уравнением прямой линии  $y = a + bx$ . Это уравнение называется уравнением регрессии  $Y$  на  $X$ , а соответствующая ему прямая линия - выборочной регрессии  $Y$  на  $X$ . Здесь  $b$  - выборочный коэффициент регрессии

Линейная регрессия - это такая зависимость, когда при любом значении аргумента  $X$  одинаковые приращения его вызывают одинаковые изменения функции  $Y$ . Когда при одинаковых приращениях аргумента функция имеет неодинаковые изменения, регрессия называется криволинейной.

Линейная регрессия  $Y$  на  $X$  показывает, как изменяется в среднем величина  $Y$  при изменении величины  $X$ . Если при увеличении  $X$  величина  $Y$  в среднем увеличивается, то корреляция и регрессия называется положительной или прямой, а если с увеличением  $X$  значение  $Y$  в среднем уменьшается - отрицательной или обратной.

Для анализа линейной корреляции между  $X$  и  $Y$  проводят  $n$  независимых парных наблюдений, исходом каждого из которых является пара чисел  $(X_1; Y_1), (X_2; Y_2) - (X_n Y_n)$ .

По этим значениям определяют выборочные эмпирические коэффициенты корреляции и регрессии, рассчитывают уравнение регрессии, строят теоретическую линию регрессии и оценивают значимость полученных результатов.

В качестве числового показателя простой линейной корреляции, указывающего на тесноту и направление связи  $X$  с  $Y$ , используют коэффициент корреляции, обозначаемый буквой  $r$ . Он является безразмерной величиной, изменяющейся в области  $-1 < r < +1$ .

Если каждой величине  $X$  соответствует только определенная величина  $Y$ , то корреляционная связь переходит в функциональную, которую можно считать частным случаем корреляционной.

При полных связях, когда корреляционная связь превращается в функциональную, значение коэффициента корреляции равно для положительных, или прямых связей  $+1,0$ , для отрицательных, или обратных связей  $-1,0$ . Чем ближе  $r$  к  $+1$  или  $-1$ , тем теснее прямолинейная корреляционная связь; она ослабевает с приближением  $r$  к  $0$ . Когда  $r = 0$ , между  $X$  и  $Y$  нет линейной связи, но криволинейная зависимость может существовать.

Может показаться, что величина коэффициента корреляции, близкая к  $0,5$ , уже достаточно высока и совпадение вариации двух признаков при этом должно быть у половины всех случаев.

Однако теория корреляции показывает, что степень сопряженности в вариации двух величин более точно измеряется квадратом коэффициента корреляции ( $r^2$ ).

Тогда, при  $r = 0,5$  не  $50\%$ , а только  $25\%$  изменчивости одного признака объясняется изменчивостью другого ( $0,5^2 = 0,25$  или  $25\%$ ), остальная же часть сопряженности ( $1 - 0,25 = 0,75\%$ ) обусловлена другими факторами.

При  $r = 0,6$  не  $60\%$ , а около  $36\%$ , при  $r = 0,8$  около  $64\%$ , а при  $r = 0,95$  уже около  $97\%$  изменчивости зависимой переменной  $Y$  (результативного признака) связано с изменчивостью независимой переменной  $X$  (факториального признака).

Квадрат коэффициента корреляции ( $r^2$ ) называется коэффициентом детерминации и обозначается  $d_{yx}$ . Он показывает долю (%) от тех изменений, которые в данном явлении зависят от изучаемого фактора.

Коэффициент детерминации является более непосредственным и прямым способом выражения зависимости одной величины от другой, и в этом отношении он предпочтительнее коэффициента корреляции.

В случаях, где известно, что зависимая переменная  $Y$  находится в причинной связи с независимой переменной  $X$ , значение  $r^2$  показывает ту долю элементов в вариации  $Y$ , которая определена влиянием  $X$ .

Поэтому в выражении «50% колебаний в урожае вызывается колебаниями в выпадении осадков» - 50% - коэффициент детерминации.

Считается, что при  $r < 0,3$  корреляционная зависимость между признаками слабая,  $r = 0,3 - 0,7$  - средняя, а при  $r > 0,7$  сильная.

Для оценки надежности выборочного коэффициента корреляции вычисляют ошибку и критерий существенности.

Следовательно, коэффициенты корреляции, близкие к единице, оказываются всегда точнее коэффициентов корреляции, близких к нулю.

С увеличением количества объектов исследования  $S_r$  также будет всегда уменьшаться, а точность в определении  $r$  - возрастать.

Коэффициент корреляции указывает на направление и степень сопряженности в изменчивости признаков, но не позволяет судить о том, как количественно меняется результативный признак при изменении факториального на единицу измерения, что важно в познавательных и практических целях.

В подобных случаях на помощь приходит регрессивный анализ. Его основная задача - определить формулу корреляционной зависимости, т. е. уравнение прямой линии.

Коэффициент регрессии  $b_{yx}$  показывает, как изменяется  $Y$  при изменении  $X$  на единицу измерения и выражается в единицах  $Y$ , а  $b_{xy}$  указывает регрессию  $X$  на  $Y$  и выражается в единицах  $X$ .

Коэффициентом линейной регрессии называется число, показывающее, в каком направлении и на какую величину изменяется в среднем признак  $Y$  (функция) при изменении признака  $X$  (аргумента) на единицу измерения.

Задача корреляционного анализа состоит в том, чтобы определить характер связи между сопряженными признаками, убедиться в статистической достоверности найденного количественного значения связи, выяснить корреляционное отношение между признаками с тем, чтобы в дальнейшем подвергать эти данные регрессионному анализу.

Мерой корреляционной зависимости служит коэффициент корреляции ( $r$ ).

Он может принимать значения от  $-1$  до  $+1$ . Знак «-» означает, что связь обратная, «+» - прямая.

Чем ближе коэффициент к  $1$ , тем теснее линейная связь.

При величине коэффициента корреляции менее  $0,3$  связь оценивается как слабая, от  $0,31$  до  $0,5$  - умеренная, от  $0,51$  до  $0,7$  - значительная, от  $0,71$  до  $0,9$  - тесная,  $0,91$  и выше - очень тесная.

Значение коэффициента корреляции может быть высоким, но не достоверным, случайным.

Графический способ позволяет с достаточным приближением получить теоретическую линию регрессии без дополнительных вычислений.

На точечной диаграмме при помощи прозрачной линейки с нанесенной чертой проводят линию на глаз так, чтобы она располагалась как можно ближе по всем точкам, и сумма расстояний этой линии от эмпирических точек была наименьшей. Этот метод дает удовлетворительные результаты в тех случаях, когда необходимо только грубо, приближенно выявить общую тенденцию.

Чтобы проверить статистическую значимость коэффициента корреляции, необходимо рассчитать эмпирическое (наблюдаемое) значение  $t$ -критерия. Для малых выборок  $n < 100$  оно рассчитывается по формуле:

$$t_{\text{набл}} = \frac{|r| \cdot \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

При  $n > 100$  формула для расчета  $t$ -наблюдаемого следующая:

$$t_{\text{набл}} = \frac{|r| \cdot \sqrt{n}}{1-r^2}$$

Критическое значение  $t$ -критерия Стьюдента рассчитывается по таблице или с помощью встроенной функции СТЬЮДРАСПОБР в соответствии с принятым уровнем значимости  $\alpha$  и числом степеней свободы, рассчитывающиеся по формуле  $f = \frac{n-2}{t_{\text{крит}}}$  ( $\alpha$ .  $f = n-2$ )

При  $t_{\text{набл}} > t_{\text{крит}}$  нулевая гипотеза о равенств нулю коэффициента корреляции между изучаемыми признаками в генеральной совокупности отвергается, и  $r$  считается статистически значим на принятом уровне значимости.

Для использования коэффициента корреляции Пирсона необходимо, чтобы все переменные были непрерывными и данные являлись бы случайной выборкой из генеральной совокупности с нормальным распределением.

Корректное применение коэффициента корреляции для оценки зависимости какой-либо переменной  $Y$  от какой-либо переменной  $X$  возможно только в том случае, если эта зависимость близка к линейной.

Если какое-либо из этих условий не выполняется, применяются так называемые непараметрические критерии и, в частности, коэффициент ранговой корреляции Спирмена. Его значение также заключено между  $-1$  и  $+1$ , интерпретация такая же, как и интерпретация значений коэффициента Пирсона.

При большом числе наблюдений, когда коэффициенты корреляции необходимо последовательно вычислять для нескольких выборок, для удобства получаемые коэффициенты сводят в таблицы, называемые корреляционными матрицами.

Корреляция называется множественной, если на величину результативного признака одновременно влияют несколько факториальных.

Наиболее простой формой множественной связи является линейная зависимость между тремя признаками, когда один из них, например, урожай, рассматривается как функция ( $Y$ ), а два другие как аргументы ( $X$  и  $Z$ ).

В качестве меры тесноты линейной связи трех признаков используется частные коэффициенты корреляции.

Частный коэффициент корреляции - показатель, измеряющий степень сопряженности двух признаков при постоянном значении третьего.

Множественный коэффициент корреляции трех переменных - показатель тесноты линейной связи между одним из признаков (буква индекса перед точкой) и совокупностью двух других признаков (буквы индекса после точки).

Если связь между изучаемыми явлениями существенно отклоняется от линейной, что легко установить по точечному графику, то коэффициент корреляции непригоден в качестве меры

связи. Он может указать на отсутствие сопряженности там, где налицо сильная криволинейная зависимость.

Поэтому необходим показатель, который правильно измерял бы степень криволинейной зависимости. Таким показателем является криволинейное отношение, обозначаемое греческой буквой  $\Gamma$  (эта). Оно измеряет степень корреляции при любой ее форме.

Для установления сопряженности между качественными признаками, имеющими несколько градаций, в биологии применяют коэффициент ранговой корреляции Спирмана

Множественная корреляция - это вероятностная зависимость между одной величиной  $Y$  с одной стороны, и одновременно несколькими другими  $X_1, X_2, \dots, X_m$ , с другой стороны. То есть, в отличие от парной корреляции, при которой на изменения зависимой (результатирующей) переменной влияет одна независимая (объясняющая) переменная, при множественной корреляции независимых (объясняющих) переменных две или больше.

Корреляционная матрица - это таблица, в которой на пересечении соответствующих строки и столбца находится коэффициент корреляции между соответствующими параметрами.

Показатель множественной корреляции характеризует тесноту связи рассматриваемого набора факторов с исследуемым признаком, или, иначе, оценивает тесноту совместного влияния факторов на результат.

### **10.1. Расчет описательных статистик при помощи электронных таблиц Microsoft Excel**

В MICROSOFT EXCEL для вычисления корреляционной матрицы используется процедура Корреляция из пакета Анализ данных. Для реализации процедуры необходимо:

выполнить команду Сервис - Анализ данных;

в появившемся списке Инструменты анализа выбрать строку Корреляция и нажать кнопку ОК (если пункт «Анализ данных» в меню «Сервис» отсутствует, то следует обратиться к пункту «Надстройки» того же меню и установить флажок «Пакет анализа»);

■ в появившемся окне указать Входной интервал, то есть ввести ссылку на ячейки, содержащие анализируемые данные. Входной интервал должен содержать не менее двух столбцов.

- в разделе Группировка переключатель установить в соответствии с введенными данными (по столбцам или по строкам);
- указать выходной интервал, то есть ввести ссылку на ячейку, с которой будут показаны результаты анализа. Размер выходного диапазона будет определен автоматически, и на экран будет выведено сообщение в случае возможного наложения выходного диапазона на исходные данные. Нажать кнопку ОК.

В выходной диапазон будет выведена корреляционная матрица, в которой на пересечении каждой строки и столбца находится коэффициент корреляции между соответствующими параметрами.

Заметим, что ячейки выходного диапазона, имеющие совпадающие координаты строк и столбцов, содержат значение 1, так как каждый столбец во входном диапазоне полностью коррелирует сам с собой.

## **10.2. Построение множественной линейной регрессионной модели с помощью MS Excel**

Регрессионный анализ позволяет получить предсказание значений зависимой переменной на основе значений независимых переменных. Процедура построения регрессионной модели, а особенно оценка ее адекватности является достаточно сложной статистической процедурой, поэтому здесь ограничимся рассмотрением случая линейной регрессии, уравнение которой в общем виде имеет вид:  $y = m_1x_1 + m_2x_2 + \dots + m_kx_k + m_0$ .

Для построения множественной линейной регрессионной модели необходимо:

подготовить список из  $n$  строк и  $m$  столбцов, содержащий экспериментальные данные (столбец, содержащий выходную величину  $y$  должен быть либо первым, либо последним в списке);

обратиться к меню Сервис/Анализ данных/Регрессия в диалоговом окне «Регрессия» задать:

- входной интервал  $Y$ ;
- входной интервал  $X$ ;
- выходной интервал - верхняя левая ячейка интервала, в который будут помещаться результаты вычислений (рекомендуется разместить на новом рабочем листе);

4) нажать «ОК» и проанализировать результаты.

Пример. По данным о зависимости урожайности  $Y$  (ц/га) от величины гумусового слоя  $X_1$  (м) и количества минеральных удобрений  $X_2$  (т/га) построить множественную регрессионную модель.

Решение. Внесем данные как показано в верхней части листа электронной таблицы.

Выполняя процедуру регрессионного анализа, как указано выше, получим ВЫВОД ИТОГОВ, который содержит три таблицы.

Информация о вкладе каждой независимой переменной показана в нижней таблице, а информация о модели в целом показана над этой таблицей.

### 10.3. Интерпретация результатов регрессионного анализа

$R$ -коэффициент множественной корреляции. Он характеризует тесноту линейной связи между зависимой и всеми независимыми переменными и может принимать значения от 0 до 1.

Задачей построения регрессионной зависимости является нахождение вектора коэффициентов модели, при котором коэффициент  $R$  принимает максимальное значение.

Коэффициент множественной корреляции  $R$ . В рассмотренном примере оценка множественного коэффициента корреляции между случайной величиной  $Y$  и двумя остальными составила  $R \sim 0,96$ , что указывает на тесную зависимость урожайности ( $y$ ) от величины гумусового слоя ( $x_1$ ) и количества минеральных удобрений ( $x_2$ ).

Коэффициент детерминации  $R$ . Он численно выражает долю вариации зависимой переменной, объясняемую с помощью регрессионного уравнения. Чем больше  $R$ , тем большую долю вариации объясняют переменные, включенные в модель. В рассматриваемом примере значение  $R$  (0,9168) указывает на то, что около 92% дисперсии функции отклика (урожайности) объясняется вариацией линейной комбинации факторов  $X_1$  и  $X_2$ .

Нормированный  $R$  - скорректированный коэффициент множественной корреляции. Этот коэффициент лишен недостатков коэффициента множественной корреляции. Включение новой переменной в регрессионное уравнение увеличивает его не всегда, а только в том случае, когда частный  $F$ - критерий при проверке гипотезы о значимости включаемой переменной больше или равен 1. В противном случае включение новой переменной уменьшает значение нормированного коэффициента.

Значимость F-критерия точность аппроксимации исследуемой зависимости линейной зависимостью.

Информация о каждой независимой переменной содержится в третьей нижней таблице, заголовки строк в которой являются названиями независимых переменных и свободного члена.

Направление связи между переменными определяется на основании знаков (отрицательный или положительный) коэффициентов регрессии. Если знак при коэффициенте регрессии положительный, связь зависимой переменной с независимой будет положительной. Если знак при коэффициенте регрессии отрицательный, связь зависимой переменной с независимой является отрицательной (обратной).

К сожалению, определение относительного влияния разных независимых переменных не тождественно простому сравнению их коэффициентов регрессии. В тех случаях, когда независимая переменная измеряется в разных единицах, коэффициенты регрессии не отражают относительного воздействия их на зависимую переменную.

Одним из возможных путей обойти это - стандартизировать переменные так, чтобы они были измерены в одних и тех же единицах, и снова произвести подсчеты коэффициента регрессии.

### ***Темы рефератов***

- Регрессионный анализ в статистическом изучении взаимосвязи показателей
- Множественный регрессионный анализ
- Многомерные статистические методы регрессионного анализа
- История корреляционно-регрессионного анализа

### ***Контрольные вопросы***

1. Категории связи между признаками.
2. Что такое корреляция и как она проявляется?
3. Типы корреляции.
4. По какому показателю оценивают степень и характер связи?
5. Значение и применение корреляционной связи в исследованиях
6. Как оценить достоверность коэффициента корреляции
7. Что такое регрессия

## Глава 11. КОВАРИАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ

Ковариационный анализ (*covariance analysis*) – совокупность методов математической статистики изучения взаимосвязи между количественной зависимой переменной и набором категориальных и одновременно набором количественных предикторов.

Независимые количественные предикторы в модели ковариационного анализа называют ковариатами, а категориальные независимые переменные – факторами.

Ковариационный анализ является как бы синтезом регрессионного и дисперсионного анализа. Основные теоретические и прикладные проблемы ковариационного анализа относятся к линейным моделям.

Если в линейной модели взаимосвязи присутствуют только категориальные предикторы с помощью введения фиктивных переменных, то получается модель дисперсионного анализа. Если в линейной модели присутствуют только количественные предикторы – получается модель регрессионного анализа. А при совместном введении факторов и ковариат проводится ковариационный анализ.

Ковариационный анализ - одновременный анализ сумм квадратов и сумм произведений отклонений двух или более переменных от их средних. Он используется при планировании и статистической обработке результатов опыта как способ уменьшения ошибки эксперимента, не поддающийся непосредственному контролю (выравниванию).

Нередки случаи, когда деревья или кусты ягодников, многолетние культуры на делянках значительно различаются по силе роста и урожаю в самом начале опыта.

Как правило, такие растения еще больше различаются в конце опыта, поэтому оценка эффективности изучаемых вариантов без поправок на первоначальное состояние растений не будет объективной. В таких случаях проводят ковариационный анализ, который позволяет установить соотношение между вариацией зависимой переменной, например, урожаев  $Y$  и вариацией, сопутствующей эксперименту переменной  $X$ , например, исходным состоянием многолетних культур, густотой стояния растений и т. д.

На основе соотношения проводится статистическое выравнивание условий эксперимента. Статистический контроль над сопутствующей опыту переменной при условии, что ее вариация не связана с изучаемым фактором, дает возможность получить такой конечный результат, который был бы получен при сохранении величины  $X$  на постоянном уровне.

Ковариационный анализ используют также тогда, когда отдельные растения в опыте выпадают из-за повреждения вредителями, морозами, поражения болезнями. Это не относится к случаям, когда сильное поражение болезнями или морозами при сортоиспытании является особенностью сорта или, когда в агротехническом опыте растения выпадают под влиянием высоких доз удобрений, гербицидов.

В узком смысле под ковариацией, обозначаемой  $\text{cov}$  или  $S^*y$ , в математической статистике понимается среднее произведение отклонений двух переменных от их средних:

Ковариационный анализ - одновременный анализ сумм квадратов и сумм произведений отклонений двух или более переменных от их средних.

Он используется при планировании и статистической обработке результатов опыта как способ уменьшения ошибки эксперимента, не поддающейся непосредственному контролю (выравниванию).

Ковариационный анализ позволяет установить соотношение между вариацией зависимой переменной, например, урожаев  $Y$ , и вариацией, сопутствующей эксперименту переменной  $X$ , например исходным состоянием многолетних деревьев, густотой стояния растений, содержанием в почве питательных веществ и т. д.

На основе соотношения проводится статистическое выравнивание условий эксперимента.

Статистический контроль над сопутствующей опыту переменной при условии, что ее вариация не связана с изучаемым фактором, дает возможность получить такой конечный результат, который был бы получен при сохранении величины  $X$  на постоянном уровне.

Это заметно уточняет результаты опыта, снижает его ошибку.

В узком смысле под ковариацией, обозначаемой cov или  $S_{XY}$ , в математической статистике понимается среднее произведение отклонений двух переменных от их средних:

$$\text{cov} = \frac{\sum(X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{n - 1}$$

Ковариация может быть, как положительной, так и отрицательной.

В более широком смысле ковариацией называется совокупность трех статистических показателей: средних арифметических  $X$  и  $Y$ , сумм квадратов отклонений  $\sum(X - \bar{X})^2$  и  $\sum(Y - \bar{Y})^2$  суммы произведений отклонений  $\sum(X - \bar{X})(Y - \bar{Y})$ . Параллельное разложение этих величин по факторам варьирования и составляет суть ковариационного анализа.

В заключение следует еще раз подчеркнуть, что в агрономических исследованиях ковариационный анализ целесообразно использовать для уточнения опыта в двух основных случаях:

- если на результативный признак может оказать заметное влияние разное исходное состояние условий эксперимента - плодородие почвы, степень развития многолетних растений и т. п., которые могут быть изменены в начале опыта;

- если на изучаемый признак в процессе эксперимента оказывают влияние не зависящие от вариантов опыта причины - выпадения растений и повреждение их болезнями, вредителями, птицами и т. д.

Таким образом, правильное применение ковариационного анализа предполагает независимое от вариантов опыта распределение случайной величины  $X$ . Если сопутствующая  $X$  имеет отношение к изучаемым вариантам, то исключение ее эффекта неправомерно, так как это ведет к исключению части эффекта варианта.

Например, при сортоиспытании отдельные сорта могут поражаться в большей степени и исключение этого влияния неправильно по отношению к более устойчивым сортам.

В опытах с пораженными овощными и плодовыми культурами, когда разная густота стояния растений является результатом действия изучаемых вариантов, нельзя делать никаких поправок на изреженность.

### ***Темы рефератов***

- Ковариационный анализ как метод для анализа сгруппированных данных
- Применение ковариационного анализа в *агрономических* исследованиях.
- Ковариационный анализ в факторных экспериментах
- Обработка информации на основе ковариационного анализа

### ***Контрольные вопросы***

1. Что такое ковариация?
2. Когда используется ковариационный анализ?
3. Когда целесообразно использовать ковариационный анализ?
4. Что такое ковариационный анализ?
5. Что такое ковариация в широком и узком смысле слова?
6. Этапы ковариационного анализа.

## **Глава 12. СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ СТАТИСТИКА**

ФАО (англ. FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations – Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединённых Наций), межправительственная организация для развития сельского и лесного хозяйства, рыболовства, сельских районов.

ФАО собирает и распространяет во всем мире надежные и своевременные статистические данные в сфере продовольствия и сельского хозяйства.

ФАО разрабатывает статистические методики и стандарты и помогает странам развивать свои статистические системы, оказывая им техническую помощь и организуя для них мероприятия по развитию потенциала.

ФАО распространяет статистические данные и готовит публикации, рабочие документы и статистические ежегодники, содержащие статистические данные в сфере продовольственной безопасности и питания, растениеводства и животноводства, а также в экономической, социальной и экологической сферах

ФАО была основана 16 октября 1945 года в Квебеке (Канада), где по приглашению Временной комиссии Объединенных Наций по вопросам продовольствия и сельского хозяйства собрались представители государств для подписания Устава Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций.

В состав ФАО входит 191 государство-член, два ассоциированных члена (Фарерские Острова и Токелау) и одна организация (Европейский Союз).

Российская Федерация вступила в эту организацию в 2006 году.

ФАО играет ведущую роль в международной деятельности, направленной на борьбу с голодом. Работая как с развитыми, так и с развивающимися странами, она выступает в качестве нейтрального форума, где все государства встречаются на равноправной основе в целях обсуждения соглашений и проведения дискуссий по вопросам продовольственной политики.

ФАО также помогает развивающимся странам и странам с переходной экономикой модернизировать и совершенствовать методы ведения сельского, лесного и рыбного хозяйства и обеспечивать надлежащее питание для всего населения.

Центральным направлением деятельности ФАО является достижение продовольственной безопасности для всех стран: обеспечение такого положения, при котором люди будут регулярно иметь доступ к отвечающему высоким стандартам качества продовольствию в достаточном количестве для ведения активной, здоровой жизни.

Главными целями ФАО являются - повышение качества питания, увеличение производительности труда в сельском хозяйстве, улучшение условий жизни сельского населения и содействие росту мировой экономики.

ФАО состоит из семи департаментов: сельского хозяйства и защиты потребителей; экономики и социального развития; рыбного хозяйства и аквакультуры; лесного хозяйства; корпоративного обслуживания, кадров и финансовых ресурсов; управления природными ресурсами и окружающей среды; а также технического сотрудничества.

Сельскохозяйственная статистика - это отрасль экономической статистики, изучающая сельское хозяйство.

Основными задачами статистики сельского хозяйства являются сбор, обработка и анализ статистических данных, характеризующих состояние, развитие сельского хозяйства. Эти данные используются для составления годовых и перспективных планов сельскохозяйственного производства.

Недостаточное развитие сельского хозяйства - одна из причин безработицы и бедности на селе. Его развитие позволит решить не только важные общегосударственные экономические задачи, но и ощутимо повысить благосостояние сельских жителей.

Аграрную статистику можно разделить на две части:

- статистика землевладения и землепользования,
- статистика аграрного производства.

Сельскохозяйственная статистика является одной из отличающейся большой точностью статистических областей.

В государствах с экономикой переходного типа сельское хозяйство имеет большое значение, поскольку существенная доля трудящихся заняты именно в этой сфере, а переход к рыночным отношениям в ней является трудным и регулируется специальными административно-политическими методами.

Статистическая система, которая необходима для учета сельскохозяйственной продукции во многом отличается от статистических методов исследования промышленной отрасли или же строительства, так как большинство сельскохозяйственных производителей находятся в статусе семейного предприятия или подсобного, и некоторая доля производимых ими товаров уходит на собственное потребление.

Продукция сельскохозяйственной отрасли является важной категорией статистического наблюдения, она легче поддается учету, в отличие от промышленной. Именно поэтому статистика сельского хозяйства имеет весомый функциональный компонент.

Основу функционального подхода составляет абстрактная концепция общей фермы, согласно которой производство сельскохозяйственной отрасли страны объединяется в одну национальную производящую единицу.

При проведении расчетов исходят из того, что все домашние хозяйства заняты в одном общегосударственном сельхозпредприятии, в связи с чем все внутриотраслевые потоки товаров консолидируются.

Статистическая информация сельскохозяйственной отрасли позволяет устанавливать производство урожая, ограничивать посевы, определять качество выращенных культур.

Цифровизация сельского хозяйства необходима для повышения эффективности и устойчивости его функционирования путем кардинальных изменений качества управления как технологическими процессами, так и процессами принятия решений на всех уровнях иерархии, базирующихся на современных способах производства и дальнейшего использования информации о состоянии и прогнозировании возможных изменений управляемых элементов и подсистем, а также экономических условий в сельском хозяйстве.

Мировая практика и опыт успешных отечественных сельскохозяйственных производителей показывают, что применение современных цифровых технологий позволяет сформировать оптимальные почвенно-агротехнические и организационно-территориальные условия, обеспечивающие в течение всего жизненного цикла сельскохозяйственной продукции значительное повышение урожайности и производительности труда, снижение материальных затрат на ГСМ, электроэнергию, средства защиты растений, оплату труда и другие виды расходов, сохранение плодородия почв и защиту окружающей среды.

Однако отечественные производители сельскохозяйственной продукции и продовольствия вследствие длительного отсутствия условий для инвестиций и сложившегося на текущий момент времени низкого уровня обеспеченности современными информационными технологиями отстают от сельскохозяйственных производителей стран с развитым АПК в таких значимых показателях, как производительность труда, урожайность и др.

В России проведению процессов цифровизации сельского хозяйства как сферы производства и обращения, а также цифровизации процессов государственного управления сельским хозяйством как сферой экономики препятствуют следующие факторы:

- отсутствие единого подхода к стандартизации процессов, форм и форматов сбора, хранения и передачи полной и актуальной информации о землях сельхозназначения как основном средстве производства в сельском хозяйстве и объекте гражданского права,

природных факторах, наличии ресурсной базы, рынка труда, капитала, задействованного в сельскохозяйственном производстве, о сфере сбыта продукции с учетом экспортно-импортной составляющей, что обуславливает невысокую степень информационного обмена и, как следствие, недостаточную степень координации при принятии решений органами государственной власти и местного самоуправления на всех уровнях, а также проблему полномасштабного использования территориально-отраслевого принципа для планирования и развития сельского хозяйства;

- высокий уровень дефицита на отраслевом рынке труда специалистов, способных эффективно работать с инновационными цифровыми технологиями;

- низкие стимулы для производства продукции с гарантированными потребительскими качествами в условиях отсутствия национальных и международных (ЕАЭС) информационных систем, обеспечивающих прослеживаемость продукции на всем пути – от сельскохозяйственных товаропроизводителей до прилавка магазина;

- высокая цена импортных разработок, зависимость от курсовых колебаний мировых валют и решений мировых лидеров о принятии санкций или иных торговых ограничений в условиях низкого уровня развития отечественного рынка цифровых технологий;

- отсутствие документов, регулирующих долгосрочное прогнозирование и планирование использования земельных ресурсов страны в целом и земель, пригодных для сельскохозяйственного производства;

- отсутствие нормативно-правовой базы и практики межведомственного взаимодействия на региональном уровне;

- неполнота данных о постановке на кадастровый учёт всех земельных участков, используемых в сельскохозяйственном производстве;

- отсутствие национальных информационных систем и цифровых платформ, обеспечивающих производителей сельскохозяйственной продукцией и региональные органы исполнительной власти набором пространственных данных и картографических материалов, содержащих следующую информацию:

○ достоверные сведения о происхождении продукции семеноводства и племенного животноводства, кормов, удобрений и средств защиты растений, что приводит к росту уровня контрафактной продукции и влечет за собой низкую урожайность, болезнь растений и преждевременную гибель животных;

○ – оперативные рекомендации о необходимости начала или прекращения процессов по обработке почвы, производству продукции растениеводства, уборке урожая, уходу за животными (отсутствие подобных рекомендаций приводит к несвоевременной уборке урожая, непринятию мер по защите растений от вредителей, болезней и др.);

▪ итоговая сумма затрат на внедрение сквозных цифровых продуктов и технологий с учетом всех операций, дальнейшего обслуживания, затрат на персонал и др.;

▪ сведения об экономическом потенциале, реализуемом в результате

▪ внедрения комплексных сквозных цифровых продуктов и технологий;

▪ разграничение сельскохозяйственных земель по формам собственности и разрешённому использованию;

▪ наличие, состояние и использование мелиоративных систем;

▪ детализированные с точностью до 1: 10 000 масштаба карты земли сельскохозяйственного назначения с указанием агроэкологического состояния почв (содержание гумуса, уровень кислотности, гранулометрический состав, водный и воздушный режимы, содержание комплекса NPK, загрязнённость, подверженность негативным антропогенным и природным воздействиям и т.д.);

▪ детализированные с точностью до 1: 10 000 масштаба карты почвенных разностей, включающие в себя долговременные наблюдения, архивные данные, обязательные (с 5- и 15-летним периодом) базовые агрохимические, эколого-токсикологические, радиологические и почвенные обследования – как основу для научно обоснованных рекомендаций оперативного управления и стратегического планирования;

▪ отсутствие учебных программ по подготовке специалистов в области использования современных инновационных технологий

для сбора и обработки информации о состоянии и использовании земель в АПК.

Решение проблем, препятствующих цифровизации сельского хозяйства, является частью общенациональной задачи комплексного развития сельских территорий, включающей в себя необходимость разработки (с учетом пространственного развития страны) схемы размещения и специализации агропромышленного производства, которая в качестве основы должна иметь многоуровневое интегрированное информационное пространство, основанное на современных цифровых технологиях.

К таким проблемам относятся:

- недостаточность финансовых средств для внедрения ИКТ у большинства сельскохозяйственных товаропроизводителей. Как уже отмечалось, в аграрной сфере сформировалась так называемая биполярная экономика, где на одном полюсе сосредоточены высокорентабельные хозяйства, имеющие широкий доступ к эффективным технологиям, а на другом – хозяйства, работающие на грани окупаемости с использованием устаревших технологий;

- дефицит квалифицированных кадров. По данным Минсельхоза России, в нашей стране вдвое меньше IT-специалистов, работающих в сельском хозяйстве, чем в странах с традиционно развитой сферой АПК. Российскому аграрному сектору, по оценке экспертов, необходимо порядка 90 тыс. IT-специалистов;

- недостаточное развитие в сельской местности цифровой инфраструктуры, особенно в «сельской глубинке». В этой области происходят радикальные изменения, однако цифровое неравенство между городом и селом сохраняется;

- несовершенство нормативно-правового регулирования освоения информационных технологий в АПК.

### ***Темы рефератов***

- Роль ФАО в обеспечении международной продовольственной безопасности
- Интерпретация понимания продовольственной безопасности на международном уровне
- Анализ продовольственной ситуации в современном мире

- Партнерство как важное направление деятельности ФАО по решению продовольственной проблемы
- Всемирная Продовольственная Программа и действия стран в рамках всеобщей декларации о ликвидации голода и недоедания

### ***Контрольные вопросы***

1. Роль ФАО в решении глобальных продовольственных проблем
2. ФАО и статистическая информация
3. Цифровизация сельского хозяйства и статистические данные
4. Какие основные проблемы в сельском хозяйстве
5. Роль ФАО в решении проблем в сельском хозяйстве

## **Глава 13. СТАТИСТИКА ЗЕМЕЛЬНЫХ УГОДИЙ И ПОСЕВНЫХ ПЛОЩАДЕЙ**

Естественной основой создания материальных благ являются земельные ресурсы.

Под земельным фондом понимается общая площадь земель в границах отдельных землепользователей, административно-территориальных единиц или в целом по стране.

Землепользование - право на производственное использование земли, возникающее в порядке отвода государством земли сельскохозяйственным предприятиям и отдельным лицам на основе Конституции Российской Федерации и земельного законодательства. Землепользователями являются:

- Российская Федерация;
- субъекты Российской Федерации;
- муниципальные образования;
- сельскохозяйственные организации;
- промышленные, транспортные и иные несельскохозяйственные организации, и учреждения;
- граждане.

Земля в сельском хозяйстве функционирует в качестве предмета труда, когда человек воздействует на ее верхний горизонт - почву - и создает необходимые условия для роста и развития сельскохозяйственных культур.

В то же время земля является и орудием труда, когда при возделывании растений используются механические, физические и биологические свойства почвы для получения сельскохозяйственной продукции.

Следовательно, земля в сельском хозяйстве является главным средством производства. Земля выступает и как необходимая материальная предпосылка процесса труда, и одним из важных вещественных факторов производства.

Земельные ресурсы в сельском хозяйстве обладают рядом специфических особенностей, которые существенно отличают их от других средств производства и оказывают большое влияние на экономику сельскохозяйственного производства:

- земля есть продукт самой природы;
- земля территориально ограничена, ее поверхность не может быть увеличена или создана вновь;
- землю невозможно заменить более совершенным в техническом отношении другим средством производства;
- отдельные участки земли по своему плодородию (качеству) неоднородны;
- землю невозможно перемещать с одного места на другое;
- в процессе эксплуатации при правильном использовании земля только улучшает свои качества.

Перед статистикой земельных угодий и посевных площадей стоят задачи:

- определение общего размера земельного фонда с дифференциацией его по категориям землепользователей и видам угодий. Учет перераспределения земельных угодий;
- определение состояния угодий, их трансформации (перехода одних видов угодий в другие), сравнительная характеристика качеств земель. Учет коренных улучшений земель;
- характеристика размера, состава и структуры посевных площадей, размещение посевных площадей сельскохозяйственных культур по категориям хозяйств и экономическим районам;
- изучение особенности структуры посевных площадей по типам хозяйств с разным производственным направлением, уровнем интенсификации;
- исчисление и анализ показателей эффективности использования земли.

Все земли Российской Федерации составляют единый государственный земельный фонд, в состав которого в соответствии с целевым назначением и хозяйственным использованием входят следующие категории:

- земли сельскохозяйственного назначения;
- земли городов, поселков и других населенных пунктов;
- земли промышленности, транспорта, связи и иного несельскохозяйственного назначения;
- земли особо охраняемых территорий и объектов;
- земли лесного фонда; земли водного фонда;
- земли запаса.

Землями сельскохозяйственного назначения называют земли, находящиеся в пользовании или в собственности предприятий, хозяйств, обществ и организаций, занимающихся производством сельскохозяйственной продукции.

К землям населенных пунктов относят территории, отведенные генеральным планом развития городов, поселков и иных населенных пунктов.

Земли лесного фонда - это земли, покрытые лесами, а также земли, предназначенные для ведения лесного хозяйства.

К землям водного фонда относят земли водохозяйственных предприятий, организаций и хозяйств.

Земли запаса - это участки (территории), которые не предоставлены в пользование различным землепользователям и находятся в ведении государства.

Таким образом, земельный фонд по целевому назначению и хозяйственному использованию делят на земли сельскохозяйственного назначения и земли несельскохозяйственного назначения.

Согласно международной классификации земельный фонд распределяется по экономическому назначению (сельскохозяйственное, лесное, под населенными пунктами и др.), сельскохозяйственные площади - по угодьям (пахотная земля, естественные пастбища и сенокосы, плодово-ягодные насаждения, виноградники и т. д.), почвы - по качественному составу (засоленные, кислотные, загрязненные и т. д.), земли - по степени и источникам загрязнения.

Качество земель характеризуется, прежде всего, плодородием почв. Плодородие - это свойство земли удовлетворять возделываемые

растения необходимыми питательными веществами и производить урожай. Различают естественное, искусственное и экономическое плодородие почвы.

Естественное (природное) плодородие сформировалось в результате почвообразовательного процесса под воздействием естественных сил природы - солнца, ветра, воды. Оно характеризуется определенными физическими, химическими и биологическими свойствами почвы и имеет решающее значение для земледелия, так как является основой экономического плодородия и существует независимо от трудовой деятельности человека.

Искусственное плодородие создается в результате производственной деятельности человека, оно зависит от уровня развития производительных сил.

В практике ведения земледелия искусственное плодородие почвы обеспечивается благодаря проведению мелиоративных и почвозащитных работ, известкованию, внесению органических и минеральных удобрений, в результате чего обработанные почвы становятся более плодородными.

Экономическое (эффективное) плодородие - естественное и искусственное плодородия в совокупности. Оно предполагает сохранение, эффективное использование и повышение природного плодородия почвы.

Плодородие почвы - величина непостоянная: в результате обработки и рационального возделывания сельскохозяйственных культур оно может повышаться и наоборот, если использование земли нерационально - плодородие может снижаться.

Прямым показателем экономического плодородия выступает урожайность сельскохозяйственных культур - количество продукции, произведенное с единицы земельной площади, например, центнеров с 1 гектара (ц/га).

Урожайность - один из важнейших критериев плодородия почв. На разницу уровней урожайности кроме качества почв влияет различие в уровне интенсивности земледелия и агротехники. Также для экономической оценки антропогенной нагрузки на почву используют условные единицы - баллы.



Рис. 48. Сбор урожая

Балльная оценка земель применяется в почвоведении, в лесном хозяйстве, ресурсоведении, при изучении экологических условий жизни населения, природных ресурсов и т. п.

В сельскохозяйственной статистике рассчитывается такой показатель качественной оценки земли, как средняя балльная оценка земли ( $\bar{h}$ ). Он определяется как средняя арифметическая из отдельных оценок по площади оцениваемых участков:

$$\bar{h} = \frac{\sum_{i=1}^n h_i \cdot S_i}{\sum_{i=1}^n S_i}$$

где  $h$  - средняя балльная оценка земли;

$h_j$  - балльная оценка земли по каждому участку;

$S$  - площадь каждого оцениваемого участка.

Главная задача анализа земельных угодий и посевных площадей состоит в том, чтобы определить источники и причины произошедших изменений, правильно оценить их значение и последствия, выяснить возможности и направления дальнейших изменений.

Размер земельных угодий и посевных площадей может измениться по разным причинам.

Во-первых, в результате увеличения пахотных земель за счет освоения малопродуктивных пастбищ и сенокосов, осушения болот,

раскорчевки кустарников, вследствие повышения степени использования пахотных угодий путем сокращения или полной ликвидации чистых паров, освоения перелогов и залежей.

Во-вторых, в результате сокращения пахотных земель по причинам выведения их из сельскохозяйственного оборота (например, под жилую застройку и другим причинам).

В статистике принято различать такие понятия, как «общая земельная площадь» и «площадь земель сельскохозяйственного назначения (сельскохозяйственных угодий)». В состав общей земельной площади относят всю территорию, закрепленную за землепользователем.



Рис. 49. Сельскохозяйственные угодья

К сельскохозяйственным угодьям относятся земли, на которых ведется сельское хозяйство, то есть те земли, которые используются для производства сельскохозяйственной продукции. В их состав входят:

- пашня - земли, используемые под посевы и пары;
- сенокосы - земли, используемые для сенокошения;
- пастбища - земли, используемые для выпаса скота;
- многолетние насаждения - земли, занятые растениями, способными зимовать в открытом грунте и произрастать на одном месте в течение ряда лет;

- залежь - необработанная пашня.



Рис. 50. Пашня

Кроме того, некоторые виды угодий подразделяются дополнительно. Например, сенокосы бывают заливные, в том числе коренного улучшения, чистые, заросшие кустарником и мелколесьем, покрытые кочками.



Рис. 51. Сенокос

Пастбища, помимо деления их на суходольные и заболоченные, подразделяются по сезонности использования на летние, весенне-осенние, зимние, круглогодичные. Из них выделяют культурные, в том числе коренного улучшения, улучшенные, чистые, заросшие кустарником и мелколесьем, покрытые кочками.



Рис. 52. Пастбище

Многолетние насаждения дифференцируются по видам: сады, ягодники, виноградники, чайные плантации и т. д.



Рис. 53. Многолетние насаждения

К землям несельскохозяйственного назначения относятся:

- леса и кустарники (в том числе площади, предназначенные для ведения лесного хозяйства);
- болота;
- земли под водой (площади, занятые реками, озерами, водохранилищами);
- земли под постройками, дорогами, прогонами;
- прочие земли, не используемые в сельском хозяйстве (целина).

Состав земельного фонда и его движение характеризуется натуральными (га, км<sup>2</sup>), относительными и стоимостными (при экономической оценке земельных площадей и определении платы за землю) показателями.

Важная задача статистики - выявить факторы превращения несельскохозяйственных угодий в сельскохозяйственные, а также менее интенсивных сельскохозяйственных угодий в более интенсивные.

Соотношение отдельных видов земельных угодий в общей земельной площади называется структурой земельной площади, а процентное отношение отдельных видов угодий в общем размере сельскохозяйственных угодий представляет собой структуру сельскохозяйственных угодий.

Состав общей земельной площади и распределение сельскохозяйственных угодий по видам и землепользователям страны определяется ежегодно на 01 ноября на основе данных специальной государственной статистической отчетности. Более точные сведения о размерах и использовании сельскохозяйственных угодий можно получить по результатам специальных обследований.

К показателям использования земли относят ряд коэффициентов, по которым судят об интенсивности использования общей земельной площади, пахотных угодий и пашни.

Коэффициент интенсивности вовлечения земли в хозяйственный оборот ( $K_x$ ) как отношение площади сельскохозяйственных угодий ( $S_{cy}$ ) к общей земельной площади ( $S_{общ}$ ):

$$K_x = \frac{S_{cy}}{S_{общ}}$$

Удельный вес пахотных земель в составе сельскохозяйственных угодий ( $D_{пу}$ ) как отношение пахотных угодий (куда входят пашня, залежи и целина) ( $S_{пу}$ ) к площади сельскохозяйственных угодий, %:

$$D_{пу} = \frac{S_{пу}}{S_{су}} \cdot 100$$

Коэффициент использования пахотных угодий ( $K_{пу}$ ) как отношение площади пашни ( $S_{п}$ ) к площади всех пахотных угодий:

$$K_{пу} = \frac{S_{п}}{S_{пу}}$$

Коэффициент использования пашни ( $K_{п}$ ) как отношение посевной площади ( $S_{пп}$ ) к площади пашни:

$$K_{п} = \frac{S_{пп}}{S_{п}}$$

Показатели орошения, обводнения и осушения земель как удельный вес этих земель к площади соответствующих земельных угодий.

С целью анализа эффективности инвестиций на улучшение качества земель рассчитываются показатели рентабельности капитальных вложений и срок окупаемости инвестиций.

1. Коэффициент рентабельности инвестиционных вложений в основной капитал ( $R_{ив}$ ) определяется как отношение прибыли ( $Пр$ ) к объему инвестиционных вложений ( $ИВ$ ):

$$R_{ив} = \frac{ПР}{ИВ}$$

2. Срок окупаемости инвестиционных вложений в основной капитал является обратным показателем коэффициенту рентабельности:

$$T_{ок} = \frac{ИВ}{ПР} = \frac{1}{R_{ив}}$$

Анализируя экономическую эффективность использования сельскохозяйственных угодий, а также пашни и посевных площадей, применяют натуральные и стоимостные показатели эффективности.

Натуральные показатели применяются для сравнения хозяйственной деятельности сельскохозяйственных организаций (фермеров), находящихся в одинаковых почвенных и климатических условиях (например, произведено молока (мяса) в расчете на 100 га сельскохозяйственных угодий, центнеров).

Стоимостные показатели характеризуют экономическую эффективность использования земли и позволяют сравнить сельскохозяйственные организации разного производственного направления внутри муниципальных районов, регионов и природно-климатических зон.

Основной показатель экономической эффективности использования земли - выручка от продажи продукции сельского хозяйства (или полная себестоимость произведенной продукции) в расчете на 100 га земельных угодий (землеотдача):

$$Y_{\text{эф}} = \frac{B}{S_{\text{су}}(\text{п})} \cdot 100$$

где  $Y_{\text{эф}}$  - уровень эффективности использования сельскохозяйственных угодий (пашни), тыс. руб. /га;

$B$  - выручка от продажи продукции, тыс. руб.;

$S_{\text{су}}(\text{п})$  - площадь сельскохозяйственных угодий (пашни), га.

Показатели производства продукции в расчете на 100 га земельных угодий в натуральном и стоимостном выражении характеризуют экономическую эффективность использования земли в динамике по предприятию, району, региону, республике или же в целом по стране.

Посевная площадь - это часть пашни или распаханых угодий, на которую высеяны семена сельскохозяйственных культур, занятая посевами или убранная.

Статистика учитывает посевные площади под отдельными сельскохозяйственными культурами, группой культур и общую посевную площадь. Учет посевных площадей по каждой сельскохозяйственной культуре ведется с подразделением по хозяйственному использованию и виду получаемой продукции, например, многолетние травы на сено, сенаж, зеленую массу, выпас и т. д.

Наряду с посевными площадями сельскохозяйственных культур в чистом виде на пашне различают следующие специальные посевы.

Уплотненные (междурядные) - посевы в междурядьях пропашных сельскохозяйственных культур и сада. Площади в междурядьях пропашных сельскохозяйственных культур в общий итог посевной площади не включаются, а учитываются отдельно в пересчете на сплошные посевы, исходя из норм высева семян. Посевы в междурядьях сада включают в площадь соответствующей культуры и в общую посевную площадь.

Пожнивные - посевы яровых сельскохозяйственных культур, проведенные после уборки основной сельскохозяйственной культуры для получения второго урожая. Учитываются отдельно.

Промежуточные культуры, (до посева основной культуры) - площади озимых сельскохозяйственных культур, использованные на зеленый корм, на которых проведены посевы яровых культур.

Площади яровых сельскохозяйственных культур считаются основными, а площади промежуточных культур учитываются отдельно.

Предварительные культуры - площади посевов сельскохозяйственных культур на лугах и пастбищах, под покров которых высеяны травы в целях залужения. Предварительные культуры включаются в площадь сельскохозяйственных культур и в общую посевную площадь.

Подпокровные - посев трав под имеющиеся посевы зерновых культур.

Смешанными называют посевы двух и более сельскохозяйственных культур на одной и той же площади.

Сидеральные - посевы, предназначенные для запахивания зеленой массы сидеральных растений (люпина, сераделлы) с целью обогащения почвы органическим веществом, азотом и другими питательными элементами.

Наряду с посевами на пашне могут быть посевы промежуточных сельскохозяйственных культур на улучшаемых лугах и пастбищах, а также в междурядьях садов и ягодников.

Посевная площадь представляет основную форму сельскохозяйственного использования пашни. При определении общего размера посевных площадей по сельскохозяйственной организации в целом следует иметь в виду, что в практике статистики и хозяйственной деятельности используют ряд категорий посевных площадей в зависимости от их характера и назначения, то есть всесторонне отражающих процесс выращивания сельскохозяйственных культур и его итоги:

- засеянную;
- весеннюю продуктивную;
- площадь, занятую посевами;
- уборочную;
- фактически убранную.

Под засеянной подразумевается площадь, на которую высеяны семена сельскохозяйственных культур. Она может быть определена под урожай текущего года и как площадь, обсемененная в данном календарном году.

В первом случае эта площадь включает посевы озимых и трав лета и осени предыдущего года и посевы яровых культур отчетного года. Во втором случае включаются посевы яровых культур отчетного года и посевы озимых и трав под урожай будущего года.

В засеянную площадь одна и та же площадь может входить дважды. Так, при подсеве к основной сельскохозяйственной культуре многолетних трав в засеянную площадь входит основная сельскохозяйственная культура и травы.

Двойной учет отдельных участков (пересев погибших, повторные посевы) обусловлен тем, что размер засеянной площади показывает, на какую площадь были затрачены семена сельскохозяйственных культур, труд, техника, топливо и т. д.

Показатель засеянной площади используется для определения потребности в семенах сельскохозяйственных культур, рабочей силе, технике, для подсчета уборочной площади сельскохозяйственных культур и других целей.

Весенняя продуктивная - это площадь, занятая продуцирующими посевами сельскохозяйственных культур ко времени окончания весеннего сева. В ее состав входят площади яровых (включая подзимние посевы и пересев погибших озимых яровых) и сохранившиеся к тому времени посевы озимых сельскохозяйственных культур и многолетних трав посева прошлых лет.

Весенняя продуктивная площадь - это площадь, с которой предполагается получить продукцию в данном году. В ее состав один и тот же участок может быть включен только один раз. В весеннюю продуктивную площадь не включают подпокровные посевы (кроме междурядий садов), а также посевы на зеленое удобрение.

Весенняя продуктивная площадь является основной категорией посевной площади и используется для составления плана уборочных работ.

Площадь, занятая посевами - это весенняя продуктивная площадь плюс неперосеянная площадь осенне-зимней гибели озимых сельскохозяйственных культур и посевы на зеленые удобрения.

Уборочная - это площадь сохранившихся ко времени уборки продуцирующих посевов сельскохозяйственных культур, включая и посеvy, ранее скормленные животным на корню или в виде зеленой подкормки, то есть это вся площадь, с которой в текущем году должен быть собран урожай сельскохозяйственных культур.

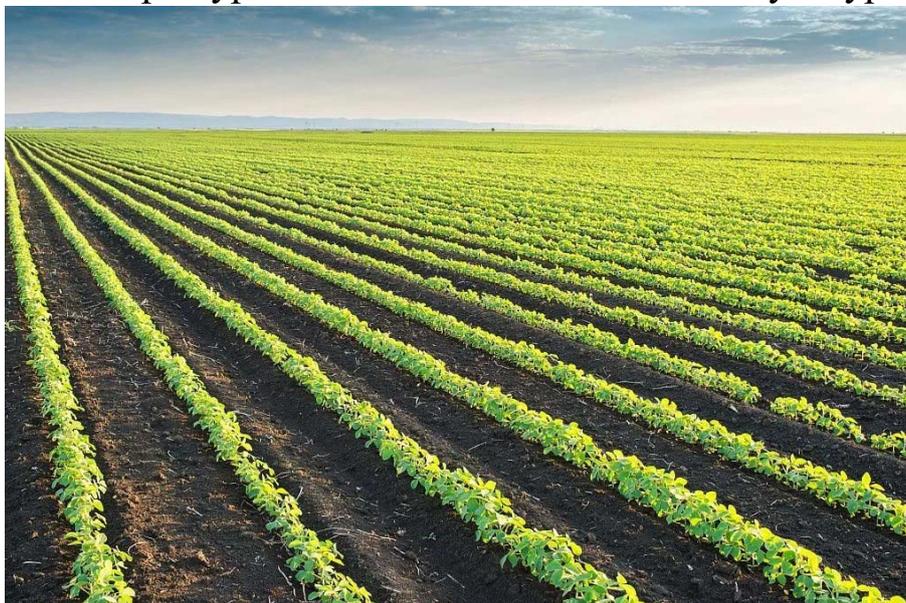


Рис. 54. Посевы сельскохозяйственных культур

Посевы сельскохозяйственных культур, погибшие летом, в ее состав не входят.

Размер уборочной площади определяют, исключая из весенней продуктивной площади посеvy сельскохозяйственных культур, погибших летом, посеvy сельскохозяйственных культур, с которых урожай в текущем году убираться не будет, и включая площади сельскохозяйственных культур, с которых урожай в этом году получают дважды. В государственной статистике уборочная площадь используется для расчета урожайности сельскохозяйственных культур. Фактически убранная площадь - вся площадь сельскохозяйственных культур, на которой проведены уборочные работы. Уборочная площадь может не совпадать с фактически убранной площадью на величину посевов, по каким-либо причинам оказавшимся неубранными. Посевные площади учитываются в разрезе сельскохозяйственных культур.

В государственной статистике для сбора сведений о посевных площадях применяются следующие формы периодической отчетности:

<b>ФЕДЕРАЛЬНОЕ СТАТИСТИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ</b>									
КОНФИДЕНЦИАЛЬНОСТЬ ГАРАНТИРУЕТСЯ ПОЛУЧАТЕЛЕМ ИНФОРМАЦИИ									
Нарушение порядка предоставления первичных статистических данных или несвоевременное предоставление этих данных, либо предоставление недостоверных первичных статистических данных влечет ответственность, установленную Кодексом Российской Федерации об административных правонарушениях									
ВОЗМОЖНО ПРЕДОСТАВЛЕНИЕ В ЭЛЕКТРОННОМ ВИДЕ									
СВЕДЕНИЯ ОБ ИТОГАХ СЕВА ПОД УРОЖАЙ 20__ года									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Предоставляют:</td> <td style="text-align: center;">Сроки предоставления</td> </tr> <tr> <td>юридические лица, осуществляющие сельскохозяйственную деятельность (кроме субъектов малого предпринимательства и крестьянских (фермерских) хозяйств): - территориальному органу Росстата в субъекте Российской Федерации по установленному им адресу</td> <td style="text-align: center;">не позднее 15 июня</td> </tr> </table>	Предоставляют:	Сроки предоставления	юридические лица, осуществляющие сельскохозяйственную деятельность (кроме субъектов малого предпринимательства и крестьянских (фермерских) хозяйств): - территориальному органу Росстата в субъекте Российской Федерации по установленному им адресу	не позднее 15 июня	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;"><b>Форма № 4-СХ</b></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Приказ Росстата: Об утверждении формы от 21.07.2020 № 399</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">О внесении изменений (при наличии) от _____ № _____ от _____ № _____</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><b>1 раз в год</b></td> </tr> </table>	<b>Форма № 4-СХ</b>	Приказ Росстата: Об утверждении формы от 21.07.2020 № 399	О внесении изменений (при наличии) от _____ № _____ от _____ № _____	<b>1 раз в год</b>
Предоставляют:	Сроки предоставления								
юридические лица, осуществляющие сельскохозяйственную деятельность (кроме субъектов малого предпринимательства и крестьянских (фермерских) хозяйств): - территориальному органу Росстата в субъекте Российской Федерации по установленному им адресу	не позднее 15 июня								
<b>Форма № 4-СХ</b>									
Приказ Росстата: Об утверждении формы от 21.07.2020 № 399									
О внесении изменений (при наличии) от _____ № _____ от _____ № _____									
<b>1 раз в год</b>									
Наименование отчитывающейся организации _____									
Почтовый адрес _____									
Код формы по ОКУД	Код								
	отчитывающейся организации по ОКПО (для территориально обособленного подразделения и головного подразделения юридического лица - идентификационный номер)								
1	2	3	4						
0611015									

Рис. 55. Форма № 4-СХ «Сведения об итогах сева под урожай»;

Таблица 6

Наименование показателей входящих в Форму № 4-СХ «Сведения об итогах сева под урожай»;

Наименование показателей	№ строки	га
Посеяно озимых осенью прошлого года на зерно и зеленый корм - всего	1	
в том числе на зерно:	2	
пшеница		
рожь	3	
ячмень	4	
тритикале	5	
Полностью погибло до окончания сева яровых - всего	6	
в том числе зерновых	7	
из них пшеница	8	
Площадь озимых, использованных на зеленый корм, силос и выпас, на которой произведен посев яровых культур	9	
Сохранилось озимых к концу сева яровых	10	
на зерно:		
пшеница		
рожь	11	
ячмень	12	
тритикале	13	
на зеленый корм, силос, для получения гранул и брикетов и выпас, где не производился посев яровых культур, - всего	14	
Посеяно яровых культур:	15	
Зерновые и зернобобовые:		
пшеница		
рожь	16	
ячмень	17	
овес	18	
кукуруза на зерно	19	
в том числе:	20	
семеноводческие посевы кукурузы		
просо	21	
гречиха	22	
рис	23	
сорго на зерно	24	
тритикале	25	
зернобобовые - всего	26	
из них:	27	
горох		

люпин кормовой (сладкий на зерно)	28	
вика чистая и в смеси (с преобладанием вики) на зерно	29	
Яровые зерновые и зернобобовые культуры - всего	30	
Технические культуры:		
лен-долгунец	31	
конопля	32	
сахарная свекла	33	
подсолнечник на зерно	34	
лен-кудряш (масличный)	35	
соя	36	
горчица	37	
рапс яровой (кольза)	38	
рапс озимый (сохранившаяся площадь)	39	
рыжик озимый	40	
рыжик яровой	41	
прочие масличные (клещевина, кунжут, сафлор, арахис, сурепица, ляллеманция, перилла и другие)	42	
эфиромасличные культуры (посева текущего года и прошлых лет)	43	
прочие технические культуры (табак, махорка, цикорий, канатник, лекарственные культуры и другие)	44	
из них	44.1	
лекарственные культуры		
Технические культуры - всего	45	
Картофель	46	
Овощи открытого грунта:	47	
капуста всякая		
огурцы	48	
помидоры	49	
свекла столовая	50	
морковь столовая	51	
лук на репку	52	
зеленый горошек	53	
чеснок	54	
прочие овощи	55	
Овощи - всего	56	
Бахчевые продовольственные культуры	57	
Семенники однолетних овощных культур, высадки семенников двухлетних и маточники двухлетних овощных культур, семенники бахчевых продовольственных культур - всего	58	

Кормовые культуры:	59	
кормовые корнеплоды		
семенники и маточники кормовых корнеплодов	60	
сахарная свекла на корм скоту	61	
бахчевые кормовые культуры	62	
кормовые культуры на силос (без кукурузы)	63	
кукуруза на корм	64	
однолетние травы (без озимых) - всего	65	
многолетние беспокровные травы посева текущего года, включая посев осени прошлого года - всего	66	
из них заложено семенников	67	
в том числе:	68	
клевера		
люцерны	69	
Всего яровых культур без многолетних трав посева прошлых лет и без подпокровных трав	70	
в том числе посеяно яровых культур по погибшим озимым - всего	71	
Укосная площадь многолетних трав посевов прошлых лет (на сено, семена, зеленый корм, силос и выпас) - всего	72	
в том числе:	73	
клевер чистый и в смеси со злаковыми травами		
люцерна чистая и в смеси со злаковыми травами	74	
эспарцет чистый и в смеси со злаковыми травами	75	
Всего посеяно озимых (за вычетом гибели) и яровых под урожай 20	76	
Из всей посевной площади посеяно предварительных культур на распаханых сенокосах и пастбищах	77	
Кроме того, подпокровные многолетние травы (подсев, включая подсев с осени)	78	

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ СТАТИСТИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ**

КОНФИДЕНЦИАЛЬНОСТЬ ГАРАНТИРУЕТСЯ ПОЛУЧАТЕЛЕМ ИНФОРМАЦИИ

Нарушение порядка предоставления первичных статистических данных или несвоевременное предоставление этих данных, либо предоставление недостоверных первичных статистических данных влечет ответственность, установленную Кодексом Российской Федерации об административных правонарушениях

**СВЕДЕНИЯ О ВНЕСЕНИИ УДОБРЕНИЙ И ПРОВЕДЕНИИ РАБОТ ПО ХИМИЧЕСКОЙ  
МЕЛИОРАЦИИ ЗЕМЕЛЬ  
за 20\_\_ г.**

Предоставляют:	Сроки предоставления
юридические лица, осуществляющие сельскохозяйственную деятельность (кроме микропредприятий и крестьянских (фермерских) хозяйств): - территориальному органу Росстата в субъекте Российской Федерации по установленному им адресу	12 января

**Форма № 9-СХ**

Приказ Росстата:

Об утверждении формы  
от 26.08.2021 № 516

О внесении изменений (при наличии)

от \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

от \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

Годовая

<b>Наименование отчитывающейся организации</b> _____			
<b>Почтовый адрес</b> _____			
Код формы по ОКУД	Код		
	отчитывающейся организации по ОКПО (для обособленного подразделения и головного подразделения юридического лица – идентификационный номер)		
1	2	3	4
0611003			

Рис. 56. Форма № 9-СХ «Сведения о внесении удобрений и проведении работ по химической мелиорации земель»

Таблица 7

Данные вносимые в раздел № 1 «Внесение удобрений под урожай» Формы № 9-СХ «Сведения о внесении удобрений и проведении работ по химической мелиорации земель»

Наименование культур	№ строк и	Внесение минеральных удобрений в пересчете на 100% питательных веществ, ц			Внесение органических удобрений, т	Площадь, га		
		Всего	в том числе			Общая площадь посевов (посадки) под урожай текущего года	удобренная минеральными удобрениями (физическая)	удобренная органическими удобрениями
			Азотных N	фосфорных (включая фосфоритную муку) P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>				
1	2							
Под сельскохозяйственные культуры - всего	01							
в том числе под:								
Зерновые и зернобобовые культуры (без кукурузы)	02							
из них под:								
пшеницу	03							
рис	04							
Кукурузу на зерно	05							
Технические культуры - всего	06							
из них под:								
сахарную свеклу	07							
лен-долгунец	08							
подсолнечник	09							
сою	10							
Картофель	11							

Овощи	12								
Бахчевые культуры	13								
Кормовые культуры	14								
из них под:									
кукурузу на силос, зеленый корм	15								
сеяные травы (однолетние и многолетние)	16								
Под многолетние насаждения (сады, ягодники, виноградники, чайные плантации, шелковицы и так далее)	17								
Под естественные сенокосы и пастбища	18								
В защищенном грунте	19								
Всего внесено удобрений	20								

Таблица 8

*Данные вносимые в раздел № 2 «Химическая мелиорация земель» Формы № 9-СХ «Сведения о внесении удобрений и проведении работ по химической мелиорации земель»*

	№ строки	Единица измерения	Количество
Проведено известкование почв	30	га	
Внесено известняковой муки и других известковых материалов	31	т	
Проведено гипсование почв	32	га	
Внесено гипса, фосфогипса и других гипсосодержащих пород	33	т	
Проведено фосфоритование почв	34	га	
Внесено фосфоритной муки в физическом весе	35	т	

<b>ФЕДЕРАЛЬНОЕ СТАТИСТИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ</b>
<b>КОНФИДЕНЦИАЛЬНОСТЬ ГАРАНТИРУЕТСЯ ПОЛУЧАТЕЛЕМ ИНФОРМАЦИИ</b>
Нарушение порядка предоставления первичных статистических данных или несвоевременное предоставление этих данных, либо предоставление недостоверных первичных статистических данных влечет ответственность, установленную Кодексом Российской Федерации об административных правонарушениях

**СВЕДЕНИЯ О НАЛИЧИИ ТРАКТОРОВ, СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН  
И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ МОЩНОСТЕЙ**  
по состоянию на 1 января 20\_\_ года

Предоставляют:	Сроки предоставления
юридические лица, осуществляющие сельскохозяйственную деятельность (кроме микропредприятий и крестьянских (фермерских) хозяйств): - территориальному органу Росстата в субъекте Российской Федерации по установленному им адресу	20 января

**Форма № 10-МЕХ (краткая)**

Приказ Росстата:  
Об утверждении формы  
от 26.08.2021 № 516  
О внесении изменений (при наличии)  
от \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_  
от \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_

1 раз в год

Наименование отчитывающейся организации _____			
Почтовый адрес _____			
	Код		
Код формы по ОКУД	отчитывающейся организации по ОКПО (для обособленного подразделения и головного подразделения юридического лица - идентификационный номер)		
1	2	3	4
0611014			

Рис. 57. Форма № 10-МЕХ (краткая) «Сведения о наличии тракторов, сельскохозяйственных машин и энергетических мощностей»

Таблица 9

*Данные вносимые в раздел № 1 «Наличие сельскохозяйственной техники, штука» формы № 10-МЕХ (краткая) «Сведения о наличии тракторов, сельскохозяйственных машин и энергетических мощностей»*

Наименование машин	№ строки	Наличие на отчетную дату
Тракторы (без тракторов, на которых смонтированы землеройные, мелиоративные и другие машины)	01	
Тракторы, на которых смонтированы землеройные, мелиоративные и другие машины	02	
Тракторные прицепы	03	
Жатки валковые	04	
Плуги - всего (включая плуги тракторные общего назначения, плоскорезы-глубококорыхлители и глубококорыхлители-плоскорезы-удобрители, плуги специальные)	05	
Бороны - всего	06	
Культиваторы	07	
в том числе комбинированные агрегаты	08	
Машины для посева	09	
в том числе посевные комплексы	10	
Косилки - всего (включая косилки тракторные, косилки-измельчители, косилки-плющилки)	11	
Грабли тракторные	12	
Пресс-подборщики	13	
Комбайны:	14	
зерноуборочные		
кукурузоуборочные	15	
кормоуборочные	16	
льноуборочные	17	
картофелеуборочные	18	
Свеклоуборочные машины (без ботвоуборочных)	19	
Дождевальные машины и установки (без поливных)	20	
Поливные машины и установки	21	
Разбрасыватели твердых минеральных удобрений	22	
Машины для внесения в почву твердых органических удобрений	23	
Машины для внесения в почву жидких органических удобрений	24	
Опрыскиватели и опыливатели тракторные	25	
Протравливатели семян	26	
Доильные установки и агрегаты - всего	27	
в том числе с молокопроводом	28	

Таблица 10

Данные вносимые в раздел № 2 «Движение основных сельскохозяйственных машин, штука» формы № 10-МЕХ (краткая) «Сведения о наличии тракторов, сельскохозяйственных машин и энергетических мощностей»

Наименование машин	№ строки	Наличие на начало отчетного года	Приобретено новых за год	в том числе отечественного производства за год	Списано по износу за год
Тракторы (без тракторов, на которых смонтированы землеройные, мелиоративные и другие машины)	35				
Тракторы, на которых смонтированы землеройные, мелиоративные и другие машины	36				
Плуги - всего	37				
Культиваторы	38				
в том числе комбинированные агрегаты	39				
Машины для посева	40				
в том числе посевные комплексы	41				
Комбайны:					
зерноуборочные	42				
кукурузоуборочные	43				
кормоуборочные	44				
льноуборочные	45				
картофелеуборочные	46				
Свеклоуборочные машины (без ботвоуборочных)	47				

Жатки валковые	48				
Дождевальные машины и установки (без поливных)	49				
Доильные установки и агрегаты - всего	50				

Таблица 11

*Данные вносимые в раздел № 3 «Энергетические мощности, лошадиная сила» формы № 10-МЕХ (краткая) «Сведения о наличии тракторов, сельскохозяйственных машин и энергетических мощностей»*

Наименование машин	№ строки	Наличие на отчетную дату
Двигатели тракторов (включая тракторы, на которых смонтированы землеройные, мелиоративные и другие машины)	55	
Двигатели комбайнов и самоходных машин	56	
Двигатели автомобилей	57	
Прочие механические двигатели	58	
Электродвигатели и электроустановки	59	
Рабочий скот в пересчете на механическую силу	60	
Всего энергетических мощностей (стр. 55 + 56 + 57 + 58 + 59 + 60)	61	

Крестьянские (фермерские) хозяйства также отчитываются перед органами государственной статистики по форме № 1-фермер «Сведения об итогах сева под урожай» по программе выборочного обследования.

### ***Темы рефератов***

- Статистический анализ структуры земель сельскохозяйственного назначения
  - Рациональное использование земельных ресурсов: региональный аспект
  - Использование и охрана земельных ресурсов на региональном уровне
  - Основные направления использования земельных ресурсов региона
  - Инструментарно-структурный механизм решения проблем землепользования в новых условиях хозяйствования

### ***Контрольные вопросы***

1. Какие выделяют основные категории земель?
2. Что такое пашня?
3. Что такое залежь?
4. Что такое пастбище?
5. Что такое земли сельскохозяйственного назначения?
6. Что такое земли городов, поселков и других населенных пунктов?
7. Что такое земли промышленности, транспорта, связи и иного несельскохозяйственного назначения?
8. Что такое земли особо охраняемых территорий и объектов?
9. Что такое земли лесного фонда; земли водного фонда?
10. Что такое земли запаса?

## Глава 14. СТАТИСТИКА РАСТЕНИЕВОДСТВА

Растениеводство - это одна из основных отраслей сельского хозяйства. Она дает продукты питания населению, корма скоту, а также продукцию для переработки в других видах экономической деятельности.

Статистика урожая и урожайности имеет большое практическое значение, так как эти данные дают возможность судить о ресурсах сельскохозяйственной продукции в нашей стране и каждом регионе, экспорта и импорта зерна, овощей, фруктов. Эти данные необходимы для организации закупок сельскохозяйственной продукции, перераспределения продовольствия в стране, для организации перевозок сельскохозяйственной продукции и строительства складских помещений и т. д.

Урожай и урожайность - важнейшие результативные показатели растениеводства и сельскохозяйственного производства в целом.

В уровне урожайности сельскохозяйственных культур проявляется воздействие экономических и природных условий, в которых осуществляется сельскохозяйственное производство и проявляется качество организационно-хозяйственной деятельности каждого предприятия, а именно: технология возделывания культур; уровень механизации, электрификации и автоматизации; организация производства, труда и управления.

Задачи статистики урожая и урожайности состоят в том, чтобы:

- охарактеризовать уровни урожая и урожайности по категориям и типичным группам сельскохозяйственных товаропроизводителей, зонам, районам, регионам и по стране в целом; изучить различия этих уровней в динамике, по территории и по сравнению с планом (проектом);
- обеспечить своевременное определение валового сбора и урожайности по культурам и группам культур; изучить динамику этих показателей;
- изучить факторы различий в уровнях урожая и урожайности, выявить степень их влияния на урожайность, проанализировать неиспользованные резервы увеличения производства продукции;
- изучить передовой опыт и выявить резервы повышения урожая и урожайности.

В растениеводстве выделяют четыре основные группы сельскохозяйственных культур, которые, в свою очередь, делятся на подгруппы:

- зерновые - в зависимости от срока сева делятся на озимые и яровые; по хозяйственному назначению - на продовольственные (рожь, пшеница), крупяные (просо, гречиха), зернобобовые (горох, соя) и зернофуражные (овес, ячмень, кукуруза на зерно);

- технические - лубяные (лен, конопля, кенаф), волокнистые (хлопчатник), масличные (подсолнечник, горчица, рапс, клещевина), эфиромасличные (анис, кориандр), лекарственные;

- картофель и овощи по хозяйственному использованию делятся на овощи раннего и позднего сева. Основные группы овощей - капуста, огурцы, помидоры, столовая свекла, морковь, лук, чеснок;

- кормовые - выделяют отдельные культуры или их родственные группы: кукуруза (кроме посевов на зерно), корнеплоды, кормовые бахчевые, однолетние и многолетние травы. Посевы кормовых культур делят по характеру хозяйственного использования: на силос, зеленый корм, сено, сенаж, семена, выпас.

Установление точных размеров валового сбора и урожайности различных сельскохозяйственных культур возможно только после завершения уборки и оприходования всей полученной продукции. Однако для сельскохозяйственного товаропроизводителя сведения об урожае необходимы намного раньше, еще до полного созревания сельскохозяйственных культур и начала их уборки. Поэтому статистика валового сбора и урожайности занимается также определением ожидаемых размеров урожая и урожайности соответствующих культур в период их вегетации.

Урожай культуры, или валовой сбор, - это общий объем продукции, полученный со всей площади посевов культуры или угодий. Урожайность - это количество продукции, полученной с единицы посевной площади (га, м<sup>2</sup>) сельскохозяйственной культуры или дерева (куста).

Урожай является итогом сложного процесса возделывания культур, поэтому для его характеристики необходимо использовать ряд показателей:

- виды на урожай (видовой урожай);
- урожай на корню;
- фактический урожай.

Видовой урожай характеризует ожидаемый объем продукции при конкретном состоянии растений в различные фазы вегетации. Он определяется обычно визуально (экспертно) или с помощью научно обоснованных уравнений связи урожая с показателями состояния растений, почв и метеоусловий.

Виды на урожай позволяют установить урожай после определенных стадий развития растений. При этом предполагается, что последующие формы развития не повлияют на урожайность.

На ранних стадиях вегетации оценка заключается в качественной характеристике состояния посевов на отдельных участках: «отличные», «хорошие», «средние», «плохие» и в исчислении средневзвешенных оценок всего посева культуры или группы однородных культур. На более поздних стадиях при оценке видов на урожай применяют количественные характеристики. Оценка вида на урожай на этой стадии используется для расчета ожидаемого валового сбора.

Урожай на корню перед началом своевременной уборки характеризует выращенный, но еще не убранный урожай. Это урожай сельскохозяйственной культуры перед началом её своевременной уборки (биологический урожай). Его можно определить путем выборочного сбора и учета урожая с пробных площадок, на основе выборочного определения числа растений и массы продукции с одного растения, произведение которых дает урожай, или же экспертно.

Фактический урожай определяют непосредственным взвешиванием и измерением в ходе уборки.

По ряду культур (зерновые, подсолнечник) сбор урожая учитывают во время уборки в первоначально оприходованной (бункерной) массе.

По всем остальным сельскохозяйственным культурам урожай показывается в чистом весе, то есть проведя очистку и сушку, определяют урожай после доработки, который более точно характеризует объем полученной продукции и используется при расчете урожайности сельскохозяйственных культур, калькуляции затрат на единицу продукции и определении производительности труда.

Следовательно, урожай после доработки меньше, чем урожай в первоначально оприходованной массе, на массу отходов при очистке зерна и усушку.

Фактический сбор отличается от урожая на корню перед началом своевременной уборки на величину потерь при уборке, которые определяют обычно выборочным методом, учитывая все каналы потерь.

Различают фактические потери полученного урожая и недобор урожая в результате несоблюдения тех или иных технологических приемов производства продукции (нарушение сроков сева, недостаточная борьба с болезнями, сорняками, вредителями и т. п.).

Также потери делятся на прямые, то есть непосредственные потери продукции, и косвенные, к которым относят снижение качества убираемого урожая.

Причины потерь урожая могут быть связаны с организационными, агротехническими, техническими, технологическими, биологическими, непредвиденными и лично профессиональными факторами.

Рассмотрим методику определения потерь при уборке урожая. В указанной методике проводятся различия между потерями, в первую очередь, по каждому виду сельскохозяйственных культур. Например, среди потерь зерна выделяют потери на стерне и при обмолоте.

Потери на стерне - это зерно в оставшихся на стерне и не собранных (как не срезанных, так и срезанных) колосьях и метелках; зерно, которое осыпалось из-за перестоя хлебов на корню и в валках; зерно, просыпавшееся из различных узлов комбайна, при разгрузке его бункера и др.

В настоящее время на практике ведется учет потерь сельскохозяйственной продукции не только при уборке и доработке продукции в сельском хозяйстве, но и в других отраслях агропромышленного комплекса - при заготовках, хранении, переработке, реализации.

Для точных сравнений фактический сбор после доработки пересчитывается на стандартную влажность зерна, пригодную для хранения - 14 %. Поэтому бункерный вес сразу же пересчитывается на показатель этой влажности по формуле

$$BC = \frac{100 - P}{100} \cdot BC'$$

где BC - валовой сбор (вес) зерна к оприходованию;

BC' - бункерный вес зерна, поступивший от комбайна; P - влажность зерна, поступившего на ток (склад), %.

Вес соломы определяют взвешиванием или обмером, чаще всего по соотношению с весом намолоченного зерна, которое находят опытным путем.

В аналитических целях исчисляют также чистый сбор - урожай после доработки за вычетом семян, затраченных на всю засеянную площадь данной культуры.

Урожайность дифференцируют соответственно по видам урожая:

- видовая,
- на корню перед началом своевременной уборки,
- фактическая: в первоначально оприходованной массе, после доработки, в пересчете на стандартные показатели качества и чистый вес.

Между показателями урожайности имеется определенная взаимосвязь. Фактическая урожайность меньше урожайности на корню перед началом своевременной уборки на величину потерь при уборке.

Урожайность после доработки меньше, чем в первоначально оприходованной массе, на массу отходов при очистке зерна и усушку; урожайность по чистому сбору меньше урожайности после доработки на расход семян на 1 га весенней продуктивной площади.

При расчете и анализе урожайности следует иметь в виду, что фактический сбор исчисляют на уборочную и фактически убранную площадь.

Основным в анализе и планировании является показатель урожайности с 1 га уборочной (убранной) продуктивной площади. Фактическую урожайность (у) рассчитывают по данным учета по следующей формуле:

$$y = \frac{BC}{S}$$

где BC - валовой сбор продукции, полученный со всей площади посевов культуры или угодий (оприходованная продукция), ц;

S - вся площадь посевов культуры или угодий, га.

В государственной статистике урожайность определяется в расчете на убранную площадь.

По группе однородных культур (зерновых, овощных, плодовых) определяется средняя урожайность, или так называемая урожайность с «пестрого» гектара (у):

$$\bar{y}_i = \frac{\sum_{i=1}^n y_i \cdot S_i}{\sum_{i=1}^n S_i}$$

где  $y_i$  - урожайность культур, ц/га;

$i$  - виды однородных культур;

$S_i$  - площадь, занятая под каждой культурой, га.

По группе кормовых культур средняя урожайность определяется таким же образом, но урожайность  $y_i$  берется в расчете на кормовые единицы.

Выборочное измерение биологической урожайности зерновых культур производится при помощи метровок (рамки размером 1 м x 1 м (1 м<sup>2</sup>)). На каждом поле равномерно размещают до 100 метровок. При этом интервал размещения рамки рассчитывают по следующей формуле:

$$h = \sqrt{\frac{10000 \cdot S}{n}}$$

где  $h$  – интервал метровок

$S$  – площадь поля

$n$  - число проб

Например, если поле 40 га и число проб 20, то интервал составил примерно 140-150 м ( $h = \sqrt{\frac{10000 \cdot 40}{20}} = \sqrt{20000} = 141,4$ )

Срезанные с метровок колосья связывают в снопики, которые обмолачивают. Разделив общий вес намолоченного зерна на число взятых проб, устанавливают средний вес зерна в граммах с одного квадратного метра.

Для перевода в центнеры с гектара полученное число делят на 10. Например, если средний урожай с 1 м<sup>2</sup> - 200 г, то урожайность с 1 га в центнерах составит 20.

Выборочное измерение урожайности на корню по пропашным культурам производится при помощи пятиметровок (деревянная планка длиной 5 м).

Пробы равномерно размещают по всему массиву. В пределах каждой пятиметровки собирают урожай. Вес собранной продукции

делят на число погонных метров. В итоге получают вес продукции в среднем на 1 погонный метр рядка посева.

Далее определяют число рядков на 1 погонный метр. Эта величина, обратная ширине междурядий, выраженной в метрах. Так, если ширина междурядий 70 см, то на 1 погонный метр будет приходиться 1,43 рядка ( $1 / 0,70$ ). Затем умножением урожая с 1 погонного метра на количество рядков получаем урожай с 1 м<sup>2</sup>; делением на 10 получаем результат в центнерах с 1 га.

Например, вес картофеля в среднем с 1 погонного метра 1400 г, число рядков 1,43 (ширина междурядий 70 см), урожай с 1 м<sup>2</sup> составит 2002 г ( $1400 / 1,43$ ), или 200,2 ц/га ( $2002 / 10$ ).

Валовой сбор зеленой массы определяют или сплошным взвешиванием, или выборочным. Сеяные травы, убранные на сено, учитывают либо сплошным взвешиванием, либо обмером скирд (стогов).

Если на одной и той же площади сеяных трав было несколько укосов, то в площади указывается только ее размер в первом укосе. Если укосы использовались на сено и зеленый корм, то площади показываются в отчете два раза.

Урожайность тепличных культур определяется на 1 м<sup>2</sup> инвентарной и оборотной площадей в килограммах.

Обобщающим показателем продуктивности всех культур является выход продукции полеводства и овощеводства на 1 га пашни, а также выход всей продукции растениеводства на 1 га сельскохозяйственных угодий.

Уровень урожайности с «пестрого» гектара зависит не только от урожайности каждой культуры, но и от соотношения площадей этих культур, то есть от внутренней структуры посевных площадей.

Многолетними насаждениями сельскохозяйственного назначения называются насаждения искусственной посадки, выращиваемые для получения продукции в течение длительного периода времени в виде плодов и ягод, промышленного сырья (чай, хмель) или корма (шелковица). Сюда же относятся декоративные насаждения, а также питомники саженцев.

К многолетним насаждениям сельскохозяйственного назначения не относятся лесные многолетние насаждения древесных и кустарниковых пород как естественно возобновляемые, так и

искусственно выращиваемые для защиты полей (полезащитные полосы), а также ветрозащитные и водоохраные насаждения, лесные полосы для защиты дорог и лесные насаждения, выращиваемые для получения древесины.

Статистика многолетних насаждений учитывает только те насаждения, которые имеют хозяйственное значение.

К ним относятся плодовые, ягодные, виноградные, чайные и цитрусовые насаждения, шелковица, хмель и декоративные многолетние насаждения.

Плодовые насаждения, в свою очередь, подразделяются по породам и культурам на семечковые (яблоня, груша, айва), косточковые (вишня, слива, черешня, абрикос, персик), орехоплодные (грецкий орех, фундук, миндаль, фисташка), субтропические (инжир, хурма, гранат, маслины, мушмула) и цитрусовые (лимоны, апельсины, мандарины).

Ягодные насаждения включают землянику, клубнику, малину, смородину (белую, красную, черную), крыжовник, облепиху и т. д. Виноградные насаждения различаются по сортам, по видам опор, также они бывают низкоствольные и высокоствольные; укрывные и неукрывные.

При изучении состава и качества многолетних насаждений их дифференцируют:

- по возрасту - плодоносящие и не плодоносящие (молодые). Начало плодоношения и продолжительность их хозяйственного использования зависит от породы, сорта и ухода за посадками. К плодоносящим многолетним насаждениям относятся насаждения, достигшие возраста полного плодоношения. Так, плодовые - на 3 - 4 год после сбора первых плодов; ягодные: крыжовник, смородина, малина - на 3-й год после их посадки саженцами, земляника, клубника - на 2-й год, виноградники - на 4-й год, хмель - на 2-й год, плантации чая - на 9-й год;

- по возрастным группам, например, до 4-х лет, 5 - 8 лет, 9 - 10 лет, 11 - 18 лет, 19 - 25 лет, 26 - 50 лет, старше 50 лет;

- по сортам, характеру подвоев и крон;

- по способам посадки - рядовая и др.;

- поливные и неполивные;

▪ по пригодности для механизированной обработки (ширина междурядий, размещение на террасах и др. ).

При статистическом анализе данных о многолетних насаждениях исчисляются следующие показатели.

Выполнение бизнес-плана закладки новых многолетних насаждений (сопоставляются фактически заложенные насаждения с планом).

Структурные изменения по видам насаждений, возрастному и сортовому составу (строится несколько таблиц: по специализации выращивания - удельный вес семечковых, косточковых, ягодников, виноградников, а затем по сортам и возрасту). Распределение землепользователей по размерам садов. Динамика площадей многолетних насаждений в соответствии с их классификацией. Распределение многолетних насаждений по землепользователям.

Кроме того, при статистическом анализе данных о многолетних насаждениях исчисляются следующие относительные показатели.

Фактическая плотность насаждений ( $P_f$ ) как отношение общего числа растений ( $P$ ) к площади насаждений ( $S$ ):

$$P_f = \frac{P}{S}$$

Фактическую плотность сопоставляют с агротехнической (нормой) ( $P_a$ ) и вычисляют индекс соблюдения оптимальной нормы посадки растений ( $I_n$ ):

$$I_n = \frac{P_f}{P_a}$$

Наряду с плотностью насаждений вычисляют обратный показатель - норму площади на 1 растение ( $S_n$ ) в м<sup>2</sup>:

$$S_n = \frac{1}{P_f} \cdot 10000 = \frac{S}{P} \cdot 10000$$

Важным показателем в анализе состояния многолетних насаждений является коэффициент изреженности (выпадов) насаждений. Его рассчитывают отношением числа погибших деревьев к числу первоначально посаженных.

Сведения об урожае и урожайности можно получить на основе следующих форм статистической отчетности, предоставляемых в органы государственной статистики сельскохозяйственными организациями.

<b>ФЕДЕРАЛЬНОЕ СТАТИСТИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ</b>			
КОНФИДЕНЦИАЛЬНОСТЬ ГАРАНТИРУЕТСЯ ПОЛУЧАТЕЛЕМ ИНФОРМАЦИИ			
Нарушение порядка предоставления первичных статистических данных или несвоевременное предоставление этих данных, либо предоставление недостоверных первичных статистических данных влечет ответственность, установленную Кодексом Российской Федерации об административных правонарушениях			
ВОЗМОЖНО ПРЕДОСТАВЛЕНИЕ В ЭЛЕКТРОННОМ ВИДЕ			
СВЕДЕНИЯ О ПРОИЗВОДСТВЕ И ОТГРУЗКЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ за _____ 20__ года (месяц)			
Предоставляют:		Сроки предоставления	
юридические лица, осуществляющие сельскохозяйственную деятельность (кроме субъектов малого предпринимательства и крестьянских (фермерских) хозяйств): - территориальному органу Росстата в субъекте Российской Федерации по установленному им адресу		3 числа после отчетного периода	
		<b>Форма № П-1 (СХ)</b> Приказ Росстата: Об утверждении формы от 21.07.2020 № 399 О внесении изменений (при наличии) от _____ № ____ от _____ № ____	
		<b>Месячная</b>	
Наименование отчитывающейся организации _____			
Почтовый адрес _____			
Код формы по ОКУД	Код		
	отчитывающейся организации по ОКПО (для территориально обособленного подразделения и головного подразделения юридического лица - идентификационный номер)		
1	2	3	4
0611012			

Рис. 58. Форма № П-1 (СХ) «Сведения о производстве и отгрузке сельскохозяйственной продукции»

Таблица 12

*Данные, вносимые в раздел 1. Движение сельскохозяйственной продукции формы № П-1 (СХ)  
«Сведения о производстве и отгрузке сельскохозяйственной продукции»*

Наименование показателя	№ строки	Код по ОКПД2	За отчетный месяц			
			Посеяно яровых культур, убрано (выкопано) <sup>1</sup> , га	Произведено, ц	Отгружено продукции собственного производства, ц	Остаток на конец месяца, ц
I. Растениеводство	1					
Зерновые и зернобобовые культуры, кроме кукурузы:						
в первоначально оприходованном весе						
в весе после доработки	2					
в том числе пшеница:						
в первоначально оприходованном весе	3					
в весе после доработки	4					
Кукуруза (на зерно)	5					
Семена и плоды масличных культур	6					
в том числе семена подсолнечника	7					
Свекла сахарная	8					
Лен-долгунец	9					
Картофель	10					
Овощи открытого грунта	11					
Овощи открытого и закрытого грунта	12					

II. Животноводство						
Скот и птица на убой (в живом весе)	15					
в том числе:						
крупный рогатый скот	16					
свиньи	17					
овцы и козы	18					
птица всех видов	19					
прочие виды скота (лошади, олени и другие)	20					
Молоко сырое крупного рогатого скота	21					
в том числе молоко коровье	22					
Яйца куриные, включая инкубационные, тыс. шт.	24					
Шерсть овец <sup>4</sup>	25					
Произведено (выращено) в живом весе <sup>4</sup> :						
крупного рогатого скота	27					
свиней	28					
овец и коз	29					
птицы всех видов	30					

Таблица 13

*Данные, вносимые в раздел 2. Поголовье скота и птицы, наличие кормов № П-1 (СХ) «Сведения о производстве и отгрузке сельскохозяйственной продукции»*

Наименование показателя	№ строки	Единица измерения	На конец отчетного месяца
Поголовье скота и птицы:			
Крупный рогатый скот	50	гол.	
в том числе коровы (без коров на откорме и нагуле)	51	гол.	
среднегодовое поголовье коров молочного стада	52	гол.	
Свиньи	53	гол.	
Овцы и козы	55	гол.	
в том числе овцы	57	гол.	
Лошади	58	гол.	
Птица	59	гол.	
среднегодовое поголовье кур-несушек	60	гол.	
Скот и птица в пересчете на условный крупный скот	61	гол.	
Наличие кормов	62	ц корм. ед.	
в том числе концентрированные корма	63	ц корм. ед.	
из них комбикорма	64	ц корм. ед.	
Посеяно всего яровых без площади пересева по погибшим озимым и многолетним травам	65		
Пересеяно погибших озимых культур и многолетних трав - всего	66		
в том числе зерновыми и зернобобовыми культурами (без кукурузы)	67		
из них пшеницей	68		
Погибло озимых – всего	69		
в том числе посеянных на зерно	70		

Погибло зерновых и зернобобовых культур (без кукурузы) в летний период	71		
Использовано на кормовые цели зерновых и зернобобовых культур (без кукурузы) <sup>2</sup>	72		
Вспахано зяби	73		
Посеяно озимых на зерно и зеленый корм - всего	74		
в том числе на зерно	75		

Таблица 14

*Данные, вносимые в раздел 3. Расход кормов формы № П-1 (СХ) «Сведения о производстве и отгрузке сельскохозяйственной продукции»*

Наименование показателя	№ строки	Виды кормов	
		комбикорма, ц корм. ед.	зерно, ц
Израсходовано на корм всем видам скота и птицы	76		
из них	77		
: коровам молочного стада и быкам-производителям			
крупному рогатому скоту (без коров молочного стада и быков-производителей, рабочих волов)	78		
свиньям	79		
овцам и козам	80		
птице	81		
Справочно:	82		
Переработано зерна на кормовые и пищевые цели			

Таблица 15

*Данные, вносимые в раздел 4. Вывезено сельскохозяйственной продукции за пределы субъекта Российской Федерации формы № П-1 (СХ) «Сведения о производстве и отгрузке сельскохозяйственной продукции»*

Вид продукции и наименование территории	№ строки	Код по ОКПД	Код территории (заполняется органами статистики) по ОКСМ	Количество – масса, принятая к оплате, ц
Зерно злаковых и бобовых культур - всего	86			
в том числе по территориям (наименования субъектов Российской Федерации):	860			
Скот и птица в живом весе - всего	87			
в том числе по территориям (наименования субъектов Российской Федерации):	870			
Молоко от всех видов животных (в пересчете на молоко установленной жирности) – всего	88			
в том числе по территориям (наименования субъектов Российской Федерации):	880			

Таблица 16

*Данные, вносимые в раздел 4. Вывезено сельскохозяйственной продукции за пределы Российской Федерации формы № П-1 (СХ) «Сведения о производстве и отгрузке сельскохозяйственной продукции»*

Вид продукции и наименование территории	№ строки	Код по ОКПД	Код территории (заполняется органами статистики) по ОКСМ	Количество – масса, принятая к оплате, ц
Зерно злаковых и бобовых культур - всего	89			
в том числе по территориям (страны СНГ, страны вне СНГ):	890			
Скот и птица в живом весе - всего	90			
в том числе по территориям (страны СНГ, страны вне СНГ):	900			
Молоко от всех видов животных (в пересчете на молоко установленной жирности) - всего	91			
в том числе по территориям (страны СНГ, страны вне СНГ):	910			

<b>ФЕДЕРАЛЬНОЕ СТАТИСТИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ</b>	
<b>КОНФИДЕНЦИАЛЬНОСТЬ ГАРАНТИРУЕТСЯ ПОЛУЧАТЕЛЕМ ИНФОРМАЦИИ</b>	
Нарушение порядка предоставления первичных статистических данных или несвоевременное предоставление этих данных, либо предоставление недостоверных первичных статистических данных влечет ответственность, установленную Кодексом Российской Федерации об административных правонарушениях	
<b>ВОЗМОЖНО ПРЕДОСТАВЛЕНИЕ В ЭЛЕКТРОННОМ ВИДЕ</b>	
<b>СВЕДЕНИЯ О ДВИЖЕНИИ ЗЕРНА И ПРОДУКТОВ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ</b> за январь • _____ 20__ г. (нарастающим итогом)	

Предоставляют:	Сроки предоставления	<b>Форма № 1-СХ (баланс)-срочная</b>
юридические лица (кроме микропредприятий, крестьянских (фермерских) хозяйств и организаций, основным видом деятельности которых является сельскохозяйственная деятельность), осуществляющие закупку, хранение, переработку зерна, продуктов переработки зерна;	7 числа после отчетного квартала	Приказ Росстата: Об утверждении формы от 21.07.2020 № 399 О внесении изменений (при наличии) от _____ № ____ от _____ № ____
юридические лица, микропредприятия (кроме крестьянских (фермерских) хозяйств) и организаций, основным видом деятельности которых является сельскохозяйственная деятельность), осуществляющие закупку, хранение, переработку зерна, продуктов переработки зерна: - территориальному органу Росстата в субъекте Российской Федерации по установленному им адресу	12 января за отчетный год	

Наименование отчитывающейся организации _____			
Почтовый адрес _____			
Код формы по ОКУД	Код		
	отчитывающейся организации по ОКПО (для территориально обособленного подразделения и головного подразделения юридического лица • идентификационный номер)		
1	2	3	4
0611004			

Рис. 59. Форма № 1-СХ (баланс) «Сведения о движении зерна и продуктов его переработки»

Таблица 17

Данные, вносимые в раздел 1. Приход, тонна формы № 1-СХ (баланс) «Сведения о движении зерна и продуктов его переработки»

Наименование культур и вида продукции	№ строки	Код продукции по ОКПД2	Наличие на 1 января	Поступило нарастающим итогом с начала года					Итого прихода, включая наличие	
				от поставщиков субъекта РФ - места своего нахождения	по импорту	из других субъектов РФ		по семенному обмену, в обмен на комбикорма и зернофураж		прочий приход
						всего	в том числе поступило от сельскохозяйственных организаций			
Зерновые и зернобобовые культур										
в том числе пшеница										
Мук										
Крупа										

Таблица 18

Данные, вносимые в раздел 2. Расход, тонна формы № 1-СХ (баланс) «Сведения о движении зерна и продуктов его переработки»

Наименование культур и вида продукции	№ строки	Код продукции и по ОКПД2	Отгружено		Отпущено на посевные цели	Использовано для переработки						
			за пределы субъекта РФ (кроме экспорта)	на экспорт		всего	в том числе на:					
							муку, крупу, макаронные изделия	комбикорма, дерть, фуражную муку и др. кормовую продукцию	спирт	пиво	крахмал	прочую продукцию
Зерновые и зернобобовые культур												
в том числе пшеница												
Мук												
Крупа												

Таблица 19

Данные, вносимые в раздел 2. Расход, тонна формы № 1-СХ (баланс) «Сведения о движении зерна и продуктов его переработки»

Наименование культур и вида продукции	№ строки	Код продукции по ОКПД2	Потери при хранении и транспортировке, убыль при подработке и сушке	Прочий расход	Итого расхода	Наличие на конец отчетного периода
Зерновые и зернобобовые культур						
в том числе пшеница						
Мук						
Крупа						

Таблица 20

Данные, вносимые в раздел 3. Переработка и наличие зерна по видам культур, тонна формы № 1-СХ (баланс) «Сведения о движении зерна и продуктов его переработки»

Наименование культур и вида продукции	№ строки	Код продукции по ОКПД2	Использовано для переработки на				Наличие на конец отчетного периода
			всего	муку, крупу, макаронные изделия	комбикорма, дерть, фуражную муку и др. кормовую продукцию	прочую продукцию	
Пшеница <sup>1</sup>	01						
из нее пригодная на продовольственные цели	02						
Рожь	03						
из нее пригодная на продовольственные цели	04						
Просо	05						
Гречиха	06						
Рис	07						
Кукуруза	08						
Ячмень	09						
Овес	10						

Таблица 21

Данные, вносимые в раздел 4. Сведения о вывозе зерна, муки и крупы, тонна формы № 1-СХ (баланс)  
«Сведения о движении зерна и продуктов его переработки»

	№ строки	Код продукции по ОКПД2	Вывезено за пределы субъекта Российской Федерации	
			количество	код территории по ОКАТО
Зерновые и зернобобовые культуры - всего				
в том числе:				
по территориям (наименование субъектов Российской Федерации):				
за пределы Российской Федерации - всего				
Мука - всего				
в том числе:				
по территориям (наименование субъектов Российской Федерации):				
за пределы Российской Федерации - всего				
Крупа - всего				
в том числе:				
по территориям (наименование субъектов Российской Федерации):				
за пределы Российской Федерации - всего				

<b>ФЕДЕРАЛЬНОЕ СТАТИСТИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ</b>
<b>КОНФИДЕНЦИАЛЬНОСТЬ ГАРАНТИРУЕТСЯ ПОЛУЧАТЕЛЕМ ИНФОРМАЦИИ</b>
Нарушение порядка предоставления первичных статистических данных или несвоевременное предоставление этих данных, либо предоставление недостоверных первичных статистических данных влечет ответственность, установленную Кодексом Российской Федерации об административных правонарушениях
<b>ВОЗМОЖНО ПРЕДОСТАВЛЕНИЕ В ЭЛЕКТРОННОМ ВИДЕ</b>
<b>СВЕДЕНИЯ О РЕАЛИЗАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ</b> за 20__ г.

Предоставляют:	Сроки предоставления
юридические лица, осуществляющие сельскохозяйственную деятельность (кроме субъектов малого предпринимательства и крестьянских (фермерских) хозяйств): - территориальному органу Росстата в субъекте Российской Федерации по установленному им адресу	15 января

**Форма № 21-СХ**

Приказ Росстата:  
Об утверждении формы  
от 21.07.2020 № 399  
О внесении изменений (при наличии)  
от \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_  
от \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_

**Годовая**

Наименование отчитывающейся организации _____			
Почтовый адрес _____			
Код формы по ОКУД	Код		
	отчитывающейся организации по ОКПО (для территориально обособленного подразделения и головного подразделения юридического лица - идентификационный номер)		
1	2	3	4
0611021			

Рис. 60. Форма № 21-СХ «Сведения о реализации сельскохозяйственной продукции»

Таблица 22

*Данные, вносимые в раздел 1. Реализация сельскохозяйственной продукции по каналам сбыта  
формы № 21-СХ «Сведения о реализации сельскохозяйственной продукции»*

1. Предприятиям и организациям, осуществляющим закупки для государственных и муниципальных нужд
2. Потребкооперации
3. Другим потребителям (перерабатывающим организациям, организациям оптовой торговли, на рынке, через собственные магазины, по бартерным сделкам и др.) в том числе на рынке, через собственные магазины, палатки, киоски
4. Населению (через систему общественного питания хозяйства, выдача и продажа в счет оплаты труда и др.)
5. Передано в собственные несельскохозяйственные подразделения на переработку

Наименование продукции	№ строки	Код по ОКПД2	Реализовано всего		в том числе по каналам реализации										
			Количе ство, ц	Выручено, тыс. руб	1		2		3		4		5		
					Количеств о, ц	Выручено, тыс. руб	Количе ство, ц	Выручено , тыс. руб	Количест во, ц	Выручено, тыс. руб	Количест во, ц	Выру чено, тыс. руб	Кол иче ств о, ц	Выру чено, тыс. руб	
Продукты растениеводства: Зерно злаковых и бобовых культур															
в том числе:															
пшеница															
из нее:															
пшеница твердая															
пшеница мягкая -															
всего															
в том числе															
сильная															
рожь															
просо															
гречиха															
рис															

кукуруза																			
ячмень																			
в том числе:																			
ячмень пивоварен-																			
ный из наиболее																			
ценных сортов																			
ячмень кормовой																			
овощи бобовые																			
сушеные (зернобо-																			
бовые культуры)																			
в том числе горох																			
овес																			
прочие зерновые																			
Семена и плоды																			
масличных культур																			
из них:																			
семена подсолнечника																			
бобы соевые																			
семена рапса																			
Сахарная свекла																			
Волокно льна-долгунца																			
Волокно среднерусской конопли																			
Эфирно- масличные культуры	Семена пряности не обработанные, кроме семян																		
	Другая продукция (листья, стебли и другие)																		
Лекарственные																			
культуры																			
Картофель																			
в том числе:																			
картофель столовый																			

(кроме сортового															
семенного)															
семенной сортовой															
картофель															
Овощи															
из них закрытого															
грунта															
помидоры															
из них закрытого															
грунта															
огурцы															
из них закрытого															
грунта															
лук репчатый															
чеснок															
капуста всех видов															
морковь столовая															
свекла столовая															
прочие овощи															
Грибы и трюфели															
Плоды, ягоды и орехи															
из них:															
косточковые плоды															
семечковые плоды															
ягоды культурные															
Виноград															
Бахчевые культуры															
(арбузы и дыни															
продовольственные)															
Табак необработанный															
Лист чая (сортовой)															
Шишки хмеля															
Прочие продукты															
растениеводства															
из них:															

культуры плодовые и ягодные, включая черенки и отводки и отводки														
цветы срезанные и бутоны цветочные														
Итого по продуктам растениеводства														
Продукты животноводства														
Скот и птица (в живом весе)														
из них племенные														
из строки 160:														
крупный рогатый скот														
в том числе племенной														
овцы и козы														
в том числе племенные														
свиньи														
в том числе племенные														
птица всех видов														
в том числе птица племенная														
прочие виды скота														
из них:														
лошади														
ослы														
мулы и лошаки														
олени														
Молоко от всех видов животных <sup>3</sup>														
Яйца (тыс. шт.):														
яйца, кроме														

инкубационных															
яйца инкубационные															
Шерсть и волос животных															
(в физическом весе)															
в том числе:															
грубые и прочие															
полугрубая															
тонкие															
полутонкая															
Шкурки смушковых ягнят															
невыделанные (шт.)															
Кокконы шелкопряда, пригодные для разматывания (кг)															
Мед натуральный пчелиный															
Невыделанные шкурки пушных зверей клеточно-го разведения (шт.):															
лисицы															
песца															
норки															
нутрии															
соболя															
бобра															
ондатры															
хоря															
Прочие продукты животноводства															
Итого по продуктам животноводства															
Всего по продуктам растениеводства и животноводства															

Таблица 23

Данные, вносимые в раздел 2. Кроме того, реализовано на давальческих условиях, центнеров формы № 21-СХ «Сведения о реализации сельскохозяйственной продукции»

	№ строки	Код по ОКПД2	Всего
зерно злаковых и бобовых культур			
семена и плоды масличных культур			
сахарная свекла			
скот и птица (в живом весе)			
молоко от всех видов животных			

Таблица 24

Данные, вносимые в раздел 3. Наличие продукции на конец отчетного года формы № 21-СХ «Сведения о реализации сельскохозяйственной продукции»

Наименование продукции	№ строки	Код по ОКПД2	Единица измерения	Всего
зерно злаковых и бобовых культур			ц	
продукты переработки зерна (продовольственные)			ц	
Картофель			ц	
овощи			ц	
плоды, ягоды и орехи			ц	
мясо (включая субпродукты) и мясопродукты (в убойном весе)			ц	
молоко и молокопродукты			ц	
яйца			тыс. шт.	
масло растительное			ц	
сахар			ц	
семена и плоды масличных культур			ц	
сахарная свекла			ц	

ФЕДЕРАЛЬНОЕ СТАТИСТИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ
КОНФИДЕНЦИАЛЬНОСТЬ ГАРАНТИРУЕТСЯ ПОЛУЧАТЕЛЕМ ИНФОРМАЦИИ
Нарушение порядка предоставления первичных статистических данных или несвоевременное предоставление этих данных, либо предоставление недостоверных первичных статистических данных влечет ответственность, установленную Кодексом Российской Федерации об административных правонарушениях
ВОЗМОЖНО ПРЕДОСТАВЛЕНИЕ В ЭЛЕКТРОННОМ ВИДЕ
СВЕДЕНИЯ О СБОРЕ УРОЖАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР за 20__ год со всех земель

Предоставляют:	Сроки предоставления
юридические лица, осуществляющие сельскохозяйственную деятельность (кроме субъектов малого предпринимательства и крестьянских (фермерских) хозяйств), из них:	не позднее 21 ноября отчетного года
юридические лица, осуществляющие производство продукции растениеводства в закрытом грунте:	21 ноября отчетного года, 10 января после отчетного периода
- территориальному органу Росстата в субъекте Российской Федерации по установленному им адресу	

<b>Форма № 29-СХ</b>
Приказ Росстата: Об утверждении формы от 21.07.2020 № 399
О внесении изменений (при наличии) от _____ № _____ от _____ № _____
1 раз в год

Наименование отчитывающейся организации _____			
Почтовый адрес _____			
	Код		
Код формы по ОКУД	отчитывающейся организации по ОКПО (для территориально обособленного подразделения и головного подразделения юридического лица - идентификационный номер)		
1	2	3	4
0611010			

Рис. 61. Форма № 29-СХ «Сведения о сборе урожая сельскохозяйственных культур»

Таблица 25

Данные, вносимые в раздел 1. Сельскохозяйственные культуры формы № 29-СХ «Сведения о сборе урожая сельскохозяйственных культур»

Наименование сельскохозяйственных культур	№ строки	Коды по ОКПД2	Уточненная Посевная площадь, га	Общая площадь Уборки ,га	Фактический сбор урожая со всей площади, ц		Кроме того, собрано урожая с повторных, междурядных посевов, ц	Средний сбор с 1 га, ц
					В первоначально оприходованном весе	В весе после доработки		
Посеяно озимых осенью прошлого года на зерно и зеленый корм - всего								
Из них полностью погибло до окончания сева яровых культур								
1. Зерновые культуры:								
Сохранилось озимых на зерно к концу сева яровых								
из них:								
Пшеница озимая								
Рожь озимая								
Ячмень озимый								
Тритикале озимая								
Тритикале яровая								
Пшеница яровая								
Рожь яровая								
Ячмень яровой								
Овес								
Кукуруза								
Просо								

Гречиха								
Рис								
Сорго (джугара)								
2. Зернобобовые культуры:								
Горох								
Фасоль								
Чечевица								
Бобы кормовые на зерно								
Вика и смеси виковые (с преобладанием вики) на зерно								
Люпин кормовой сладкий на зерно								
Нут								
Прочие зернобобовые (чина, маш и другие)								
Зерновые и зернобобовые культуры - всего								
3. Технические культуры:								
Лен-долгунец								
Конопля среднерусская								
Конопля южная								
Сахарная свекла								
Маточники сахарной свеклы								
Высадки - семенники сахарной свеклы								
Табак								
Подсолнечник на зерно								
Лен-кудряш (масличный)								
Клещевина								
Соя								
Горчица								
Рыжик								
Рапс озимый								
Рапс яровой (кольза)								
Сафлор								

Мак масличный									
Прочие масличные культуры (кунжут, арахис, сурепица, перилла, лаллеманция и другие)									
Цикорий									
Лекарственные культуры									
Эфиромасличные культуры (посева текущего года и прошлых лет)	семена								
	пряности необработанные, кроме семян								
	другая продукция (листья, стебли и другое сырье)								
	кориандр								
Хлопок-сырец									
Прочие технические культуры (махорка, канатник, чуфа, люфа, ворсянка, фацелия и другие)									
Технические культуры - всего									
4. Картофель и овощебахчевые культуры:									
Картофель									
Овощи открытого грунта (без семенников двухлетних и однолетних культур)									
из них:									
капуста всех видов									
в том числе									
капуста цветная и брокколи									
огурцы									
томаты (помидоры)									
свекла столовая									
морковь столовая									

лук репчатый								
чеснок								
горох овощной (зеленый горошек)								
прочие овощи								
из них:								
тыква								
кабачки								
Маточники двухлетних овощных культур								
Семенники однолетних овощных культур								
Семенники двухлетних и многолетних овощных культур								
Лук-севок								
Бахчевые продовольственные культуры								
Семенники бахчевых продовольственных культур								
Картофель и овощебахчевые культуры - всего								
Овощи закрытого грунта (из строки 1702 гр. 4 + 5 + 6)								
Овощи открытого и закрытого грунта (сумма строк 1302 и 1703)								
Грибы								
5. Кормовые культуры:								
Корнеплодные кормовые культуры (кормовая свекла, брюква, турнепс и другие)								
Свекла кормовая сахарная								
Маточники кормовых корнеплодов								
Семенники кормовых корнеплодов								
Бахчевые кормовые культуры								
Семенники бахчевых кормовых культур								
Кукуруза на корм								
в том числе:								

на карнаж								
на силос								
на зеленый корм и сенаж								
Культуры кормовые на силос (без кукурузы)								
в том числе использовано озимых на силос с площади, которая не засеяна яровыми культурами								
Однолетние травы								
в том числе использовано:								
на сено								
на зеленый корм, сенаж, травяную муку и для получения гранул и брикетов (вес зеленой массы)								
на выпас								
на семена								
Из однолетних трав использовано озимых на зеленый корм, сено и выпас с площади, которая не засеяна яровыми культурами								
Многолетние беспокровные травы посева текущего года, включая посев осени прошлого года - всего								
в том числе использовано:								
на сено								
на зеленый корм, сенаж, силос, травяную муку и для получения гранул и брикетов (вес зеленой массы)								
на семена								
Многолетние травы посева прошлых лет - всего								
в том числе использовано:								
на сено (всех укосов)								
на зеленый корм, сенаж, силос, травяную муку и для получения гранул и брикетов (вес								

зеленой массы)								
на выпас								
на семена (всех укосов)								
Многолетние травы на семена - всего								
из них:								
клевер красный								
люцерна								
эспарцет								
лугопастбищные травы								
в том числе злаковые								
Кормовые культуры - всего								
Вся посевная площадь под урожай								
Из общей посевной площади посеяно:								
предварительных культур на распаханых лугах и пастбищах в порядке их коренного улучшения								
в междурядьях садов								
Кроме того, подпокровные многолетние травы (подсев, включая подсев с осени) - всего								
в том числе использовано:								
на сено								
на зеленый корм, сенаж, силос, травяную муку и для получения гранул и брикетов (вес зеленой массы)								
6. Посевы газонных трав (текущего года и предыдущих лет), предназначенные для выращивания дернины (газон рулонный)								
<u>7. Сенокосы и культурные пастбища</u>								
Естественные сенокосы:								
на сено								
на зеленый корм, сенаж, силос, травяную муку								

и для получения гранул и брикетов (вес зеленой массы)								
Улучшенные (коренного улучшения) сенокосы и культурные пастбища: на сено								
на зеленый корм, сенаж, силос, травяную муку для получения гранул и брикетов (вес зеленой массы)								
8. Озимые, после использования которых на зеленый корм, силос или выпас были посеяны яровые культуры (промежуточные посевы								

Таблица 26

*Данные, вносимые в раздел 2. Производство продукции растениеводства в закрытом грунте формы № 29-СХ «Сведения о сборе урожая сельскохозяйственных культур»*

	№ строки	Коды по ОКПД2	Теплицы		Парники, утепленный грунт и посевы под пленкой
			зимние	весенние	
Защищенный грунт, общая используемая площадь, м <sup>2</sup>					
Собрано овощей со всех оборотов, ц - всего					
из них: огурцов					
томатов (помидоров)					
Другая продукция (цветы, рассада и другая), тыс. шт.:					

Таблица 27

Данные, вносимые в раздел 3. Многолетние насаждения формы № 29-СХ «Сведения о сборе урожая сельскохозяйственных культур»

	№ строки	Коды по ОКПД2	Всего насаждений, га	В том числе насаждений в плодоносящем возрасте, га	Фактически убрано (из гр. 5), га	Фактический сбор урожая, ц		Средний сбор с 1 га, ц
						всего	в том числе с площади насаждений в плодоносящем возрасте	
1. Плодовые: семечковые (яблоня, груша, айва и другие семечковые)								
косточковые (слива, вишня, черешня, абрикос, персик и другие косточковые)								
орехоплодные (грецкий орех, миндаль, фундук, фисташка и другие орехоплодные)								
субтропические (инжир, хурма, гранат, мушмула, фейхоа и другие субтропические)								
2. Ягодники (земляника, клубника, малина, смородина, крыжовник, черноплодная рябина и другие), включая ягодники в междурядьях плодовых насаждений								
в том числе ягодники на обособленной площади								

3. Цитрусовые (лимон, апельсин, мандарин, другие цитрусовые)								
4. Виноградники								
из них:								
столовые сорта								
кишмишные сорта								
на шпалерах (из строки 2301)								
5. Хмель								
6. Чай:								
сортовой лист								
грубый лист								

Крестьянские (фермерские) хозяйства органам государственной статистики представляют отчёт по форме № 2-фермер «Сведения о сборе урожая сельскохозяйственных культур».

<b>ФЕДЕРАЛЬНОЕ СТАТИСТИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ</b>			
КОНФИДЕНЦИАЛЬНОСТЬ ГАРАНТИРУЕТСЯ ПОЛУЧАТЕЛЕМ ИНФОРМАЦИИ			
Нарушение порядка предоставления первичных статистических данных или несвоевременное предоставление этих данных, либо предоставление недостоверных первичных статистических данных влечет ответственность, установленную Кодексом Российской Федерации об административных правонарушениях			
ВОЗМОЖНО ПРЕДОСТАВЛЕНИЕ В ЭЛЕКТРОННОМ ВИДЕ			
СВЕДЕНИЯ О СБОРЕ УРОЖАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР по состоянию на 1 октября, 1 ноября (20 ноября) 20__ года			
Предоставляют:		Сроки предоставления	
юридические лица – субъекты малого предпринимательства (кроме микропредприятий и крестьянских (фермерских) хозяйств), осуществляющие сельскохозяйственную деятельность; крестьянские (фермерские) хозяйства, а также физические лица, занимающиеся предпринимательской сельскохозяйственной деятельностью без образования юридического лица (индивидуальные предприниматели); микропредприятия, осуществляющие выращивание овощей защищенного грунта: - территориальному органу Росстата в субъекте Российской Федерации по установленному им адресу		2 октября, 2 ноября (21 ноября)	
		не позднее 21 ноября	
		21 ноября	
		<b>Форма № 2-фермер</b>	
		Приказ Росстата: Об утверждении формы от 21.07.2020 № 399 О внесении изменений (при наличии) от _____ № ____ от _____ № ____	
		2 раза в год, 1 раз в год	
Наименование отчитывающейся организации _____			
Почтовый адрес _____			
----- Линия отрыва (для отчетности, представляемой индивидуальным предпринимателем/главой крестьянского (фермерского) хозяйства)			
Код формы по ОКУД	Код		
	отчитывающейся организации по ОКПО (для территориально обособленного подразделения и головного подразделения юридического лица - идентификационный номер)		
1	2	3	4
0611002			

Рис. 62. Форма № 2-фермер «Сведения о сборе урожая сельскохозяйственных культур»

Таблица 28

Данные, вносимые в раздел 1. Сельскохозяйственные культуры формы № 2-фермер «Сведения о сборе урожая сельскохозяйственных культур»

Наименование сельскохозяйственных культур	№ строки	Коды по ОКПД2	Уточненная посевная площадь, га	Фактически убрано, га	Фактический сбор урожая со всей площади, ц		Средний сбор с 1 га, ц
					в первоначально оприходованном весе	в весе после доработки	
Зерновые и зернобобовые культуры – всего (сохранившиеся озимые и яровые)							
из них:							
пшеница озимая							
пшеница яровая							
ячмень яровой							
овес							
гречиха							
зернобобовые:							
Технические культуры							
из них:							
сахарная свекла							
подсолнечник на зерно							
soя							
Картофель							
Овощи открытого грунта							
из них:							
Грибы							
Бахчевые продовольственные культуры							
Кормовые культуры – всего							
из них:							
корнеплодные кормовые культуры							
кукуруза на корм							
в том числе:							
на карнаж							
на силос							

Наименование сельскохозяйственных культур	№ строки	Коды по ОКПД2	Уточненная посевная площадь, га	Фактически убрано, га	Фактический сбор урожая со всей площади, ц		Средний сбор с 1 га, ц
					в первоначально оприходованном весе	в весе после доработки	
на зеленый корм и сенаж							
культуры кормовые на силос (без кукурузы)							
однолетние травы – всего							
в том числе использовано: на сено							
на зеленый корм, сенаж							
многолетние беспокровные травы посева текущего года, включая посев осени прошлого года – всего							
в том числе использовано: на сено							
на зеленый корм, сенаж, силос							
многолетние травы посева прошлых лет – всего							
в том числе использовано: на сено							
на зеленый корм, сенаж, силос							
Вся посевная площадь под урожай							
Естественные сенокосы: в том числе использовано: на сено							
на зеленый корм, сенаж, силос (вес зеленой массы)							

Таблица 29

Данные, вносимые в раздел 2. Производство продукции растениеводства в закрытом грунте формы № 2-фермер «Сведения о сборе урожая сельскохозяйственных культур»

	№ строки	Коды по ОКПД2	Теплицы		Парники, утепленный грунт и посевы под пленкой
			зимние	весенние	
Защищенный грунт, общая используемая площадь, м <sup>2</sup>					
Овощи закрытого грунта (собрано со всех оборотов), ц – всего					
из них:					
огурцы					
помидоры					
Другая продукция (цветы, рассада и другое), тыс шт:					

Таблица 30

Данные, вносимые в раздел 3. Многолетние насаждения формы № 29-СХ «Сведения о сборе урожая сельскохозяйственных культур»

Наименование насаждений	№ строки	Коды по ОКПД2	Всего насаждений, га	В том числе насаждений в плодоносящем возрасте, га	Фактически убрано (из гр. 5), га	Фактический сбор урожая, ц		Средний сбор с 1 га, ц
						всего	в том числе с площади в плодоносящем возрасте	
Плодовые: семечковые (яблоня, груша, айва и другие)								
косточковые (слива, вишня, черешня, абрикос, персик и другие)								
орехоплодные (грецкий орех, миндаль, фундук и другие)								
Ягодники (земляника, клубника, малина, смородина, крыжовник, черноплодная рябина)								

Наименование насаждений	№ строки	Коды по ОКПД2	Всего насаждений, га	В том числе насаждений в плодоносящем возрасте, га	Фактически убрано (из гр. 5), га	Фактический сбор урожая, ц		Средний сбор с 1 га, ц
						всего	в том числе с площади в плодоносящем возрасте	
и другие), включая ягодники в междурядьях плодовых насаждений								
Виноградники								
Другие:								

Таблица 31

*Данные, вносимые в раздел 4 Реализация и наличие основных продуктов растениеводства № 2- фермер «Сведения о сборе урожая сельскохозяйственных культур»*

Наименование сельскохозяйственных культур	№ строки	Коды по ОКПД2	Реализовано продукции, ц	Наличие продукции на конец отчетного периода, ц
Зерно злаковых и бобовых культур				
Продукты переработки зерна (продовольственные)				
Семена и плоды масличных культур – всего				
в том числе подсолнечника				
Сахарная свекла				
Картофель				
Овощи (открытого и закрытого грунта)				
в том числе овощи закрытого грунта				
Грибы				
Другая продукция растениеводства:				

### *Темы рефератов*

- Задачи статистики растениеводства с учетом современного состояния и особенностей развития.
- Анализ современного состояния и динамики развития растениеводства в России
- Направления реализации государственной политики поддержки сельского хозяйства в растениеводческом секторе
- Инновационное развитие овощеводства как основа продовольственной безопасности
- Проблемы АПК России и возможные пути их решения

### *Контрольные вопросы*

1. Что такое посевная площадь?
2. Что такое урожайность?
3. Какие выделяют типы урожайности?
4. Какие выделяют виды сельскохозяйственных посевов?
5. Какие выделяют категории посевных посевов

## **Глава 15. СТАТИСТИКА ЖИВОТНОВОДСТВА**

Животноводство - совокупность отраслей, занимающихся разведением сельскохозяйственных животных с целью производства продуктов питания (молоко, мясо, яйца, мед и др.) и сырья для переработки при производстве других продуктов (шерсть, пух и др.).

Животноводство является источником получения органических удобрений (навоза).



Рис.63. Навоз

Производственный процесс в животноводстве тесно связан с естественными процессами развития и жизнедеятельности живых организмов, при этом конечная продукция этой отрасли представляет собой результат естественного и экономического цикла.



Рис. 64. КРС

Если продукты прошли промышленную переработку или обработку, то они являются продукцией такого вида экономической деятельности, как «производство пищевых продуктов».

Не относятся к продукции животноводства звери, добытые на охоте, и рыба, выловленная в природных водоемах, в отличие от пушных зверей, выращенных в специальных хозяйствах, и рыбы, разводимой в специально подготовленных для этого водоемах.

Животноводство - самостоятельный объект статистического изучения. Состояние и развитие животноводства как отрасли сельского хозяйства характеризуются определенной системой статистических показателей, часть которых имеет общеэкономический характер, а часть специфична по форме или по содержанию.

К числу специфических показателей состояния животноводства относятся показатели:

- наличия и состава животных;
- воспроизводства животных и их движения;
- продуктивности сельскохозяйственных животных;
- уровня зоотехнических мероприятий;
- выхода продукции животноводства в целом и в расчете на 100 га сельскохозяйственных угодий, на одного работника и т. д.

Однако перечисленные показатели не могут объяснить причины различий в их уровнях. Для этого необходимо привлечь к анализу показатели материальных условий, в которых находится животноводство.

Прежде всего нужны показатели, характеризующие обеспеченность животных кормами, помещениями, техническими средствами, рабочей силой, квалифицированными кадрами и т. д.

В свою очередь они оказывают влияние не только на численность скота и его продуктивность, но и на такие важные экономические показатели, как уровень производительности труда, себестоимость продукции животноводства и уровень рентабельности.

Роль и значение животноводства в экономике страны определяют задачи статистики животноводства:

- характеристика состояния и развития отдельных отраслей животноводства, а именно: сбор и анализ данных о размерах продукции животноводства, продуктивности сельскохозяйственных животных, их численности по видам, о составе поголовья животных по половым и возрастным группам;

- анализ территориального размещения подотраслей животноводства;

- изучение факторов, оказывающих влияние на развитие животноводства;

- изучение распределения скота по категориям хозяйств;

- изучение межотраслевых и внутриотраслевых связей отрасли животноводства;

- изучение состояния кормовой базы животноводства.

В животноводстве выделяют подотрасли по видам животных:

- скотоводство,

- свиноводство,

- овцеводство,

- козоводство,

- птицеводство,

- оленеводство,

- звероводство,

- пчеловодство,

- рыбоводство и т. д.

Каждая из подотраслей дифференцируется по:

- производственному направлению (племенные, репродуктивные, товарные);
- по виду получаемой продукции (молочное и мясное скотоводство;
- мясное и беконное свиноводство;
- тонкорунное, полутонкорунное и грубошерстное овцеводство;
- пуховое, шерстное и молочное козоводство;
- яичное и бройлерное птицеводство и т. п.).

Поголовье животных учитывается, в первую очередь, по видам: крупный рогатый скот, свиньи, овцы и козы, лошади, птица, олени, верблюды и др., а также по экономическим признакам и по производственно-техническим признакам.

По экономическим признакам поголовье животных подразделяется:

- по характеру хозяйственного использования на рабочий (лошади, ослы, мулы, верблюды) и продуктивный скот (коровы, свиньи, овцы, козы). Некоторые виды животных имеют смешанное использование (буйволы, олени);
- по функциональной роли в процессе производства виды и отдельные группы животных относят к основным средствам производства (взрослый скот рабочий, племенной и продуктивный) или к оборотным средствам производства (молодняк рабочего и продуктивного скота, взрослый скот на откорме).

В практике статистики и хозяйственного управления используется половозрастная классификация по каждому виду животных. Степень дифференциации на группы зависит от уровня управления, задач анализа, возможностей получения информации и других причин.

По каждому виду скота выделяют следующие группы:

- самцы-производители;
- маточное поголовье;
- ремонтный молодняк;
- молодняк прошлых лет рождения;
- молодняк текущего года рождения.

В птицеводстве учет ведется по взрослому поголовью и молодняку.

К взрослому поголовью птицы относят кур старше 6 месяцев, гусей и индеек - старше 7 месяцев, уток - старше 3 месяцев.

Данные о численности скота по половым и возрастным группам имеют определяющее значение для характеристики состава стада и планирования развития животноводческих отраслей.

В государственной статистике для сбора сведений о производстве продукции животноводства применяется форма № 24-СХ «Сведения о состоянии животноводства».

Крестьянские (фермерские) хозяйства в органы государственной статистики представляют отчёт по форме № 3-фермер «Сведения о производстве продукции животноводства и поголовье скота».

Кроме сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств учёт скота и продукции животноводства ведётся в личных подсобных хозяйствах.

В органы государственной статистики представляется форма № 14 «Сведения об оценке поголовья скота и птицы, посевных площадей в хозяйствах населения».

### ***Темы рефератов***

- Состояние развития животноводства в Российской Федерации
- Тенденции развития животноводства и основные направления по импортозамещению продукции в Российской Федерации
- Проблемы животноводства в России
- Потенциал внешнего рынка продукции животноводства России
- Цифровые автоматизированные технологии в животноводстве - основа модернизации отрасли

### ***Контрольные вопросы***

1. Что относят к специфическим показателям состояния животноводства?
2. Что такое натуральное выражение?
3. Что такое условно-натуральные показатели?
4. Что такое продуктивность скота?
5. Что такое натуральные и стоимостные показатели выхода продукции животноводства

## Глава 16. СТАТИСТИКА КОРМОВ

Особой отраслью растениеводства является кормопроизводство. Значительная часть продукции растениеводства используется затем в качестве кормов для животных. На эти нужды используются практически все производимые кормовые культуры (сено, сенаж, кукуруза на силос и зеленую массу, кормовые корнеплоды), а также значительная часть урожая других культур - зерновых, картофеля и овощей и бахчевых.

В увеличении производства продукции животноводства первостепенная роль отводится созданию прочной кормовой базы. Под кормовой базой понимается состав и размеры источников поступления кормов, объем и качество кормовых ресурсов, система приемов и методов по производству, хранению и расходованию кормов с учетом уровня продуктивности животных и птицы, обеспечивающая все виды скота достаточным количеством необходимых питательных веществ. Обеспеченностью кормами определяются масштаб, структура производства и, в значительной мере, продуктивность животных.

Особо выделяют понятия:

- естественная кормовая база - это получение кормов с естественных угодий - сенокосов и пастбищ;
- собственная кормовая база предприятия, района, области - это только собственные источники поступления кормов.

Важнейшая часть кормовой базы - это кормопроизводство, то есть научно обоснованная система организационно-хозяйственных и технологических мероприятий по производству, переработке и хранению кормов.

Кормопроизводство включает в себя:

- производство полевых кормовых культур, часть зернового хозяйства, производство сахарной свеклы, картофеля и других культур;
- корма с культурных сенокосов и пастбищ;
- промышленное производство кормов.

Другая часть будет относиться к кормодобыванию: заготовка кормов с естественных кормовых угодий, веточный корм, пищевые отходы и т. п.

Кормовые ресурсы - это объем кормов на фиксированную дату. Кормовые ресурсы включают:

- остатки кормов, то есть переходящие запасы;
- продукцию с природных кормовых угодий;
- кормопроизводство за установленный период;
- корма, поступившие со стороны.

Кормовые угодья - это сельскохозяйственные угодья, выделенные для производства кормов. Причем эти угодья разделяются на природные - кормовые угодья, имеющие природный травостой и используемые для производства кормов, и сеяные - кормовые угодья, травостой которых создается путем посева кормовых культур.

Статистика кормовой базы и кормовых ресурсов включает статистику размера кормовых ресурсов, статистику расходования кормовых ресурсов, статистику качества кормов, кормовые балансы, статистику экономической эффективности использования кормов.

Основные задачи статистики кормовой базы и кормовых ресурсов:

- сбор и разработка статистической информации о производстве, наличии и использовании кормов;
- изучение наличия и состояния естественных кормовых угодий, способов заготовки кормов;
- определение условий хранения и экономической эффективности их использования;
- определение структуры кормов по их видам в рационе сельскохозяйственных животных;
- изучение обеспеченности скота кормами.

Существует поддерживающий и продуктивный корм. Поддерживающий корм - это затраты питательных веществ на обеспечение жизненных функций организма животных. Корм, скармливаемый животному сверх поддерживающего, расходуется на повышение продуктивности и называется продуктивным кормом.

Следовательно, чем больше корма скармливается животному сверх поддерживающего уровня, тем выше продуктивность и лучшая «оплата» корма продукцией, если другие факторы не сдерживают этот процесс. По нормам в расчете на 1 ц продукции животноводства должно расходоваться, ц к. ед. :

- Молоко 0,8 -1,0;
- прирост крупного рогатого скота 8,0 - 9,0;
- прирост свиней 4,0 - 5,0.

При изучении кормов статистика использует различные их классификации. Все кормовые средства, используемые в кормлении сельскохозяйственных животных, различают как по источникам получения, так и по химическому составу и питательности.

По источникам получения все корма подразделяются на корма естественного и синтетического происхождения. В свою очередь, корма естественного происхождения включают в себя корма растительного, животного происхождения, а также минеральные корма. Корма синтетического происхождения подразделяются на продукты микробиологического и химического синтеза.

Корма растительного происхождения по химическому составу делятся на две большие группы: объёмистые и концентрированные. Объёмистые корма подразделяются на влажные и грубые. Концентрированные корма подразделяются на углеводистые, протеиновые (белковые) и комбинированные (комбикорм).

К грубым кормам относят:

- сено,
- солому,
- полову,
- мякину,
- травяную муку,
- травяную резку,
- стержни кукурузных початков,
- веточный корм,
- шелуху.

К влажным кормам относят:

▪ сочные корма (силос, сенаж, корнеклубнеплоды, ботва корнеплодов, картофель, овощи, бахчевые, сочные плоды, водоросли),

▪ водянистые корма (жом, мезга, барда, плодовые выжимки, пивная дробина, пищевые отходы)

- зелёный корм (трава пастбищ).

К углеводистым кормам относят:

- зерновые,

- злаковые,
- зерноотходы,
- семена,
- сушеную сахарную свеклу
- картофель,
- кормовую патоку,
- сухой свекловичный жом,
- отходы крупяного и мукомольного производства (отруби, кормовую муку).

Протеиновые (белковые) корма включают в себя:

- зерна бобовых,
- жмыхи,
- шроты,
- отруби,
- кормовые дрожжи,
- травяную муку,
- зерновую барду.

Комбикорма включают в себя:

- полнорационные комбикорма (смеси),
- комбикорма-концентраты,
- белково-витаминные минеральные добавки,
- премиксы (смесь биологически активных веществ).

### **Классификация кормов, их характеристика**

Полноценное кормление сельскохозяйственных животных является определяющим фактором в вопросе производства продукции животноводства.

О значении полноценного кормления сельскохозяйственных животных можно судить по тому факту, что в структуре себестоимости продукции доля кормов составляет при производстве молока 50 - 55 %, говядины – 65 - 70 %.

Для животных важно не только количество, но главным образом качество кормов, которое определяется содержанием в них питательных веществ. От полноценного кормления зависят уровень продуктивности, качество продукции, здоровье животных, что в целом определяет эффективность животноводства, как отрасли сельскохозяйственного производства.

Корма - продукты растительного, животного или минерального происхождения, используемые для кормления сельскохозяйственных животных.

Корма называют специально приготовленные и используемые для кормления сельскохозяйственных животных продукты, содержащие питательные вещества в усваиваемой форме и не оказывающие вредного действия на здоровье животных и качество получаемой от них продукции.

Классификация кормов.

1. По энергетической ценности:

- - объемистые (в 1 кг массы содержится до 0,6 корм. ед.);
- - концентрированные (в 1 кг массы – более 0,6 корм. ед.).

2. По происхождению:

- - растительные; животные;
  - - микробиологического синтеза; химического синтеза;
- комбинированные.

Для практических целей принята следующая классификация кормов:

- зеленые (трава пастбищ и зеленых подкормок);
- грубые (сено, солома, мякина, веточный и древесный корм);
- сочные (силос, сенаж, корнеплоды, клубнеплоды, бахчевые и другие сочные плоды);
- концентрированные (зерно и семена, жмых, шрот и др. );
- животного происхождения (молоко цельное и обезжиренное, сыворотка, мясокостная и рыбная мука и др. );
- отходы технических производств (спиртового, сахарного, консервного пищевого, масложирового);
- пищевые отходы; микробиологического синтеза (дрожжи, микробный белок);
- синтетические азотистые добавки; минеральные и витаминные добавки; комбикорма.

Под питательностью понимают свойство корма удовлетворять разносторонние естественные потребности животных в пище.

В зависимости от того, какие потребности организма животного и в какой степени удовлетворяет корм, его питательность подразделяют на:

- общую (энергетическую),

- протеиновую,
- минеральную
- витаминную.

Чтобы оценить питательность корма, необходимо знать химический состав, калорийность и переваримость корма, а также использование (усвояемость) животными питательных веществ.

Основную часть веществ растительного (96-98 %) и животного (около 95 %) происхождения составляют углерод, водород, кислород и азот. Причем в растениях больше содержится кислорода, а в теле животных - азота, углерода и водорода.

Любой корм состоит из сухого вещества и воды.

Сухое вещество. В сухом веществе различают минеральную и органическую части. Минеральная часть корма характеризуется наличием элементов минерального питания (кальций, фосфор, магний, калий, железо, медь и др. ), находящихся в форме различных соединений. Органическая часть корма состоит из веществ двух видов: азотистый (сырой протеин) и безазотистых (сырой жир, сырая клетчатка, экстрактивные вещества).

Вода. Чем больше в корме воды, тем ниже его питательность. Содержание воды в кормах колеблется в широких пределах. Например, в зерновых, сене и соломе она составляет 14-15 %, в зеленых кормах - 60-85 %, а в корнеплодах - до 90 %.

Вода является основным растворителем и участником основных физиологических процессов, в ходе которых всосавшиеся из кишечника питательные вещества доставляются ко всем клеткам и тканям организма, а от них выносятся продукты жизнедеятельности.

Минеральные вещества. Входя в состав всех клеток и тканей тела животных, минеральные вещества выполняют в организме важные физиологические функции.

Они являются структурными элементами ряда ферментов и гормонов, некоторые из них активизируют их действие, составляют основу костной ткани, принимают участие в регуляции деятельности нервной и сердечно-сосудистой систем, белкового, углеводного, жирового и водного обмена.

В тканях животных обнаружено более 60 минеральных веществ. Их делят на две группы - макроэлементы (кальций, фосфор, калий,

натрий, магний, хлор, сера и др.) и микроэлементы (железо, медь, цинк, кобальт, марганец, йод и др.).

Белки имеют исключительно важное значение в жизни живого организма, являясь одним из основных элементов питания животных и служащих источником «строительных материалов» для организма. По сравнению с другими группами питательных веществ протеиновые соединения занимают особое место в кормлении скота и птицы, так как не могут быть заменены ни жирами, ни углеводами.

Протеин корма служит источником белка тела животных. К белкам относятся антитела, выполняющие защитные функции, и ферменты.

Основными составными частями белков корма, из которых организм синтезирует белок своего тела, являются аминокислоты, представляющие собой конечные продукты распада белков корма в пищеварительном тракте сельскохозяйственных животных.

Аминокислоты делят на заменимые и незаменимые.

К незаменимым (жизненно необходимым) аминокислотам относятся лизин, метионин, триптофан, гистидин, лейцин, изолейцин, фенилаланин, валин, аргинин, треонин.

Первые три аминокислоты называют критическими. Они особенно нужны для свиней и птицы, так как в зерновых кормах их содержание ничтожно мало.

Примерное содержание белка в различных кормах, %: сено злаковых растений - 6-8, сено бобовых - 12-16, зерно злаковых - 8-12, зерно бобовых - 20-30, корнеплоды - 0,5-1, жмых, шрот - 30-40, корма животного происхождения - 50-70.

Высокую биологическую ценность имеют белки животного происхождения: рыбная, кровяная, мясная и мясокостная мука, сыворотка, молоко. Хорошей биологической ценностью характеризуются белки бобовых растений - люцерны, клевера, горох, соя и др.

Витамины. Нормальная жизнедеятельность живого организма невозможна без витаминов. Отсутствие или недостаток их в кормах ведет к расстройству обмена веществ и заболеваниям, называемым авитаминозами.

Уровень некоторых витаминов в продукции животноводства - молоке, яйце, мясе, сливочном масле - находится в прямой

зависимости от их количества в рационах. На содержание витаминов в кормах влияют различные факторы: вид и сорт растений, почва, климат, период вегетации и др.

Изучено более 20 витаминов. Разработаны методы выделения их в чистом виде, а также методы искусственного синтеза некоторых витаминов. По химической природе витамины делят на две группы: жирорастворимые и водорастворимые. К жирорастворимым относятся витамины А, D, Е, К, к водорастворимым - витамины группы В и С.

Переваримость корма определяют по разности между питательными веществами, принятыми с кормом и выделенными из организма. Чем выше переваримость корма, тем больше его питательная ценность. Переваримость корма оценивают по коэффициенту переваримости, представляющему собой процентное отношение переваренных веществ к потребленным с кормом.

Для определения коэффициента переваримости органического вещества корма или его отдельных частей необходимо знать, сколько этих питательных веществ поступило с кормом и сколько выделено с калом, т. е. не усвоилось.

Оценка питательности кормов. Под общей питательностью корма понимают содержание в нем всех органических веществ или величину вносимой с ним энергии.

Энергетическую питательность кормов оценивают по содержанию в них кормовых единиц. За кормовую единицу принята питательность 1 кг сухого (стандартного) овса, эквивалентная 1414 ккал (5920,4 кДж) энергии жиросотложения или отложению в теле откормочного вола 750 г жира.

Для научного исследования питательность рекомендуется оценивать в энергетических кормовых единицах (ЭКЕ), отражающих потребность животных в обменной энергии. В качестве 1 ЭКЕ принято 2500 ккал (10467 кДж) обменной энергии.

Норма кормления - это количество питательных веществ, необходимое для удовлетворения потребности животных с целью поддержания жизнедеятельности организма и получения намеченной продукции хорошего качества при сохранении здоровья.

На основе норм кормления животных составляют суточный рацион.

Рацион - это набор кормов, соответствующий по питательности определенной норме кормления и удовлетворяющий физиологическую потребность животного в питании с учетом его продуктивности.

К рационам для сельскохозяйственных животных предъявляют следующие требования. По питательности они должны соответствовать нормам кормления и биологическим особенностям определенного вида животных; содержать вещества, благоприятно влияющие на пищеварение; быть разнообразными по ассортименту кормов и достаточными по объему. В рацион целесообразно включать корма по возможности дешевые и производимые в основном в хозяйстве.

Зеленые и грубые корма. К зеленым кормам относятся травы естественных и культурных сенокосов и пастбищ, зеленая масса посевных культур и других растений. Молодая трава, несмотря на большое содержание воды (70-80 %), характеризуется значительной питательностью.

По энергетической питательности и содержанию протеина в сухом веществе зеленая трава приближается к концентрированным кормам, а протеин ее отличается высокой биологической ценностью.

Зеленые корма содержат в большом количестве почти все необходимые для организма животного витамины и минеральные вещества.

Зеленый корм - основной источник корма в пастбищный период. В кормовом рационе животных они занимают 26 % и более.

Состав зеленых кормов в зависимости от вида и фазы вегетации растений, %: воды 60-80, протеина 20-25, клетчатки 10- 18, жира 4-5, безазотистых экстрактивных веществ 35-50, минеральных веществ 9-11 в пересчете на сухое вещество. Зеленая трава по стоимости кормовой единицы дешевле других кормов.

Сено - важнейший корм и один из главных источников протеина, минеральных веществ и витаминов для крупного рогатого скота, овец, лошадей в зимний период.

Сено получают естественным или искусственным высушиванием трав до влажности 14-17 %.

В 1 кг сена I класса содержится 0,45-0,55 корм. ед. , 65-80 г переваримого протеина, не менее 30 мг каротина.

Оптимальные сроки скашивания злаковых трав на сено - начало колошения, бобовых - бутонизация, начало цветения. В этот период растения имеют большую облиственность и содержат максимальное количество питательных веществ и мало клетчатки.

Чтобы получить высокопитательное сено, уборку трав по каждому типу сенокосов следует начинать в оптимальные сроки и заканчивать через 8-10 дней.

Даже если сушка сена происходит при благоприятных погодных условиях, общие потери питательных веществ составляют 20-30 %, а при неблагоприятных достигают 40-50 % исходного содержания их в траве.

Существует несколько способов сушки трав на сено:

- заготовка рассыпного сена;
- заготовка измельченного сена;
- заготовка прессованного сена;
- досушка трав методом активного вентилирования.
- Сочные корма.

К основным сочным кормам относятся: силос, сенаж и корнеклубнеплоды.

Силос - основной вид корма в зимних рационах для крупного рогатого скота и овец. Большие преимущества силоса - небольшие потери питательных веществ при его заготовке – 15-20 % (для сравнения: у сена - 30 %) и возможность получения его в любую погоду.

Сущность силосования заключается в том, что изоляция корма от доступа воздуха прекращает развитие всех аэробных бактерий и плесневых грибов, а образующаяся в результате жизнедеятельности молочнокислых бактерий молочная кислота, полнокислая корм, подавляет анаэробные гнилостные, маслянокислые и другие процессы.

Условия силосования. Для получения силоса высокого качества необходимо соблюдать ряд условий.

Прежде всего уборку зеленой массы надо проводить в оптимальные сроки. Кукурузу следует скашивать в конце фазы молочной спелости зерна и в фазе восковой спелости, викогорохово-овсяные смеси - в фазе восковой спелости зерна в первых двух нижних ярусах бобов, подсолнечник - в период от начала до 50 %-

ного цветения корзинок, многолетние злаковые травы - в фазе колошения. Скашивание трав в поздние фазы вегетации отрицательно сказывается на качестве силоса.

Влажность силосуемой массы должна быть оптимальной. Для силосования растений большинства видов оптимальной влажностью считается 65-75 %.

Силосование кормов повышенной влажности (75-80 %) сопровождается большими потерями питательных веществ с вытекающим соком.

Измельчение силосуемой массы существенно влияет на качество корма, так как оно способствует выделению клеточного сока, который содержит сахара и питательные вещества, необходимые для нормальной жизнедеятельности молочнокислых бактерий.

Основная силосуемая масса должна быть измельчена на частицы размером 2-4 см, а зеленая масса с высокой влажностью - 5-10 см (не более).

Сенаж - это измельченный и законсервированный в герметических башнях или траншеях корм из трав, скошенных и провяленных до влажности 45-55 %.

При заготовке сенажа консервация корма обуславливается физиологической сухостью растений, характеризующейся отсутствием в них влаги, необходимой для жизнедеятельности большинства бактерий. Вследствие этого в сенаже образуется значительно меньше органических кислот, чем в силосе, и сохраняется большее количество сахара.

Преимущества сенажа перед сеном и силосом следующие. Потери питательных веществ при его заготовке составляют 6-10 %. Кроме того, полностью сохраняются цветы и листья, которые содержат большое количество ценных питательных веществ.

При использовании сенажа значительно облегчается механизация заготовки и раздачи кормов. По вкусовым и питательным свойствам сенаж ближе к зеленой массе, чем силос, и скот поедает его с большей охотой. Сенаж - пресный корм, рН 4,8-5,5.

Благодаря относительно низкой влажности он не замерзает в зимнее время.

Чтобы получить высокопитательный сенаж, травы рекомендуется скашивать в более ранние фазы вегетации, чем при

заготовке сена: бобовые - в начале бутонизации, злаковые - в период выхода в трубку, в начале колошения.

Уборку трав следует заканчивать до начала цветения.

Сенаж готовят следующим образом. Травы скашивают и одновременно плющат (бобовые и бобово-злаковые травосмеси), провяливают, подбирают из валков с измельчением зеленой массы, грузят в транспортные средства, перевозят к башне или траншее, загружают, уплотняют и герметически закрывают. В прокосах траву оставляют при хорошей погоде не более чем на 4 ч. Обычно для провяливания зеленой массы до влажности 45-55 % при хорошей погоде требуется 6-7 ч, при пасмурной погоде без осадков - около суток.

Корнеклубнеплоды делят на корнеплоды и клубнеплоды.

К корнеплодам относятся:

- кормовая, сахарная и полусахарная свекла,
- турнепс,
- морковь,
- брюква;

к клубнеплодам относятся:

- картофель,
- земляная груша (топинамбур).

Корнеклубнеплоды входят в группу сочных кормов. В них содержится много воды (70-90 %), мало протеина (1-2 %), около 1 % клетчатки и почти нет жира.

В сухом веществе корнеклубнеплодов преобладают легкопереваримые углеводы (крахмал и сахар). Энергетическая питательность 1 кг сухого вещества корнеклубнеплодов и 1 кг концентратов приблизительно одинакова.

Из всех видов, используемых в нашей стране кормовых корнеплодов наибольшая доля приходится на кормовую свеклу. В ней содержится в среднем 12 % сухого вещества (пределы изменения 7-25 %). Кормовая свекла - один из основных углеводистых кормов в рационах крупного рогатого скота, овец и частично свиней. 5. Концентрированные корма.

Группа концентрированных кормов представлена в основном зерновыми кормами. Они обладают высокой питательностью (1 -1,34 корм. ед. в 1 кг корма).

Зерновые корма делят на 2 группы:

1. богатые углеводами (овес, ячмень, рожь, кукуруза);
2. богатые протеином (бобовые культуры – горох, люпин, вика, соя).

Соя содержит до 30 - 45 % протеина и поэтому считается наиболее высокопитательным кормом.

К кормам животного происхождения относятся молочные, мясные и рыбные корма, которые характеризуются высоким содержанием протеина и витаминов группы В.

Заменитель цельного молока (ЗЦМ) представляет собой смесь высококачественных продуктов - сухого и свежего обезжиренного молока, сухой молочной сыворотки, животных и кулинарных жиров, витаминных, минеральных и вкусовых добавок. Состав ЗЦМ: 80 % сухого обезжиренного молока, 15 % растительной саломассы (гидрогенизированный растительный жир) и 5 % фосфатидного концентрата.

Рыбная мука - один из лучших белковых кормов, содержащий до 60 % протеина. Этот продукт получают из пищевой рыбы и рыбных отходов. Рыбную муку скармливают молодняку сельскохозяйственных животных, свиньям и птице, используют для приготовления комбикормов, в качестве добавок к рационам, балансирующих их по белку и минеральным веществам.

Мясную и мясокостную муку производят из туш и внутренних органов животных, непригодных для питания человека, и используют для приготовления кормов. Содержание протеина 30-60 %.

Кормовые дрожжи - ценный белково-витаминный корм, отличный компонент комбикорма. Кормовые дрожжи выпускают предприятия мясоперерабатывающей и сульфатно-целлюлозной промышленности, а также спиртовые заводы из отходов в виде сухого продукта (8-10 % влаги).

Пищевые отходы (остатки предприятий общественного питания и домашней кухни). В среднем 5-6 кг отходов соответствуют 1 корм. ед. Пищевые отходы (в смеси с другими кормами) следует максимально использовать для откорма свиней в сельскохозяйственных предприятиях, расположенных вокруг крупных городов и промышленных центров. Перед скармливанием

пищевые отходы обеззараживают, т. е. пропаривают, и освобождают от посторонних предметов.

#### 7. Минеральные подкормки и витаминные препараты.

Минеральные подкормки. К ним относятся поваренная соль, ракушки, костная мука, кормовой фосфат, известняки, сапропель (озерный ил), фосфорно-кальциевые

подкормки, трикальцийфосфат, преципитат кормовой и др. Промышленность выпускает специальные брикеты, состоящие в основном из поваренной соли с добавкой необходимых микроэлементов.

Витаминные препараты. Для удовлетворения потребностей животных в витаминах в состав комбикормов вводят концентраты витамина А и каротина. Рыбий жир получают из печени трески, добавляя концентраты витаминов А и D. Кормовые дрожжи, содержащие витамины D2 и группы В, вырабатывают при облучении ультрафиолетовыми лучами дрожжевой суспензии.

#### 8. Комбинированные и кормовые добавки.

Комбикорм представляет собой сложную однородную смесь кормовых средств (зерно, отруби, корма животного происхождения, минеральные добавки и др.). Смешивание их и введение в рацион биологически полноценных премиксов и добавок позволяет повысить эффективность использования естественных кормов.

Комбикорма подразделяют на:

- - полноценные (полнорационные);
- - комбикорма – концентраты;
- - балансирующие кормовые добавки (БВД);
- - премиксы.

Балансирующие кормовые добавки (БВД, БМВД, карбамидный концентрат и др.) представляют собой однородные смеси измельченных до нужной степени высокобелковых кормовых средств и микродобавок. Их используют главным образом для приготовления комбикормов на основе зернофуража. БВД и БМВД вводят в состав зерновой смеси в количестве 10-30 % ее массы.

Премиксы - смеси измельченных до нужной степени крупности различных веществ (минеральных кормов, аминокислот, витаминов, антибиотиков и др.) и наполнителя, используемые для обогащения комбикормов и белково-витаминных добавок.

Корма животного происхождения получают при переработке животноводческой продукции и рыбы. К ним относят молоко и продукты его переработки (сыворожка, творог, заменитель цельного молока), отходы мясокомбинатов (мясная мука, мясо-костная мука, кровяная мука) и рыбоконсервной промышленности (рыбная мука, крилевая мука, крабовая мука), побочные продукты птицеводства, отходы инкубаторов, шелководства и кожевенной промышленности.

Минеральные корма вырабатываются из природного сырья и служат источником минеральных веществ. К ним относятся фосфаты кальция и натрия, поваренная соль, мел, известняк, ракушечник, различные глины, специально приготовленные многокомпонентные брикеты и блоки-лизунцы.

Продуктами микробиологической промышленности считаются различные виды кормовых дрожжей, отходы бродильных производств, аминокислоты, препараты витаминов, антибиотиков, ферментов и др.

Продукты химического синтеза характеризуются высокой концентрацией питательных и биологически активных веществ. К этой группе относятся азотосодержащие вещества (мочевина и фосфаты аммония, аммиачная вода), синтетические аминокислоты, микроэлементы, витамины, профилактические, лечебные, гормональные препараты и др.

Это основные и наиболее употребительные группы кормов с учетом их качества. Корма растительного и животного происхождения являются непосредственно продукцией сельского хозяйства или представляют результат её переработки. Минеральные, химические и микробиологические корма - это промышленная продукция.

В статистике проводится различие между полевым кормопроизводством и получением кормов с сенокосов и культурных пастбищ. В свою очередь, полевое кормопроизводство включает выращивание ряда культур и получение нескольких видов продукции, в том числе побочной продукции. Сенокосы разделяют на естественные и улучшенные (коренного улучшения).

Статистика кормовой базы и кормовых ресурсов учитывает, главным образом, стойловые корма. Однако периодически ведется учет площади пастбищ и определяется их продуктивность.

Статистика учитывает наличие кормов на начало года, их поступление и расход. Движение кормовых ресурсов отражается в кормовых балансах. Их строится два: на календарный год и от урожая до урожая (а именно с 1 октября текущего года по 1 октября следующего года) отдельно по группам и видам животных. Необходимо также учитывать потери кормов при хранении и скармливании.

В нашей стране энергетическая питательность корма выражается в овсяных и энергетических кормовых единицах, а также в обменной энергии.

За одну кормовую единицу принят 1 кг овса среднего качества, соответствующего по продуктивному действию 150 г жира или 5,92 МДж (1414 ккал) чистой энергии. Овсяная кормовая единица нашла широкое применение в практическом животноводстве.

Одна энергетическая кормовая единица соответствует по продуктивности 10 МДж обменной энергии и определяется путем деления количества обменной энергии корма на 10. Под обменной или физиологически полезной энергией понимается количество энергии корма, которое идет на поддержание жизни животного, синтез продукции, и энергия продукции.

Обменная энергия как мера оценки энергетической питательности корма нашла широкое применение в птицеводстве и пушном звероводстве. Энергетическая питательность для остальных отраслей животноводства в настоящее время одновременно выражается в энергетических кормовых единицах и обменной энергии.

При анализе использования кормов рассчитываются натуральные и стоимостные показатели.

Изменение затрат каждого вида или всех кормов в переводе на кормовые единицы в расчете на одну голову скота или на единицу продукции характеризуется индивидуальными индексами затрат кормов на 1 голову ( $i_{зк}$ ):

$$i_{зк} = \frac{k_1}{k_0}$$

где  $k_0$  и  $k_1$  - расход кормов в кормовых единицах на 1 голову скота (единицу продукции) соответственно в прошлом (базисном) и текущем (отчетном) периодах.

Для характеристики изменения уровня кормления в среднем по всему поголовью фактический расход кормов текущего года сравнивают с расходом кормов на то же поголовье при прошлогодних (базисных) фактических затратах кормов на 1 голову скота. Для этого рассчитывается индекс изменения уровня кормления ( $I_{ук}$ ):

$$I_{ук} = \frac{\sum_{i=1}^n k_1 \cdot S_1}{\sum_{i=1}^n k_0 \cdot S_1}$$

где  $S_1$  - поголовье каждой группы скота в текущем периоде, голов.

Фактические затраты кормовых единиц могут быть сопоставлены с зоотехническими нормами кормления. С этой целью рассчитывается индекс нормы кормления ( $I_{нк}$ ):

$$I_{нк} = \frac{\sum_{i=1}^n k_1 \cdot S_1}{\sum_{i=1}^n \frac{k_n}{S_1}}$$

где  $k_n$  - зоотехнические нормы кормления (затраты кормов) на 1 голову скота, ц к. ед.

Для характеристики изменения удельных затрат кормов за два периода в среднем на всю продукцию животноводства или отдельных видов скота (крупный рогатый скот, свиноводство, овцеводство и т. д.) используется индекс удельных затрат кормов (в кормовых единицах) ( $I$ ):

$$I_{узк} = \frac{\sum_{i=1}^n k_1 \cdot q_1}{\sum_{i=1}^n k_0 \cdot q_1}$$

где  $k_0$  и  $k_1$  - расход кормов на 1 ц продукции соответственно в прошлом (базисном) и текущем (отчетном) периодах, ц к. ед.;  $q_1$  - количество продукции в отчетном периоде, ц.

При изучении обеспеченности скота кормами используются показатели наличия и расхода кормов на физическую и переводную голову по видам животных или всему животноводству в сравнении с нормативной потребностью.

Важнейшим показателем, характеризующим состояние кормовой базы, является выход кормов на 100 га сельскохозяйственных угодий. Этот показатель зависит от доли кормовой площади в сельскохозяйственных угодьях и продуктивности отдельных угодий и культур.

При определении размера кормовой площади в нее включаются площади естественных угодий (сенокосы и пастбища, улучшенные и

неулучшенные), площади под специальными кормовыми культурами (травы, силосные и др.). Кормовая площадь культур комплексного назначения определяется пропорционально количеству основной продукции, используемой на корма.

В государственной статистике для сбора сведений о кормах применяется форма № 10-а-СХ «Сведения о заготовке кормов».

### ***Темы рефератов***

- Теоретические основы статистики производства кормов
- Статистика кормовой базы и кормовых ресурсов
- Индексный анализ кормовой базы и кормовых ресурсов
- Анализ рынка кормов и кормовых добавок
- Обзор рынка кормов для сельскохозяйственных животных

### ***Контрольные вопросы***

1. Что такое корм?
2. Какие выделяют типы кормовых угодий?
3. Что такое кормовая база?
4. Что такое кормовые ресурсы и их расход по видам и группам животных
5. Как делятся корма по типу питательности?

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПО КУРСУ

### Практическая работа № 1 ОЦЕНКА «СОМНИТЕЛЬНОЙ» ВАРИАНТЫ

#### Способ № 1: оценка «сомнительной» варианты малой выборки

Часто встречаются случаи, когда выборочная совокупность содержит наблюдения (варианты), значения которых сильно отличаются от основной массы наблюдений. Браковка сомнительных вариантов на глаз субъективна и совершенно недопустима. Варианта, вызывающая сомнение, может быть забракована только путем статистической проверки.

Проверка гипотезы о принадлежности «сомнительных» вариантов, обычно крайних значений  $X_1$  и  $X_n$ , к данной совокупности в малых выборках осуществляется по критерию  $\tau$  (тау).

Чтобы рассчитать значение критерия варианты располагают в порядке возрастания  $X_1, X_2, \dots, X_n$ .

Сомнительными обычно бывают один или оба крайних члена ряда, т. е.  $X_1$ , и  $X_n$ . Фактическое значение критерия  $\tau$  вычисляют по формулам:

$$\begin{aligned} &\text{для } X_1 \\ \tau &= \frac{X_2 - X_1}{X_{n-1} - X_1} \tau \\ &\text{для } X_n \\ \tau &= \frac{X_n - X_{n-1}}{X_n - X_2} \tau \end{aligned}$$

Разности  $X_{n-1} - X_1$  и  $X_n - X_2$  характеризуют размах варьирования ряда данных без крайних значений, которые сомнительны и, следовательно, нецелесообразно связывать с ними оценку значимости отклонения  $X_1$  сомнительной  $X_n$ , а  $X_n$  – с сомнительной вариантой  $X_1$ .

Для определения принадлежности к данной выборке варианты, вызывающей сомнение, фактическое значение критерия сравнивают с теоретическим на 1 и 5% уровне значимости.

Уровень значимости – величина ошибки выводов, сделанных на основании расчетов, т. е. при 1% уровне значимости наши выводы ошибочны на 1%, а при 5% соответственно на 5%). Теоретическое значение критерия берут из статистической таблицы в зависимости от количества значений признака в выборке –  $n$ .

Если  $\tau_{\text{факт}} \geq \tau_{\text{теор}}$ , то варианта отбрасывается,

Если  $\tau_{\text{факт}} < \tau_{\text{теор}}$ , то варианта оставляется.

Пример расчёта.

В анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка пахотной дерново-сильноподзолистой супесчаной почвы, были установлены следующие значения содержания органического вещества: 1,33, 1,2, 0,97, 1,08, 1,15, 1,15, 1,22, 1,23, 1,11, 1,16, 1,13, 1,15, 1,28, 1,17, 1,18, 1,19, 1,21, 1,35, 1,12, 1,17, 1,24. Необходимо определить сомнительные варианты.

Выстроим все значения по мере их увеличения в ряду:  
0,97; 1,08; 1,11; 1,12; 1,13; 1,15; 1,15; 1,16; 1,16; 1,17; 1,17; 1,18; 1,19;  
1,20; 1,21; 1,22; 1,23; 1,24; 1,28; 1,33; 1,35,

Сомнения в данном случае вызывают значения 1,15 ( $X_1$ ) и 1,34 ( $X_{20}$ )

для  $X_1$

$$\tau = \frac{1,08 - 0,97}{1,33 - 0,97} = 0,3056$$

для  $X_{20}$

$$\tau = \frac{1,35 - 1,33}{1,35 - 1,08} = 0,07$$

Из статистической таблицы берем теоретическое значение критерия  $\tau$  при количестве значений признака  $n=20$

Таблица 32

*Значения критерия  $\tau$  на 1 и 5 % уровнях значимости*

n	$\tau$	
	01	05
4	0,991	0,955
5	0,916	0,807
6	0,805	0,689
7	0,740	0,610
8	0,683	0,554
9	0,635	0,512
10	0,597	0,477
11	0,566	0,450
12	0,541	0,428
14	0,502	0,395
16	0,472	0,364
18	0,449	0,349
20	0,430	0,334
22	0,414	0,320

$$\tau_{01} = 0,430; \tau_{05} = 0,334$$

Для  $X_1$   
при 1% уровне значимости

$$\tau_{\text{факт}} = 0,31$$

$$\tau_{01} = 0,07$$

$$\tau_{\text{факт}} < \tau_{01}$$

следовательно, варианта  $X_1$  остается в выборке;  
при 5% уровне значимости

$$\tau_{\text{факт}} = 0,31$$

$$\tau_{05} = 0,334$$

$$\tau_{\text{факт}} < \tau_{01}$$

следовательно, варианта  $X_1$  остается в выборке;  
Таким образом, оснований для отбраковки варианты нет.

Для  $X_{19}$   
при 1% уровне значимости

$$\tau_{\text{факт}} = 0,07$$

$$\tau_{01} = 0,430$$

$$\tau_{\text{факт}} < \tau_{01}$$

следовательно, варианта  $X_n$  остается в выборке;  
при 5% уровне значимости

$$\tau_{\text{факт}} = 0,07$$

$$\tau_{05} = 0,334$$

$$\tau_{\text{факт}} < \tau_{01}$$

### *Индивидуальные задания*

#### **Вариант № 1**

Необходимо определить сомнительные варианты. в анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка, были установлены следующие значения:

**pH:** 5,05; 5,14; 5,17; 5,19; 5,19; 5,23; 5,25; 5,28; 5,36; 5,37; 5,39; 5,59; 5,64; 5,73; 5,74; 5,74; 5,82; 5,89; 6,14; 6,15;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 75.6; 229.3; 317.6; 176.2; 95.2; 232.2; 85.9; 85.9; 267.3; 108.8; 95.3; 77.6; 106.5; 103.4; 257.9; 128.6; 210.7; 284.8; 230.4; 137.2;

**K<sub>2</sub>O (мг/кг):** 62.0; 125,5; 126,5; 127,1; 157,3; 168,7; 174,5; 177,0; 185,5; 185,9; 187,3; 194,4; 195,2; 195,8; 213,6; 216,1; 235,6; 240,4; 301,8; 344,6;

C (%) 1.40; 2.35; 1.46; 2.07; 2.66; 1.06; 2.77; 1.33; 1.81; 1.55; 1.14; 2.55; 1.32; 1.39; 2.93; 2.70; 1.59; 2.90; 1.66; 1.31;

### **Вариант № 2**

Необходимо определить сомнительные варианты. в анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка, были установлены следующие значения:

**pH:** 2,99; 4,18; 3,44; 1,11; 6,90; 4,46; 2,40; 4,63; 3,10; 3,49; 2,25; 3,38; 1,94; 1,03; 1,89; 1,28; 3,41; 2,17; 3,45

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 334.9; 171.8; 259.6; 241.9; 261.1; 196.2; 296.3; 248.1; 210.6; 76.5; 177.5; 304.5; 162.6; 117.4; 225.3; 139.1; 238.3; 255.3; 180.7; 342.6;

**K<sub>2</sub>O (мг/кг):** 198.3; 71.7; 274.3; 51.4; 204.8; 69.4; 71.5; 270.1; 152.9; 143.3; 90.2; 66.3; 150.6; 199.8; 262.5; 187.2; 127.0; 277.4; 329.7; 215.8;

**C (%)**: 2.35; 4.50; 1.79; 4.52; 2.73; 2.11; 3.12; 5.81; 3.43; 5.99; 2.56; 4.41; 3.88; 2.09; 2.77; 5.70; 2.64; 4.05; 5.43; 4.41;

### **Вариант № 3**

Необходимо определить сомнительные варианты. в анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка, были установлены следующие значения:

**pH:** 4,84; 1,01; 4,13; 4,25; 3,96; 1,53; 5,06; 1,43; 3,78; 2,22; 4,43; 4,17; 4,08; 6,64; 3,21; 2,89; 3,47; 4,46;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 161.0; 261.5; 123.8; 78.8; 172.3; 310.4; 202.4; 65.2; 174.4; 122.3; 319.3; 295.1; 111.0; 330.4; 315.7; 284.9; 325.7; 192.8; 237.0; 270.4;

**K<sub>2</sub>O (мг/кг):** 241.8; 316.0; 61.9; 180.8; 102.3; 61.0; 125.3; 311.6; 91.5; 193.8; 162.6; 309.3; 159.7; 254.2; 76.2; 257.5; 76.2; 273.5; 108.3; 186.1;

**C (%)**: 4.75; 5.63; 3.20; 5.65; 3.11; 5.10; 5.32; 4.31; 4.84; 1.83; 2.88; 3.35; 2.78; 5.38; 4.14; 4.82; 2.58; 1.77; 4.46; 4.05;

### **Вариант № 4**

Необходимо определить сомнительные варианты. в анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка, были установлены следующие значения:

**pH:** 0,64; 3,78; 2,68; 2,59; 4,77; 3,59; 4,46; 2,64; 3,39; 4,29; 5,37; 1,31; 2,07; 3,66; 3,39; 2,69; 5,97; 6,94;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 195.2; 194.5; 217.2; 172.3; 184.7; 187.0; 199.7; 133.5; 178.7; 302.1; 329.8; 291.3; 235.0; 342.7; 262.6; 237.1; 173.1; 108.0; 256.8; 294.1;

**K<sub>2</sub>O (мг/кг):** 58.4; 91.5; 276.3; 289.4; 319.3; 253.4; 156.5; 348.3; 211.9; 161.1; 181.8; 101.8; 268.2; 194.7; 239.7; 179.5; 339.9; 141.6; 107.6; 110.3;

**C (%):** 3.96; 4.92; 2.16; 5.78; 1.83; 5.54; 1.27; 5.59; 5.59; 3.08; 4.22; 5.04; 2.04; 2.92; 5.10; 1.09; 5.74; 3.20; 5.03; 1.57;

### **Вариант № 5**

Необходимо определить сомнительные варианты. В анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка, были установлены следующие значения:

**pH:** 2,35; 0,45; 3,43; 4,19; 4,71; 3,65; 3,16; 2,23; 4,46; 3,45; 4,10; 2,26; 2,33; 2,55; 3,62; 4,24; 3,86; 2,78;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 84.0; 134.6; 144.3; 347.5; 195.9; 171.2; 243.2; 198.3; 181.1; 315.1; 205.1; 239.7; 267.3; 298.6; 211.6; 266.4; 314.3; 61.4; 184.7; 125.9;

**K<sub>2</sub>O (мг/кг):** 286.2; 201.0; 201.6; 173.2; 163.0; 196.9; 179.0; 150.1; 248.3; 137.7; 174.6; 100.3; 181.7; 177.2; 289.1; 224.5; 332.9; 131.6; 322.0; 299.7;

**C (%):** 4.57; 3.55; 5.36; 2.48; 1.92; 5.14; 1.64; 3.60; 4.21; 2.67; 3.69; 3.25; 1.88; 1.58; 1.49; 4.84; 4.01; 2.28; 4.06; 2.96;

### **Вариант № 6**

В анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка, были установлены следующие значения:

**pH:** 5,85; 5,69; 4,96; 2,56; 5,44; 2,54; 2,78; 0,74; 2,88; 3,81; 4,13; 2,22; 5,79; 2,16; 5,06; 2,76; 0,95; 7,25;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 156.6; 201.2; 200.7; 121.1; 229.3; 231.0; 187.2; 151.1; 66.9; 283.9; 279.4; 223.9; 301.5; 85.5; 211.2; 306.0; 224.4; 136.6; 263.7; 324.0;

**K<sub>2</sub>O (мг/кг):** 58.5; 329.1; 317.0; 175.8; 272.3; 225.9; 234.7; 202.0; 188.9; 190.3; 150.8; 126.8; 145.5; 106.5; 134.5; 292.2; 297.2; 283.0; 197.7; 328.5;

**C (%):** 5.62; 3.83; 1.04; 4.26; 3.26; 2.62; 1.17; 2.13; 3.34; 4.97; 6.00; 4.08; 5.88; 5.05; 3.42; 1.08; 4.85; 3.87; 3.14; 5.92;

### **Вариант № 7**

В анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка, были установлены следующие значения:

**pH:** 5,83; 6,17; 5,29; 5,97; 5,86; 4,96; 4,11; 5,89; 5,26; 5,39; 7,41; 5,55; 5,76; 5,85; 5,76; 6,3; 5,86; 4,97; 5,76; 5,4;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 108.8; 343.3; 178.9; 330.6; 192.7; 339.8; 336.4; 195.1; 187.1; 57.2; 346.9; 304.9; 309.4; 292.6; 154.2; 178.5; 190.9; 293.9; 324.4; 302.4;

**K<sub>2</sub>O (мг/кг):** 95.7; 219.1; 255.3; 249.3; 177.5; 283.3; 280.7; 165.9; 58.8; 230.9; 268.9; 141.3; 348.4; 131.1; 256.9; 199.7; 278.1; 343.5; 340.9; 163.9;

**C (%):** 3.60; 4.42; 5.62; 5.65; 2.75; 2.07; 4.31; 5.83; 5.67; 1.19; 5.80; 4.59; 3.47; 2.13; 2.79; 2.56; 2.33; 3.91; 5.08; 1.93;

### **Вариант № 8**

Необходимо определить сомнительные варианты. в анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка, были установлены следующие значения:

**pH:** 6,32; 6,21; 5,93; 5,56; 6,58; 5,55; 6,42; 5,53; 5,75; 4,91; 3,61; 5,66; 4,75; 6,31; 6,19; 5,25; 6,03; 5,01; 6,38; 4,67;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; (мг/кг):** 90.3; 105.8; 236.8; 87.9; 210.6; 125.1; 247.2; 241.7; 281.6; 156.6; 194.8; 268.8; 81.9; 185.7; 50.4; 280.6; 97.6; 60.8; 95.1; 226.5;

**K<sub>2</sub>O (мг/кг):** 128.4; 345.7; 292.5; 226.6; 202.7; 198.2; 241.3; 120.1; 320.3; 146.2; 103.2; 57.7; 175.6; 264.4; 150.0; 225.9; 194.6; 164.3; 253.2; 218.3;

**C (%):** 3.02; 2.87; 4.46; 4.77; 2.27; 4.02; 2.10; 4.20; 2.67; 1.47; 1.03; 3.90; 3.49; 1.86; 5.13; 3.53; 2.16; 2.12; 2.00; 5.68;

### **Вариант № 9**

Необходимо определить сомнительные варианты. в анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка, были установлены следующие значения:

**pH:** 5.36; 4.54; 6.98; 5.00; 6.72; 5.48; 5.19; 6.54; 5.98; 6.86; 6.10; 6.25; 6.00; 5.65; 6.90; 6.54; 4.25; 3.19; 6.32; 5.72;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 334.5; 204.1; 312.6; 243.5; 180.0; 176.1; 306.8; 336.5; 183.6; 105.3; 310.8; 334.1; 349.0; 232.0; 349.7; 278.4; 209.3; 186.6; 146.5; 170.1;

**K<sub>2</sub>O (мг/кг):** 168.2; 281.6; 194.1; 189.2; 59.0; 236.9; 186.6; 258.5; 137.1; 77.6; 126.1; 114.1; 168.7; 298.5; 318.6; 334.6; 286.2; 88.8; 153.3; 291.2;

**C (%):** 4.92; 4.10; 2.66; 4.36; 1.42; 3.96; 1.96; 5.67; 1.65; 3.51; 2.96; 5.46; 3.90; 2.94; 3.23; 3.54; 2.85; 1.46; 0.96; 1.82;

### **Вариант № 10**

Необходимо определить сомнительные варианты. В анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка, были установлены следующие значения:

**pH:** 6.20; 5.83; 3.01; 4.08; 5.74; 3.53; 6.35; 6.34; 3.65; 3.18; 6.68; 3.24; 4.98; 6.68; 4.92; 4.33; 5.32; 5.70; 3.19; 5.39;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 107.6; 128.6; 54.2; 302.0; 295.8; 185.1; 205.8; 201.2; 283.1; 241.9; 99.9; 123.5; 276.1; 93.8; 107.7; 86.7; 57.0; 281.7; 249.3; 172.6;

**K<sub>2</sub>O (мг/кг):** 80.4; 174.5; 258.6; 203.9; 236.6; 120.4; 237.8; 139.8; 110.5; 121.1; 69.7; 187.1; 311.0; 63.9; 252.5; 301.0; 259.2; 213.3; 329.4; 296.6;

**C (%):** 4.09; 1.24; 3.87; 5.03; 1.01; 5.26; 3.78; 3.85; 1.25; 0.97; 4.97; 2.37; 4.15; 1.24; 1.25; 1.83; 3.75; 5.31; 5.79; 3.73;

### **Вариант № 11**

Необходимо определить сомнительные варианты. В анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка, были установлены следующие значения:

**pH:** 4.19; 6.04; 5.57; 6.41; 4.49; 5.96; 6.65; 5.79; 6.65; 3.70; 4.60; 6.63; 4.33; 5.61; 3.13; 3.11; 6.00; 3.25; 4.12; 5.56;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 125.1; 72.4; 190.3; 261.9; 178.8; 269.7; 108.1; 158.8; 136.3; 200.9; 224.8; 277.1; 228.0; 128.8; 252.2; 322.6; 142.7; 345.1; 186.7; 191.5;

**K<sub>2</sub>O (мг/кг):** 270.9; 328.6; 177.7; 135.1; 186.1; 198.5; 262.3; 153.6; 140.4; 186.3; 278.5; 266.0; 176.4; 266.2; 151.7; 105.5; 312.6; 101.1; 54.4; 111.5;

**C (%):** 1.69; 2.41; 1.93; 5.64; 5.63; 2.95; 5.80; 3.12; 3.81; 4.24; 5.68; 4.78; 1.02; 3.41; 5.15; 5.18; 5.18; 2.47; 5.57; 1.28;

### **Вариант № 12**

Необходимо определить сомнительные варианты. в анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка, были установлены следующие значения:

**pH:** 5.91; 3.06; 6.30; 6.26; 4.29; 5.23; 5.69; 4.12; 6.17; 3.22; 5.67; 4.71; 6.69; 3.40; 3.31; 6.11; 6.51; 6.42; 3.76; 6.71;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 322.5; 234.6; 210.1; 313.4; 161.9; 205.3; 334.1; 231.8; 243.3; 50.3; 273.4; 177.5; 324.7; 155.9; 301.0; 260.7; 165.6; 200.8; 189.7; 179.6;

**K<sub>2</sub>O (мг/кг):** 262.4; 309.6; 170.0; 242.6; 203.6; 255.6; 272.6; 191.9; 150.4; 289.0; 204.0; 190.4; 280.1; 151.8; 263.3; 267.3; 67.6; 149.7; 181.1; 217.4;

**C (%):** 2.93; 1.32; 1.70; 2.92; 2.20; 4.42; 1.80; 3.51; 4.12; 1.60; 3.14; 5.52; 5.67; 4.45; 4.58; 2.90; 3.81; 3.25; 1.03; 1.45;

### **Вариант № 13**

Необходимо определить сомнительные варианты. в анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка, были установлены следующие значения:

**pH:** 3.47; 5.22; 5.22; 3.34; 6.03; 5.27; 3.70; 6.79; 4.74; 4.92; 6.16; 4.66; 4.14; 3.18; 4.41; 5.05; 5.66; 6.84; 4.54; 5.53;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 136.7; 258.1; 150.4; 71.2; 55.2; 341.8; 162.8; 86.3; 231.7; 100.1; 286.9; 197.7; 183.6; 157.4; 320.3; 333.7; 107.7; 302.7; 280.5; 334.1;

**K<sub>2</sub>O (мг/кг):** 195.0; 196.1; 159.9; 306.7; 64.9; 284.4; 99.4; 256.0; 242.1; 178.4; 236.0; 146.2; 250.9; 137.1; 233.0; 236.4; 345.9; 341.5; 59.5; 173.4;

**C (%):** 1.37; 5.41; 2.93; 1.21; 4.52; 1.66; 3.09; 2.66; 4.92; 5.03; 1.62; 3.84; 5.33; 1.67; 5.83; 5.86; 5.69; 4.89; 1.55; 5.68;

#### **Вариант № 14**

Необходимо определить сомнительные варианты. в анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка, были установлены следующие значения:

**pH:** 3.02; 3.05; 3.89; 3.82; 6.06; 5.39; 3.43; 4.30; 6.14; 3.74; 5.75; 6.78; 6.73; 5.68; 4.73; 6.83; 6.52; 6.50; 6.79; 5.97;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 88.7; 314.6; 74.0; 267.5; 180.5; 276.2; 197.2; 270.3; 256.8; 104.9; 292.7; 163.9; 344.1; 349.7; 276.7; 286.7; 255.1; 118.8; 141.8; 233.2;

**K<sub>2</sub>O (мг/кг):** 101.8; 235.9; 130.5; 185.1; 307.8; 282.8; 137.8; 347.7; 309.0; 254.2; 195.9; 290.2; 182.4; 278.5; 263.0; 279.7; 179.9; 80.3; 126.7; 328.8;

**C (%):** 2.30; 3.04; 2.59; 3.69; 3.37; 2.16; 4.22; 3.50; 1.23; 4.95; 1.56; 5.89; 1.65; 2.46; 2.68; 5.49; 1.30; 5.43; 2.36; 2.25;

#### **Вариант № 15**

Необходимо определить сомнительные варианты. в анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка, были установлены следующие значения:

**pH:** 4.19; 3.38; 3.25; 4.85; 3.82; 4.05; 3.86; 5.24; 6.05; 3.72; 4.30; 4.53; 6.10; 3.42; 4.26; 6.80; 3.93; 3.64; 5.90; 6.69;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 86.9; 225.9; 319.2; 256.9; 145.3; 233.1; 110.7; 207.2; 204.4; 270.2; 216.8; 290.4; 228.4; 205.7; 169.4; 192.4; 55.3; 66.8; 265.6; 120.3;

**K<sub>2</sub>O (мг/кг):** 220.6; 130.3; 322.2; 269.7; 225.9; 50.6; 98.5; 309.2; 112.2; 251.0; 205.6; 271.5; 220.6; 263.0; 160.1; 300.5; 221.6; 248.3; 234.8; 169.6;

**C (%):** 1.56; 1.76; 4.65; 4.67; 5.53; 4.30; 3.10; 1.70; 4.04; 2.18; 4.00; 3.78; 1.58; 3.46; 1.41; 3.24; 1.85; 3.87; 1.64; 1.92;

#### **Вариант № 16**

Необходимо определить сомнительные варианты. в анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка, были установлены следующие значения:

**pH:** 4.70; 6; .80; 4.55; 5.68; 5.09; 3.52; 3.64; 4.28; 3.42; 5.56; 3.01; 6.00; 3.22; 3.62; 3.68; 3.80; 6.14; 4.24; 4.29; 5.21;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 129.4; 259.4; 164.3; 173.0; 285.3; 288.0; 261.0; 212.5; 323.7; 193.2; 292.6; 282.6; 188.1; 288.0; 288.9; 209.8; 206.6; 305.7; 89.8; 210.4;

**K<sub>2</sub>O (мг/кг):** 200.7; 230.1; 120.5; 195.7; 172.2; 249.2; 287.0; 347.1; 186.7; 319.5; 282.6; 108.4; 298.0; 127.8; 336.3; 274.9; 149.0; 282.1; 154.4; 205.8;

**C (%):** 1.54; 3.55; 0.96; 5.76; 2.15; 2.59; 5.23; 4.41; 3.85; 1.76; 3.71; 4.30; 4.18; 3.22; 5.95; 1.96; 4.99; 3.44; 4.25; 3.83;

### **Вариант № 17**

Необходимо определить сомнительные варианты. в анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка, были установлены следующие значения:

**pH:** 3,26; 3,47; 3,94; 3,95; 3,99; 4,66; 5,15; 5,16; 5,29; 5,3; 5,34; 0,42; 5,56; 3,01; 6,01; 3,22; 3,62; 3,68; 3,8; 6,14;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; (мг/кг):** 340.8; 70.0; 300.6; 194.1; 274.2; 197.9; 263.9; 188.7; 216.0; 79.5; 87.4; 158.2; 224.8; 338.5; 149.5; 54.0; 121.4; 304.7; 125.1; 308.8;

**K<sub>2</sub>O (мг/кг):** 282.4; 341.5; 140.2; 292.7; 76.7; 132.1; 96.8; 324.7; 67.4; 75.2; 212.0; 218.8; 153.0; 206.1; 72.5; 299.2; 299.7; 302.0; 109.3; 92.5;

**C (%):** 4.94; 4.49; 5.34; 5.13; 3.16; 5.82; 5.06; 5.60; 2.12; 1.08; 1.06; 1.21; 2.37; 1.79; 2.39; 3.22; 2.86; 2.83; 1.22; 5.72;

### **Вариант № 18**

Необходимо определить сомнительные варианты. в анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка, были установлены следующие значения:

**pH:** 3,26; 3,47; 3,94; 3,95; 3,99; 4,66; 5,15; 5,16; 5,29; 5,3; 5,34; 5,51; 5,76; 6,29; 6,45; 6,45; 6,52; 6,63; 6,75; 7,89;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; (мг/кг):** 128.3; 91.3; 171.7; 291.0; 65.6; 300.5; 252.8; 266.2; 182.9; 205.3; 208.5; 271.2; 202.4; 217.4; 257.6; 336.7; 281.5; 338.4; 237.7; 55.8;

**K<sub>2</sub>O (мг/кг):** 50.1; 158.0; 278.1; 271.3; 77.5; 332.6; 114.0; 322.2; 130.2; 108.2; 346.6; 128.0; 276.2; 190.9; 211.7; 199.6; 186.9; 201.7; 243.8; 289.5;

**С (%)**: 2.01; 5.25; 3.46; 3.21; 4.32; 5.99; 1.98; 2.07; 5.97; 1.76; 3.76; 3.96; 2.86; 1.84; 1.37; 1.41; 5.21; 1.33; 5.04; 1.69;

### **Вариант № 19**

Необходимо определить сомнительные варианты. в анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка, были установлены следующие значения:

**pH**: 3,34; 3,94; 3,99; 4,16; 4,17; 4,3; 4,7; 4,9; 4,92; 5,11; 5,15; 5,28; 5,32; 5,8; 5,9; 6,01; 6,17; 6,25; 6,36; 7,89;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг)**: 111.7; 302.8; 263.6; 228.6; 281.9; 82.5; 105.7; 330.0; 167.2; 146.6; 173.4; 285.2; 220.7; 208.5; 123.7; 296.8; 215.7; 260.4; 159.7; 301.7;

**K<sub>2</sub>O (мг/кг)**: 234.8; 94.1; 117.7; 59.6; 159.0; 331.5; 111.6; 227.2; 237.6; 90.3; 289.5; 237.8; 233.3; 176.6; 194.6; 150.5; 85.3; 71.2; 223.4; 146.1;

**С (%)**: 1,01; 2,24; 2,38; 2,44; 2,57; 2,58; 2,68; 2,9; 3,32; 3,44; 3,47; 3,52; 3,62; 3,77; 3,99; 4,19; 4,48; 4,85; 5,31; 5,9;

### **Вариант № 20**

Необходимо определить сомнительные варианты. в анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка, были установлены следующие значения:

**pH**: 3,96; 5,1; 5,19; 5,2; 5,27; 5,3; 5,44; 5,47; 5,5; 5,53; 5,61; 5,61; 5,7; 5,76; 5,95; 6,16; 6,63; 6,61; 6,85; 8,63;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг)**: 100.3; 148.0; 157.5; 182.4; 192.3; 58.8; 267.4; 125.1; 116.3; 157.5; 198.7; 348.0; 321.5; 329.0; 165.9; 303.3; 170.4; 334.9; 269.0; 77.6;

**K<sub>2</sub>O (мг/кг)**: 210.9; 73.6; 258.6; 112.5; 136.9; 312.9; 226.5; 254.8; 137.4; 117.9; 296.0; 94.5; 255.0; 294.7; 274.9; 112.4; 280.5; 198.4; 98.3; 198.9;

**С (%)**: 0,86; 2,52; 2,73; 2,83; 2,98; 3,1; 3,34; 3,42; 3,52; 3,66; 3,7; 3,83; 3,89; 3,93; 4,19; 4,19; 4,42; 4,48; 4,49; 5,91;

### **Способ № 2: оценка «сомнительной» варианты большой выборки**

Стандартное значение критерия выводов ( $t_{кр}$ ) определяется для трех уровней доверительной вероятности по специальной таблице «Значения критерия  $t$  для отбраковки выпадающих вариантов при разных уровнях значимости

(р)» представленной в таблице приложения 2 или облегченной таблице 1 и формуле

$$t = \frac{V - \bar{X}}{\sigma} \geq t_{кр}$$

где  $t$  - критерий выпада;  $V$  - выпадающее значение признака;  $\sigma$  - стандартное отклонение;  $M$  - средняя величина признака для всей группы;  $t_{кр}$  - стандартные значения критерия выпадов.

Таблица 33

*Значение критерия  $t$*

n	T <sub>st</sub>	n	T <sub>st</sub>	n	T <sub>st</sub>	N	T <sub>st</sub>
2	2.0	16-20	2.4	47-66	2.8	125-174	3.2
3-4	2.1	21-28	2.5	67-84	2.9	175-349	3.3
5-9	2.2	29-34	2.6	85-104	3.0	350-599	3.4
10-15	2.3	35-46	2.7	105-124	3.1	600-1500	3.5

Если  $t \geq t_{st}$ , то принимается решение о выбраковке выпадающего признака.

***Индивидуальные задания***

**Вариант № 1**

Необходимо определить сомнительные варианты в представленных рядах:

**pH:** 6,16; 4,92; 4,7; 4,88; 3,65; 5,4; 6,76; 4,37; 3,8; 5,93; 4,29; 3,37; 4,91; 6,53; 6,29; 3,47; 4,68; 6,83; 5,2; 4,27; 4,3; 5,34; 6,12; 3,52; 5,4; 3,32; 3,24; 3,11; 6,12; 4,67; 6,13; 5,65; 6,39; 5,67; 3,18; 3,74; 5,41; 3,95; 5,28; 3,21; 5,96; 5,21; 6,69; 4,7; 4,2; 3,75; 4,05; 6,75; 5,9; 3,45;

Среднее значение признака – 4,89

Стандартное отклонение -1,14

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 183.7; 112.9; 268.9; 120.1; 277.8; 235.2; 153.2; 264.6; 197.6; 292.8; 291.1; 176.5; 221.1; 299.6; 114.6; 179.9; 327.4; 306.2; 155.8; 181.2; 348.3; 187.8; 308.6; 109.3; 345.8; 256.2; 205.9; 219.0; 229.3; 318.9; 256.5; 166.1; 198.5; 157.4; 190.4; 232.6; 311.3; 114.0; 101.0; 265.6; 231.3; 346.8; 203.4; 346.1; 137.7; 295.1; 226.6; 252.3; 111.9; 325.3;

Среднее значение признака – 227,18

Стандартное отклонение -73,95

**K<sub>2</sub>O (мг/кг):** 199.1; 121.4; 266.3; 255.0; 304.5; 302.1; 200.0; 294.2; 229.1; 312.4; 209.9; 193.7; 157.2; 248.3; 327.2; 110.8; 348.8; 325.6; 190.9; 317.9; 329.9; 290.3; 148.3; 185.4; 256.0; 331.4; 117.0; 112.6; 186.8; 251.3; 289.7; 331.0; 173.9; 278.3; 230.6; 267.5; 142.2; 329.6;

255.2; 332.1; 110.7; 100.6; 211.2; 315.6; 140.0; 197.9; 308.8; 281.7; 128.7; 278.8;

Среднее значение признака – 236,55

Стандартное отклонение – 71,5

**C (%)**: 1.07; 1.11; 3.67; 1.33; 3.40; 1.27; 1.08; 2.72; 3.28; 1.10; 3.19; 3.80; 1.64; 1.41; 1.79; 2.60; 3.20; 3.99; 3.97; 3.69; 2.30; 3.22; 2.05; 1.75; 2.99; 2.59; 1.37; 2.17; 1.25; 3.79; 2.71; 2.18; 1.77; 1.85; 3.47; 1.42; 2.02; 2.75; 1.05; 2.42; 1.75; 3.74; 3.16; 2.06; 2.23; 2.85; 1.20; 3.90; 3.04; 1.58;

Среднее значение признака – 2,40

Стандартное отклонение -0,94

## **Вариант № 2**

Необходимо определить сомнительные варианты в представленных рядах:

**pH**: 5.28; 4.91; 5.33; 3.96; 5.22; 6.68; 5.62; 6.20; 6.21; 3.75; 3.34; 5.88; 3.65; 6.44; 5.47; 5.38; 5.71; 6.19; 4.91; 6.79; 6.88; 3.49; 5.11; 6.23; 3.06; 4.49; 4.77; 3.15; 4.50; 6.49; 4.66; 5.47; 6.92; 4.74; 4.50; 4.91; 3.39; 3.61; 3.71; 3.84; 3.90; 4.26; 4.01; 3.07; 5.04; 4.05; 5.37; 3.51; 5.66; 4.62;

Среднее значение признака – 4,88

Стандартное отклонение – 1,11

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг)**: 122.3; 170.6; 155.1; 237.4; 178.6; 168.9; 292.6; 210.7; 231.5; 234.6; 167.4; 307.7; 162.8; 242.5; 107.3; 179.5; 190.7; 340.7; 155.6; 182.6; 236.0; 198.6; 137.9; 144.0; 161.5; 163.5; 324.2; 194.7; 307.9; 188.2; 269.5; 203.9; 138.4; 339.7; 198.9; 281.5; 138.1; 336.6; 111.2; 214.1; 169.8; 107.1; 102.7; 196.6; 254.8; 245.8; 204.4; 215.7; 213.3; 248.0;

Среднее значение признака – 205,71

Стандартное отклонение – 63,66

**K<sub>2</sub>O (мг/кг)**: 142.7; 240.6; 316.9; 190.5; 289.1; 177.6; 114.5; 258.0; 340.8; 143.7; 302.2; 226.9; 116.8; 127.8; 296.4; 315.9; 116.8; 321.8; 149.6; 190.8; 264.3; 231.2; 196.6; 350.0; 192.2; 147.3; 248.3; 342.7; 312.9; 175.9; 246.3; 226.5; 267.2; 277.6; 220.0; 266.3; 288.6; 318.5; 244.8; 208.9; 119.7; 271.1; 170.1; 205.7; 153.4; 158.3; 109.5; 108.8; 343.8; 150.0;

Среднее значение признака – 223,92

Стандартное отклонение -73,85

**С (%)**: 1.50; 1.92; 2.86; 3.74; 1.65; 1.04; 1.92; 2.69; 1.15; 3.24; 2.18; 2.89; 2.13; 2.33; 2.38; 2.48; 3.02; 1.87; 2.38; 2.40; 2.28; 1.94; 1.86; 2.70; 3.00; 3.97; 2.30; 2.25; 2.50; 1.35; 1.25; 2.15; 2.46; 1.35; 3.90; 1.16; 4.00; 1.66; 3.36; 3.33; 2.93; 1.95; 3.59; 3.22; 1.07; 1.33; 3.89; 2.17; 3.42; 3.51;

Среднее значение признака – 2,43

Стандартное отклонение -0,84

### **Вариант № 3**

Необходимо определить сомнительные варианты в представленных рядах:

**pH**: 4.43; 6.73; 5.15; 4.83; 5.78; 6.05; 6.91; 4.20; 3.81; 4.60; 3.10; 5.50; 6.52; 6.46; 6.83; 5.94; 3.94; 5.23; 4.41; 4.18; 5.87; 3.62; 4.30; 5.55; 4.34; 3.11; 6.22; 4.99; 6.23; 6.14; 5.54; 5.58; 5.79; 3.38; 5.91; 4.16; 4.41; 5.15; 5.46; 3.86; 4.16; 6.92; 5.35; 5.16; 5.57; 5.78; 6.07; 5.16; 5.18; 3.79;

Среднее значение признака – 5,15

Стандартное отклонение – 1,03

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг)**: 195.2; 255.8; 181.5; 111.2; 249.0; 287.5; 133.5; 266.2; 260.8; 157.4; 319.3; 232.9; 276.4; 166.9; 130.5; 205.7; 263.8; 296.7; 117.2; 154.0; 278.2; 137.3; 180.8; 234.5; 303.1; 180.1; 243.3; 146.5; 306.2; 343.6; 189.1; 140.0; 292.6; 140.4; 168.1; 245.8; 349.4; 346.6; 211.0; 170.5; 308.1; 304.5; 126.7; 156.0; 121.4; 323.3; 237.9; 345.7; 161.6; 349.4;

Среднее значение признака – 226,06

Стандартное отклонение -74,51

**K<sub>2</sub>O (мг/кг)**: 347.0; 173.8; 139.7; 239.6; 142.7; 220.5; 242.6; 278.7; 187.5; 301.2; 248.6; 275.5; 287.9; 313.5; 216.4; 333.7; 241.0; 167.1; 332.2; 148.9; 101.5; 125.1; 217.5; 284.8; 183.7; 254.3; 339.0; 199.1; 326.3; 299.8; 169.5; 125.6; 239.3; 334.4; 172.4; 129.2; 227.6; 261.5; 227.9; 309.8; 287.5; 188.9; 265.4; 167.4; 172.0; 213.1; 244.4; 112.3; 221.2; 106.6;

Среднее значение признака – 226,9

Стандартное отклонение -69,47

**С (%)**: 1.00; 1.00; 1.12; 1.92; 3.35; 3.93; 3.54; 3.44; 3.37; 1.79; 2.56; 3.91; 2.71; 2.35; 3.58; 1.35; 3.63; 2.77; 3.89; 3.64; 3.64; 1.78; 3.77; 3.59; 1.63; 3.04; 3.73; 1.93; 3.84; 2.84; 2.24; 3.16; 1.54; 2.43; 2.47; 3.12;

3.35; 2.80; 2.82; 1.06; 3.72; 2.97; 3.00; 2.62; 3.78; 2.71; 3.48; 1.15; 2.90; 1.68;

Среднее значение признака – 2,75

Стандартное отклонение -0,91

#### **Вариант № 4**

Необходимо определить сомнительные варианты в представленных рядах:

**pH:** 6.22; 6.51; 3.61; 3.72; 4.01; 4.99; 6.90; 6.22; 5.68; 4.95; 5.89; 3.90; 6.69; 4.53; 3.01; 5.27; 6.81; 4.39; 4.52; 4.12; 3.09; 4.46; 6.16; 3.65; 3.75; 5.39; 4.10; 4.63; 6.10; 6.37; 4.97; 4.42; 3.23; 3.73; 3.70; 3.65; 3.63; 4.43; 6.26; 3.07; 4.92; 5.38; 3.96; 5.71; 5.32; 4.71; 6.42; 6.38; 5.34; 3.14;

Среднее значение признака – 4,84

Стандартное отклонение -1,15

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 322.1; 302.0; 258.4; 340.1; 286.0; 293.1; 191.4; 146.4; 247.7; 306.7; 217.3; 117.3; 297.4; 271.6; 214.4; 316.7; 281.3; 182.6; 289.5; 175.7; 268.3; 130.6; 129.6; 208.9; 165.1; 342.5; 327.0; 241.3; 258.1; 202.4; 237.7; 161.6; 115.2; 187.1; 238.4; 121.8; 213.7; 226.8; 311.5; 340.1; 121.6; 291.1; 105.3; 306.0; 283.0; 210.2; 118.1; 308.7; 237.2; 158.4;

Среднее значение признака – 232,5

Стандартное отклонение -71,52

**K<sub>2</sub>O (мг/кг):** 111.6; 131.6; 333.8; 233.2; 122.8; 220.5; 135.8; 260.1; 317.2; 237.4; 244.7; 264.5; 331.1; 279.2; 113.1; 322.3; 198.5; 303.1; 167.7; 230.2; 147.4; 122.9; 163.1; 315.2; 194.3; 190.1; 163.6; 332.2; 270.0; 335.0; 185.3; 254.1; 192.1; 241.7; 323.7; 256.5; 277.9; 130.7; 209.6; 259.0; 297.4; 212.9; 285.0; 280.0; 337.7; 327.9; 132.6; 155.6; 312.3; 278.6;

Среднее значение признака – 234,7

Стандартное отклонение -71,7

**C (%)**: 1.31; 1.26; 1.61; 2.62; 3.57; 3.16; 1.05; 2.67; 2.36; 2.75; 3.31; 3.03; 2.57; 1.46; 1.96; 1.64; 1.48; 2.54; 3.18; 3.28; 3.60; 3.65; 3.38; 1.91; 2.80; 3.10; 2.11; 2.90; 2.82; 1.70; 1.66; 2.44; 1.98; 3.59; 1.56; 3.53; 3.22; 2.06; 2.41; 2.46; 2.05; 1.61; 3.03; 3.07; 1.46; 2.90; 3.53; 3.14; 3.52; 1.83;

Среднее значение признака – 2,52

Стандартное отклонение -0,76

### **Вариант № 5**

Необходимо определить сомнительные варианты в представленных рядах:

**pH:** 3.07; 3.24; 6.92; 6.22; 3.66; 4.86; 3.30; 6.16; 3.01; 5.40; 5.10; 4.04; 3.20; 5.99; 6.21; 5.77; 5.24; 3.09; 6.42; 6.48; 6.18; 6.66; 5.29; 4.93; 6.95; 4.06; 3.33; 6.93; 5.14; 6.53; 3.17; 6.28; 5.06; 6.57; 4.33; 3.95; 6.03; 5.58; 5.52; 4.18; 4.63; 6.19; 4.86; 5.07; 4.41; 5.35; 6.41; 3.05; 3.98; 4.55;

Среднее значение признака – 5,05

Стандартное отклонение – 1,24

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 218.8; 339.0; 176.9; 238.0; 121.4; 108.7; 240.8; 197.2; 254.6; 318.8; 150.4; 138.7; 234.7; 269.4; 120.8; 155.3; 295.5; 268.0; 230.4; 312.9; 181.3; 325.6; 144.3; 244.1; 174.9; 248.0; 247.1; 200.3; 143.5; 207.7; 296.0; 286.3; 216.5; 250.5; 219.5; 196.5; 292.1; 200.5; 192.9; 153.8; 259.8; 228.9; 139.6; 152.8; 141.6; 222.9; 235.6; 256.2; 299.8; 185.7;

Среднее значение признака – 218,7

Стандартное отклонение -59,6

**K<sub>2</sub>O (мг/кг):** 152.9; 231.5; 343.8; 281.6; 129.8; 191.3; 234.8; 345.9; 179.0; 306.1; 140.2; 185.2; 225.0; 123.1; 121.7; 160.2; 329.1; 197.1; 284.5; 119.4; 250.6; 335.5; 164.3; 237.3; 215.1; 314.3; 122.2; 162.8; 347.3; 304.9; 304.3; 158.1; 210.1; 162.1; 307.3; 130.9; 101.4; 328.0; 128.4; 283.2; 188.9; 150.0; 104.2; 230.0; 310.6; 280.5; 156.0; 248.8; 148.4; 162.2;

Среднее значение признака – 216,6

Стандартное отклонение -76,9

**C (%)**: 3.21; 3.16; 1.47; 1.34; 2.55; 2.86; 1.41; 1.48; 2.47; 3.74; 2.06; 3.85; 1.65; 2.12; 3.00; 3.77; 2.52; 2.17; 3.60; 2.07; 2.63; 3.24; 2.93; 3.79; 2.11; 1.67; 3.18; 2.41; 1.30; 1.35; 3.76; 3.74; 1.33; 1.86; 3.07; 1.23; 3.02; 3.44; 2.46; 2.66; 2.13; 1.58; 1.85;

1.90; 4.00; 2.29; 2.59; 2.14; 2.14; 3.18;

Среднее значение признака – 2,51

Стандартное отклонение -0,82

### **Вариант № 6**

Необходимо определить сомнительные варианты в представленных рядах:

**pH:** 5.53; 3.53; 5.47; 6.68; 6.10; 6.96; 5.30; 6.92; 4.11; 5.59; 4.51; 5.08; 6.50; 6.84; 5.78; 6.10; 5.62; 6.74; 5.67; 5.21; 4.13; 3.20; 6.19; 3.08; 4.05; 4.78; 3.82; 4.09; 4.75; 5.29; 5.90; 3.66; 5.14; 3.83; 3.98; 6.97; 6.30; 4.19; 3.37; 3.82; 3.06; 5.81; 4.53; 4.85; 6.35; 4.97; 3.55; 5.29; 4.48; 4.90;

Среднее значение признака – 5,05

Стандартное отклонение -1,14

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 282.9; 326.7; 200.2; 126.9; 205.4; 106.6; 206.5; 317.2; 148.0; 292.8; 203.8; 166.9; 271.6; 242.1; 120.3; 225.1; 240.8; 246.7; 333.8; 208.0; 130.2; 323.6; 152.7; 179.1; 197.6; 185.7; 341.8; 337.5; 311.6; 289.0; 231.4; 121.5; 316.6; 137.6; 341.2; 155.2; 287.0; 202.8; 349.5; 238.4; 252.2; 309.1; 109.0; 112.3; 304.3; 272.8; 215.0; 250.7; 201.5; 199.7;

Среднее значение признака – 230,6

Стандартное отклонение – 73,1

**K<sub>2</sub>O (мг/кг):** 229.0; 223.1; 339.0; 118.4; 254.9; 148.6; 118.4; 275.5; 205.5; 281.8; 328.3; 204.3; 307.1; 298.1; 312.8; 185.2; 328.1; 251.0; 157.5; 219.0; 159.3; 323.4; 331.0; 169.2; 250.2; 264.2; 237.5; 336.5; 209.7; 274.0; 311.5; 247.5; 205.5; 216.2; 261.6; 242.2; 326.9; 301.8; 303.2; 143.7; 203.5; 128.6; 256.5; 107.7; 162.1; 266.1; 299.2; 291.2; 317.0; 105.5;

Среднее значение признака – 240,8

Стандартное отклонение -68,8

**C (%)**: 2.61; 3.97; 2.33; 3.58; 2.26; 3.47; 2.75; 2.96; 3.58; 3.34; 3.61; 3.50; 1.33; 3.43; 3.49; 3.01; 2.24; 2.40; 3.96; 2.38; 2.04; 3.89; 2.60; 2.82; 3.12; 1.85; 2.28; 3.86; 2.40; 3.79; 2.53; 3.92; 2.26; 3.33; 1; 35; 2.97; 1.46; 2.65; 1.28; 1.82; 3.67; 2.90; 1.14; 3.99; 2.48; 1.66; 1.02; 2.68; 2.40; 3.69;

Среднее значение признака – 2,76

Стандартное отклонение -0,85

### **Вариант № 7**

Необходимо определить сомнительные варианты в представленных рядах:

**pH:** 4.88; 5.07; 3.96; 5.78; 3.86; 3.81; 6.17; 3.12; 5.39; 6.66; 5.16; 6.44; 4.07; 3.36; 3.64; 6.16; 3.36; 6.08; 5.43; 5.46; 4.01; 3.10; 6.43; 3.46; 4.39; 3.37; 5.03; 3.99; 4.86; 4.88; 6.70; 5.08; 3.31; 6.39; 5.36; 3.71; 6.24; 6.30; 6.18; 5.31; 6.00; 4.11; 6.77; 3.60; 6.41; 3.73; 5.37; 5.26; 6.43; 6.79;

Среднее значение признака – 5,01

Стандартное отклонение – 1,18

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 199.7; 147.3; 219.3; 236.5; 213.8; 123.8; 229.5; 340.2; 100.6; 145.7; 273.7; 345.2; 336.7; 330.4; 266.4; 129.4; 180.5; 249.5; 265.4; 299.7; 217.8; 148.1; 162.0; 157.3; 229.9; 152.1; 289.9; 224.7; 300.7; 319.1; 311.2; 306.4; 184.8; 217.5; 309.1; 265.9; 297.5; 158.4; 129.6; 251.3; 218.1; 151.8; 344.0; 108.0; 297.0; 177.9; 215.4; 214.1; 172.4; 139.1;

Среднее значение признака – 226,1

Стандартное отклонение -71,0

**K<sub>2</sub>O (мг/кг):** 105.9; 253.3; 119.2; 251.3; 205.5; 219.9; 194.2; 160.4; 159.6; 161.5; 228.0; 296.9; 327.5; 248.7; 177.3; 186.4; 230.5; 152.2; 136.7; 295.1; 242.5; 335.2; 246.8; 125.7; 337.0; 213.9; 136.8; 242.8; 299.9; 211.2; 225.9; 292.2; 111.0; 143.0; 284.9; 166.7; 275.4; 123.3; 221.8; 271.4; 265.6; 327.3; 112.1; 164.9; 256.3; 170.2; 271.0; 337.5; 336.0; 177.3;

Среднее значение признака – 220,7

Стандартное отклонение -69,3

**C (%)**: 3.25; 2.25; 2.49; 1.73; 3.34; 3.23; 3.71; 2.14; 2.51; 1.01; 1.59; 1.14; 1.35; 1.35; 2.97; 1.34; 1.49; 3.55; 1.77; 3.83; 3.72; 3.08; 3.31; 3.34; 2.90; 3.30; 3.65; 1.32; 2.34; 3.55; 3.59; 3.78; 3.42; 1.16; 2.85; 3.82; 1.61; 1.58; 3.33; 1.94; 2.83; 3.08; 1.53; 3.38; 3.59; 3.36; 2.23; 2.47; 1.62; 3.77;

Среднее значение признака – 2,63

Стандартное отклонение -0,92

### **Вариант № 8**

Необходимо определить сомнительные варианты в представленных рядах:

**pH:** 5,5; 3,33; 4,77; 4,59; 6,32; 5,95; 5,18; 4,79; 5,41; 3,94; 3,83; 4,76; 4,67; 5,71; 3,64; 6,74; 5,77; 5,26; 3,05; 4,33; 3,1; 6,04; 4,89; 6,75; 3,17; 4,95; 5,67; 4,43; 6,62; 6,18; 6,32; 6,9; 4,1; 4,86; 6,43; 3,96; 3,06; 6,54; 3,32; 4,57; 5,52; 6,6; 3,8; 4,63; 5,05; 5,25; 4,31; 5,07; 4,43; 6,73;

Среднее значение признака – 5,02

Стандартное отклонение -1,12

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 334.8; 255.1; 215.9; 269.3; 140.7; 259.9; 153.0; 247.1; 252.4; 121.5; 108.5; 299.3; 189.8; 215.3; 205.5; 237.2; 303.7;

143.8; 273.1; 301.0; 206.4; 201.3; 339.6; 192.9; 270.5; 156.9; 264.4;  
261.7; 156.3; 157.3; 298.3; 298.5; 337.5; 141.6; 257.1; 291.0; 161.3;  
171.6; 213.6; 302.0; 156.3; 259.5; 190.8; 139.3; 296.6; 322.2; 314.2;  
142.1; 188.9; 196.7;

Среднее значение признака – 228,3

Стандартное отклонение -65,5

**K<sub>2</sub>O (мг/кг):** 273.5; 235.7; 206.5; 138.9; 140.6; 218.4; 213.3; 203.9;  
243.5; 327.9; 159.3; 225.6; 148.4; 219.5; 110.2; 208.9; 180.8; 285.2;  
112.9; 125.2; 294.8; 328.5; 184.3; 167.0; 267.5; 343.6; 297.0; 271.4;  
174.7; 141.5; 166.5; 257.7; 207.8; 132.3; 189.1; 202.3; 240.5; 293.3;  
188.3; 289.6; 349.9; 304.2; 199.4; 140.8; 166.0; 114.0; 203.8; 147.1;  
300.8; 157.2;

Среднее значение признака – 214,0

Стандартное отклонение -66,4

**C (%)**: 3.86; 2.18; 2.42; 1.24; 2.55; 1.39; 3.11; 1.79; 2.30; 3.88;  
3.68; 1.61; 2.44; 2.25; 1.47; 1.68; 2.81; 1.57; 1.39; 1.46; 3.33; 2.36; 3.33;  
3.08; 1.11; 1.02; 2.65; 3.74; 1.49; 2.49; 3.48; 3.49; 2.11; 2.81; 1.91; 2.66;  
1.68; 2.55; 1.58; 1.56; 2.69; 1.21; 1.06; 1.74; 3.16; 1.99; 2.44; 3.42; 2.00;  
3.29;

Среднее значение признака – 2,33

Стандартное отклонение -0,83

### **Вариант № 9**

Необходимо определить сомнительные варианты в представленных рядах:

**pH:** 3.85; 6.06; 3.68; 3.00; 6.23; 4.02; 6.37; 6.54; 5.39; 3.09; 5.46;  
6.50; 5.32; 4.98; 6.34; 6.33; 4.05; 4.81; 5.10; 3.40; 5.24; 4.43; 4.54; 4.57;  
6.70; 4.86; 4.76; 4.17; 4.75; 6.16; 5.56; 4.20; 4.62; 6.67; 6.84; 4.37; 6.73;  
4.22; 4.29; 6.48; 3.16; 5.03; 6.03; 5.03; 6.18; 5.21; 6.86; 3.09; 3.29; 4.70;

Среднее значение признака – 5,07

Стандартное отклонение – 1,14

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 282.9; 105.0; 245.6; 198.4; 135.2; 239.8; 195.0; 335.1;  
155.5; 157.8; 117.1; 250.7; 304.2; 256.9; 113.4; 325.7; 284.0; 274.0;  
344.3; 111.7; 179.3; 245.9; 337.0; 123.6; 343.8; 115.8; 270.4; 111.1;  
251.4; 132.7; 108.8; 340.1; 317.9; 110.3; 142.6; 146.1; 336.5; 235.7;  
101.6; 324.1; 163.9; 268.6; 200.4; 206.1; 170.2; 222.2; 326.7; 204.9;  
270.8; 285.4;

Среднее значение признака – 220,5

Стандартное отклонение -89,4

**K<sub>2</sub>O (мг/кг):** 228.2; 286.0; 300.5; 191.7; 349.4; 128.6; 108.9; 248.0; 122.0; 286.8; 155.9; 197.3; 323.1; 258.8; 223.6; 111.9; 192.3; 165.2; 201.5; 217.9; 109.1; 269.9; 197.6; 130.6; 268.9; 185.3; 262.2; 221.0; 114.0; 159.2; 119.2; 331.7; 190.7; 347.7; 305.7; 115.4; 250.7; 309.8; 234.4; 138.3; 268.1; 276.9; 128.6; 252.7; 338.2; 128.2; 143.2; 335.3; 248.6; 327.9;

Среднее значение признака – 220,1

Стандартное отклонение -76,0

**C (%)**: 2.87; 3.62; 3.68; 3.50; 3.61; 2.03; 3.01; 3.31; 3.46; 3.05; 3.87; 3.81; 3.14; 1.81; 1.84; 1.27; 3.41; 2.63; 1.62; 2.15; 2.31; 2.54; 1.18; 1.69; 1.21; 2.42; 3.66; 3.37; 2.29; 2.82; 1.33; 2.71; 3.52; 3.19; 2.30; 3.93; 1.65; 1.08; 3.85; 3.06; 1.45; 1.96; 2.60; 3.09; 1.15; 2.49; 1.57; 4.00; 2.90; 1.66;

Среднее значение признака – 2,61

Стандартное отклонение -0,89

### **Вариант № 10**

Необходимо определить сомнительные варианты в представленных рядах:

**pH:** 3.82; 3.62; 3.62; 5.22; 6.83; 5.46; 4.15; 4.31; 4.49; 5.91; 3.46; 4.80; 5.63; 5.85; 6.61; 3.04; 3.71; 5.94; 6.88; 3.29; 6.52; 4.29; 6.70; 6.66; 3.87; 6.01; 3.43; 3.39; 5.25; 5.38; 3.45; 3.69; 5.02; 5.82; 5.11; 6.14; 6.09; 5.73; 6.99; 5.90; 5.30; 6.76; 5.45; 4.95; 5.46; 6.20; 4.30; 5.32; 6.03; 4.74;

Среднее значение признака – 5,13

Стандартное отклонение – 1,15

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 316.8; 221.8; 310.5; 253.9; 181.6; 286.2; 302.6; 135.5; 177.4; 206.4; 144.0; 184.9; 256.4; 181.0; 339.0; 265.8; 112.4; 322.6; 344.4; 182.1; 199.9; 173.3; 243.3; 311.7; 140.7; 187.3; 276.8; 286.8; 314.4; 203.8; 254.9; 204.7; 213.8; 181.0; 100.2; 252.3; 223.7; 242.7; 313.1; 134.5; 246.5; 210.8; 306.4; 270.7; 227.5; 300.9; 252.7; 272.3; 157.6; 225.4;

Среднее значение признака – 233,1

Стандартное отклонение -62,7

**K<sub>2</sub>O (мг/кг):** 166.9; 307.0; 104.0; 288.8; 180.8; 138.7; 107.5; 196.1; 310.2; 299.5; 102.8; 232.7; 266.7; 206.8; 311.4; 252.4; 311.1; 248.4;

237.1; 127.4; 342.0; 104.1; 325.6; 205.4; 311.0; 205.6; 255.6; 234.3;  
110.5; 217.5; 336.7; 219.8; 167.8; 348.2; 188.3; 329.9; 178.8; 253.7;  
282.8; 178.3; 132.9; 226.4; 172.5; 227.9; 125.5; 229.4; 272.0; 235.4;  
254.3; 312.0;

Среднее значение признака – 227,6

Стандартное отклонение -71,8

**C (%)**: 2.21; 3.69; 2.20; 1.63; 1.24; 1.57; 3.13; 1.50; 2.04; 2.35;  
3.59; 2.24; 2.87; 2.30; 1.40; 1.73; 1.68; 1.50; 3.64; 2.07; 3.29; 2.03; 3.20;  
2.31; 1.92; 1.77; 2.96; 2.65; 1.30; 2.12; 1.02; 2.37; 1.35; 2.02; 2.03; 1.53;  
3.42; 3.33; 3.74; 2.24; 1.26; 3.25; 2.07; 2.18; 3.28; 3.37; 1.38; 2.30; 3.36;  
1.60;

Среднее значение признака – 2,30

Стандартное отклонение – 0,78

### **Вариант № 11**

Необходимо определить сомнительные варианты в  
представленных рядах:

**pH**: 5,73; 4,1; 6,83; 6,01; 4,05; 6,2; 3,47; 3,81; 3,99; 5,47; 6,66;  
3,51; 3,5; 3,33; 3,74; 5,99; 3,28; 5,62; 6,65; 3,19; 5,72; 5,29; 5,67; 3,25;  
5,35; 5,8; 5,57; 4,19; 5,23; 6,08; 5,73; 3,08; 5,47; 3,36; 4,46; 3,96; 3,84;  
5,58; 3,59; 6,22; 4,82; 5,52; 5,42; 6,65; 3,31; 6,67; 5,13; 4,3; 3,2; 3,57;

Среднее значение признака – 4,82

Стандартное отклонение – 1,18

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг)**: 107.5; 322.4; 300.3; 338.9; 251.1; 177.3; 310.0;  
247.7; 142.0; 115.5; 308.0; 164.9; 251.4; 217.5; 103.4; 317.4; 236.7;  
233.4; 277.6; 148.2; 115.8; 262.7; 110.4; 253.2; 113.0; 333.4; 341.2;  
334.5; 115.2; 265.6; 111.3; 252.6; 322.7; 241.0; 166.9; 120.3; 130.9;  
168.6; 177.5; 234.8; 263.5; 343.5; 179.4; 171.7; 298.7; 101.4; 278.8;  
296.8; 143.0; 180.3;

Среднее значение признака – 220,0

Стандартное отклонение -80,1

**K<sub>2</sub>O (мг/кг)**: 296.5; 316.8; 216.3; 258.1; 175.0; 233.3; 225.2; 226.1;  
201.9; 295.7; 105.5; 248.5; 133.2; 142.7; 280.0; 218.4; 189.2; 178.7;  
120.8; 125.9; 331.0; 241.2; 155.8; 314.9; 111.7; 288.7; 134.7; 277.0;  
282.7; 155.2; 216.0; 330.9; 180.8; 323.4; 137.7; 225.4; 248.7; 205.8;  
277.5; 273.4; 183.0; 266.3; 212.8; 236.3; 285.7; 144.1; 233.2; 138.3;  
145.6; 338.5;

Среднее значение признака – 221,7

Стандартное отклонение -66,6

C (%): 3.36; 3.54; 1.31; 2.25; 1.46; 2.47; 3.95; 1.80; 3.10; 3.38; 3.62; 1.12; 1.62; 3.84; 2.56; 3.96; 1.46; 1.50; 2.85; 3.02; 2.72; 3.89; 2.74; 1.60; 2.39; 3.32; 2.75; 2.77; 3.06; 3.43; 1.28; 3.31; 2.13; 3.09; 1.27; 1.04; 1.92; 3.67; 3.75; 3.54; 4.00; 3.61; 3.90; 1.11; 3.46; 2.10; 3.75; 2.47; 2.63; 1.00;

Среднее значение признака – 2,68

Стандартное отклонение -0,95

## **Вариант № 12**

Необходимо определить сомнительные варианты в представленных рядах:

**pH:** 4.86; 4.20; 5.75; 5.71; 4.69; 6.23; 4.54; 6.27; 6.61; 6.69; 4.83; 6.62; 4.30; 3.08; 3.86; 4.91; 4.96; 3.64; 6.28; 4.43; 5.64; 6.81; 3.21; 4.70; 3.09; 4.42; 5.04; 4.69; 6.51; 6.67; 6.97; 6.64; 6.16; 3.85; 3.73; 4.98; 6.16; 5.81; 5.86; 3.40; 5.13; 5.13; 5.97; 4.68; 4.69; 4.71; 3.12; 5.28; 6.22; 3.47;

Среднее значение признака – 5,10

Стандартное отклонение – 1,13

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 290.0; 323.1; 301.0; 151.6; 239.5; 328.2; 175.7; 269.9; 118.2; 198.0; 174.5; 147.9; 111.6; 133.4; 205.3; 267.8; 273.4; 293.5; 117.5; 329.7; 102.7; 260.6; 132.7; 191.9; 173.4; 162.1; 348.1; 188.4; 284.5; 238.9; 201.1; 322.7; 144.7; 302.4; 212.7; 154.8; 297.9; 226.6; 286.8; 215.0; 119.2; 287.1; 308.6; 113.3; 234.7; 291.1; 112.4; 305.9; 324.8; 138.5;

Среднее значение признака – 222,7

Стандартное отклонение -75,4

**K<sub>2</sub>O (мг/кг):** 318.2; 252.7; 164.9; 226.6; 223.3; 132.4; 344.5; 247.9; 182.6; 200.8; 170.7; 223.1; 184.2; 113.0; 310.9; 251.2; 170.1; 196.9; 123.9; 298.7; 300.4; 260.6; 140.2; 306.9; 130.9; 171.5; 179.1; 297.2; 175.2; 257.4; 284.5; 314.7; 133.6; 104.5; 314.8; 268.5; 219.1; 279.1; 221.4; 231.3; 299.2; 256.1; 324.2; 190.3; 207.2; 245.4; 104.4; 302.7; 101.1; 243.0;

Среднее значение признака – 224,0

Стандартное отклонение -68,3

**C (%):** 2.52; 3.76; 3.17; 1.31; 1.80; 1.12; 1.63; 2.52; 2.70; 3.32; 3.08; 3.69; 1.98; 2.98; 3.15; 2.84; 3.07; 3.30; 3.27; 2.68; 1.79; 1.49; 1.43; 2.49; 3.23; 3.18; 1.36; 2.11; 3.95; 1.39; 3.87; 3.01; 3.30; 3.17; 3.72; 3.63;

3.59; 1.30; 1.28; 2.29; 1.92; 1.94; 1.09; 1.03; 3.66; 3.34; 2.91; 3.24; 1.62; 2.56;

Среднее значение признака – 2,58

Стандартное отклонение – 0,88

### **Вариант № 13**

Необходимо определить сомнительные варианты в представленных рядах:

**pH:** 7.00; 5.24; 5.75; 5.54; 3.32; 5.04; 3.24; 3.79; 4.68; 3.41; 3.26; 6.33; 6.72; 4.86; 4.20; 3.12; 6.54; 3.54; 5.99; 4.02; 3.02; 5.97; 6.75; 5.77; 6.84; 3.10; 3.69; 5.18; 5.48; 6.14; 3.27; 5.71; 6.72; 3.03; 6.16; 5.80; 3.03; 4.83; 3.78; 6.92; 6.29; 3.43; 6.27; 5.33; 3.35; 3.59; 6.73; 3.08; 3.64; 6.54;

Среднее значение признака – 4,90

Стандартное отклонение – 1,39

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 249.7; 227.6; 303.1; 212.6; 139.1; 187.3; 126.8; 252.7; 149.5; 222.3; 237.5; 187.6; 336.4; 206.3; 124.9; 134.1; 224.4; 257.3; 244.3; 167.9; 169.1; 308.2; 314.1; 178.4; 254.2; 202.8; 289.3; 308.0; 135.8; 169.7; 154.8; 211.6; 319.6274.7; 273.5; 344.2; 349.0; 344.5; 132.5; 163.6; 125.2; 310.4; 163.8; 207.9; 241.8; 141.3; 318.2; 348.7; 182.0; 140.8;

Среднее значение признака – 225,4

Стандартное отклонение -71,3

**K<sub>2</sub>O (мг/кг):** 217.5; 151.8; 262.9; 275.6; 293.8; 109.8; 345.9; 296.7; 332.8; 271.5; 287.1; 279.6; 102.5; 181.9; 151.4; 320.9; 186.8; 108.3; 349.2; 345.4; 154.2; 274.0; 231.7; 243.4; 196.5; 151.1; 230.3; 270.0; 269.0; 205.6; 144.1; 184.2; 185.2; 105.7; 164.1; 329.7; 117.1; 209.6; 184.6; 270.5; 180.9; 303.4; 193.9; 225.6; 212.8; 234.8; 163.2; 344.3; 344.6; 265.8;

Среднее значение признака – 229,2

Стандартное отклонение -72,8

**C (%)**: 3.81; 3.15; 3.36; 3.43; 1.84; 3.21; 1.65; 1.73; 1.50; 2.68; 3.48; 1.61; 2.05; 3.97; 2.26; 1.41; 3.54; 1.33; 3.19; 3.15; 2.43; 3.71; 1.06; 3.26; 2.62; 1.38; 2.96; 1.36; 3.64; 2.23; 1.96; 1.53; 1.91; 2.00; 3.40; 2.58; 2.01; 3.76; 2.81; 2.30; 1.30; 3.45; 3.59; 3.33; 1.67; 2.50; 1.91; 2.31; 2.13; 2.94;

Среднее значение признака – 2,53

Стандартное отклонение – 0,84

### **Вариант № 14**

Необходимо определить сомнительные варианты в представленных рядах:

**pH:** 3.78; 5.22; 5.11; 6.15; 4.13; 6.38; 5.87; 5.51; 5.36; 3.94; 4.33; 5.36; 3.71; 4.36; 5.74; 6.38; 5.92; 4.08; 4.72; 4.25; 4.90; 4.81; 3.78; 4.36; 6.15; 5.61; 4.17; 3.08; 6.74; 5.70; 3.83; 5.56; 6.33; 3.36; 5.98; 6.16; 5.78; 3.06; 3.44; 6.05; 5.84; 5.11; 6.60; 4.42; 4.99; 3.75; 3.43; 4.37; 4.56; 5.97;

Среднее значение признака – 4,96

Стандартное отклонение – 1,03

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 230.9; 283.4; 316.6; 136.5; 259.0; 287.7; 119.9; 220.5; 256.2; 245.3; 190.7; 242.0; 315.1; 156.1; 207.8; 118.4; 158.8; 258.4; 221.2; 258.7; 256.4; 299.3; 258.9; 202.0; 207.0; 340.8; 238.3; 245.6; 126.0; 174.8; 244.2; 130.6; 346.7; 144.8; 330.5; 299.3; 261.8; 246.3; 338.0; 174.5; 220.3; 344.8; 208.8; 163.8; 326.3; 290.1; 134.6; 179.9; 251.5; 290.9;

Среднее значение признака – 235,2

Стандартное отклонение -65,8

**K<sub>2</sub>O (мг/кг):** 159.7; 157.2; 211.0; 225.6; 332.8; 237.7; 148.9; 105.2; 239.6; 331.9; 241.4; 280.8; 146.0; 140.2; 227.9; 134.6; 281.3; 337.0; 244.8; 329.6; 155.0; 159.4; 296.5; 239.9; 211.7; 269.2; 158.3; 346.7; 205.5; 188.0; 311.0; 282.7; 235.0; 318.1; 228.6; 211.0; 343.3; 340.3; 117.0; 148.2; 157.1; 102.7; 127.2; 149.1; 305.5; 288.9; 306.9; 345.6; 217.7; 282.3;

Среднее значение признака – 231,2

Стандартное отклонение -76,9

**C (%)**: 3.05; 1.11; 1.78; 2.69; 2.93; 3.89; 3.10; 1.48; 2.45; 3.28; 2.76; 1.94; 2.06; 1.96; 3.95; 1.53; 3.38; 2.30; 1.46; 3.74; 1.64; 3.66; 1.50; 1.28; 3.74; 2.42; 3.28; 2.20; 1.17; 1.90; 1.35; 2.79; 1.90; 2.60; 2.38; 1.99; 1.38; 3.33; 3.96; 3.66; 1.51; 1.15; 2.10; 1.33; 2.00; 1.80; 3.64; 2.95; 3.73; 3.61;

Среднее значение признака – 2,46

Стандартное отклонение -0,90

### **Вариант № 15**

Необходимо определить сомнительные варианты в представленных рядах:

**pH:** 6,8; 4,0; 4,6: 4,17; 6,81; 3,89; 6,93; 5,88; 3,52; 6,35; 4,18; 5,05; 6,17; 5,73; 3,72; 6,4; 3,26; 6,15; 6,34; 4,73; 6,75; 3,6; 5,07; 3,89; 3,27; 5,39; 3,08; 4,09; 6,66; 3,96; 4,39; 5,67; 3,77; 5,08; 6,53; 6,47; 4,05; 6,34; 6,15; 4,53; 5,67; 4,05; 3,71; 5,32; 5,84; 4,57; 5,74; 5,21; 3,16; 5,61;

Среднее значение признака – 5,05

Стандартное отклонение -1,17

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 90.3; 178.4; 204.5; 113.4; 232.0; 225.0; 160.1; 201.3; 173.8; 193.3; 271.8; 211.6; 240.5; 170.7; 144.6; 343.1; 108.6; 100.7; 311.0; 160.7; 259.7; 161.5; 283.8; 127.6; 311.5; 261.6; 345.8; 272.2; 127.8; 199.0; 335.5; 288.3; 278.9; 250.2; 324.0; 121.3; 247.9; 120.1; 204.4; 305.9; 152.0; 346.2; 276.7; 217.5; 304.9; 214.3; 247.8; 331.1; 184.4; 246.5;

Среднее значение признака – 227,7

Стандартное отклонение -71,4

**K<sub>2</sub>O (мг/кг):** 315.2; 305.0; 184.7; 306.2; 184.7; 148.9; 123.7; 210.9; 180.6; 162.1; 339.0; 226.6; 277.8; 211.4; 264.0; 144.1; 339.5; 187.1; 348.7; 252.9; 112.9; 271.1; 105.9; 273.4; 290.8; 185.9; 339.7; 204.0; 288.7; 146.0; 112.5226.9; 113.0; 301.5; 255.2; 322.9; 304.9; 117.0; 306.2; 239.6; 138.1; 204.7; 286.1; 165.4; 222.2; 232.0; 186.9; 133.5; 104.1; 182.2;

Среднее значение признака – 221,7

Стандартное отклонение -74,2

**C (%)**: 2.37; 2.52; 3.87; 2.97; 1.80; 1.90; 1.12; 2.04; 3.77; 3.90; 3.13; 2.30; 3.61; 1.10; 1.79; 3.57; 2.23; 1.99; 2.25; 1.05; 2.44; 2.32; 3.38; 3.11; 1.92; 3.16; 1.41; 2.47; 1.693.63; 2.51; 2.50; 1.91; 1.57; 1.14; 2.05; 1.33; 1.35; 3.51; 2.52; 3.67; 2.61; 1.71; 2.55; 1.63; 2.84; 3.14; 2.81; 3.06; 3.52;

Среднее значение признака – 2,45

Стандартное отклонение – 0,82

### **Вариант № 16**

Необходимо определить сомнительные варианты в представленных рядах:

**pH:** 5.73; 4.19; 6.09; 5.35; 6.40; 4.83; 4.96; 4.80; 5.32; 3.37; 6.71; 5.46; 4.77; 3.70; 3.30; 3.81; 5.67; 4.96; 4.35; 3.20; 5.61; 5.75; 3.43; 5.53; 6.19; 4.38; 4.55; 4.96; 6.71; 4.11; 5.37; 6.18; 6.26; 3.96; 6.69; 3.82; 3.45; 6.42; 6.50; 5.82; 6.31; 5.57; 4.16; 3.69; 6.88; 4.27; 4.28; 4.94; 6.58; 3.34;

Среднее значение признака – 5,05

Стандартное отклонение -1,11

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 114.5; 129.6; 102.8; 252.9; 201.6; 277.0; 297.4; 336.4; 218.6; 115.4; 273.1; 217.8; 256.7; 135.0; 246.6; 157.3; 265.7; 300.1; 302.3; 116.6; 134.6; 276.0; 218.0; 275.1; 247.2; 266.4; 102.4; 340.8; 302.8; 185.8; 339.4; 171.9; 246.3; 291.4; 193.9; 283.2; 191.5; 292.3; 319.0; 105.5; 239.1; 130.8; 241.1; 233.4; 186.5; 206.9; 192.6; 221.2; 327.9; 264.3;

Среднее значение признака – 226,9

Стандартное отклонение -70,2

**K<sub>2</sub>O (мг/кг):** 211.7; 264.8; 266.3; 312.9; 325.1; 277.3; 286.8; 235.2; 324.4; 213.6; 105.5; 273.4; 254.1; 285.5; 277.1; 158.2; 307.3; 270.2; 305.8; 311.5; 125.0; 301.4; 254.7; 206.4; 158.0; 233.6; 117.7; 344.7; 340.7; 340.6; 221.8; 287.0; 154.2; 102.4; 188.8; 150.7; 249.3; 330.0; 120.8; 212.7; 259.0; 296.4; 320.1; 129.1; 144.5; 303.5; 219.5; 317.0; 151.4; 236.5;

Среднее значение признака – 241,7

Стандартное отклонение -72,0

**C (%)**: 1.09; 3.28; 2.44; 2.52; 3.35; 2.81; 2.46; 2.91; 1.74; 3.23; 3.80; 3.22; 3.90; 2.33; 2.47; 2.70; 1.78; 3.00; 1.17; 2.62; 3.96; 2.34; 3.03; 3.70; 2.97; 3.34; 1.46; 1.54; 3.70; 2.86; 1.26; 1.28; 2.79; 1.65; 1.07; 3.66; 3.07; 3.86; 1.96; 2.60; 2.85; 3.98; 2.67; 2.55; 3.90; 2.75; 2.07; 3.53; 1.16; 3.74;

Среднее значение признака – 2,68

Стандартное отклонение - 0,87

### **Вариант № 17**

Необходимо определить сомнительные варианты в представленных рядах:

**pH:** 5,73; 5,1; 3,95; 4,04; 5,65; 4,28; 3,57; 5,23; 6,26; 4,11; 6,49; 5,6; 3,47; 6,61; 6,9; 3,51; 6,62; 6,45; 4,06; 4,77; 3,67; 4,84; 5,93; 3,82; 3,94; 4,26; 3,2; 3,35; 6,4; 6,54; 3,05; 3,86; 4,38; 4,23; 4,33; 3,83; 5,44; 4,19; 5,06; 6,71; 3,14; 6,44; 6,32; 3,68; 4,27; 3,6; 4,28; 4,9; 5,15; 3,58;

Среднее значение признака – 4,78

Стандартное отклонение -1,16

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 322.3; 193.2; 192.2; 323.2; 254.1; 206.7; 194.2; 242.1; 142.5; 110.9; 119.5; 305.0; 332.6; 319.5; 331.4; 300.0; 321.1;

108.6; 139.6; 234.0; 335.5; 159.2; 269.2; 166.2; 187.1; 321.9; 267.3;  
339.7; 171.0; 239.0; 247.9; 341.4; 102.8; 201.6; 254.9; 196.4; 300.9;  
283.0; 161.9; 146.9; 259.4; 154.5; 238.1; 230.8; 112.5; 260.0; 104.9;  
343.5; 337.3; 138.2;

Среднее значение признака – 241,7

Стандартное отклонение -72,0

**К<sub>2</sub>O (мг/кг):** 108.8; 234.2; 346.6; 124.7; 320.2; 140.2; 128.1; 120.4;  
135.2; 152.7; 265.2; 125.7; 325.7; 142.8; 105.0; 152.9; 233.5; 325.4;  
181.7; 323.1; 233.7; 198.4; 194.5; 173.4; 141.1; 255.3; 332.9; 276.4;  
322.7; 239.5; 147.6; 340.7; 230.5; 137.1; 209.5; 188.6; 246.0; 323.0;  
226.7; 348.2; 170.0; 331.2; 160.4; 140.4; 235.9; 229.9; 340.3;  
187.7; 111.2; 123.3;

Среднее значение признака – 215,8

Стандартное отклонение -79,2

**С (%)**: 2.93; 2.52; 2.48; 3.71; 3.46; 2.86; 2.99; 1.52; 2.22; 1.04;  
3.87; 1.19; 1.58; 2.17; 1.72; 3.16; 3.81; 1.77; 2.26; 2.98; 1.12; 3.54; 1.85;  
2.57; 2.89; 2.89; 3.44; 3.24; 1.53; 3.86; 3.71; 3.62; 1.89; 3.30; 1.42; 3.75;  
1.81; 2.69; 3.40; 1.40; 1.10; 1.39; 3.51; 1.30; 1.89; 2.18; 1.68; 1.38; 2.85;  
2.19;

Среднее значение признака – 2,47

Стандартное отклонение – 0,90

### **Вариант № 18**

Необходимо определить сомнительные варианты в  
представленных рядах:

**pH:** 5.13; 6.73; 5.25; 5.02; 6.94; 5.06; 3.04; 4.89; 4.89; 6.09; 4.94;  
3.34; 4.54; 3.91; 5.46; 5.29; 5.62; 3.51; 4.69; 5.81; 5.50; 6.27; 5.42; 6.08;  
3.87; 4.67; 3.93; 4.73; 3.28; 3.32; 6.21; 4.08; 4.57; 3.70; 5.76; 3.01; 3.86;  
3.06; 6.18; 6.29; 4.30; 4.28; 6.96; 5.81; 5.89; 6.25; 6.37; 6.57; 5.36; 4.18;

Среднее значение признака – 5,0

Стандартное отклонение -1,12

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 233.6; 259.5; 127.5; 149.4; 231.4; 254.7; 221.4;  
256.6; 178.3; 148.9; 191.6; 199.9; 233.1; 285.8; 227.4; 272.6; 218.9;  
346.9; 221.1; 209.9; 349.0; 182.3; 125.3; 159.6; 264.5; 287.6; 332.0;  
212.4; 155.6; 129.5; 102.5; 180.3; 202.7; 115.5; 214.3; 123.8; 162.7;  
110.0; 311.6; 153.4; 281.6; 213.9; 258.1; 231.9; 155.8; 210.4; 236.0;  
236.3; 297.0; 209.5;

Среднее значение признака – 213,5

Стандартное отклонение -62,2

**K<sub>2</sub>O (мг/кг):** 274.8; 104.3; 134.0; 161.6; 113.2; 174.3; 212.7; 135.1; 189.1; 226.1; 123.6; 336.0; 334.8; 255.5; 311.2; 254.6; 246.4; 303.0; 309.0; 176.3; 289.8; 145.6; 101.3; 299.5; 293.4; 299.0; 167.1; 115.4; 245.7; 274.6; 347.4; 200.0; 228.1; 298.7; 202.4; 159.0; 168.7; 176.9; 342.1; 271.4; 274.3; 112.6; 222.6; 197.9; 338.4; 281.4; 282.9; 237.6; 158.6; 344.7;

Среднее значение признака – 229,1

Стандартное отклонение -74,8

**C (%)**: 2.14; 2.12; 2.29; 2.57; 2.08; 3.71; 3.45; 1.35; 2.12; 1.06; 3.17; 2.82; 1.56; 3.44; 1.20; 3.38; 2.22; 3.59; 2.34; 1.32; 2.28; 1.45; 1.92; 1.37; 1.15; 1.42; 1.38; 2.29; 1.43; 3.25; 1.57; 2.68; 3.13; 3.25; 1.05; 1.44; 2.94; 1.26; 1.61; 2.69; 3.47; 3.68; 3.93; 1.31; 3.50; 2.48; 1.64; 3.71; 2.09; 1.33;

Среднее значение признака – 2,29

Стандартное отклонение -0,89

### **Вариант № 19**

Необходимо определить сомнительные варианты в представленных рядах:

**pH:** 5,17; 6,54; 3,01; 6,12; 6,65; 5,73; 5,78; 3,78; 6,29; 6,88; 3,34; 5,89; 4,4; 4,6; 5,23; 5,89; 5,43; 4,23; 4,07; 5,47; 5,48; 6,06; 5,35; 3,46; 3,66; 6,42; 3,14; ; 4,58; 6,33; 5,64; 5,13; 6,1; 5,3; 6,35; 6,92; 4,56; 3,29; 4,33; 6,44; 3,17; 4,38; 3,57; 5,04; 4,31; 6,63; 6,86; 4,87; 3,37; 5,79; 4,86;

Среднее значение признака – 5,12

Стандартное отклонение – 1,16

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 114.0; 100.9; 108.9; 132.5; 280.0; 204.7; 204.2; 126.9; 344.0; 141.5; 338.7; 211.6; 198.8; 107.7; 201.9; 234.0; 263.0; 143.5; 151.8; 171.4; 347.8; 221.5; 338.1; 252.9; 209.9; 212.0; 119.5; 125.7; 142.9; 185.4; 165.7; 123.8; 162.4; 268.3; 212.0; 137.9; 319.6; 216.4; 114.1; 161.8; 149.7; 321.2; 345.9; 241.8; 240.7; 191.9; 172.3; 208.4; 342.8; 151.9;

Среднее значение признака – 203,7

Стандартное отклонение -74,3

**K<sub>2</sub>O (мг/кг):** 120.5; 344.4; 103.6; 293.4; 111.6; 140.0; 148.8; 289.8; 297.3; 335.8; 167.5; 317.9; 220.1; 208.4; 336.1; 189.7; 290.2; 262.4;

204.8; 339.3; 102.3; 193.9; 144.2; 279.6; 207.2; 246.3; 274.1; 343.8;  
135.3; 332.5; 258.3; 277.9; 323.4; 275.7; 290.1; 320.7; 240.7; 300.0;  
176.3; 195.0; 321.2; 175.5; 104.0; 213.4; 209.1; 248.9; 112.3; 183.8;  
257.3; 255.2;

Среднее значение признака – 234,4

Стандартное отклонение -75,3

**C (%)**: 1.94; 3.90; 1.70; 1.82; 3.61; 1.79; 3.16; 3.51; 3.41; 2.45;  
1.08; 3.02; 3.38; 1.13; 1.28; 3.10; 3.89; 2.09; 2.00; 2.63; 2.76; 1.74; 1.94;  
2.97; 2.55; 2.07; 3.01; 1.08; 2.59; 3.93; 1.88; 2.26; 1.15; 1.61; 1.59; 3.05;  
2.19; 1.72; 2.63; 3.94; 1.47; 1.08; 3.35; 1.83; 1.94; 2.32; 3.46; 1.07; 2.97;  
1.37;

Среднее значение признака – 2,37

Стандартное отклонение -0,87

### **Вариант № 20**

Необходимо определить сомнительные варианты в  
представленных рядах:

**pH**: 5,01; 3,67; 6,86; 3,12; 5,04; 3,31; 4,32; 5,38; 6,93; 5,76; 5,68;  
4,1; 5,99; 5,93; 4,36; 4,82; 4,37; 5,31; 6,2; 3,65; 5,66; 4,27; 3,35; 6,72; 3,7;  
6,43; 5,91; 5,43; 5,8; 5,77; 4,31; 4,27; 4,35; 6,47; 4,99; 5,62; 6,37; 3,7;  
3,39; 3,86; 6,2; 4,38; 4,37; 6,69; 6,98; 6,03; 5,04; 6,86; 6,02; 6,41;

Среднее значение признака – 5,18

Стандартное отклонение – 1,13

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг)**: 184.8; 305.6; 339.1; 144.4; 157.4; 123.7; 117.3;  
278.5; 102.1; 294.7; 258.9; 303.4; 150.6; 219.3; 151.2; 314.7; 229.4;  
148.2; 243.4; 343.3; 239.5; 319.8; 288.2; 172.1; 128.0; 109.0; 261.5;  
184.5; 158.8; 255.9; 345.9; 332.6; 154.8; 147.7; 152.9; 194.5; 248.5;  
131.9; 306.1; 190.8; 277.9; 110.0; 126.8; 335.9; 287.1; 254.4; 115.1;  
235.5; 315.5; 197.2;

Среднее значение признака – 219,8

Стандартное отклонение -77,4

**K<sub>2</sub>O (мг/кг)**: 225.3; 149.4; 124.7; 250.3; 189.5; 252.6; 254.7; 208.0;  
264.8; 133.5; 278.2; 292.7; 258.0; 317.2; 291.4; 339.1; 256.9; 242.1;  
177.5; 348.5; 140.6; 181.3; 332.5; 176.1; 188.3; 292.3; 196.1; 314.3;  
117.7; 268.2; 150.4; 154.0; 134.6; 205.3; 210.2; 333.1; 348.6; 226.9;  
305.6; 215.7; 265.7; 303.5; 135.5; 329.3; 274.6; 340.8; 103.5; 129.7;  
213.3; 149.3;

Среднее значение признака – 231,8

Стандартное отклонение -72,4

**C (%)**: 3.96; 2.83; 2.49; 2.13; 1.00; 3.13; 3.48; 2.98; 2.88; 3.86; 3.42; 1.96; 2.70; 1.40; 2.96; 1.26; 1.47; 2.62; 1.14; 3.76; 2.41; 1.11; 2.10; 3.89; 2.82; 3.06; 3.49; 1.16; 3.82; 2.58; 3.86; 2.63; 1.02; 1.76; 1.86; 3.00; 1.81; 3.14; 3.53; 2.92; 2.53; 3.12; 1.31; 3.74; 2.64; 2.60; 3.67; 2.47; 1.12; 2.87;

Среднее значение признака – 2,59

Стандартное отклонение – 0,90

## **Практическая работа № 2** **ВЫЧИСЛЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК** **ВЫБОРКИ ПРИ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ** **ПРИЗНАКА**

Дано. При агрохимическом анализе пахотной серой лесной почвы содержание органического вещества составили следующие значения: 1,37; 1,59; 1,67; 1,68; 1,69; 1,73; 1,74; 1,75; 1,79; 1,81; 1,86; 1,89; 2,04; 2,10; 2,31.

1. Формируем таблицу исходя из частоты встречаемости признака

Если встречаются одинаковые значения признака, то в столбец «Значение признака  $X$ » носят одно его значение, а в столбец «Частота встречаемости признака  $f$ » таблицы вносят его  $n$  значение. Например в анализируемом ряду имеется следующее повторение значений: 124. 5; 166. 5; 174,4; 168,5; 174,4; 156,4. ( $n=6$ )

Следовательно табличные значения будут иметь следующий вид:

Таблица 34

*Вычисление признаков  $X_i$*

Значение признака $X$	Частота встречаемости признака $f$	$fX$	Отклонение от средней арифметической $(X - \bar{X})$	Квадрат отклонения $(X - \bar{X})^2$	$f(X - \bar{X})^2$
124,5	1	124,50	-33,56	1126,27	1126,27
166,5	1	166,50	8,44	71,23	71,23
174,4	2	348,80	16,34	267,00	533,99
168,5	1	168,50	10,44	108,99	108,99
156,4	1	156,40	-1,66	2,76	2,76
$\Sigma$ 790,3	6	964,70	0,00	1576,25	1843,25
$\bar{X}$ 158,06					

Вернемся к решению нашего варианта дальше:

2. Рассчитать сумму признака
3. Вычислить выборочную среднюю или по другому среднюю величину признака

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{27}{27} = 1$$

4. Вычислить сумму отклонений  $\sum(X - \bar{X})$
5. Возвести полученную сумму отклонений в квадрат  $\sum(X - \bar{X})^2$
6. Вычислить произведение  $f(X - \bar{X})^2$

Таблица 35

*Вычисление признаков  $X_1$*

Значение признака X	Частота встречаемости признака f	fX	Отклонение от средней арифметической $(X - \bar{X})$	Квадрат отклонения $(X - \bar{X})^2$	$f(X - \bar{X})^2$
1,37	1	1,37	-0,43	0,19	0,19
1,59	1	1,59	-0,21	0,04	0,04
1,67	1	1,67	-0,13	0,02	0,02
1,68	1	1,68	-0,12	0,01	0,01
1,69	1	1,69	-0,11	0,01	0,01
1,73	1	1,73	-0,07	0,01	0,01
1,74	1	1,74	-0,06	0,00	0,00
1,75	1	1,75	-0,05	0,00	0,00
1,79	1	1,79	-0,01	0,00	0,00
1,81	1	1,81	0,01	0,00	0,00
1,86	1	1,86	0,06	0,00	0,00
1,89	1	1,89	0,09	0,01	0,01
2,04	1	2,04	0,24	0,06	0,06
2,10	1	2,1	0,30	0,09	0,09
2,31	1	2,31	0,51	0,26	0,26
$\sum X=27$	15,0	15		0,70	0,70
$\bar{X}=1,8$					

7. Вычислить дисперсию

$$S^2 = \frac{\sum(X - \bar{X})^2}{n - 1} = \frac{0,70}{14} = 0,05$$

8. Вычислить стандартное отклонение

$$S = \sqrt{s^2} = \sqrt{0,05} = 0,22$$

9. Вычислить коэффициент вариации

$$V = \frac{S}{\bar{X}} \times 100 = \frac{0,22}{1,8} \times 100\% = 12,4\%$$

В статистике принято, что, если коэффициент вариации меньше 10%, то степень рассеивания данных считается незначительной,

от 10% до 20% - средней,

больше 20% и меньше или равно 33% - значительной,

значение коэффициента вариации не превышает 33%, то совокупность считается однородной, если больше 33%, то – неоднородной.

10. Вычислить ошибку выборочной средней

$$S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}} = \frac{0,22}{\sqrt{15}} = \frac{0,22}{3,87} = 0,05$$

11. Вычислить относительную ошибку выборочной средней

$$E = \frac{S_{\bar{x}}}{\bar{X}} \times 100 = \frac{0,05}{1,8} \times 100 = 2,7\%$$

Построение гистограммы и кривой

12. Определяем число классов (групп)

$$K = \sqrt{n} = \sqrt{15} = 3,87 = 4$$

13. Определяем классовой интервал

$$I = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{k} = \frac{T}{k} = \frac{116 - 11}{4} = 26,25$$

Таблица 36

*Классовые интервалы*

Группа	Частота F
1,37-1,61	2
16,1-1,84	8
1,84-2,08	3
2,08-2,31	2

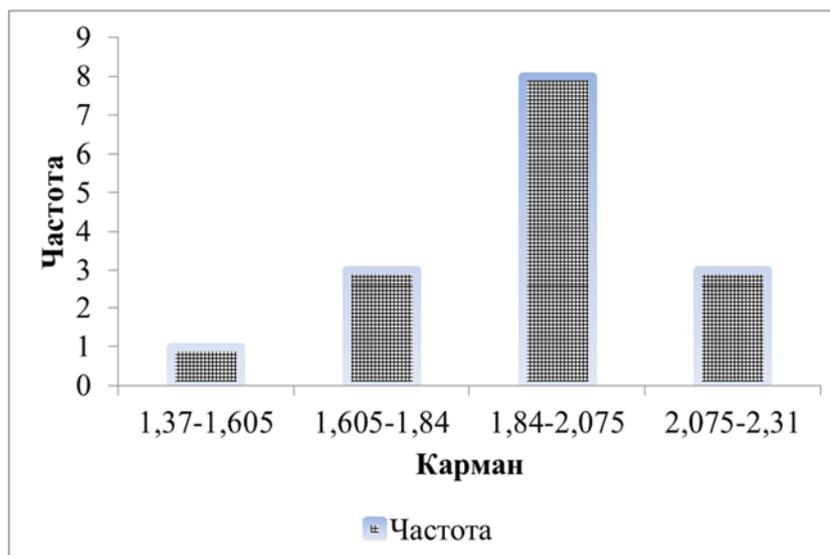


Рис. 65. График частоты F

### *Индивидуальные задания*

#### **Вариант № 1**

Необходимо провести статистическую обработку и сделать выводы. В анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка, были установлены следующие значения:

**pH:** 6,53; 5,91; 6,98; 5,42; 5,27; 5,15; 6,19; 7,0; 5,31; 6,64; 6,46; 5,92; 6,79; 5,03; 5,87; 6,64; 6,84; 5,32; 6,07; 5,17; 6,99; 6,48; 6,36; 6,64; 6,76; 5,01; 6,57; 5,58; 6,39; 5,65; 5,02; 5,26; 5,62; 6,39; 6,97; 5,85; 6,77; 6,08; 5,36; 5,29; 5,94; 6,39; 6,69; 6,4; 6,66; 6,25; 5,63; 5,59; 6,63; 6,32;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 180.23; 152.76; 284.23; 284.27; 292.57; 293.98; 228.27; 128.69; 129.71; 259.53; 298.86; 280.66; 258.90; 169.65; 144.45; 206.04; 221.44; 276.59; 278.22; 133.96; 204.64; 191.71; 135.61; 164.68; 291.24; 164.57; 171.39; 284.11; 287.80; 199.93; 216.37; 145.64; 256.83; 241.74; 139.23; 225.27; 291.24; 141.13; 262.09; 253.49; 241.79; 137.63; 125.82; 121.70; 132.70; 233.61; 286.36; 194.59; 280.15; 176.70;

**K<sub>2</sub>O (мг/кг):** 136,1; 125,3; 145,7; 114,9; 123,7; 178,6; 196,2; 250,4; 216,2; 198,1; 139,7; 124,6; 123,8; 117,9; 145,8; 165,8; 147,5; 169,1; 189,4; 130,7; 135,5; 130,3; 119,3; 151,2; 187,4; 223,3; 233,3; 207,2; 198,1; 137,9; 125,0; 134,8; 106,7; 120,8; 162,2; 181,0; 199,0; 192,7; 193,8; 133,4; 130,4; 138,0; 117,1; 137,4; 183,0; 209,8; 241,9; 211,7; 198,1;

**C (%):** 2.80; 2.64; 2.07; 2.46; 2.06; 2.26; 2.26; 2.98; 2.58; 2.56; 2.26; 2.51; 2.44; 2.06; 2.95; 2.40; 2.87; 2.38; 2.54; 2.15; 2.91; 2.58; 2.99;

1.92; 2.43; 2.11; 2.82; 2.31; 2.11; 2.60; 2.93; 2.94; 2.06; 2.16; 1.91; 2.11;  
2.69; 2.66; 2.38; 2.29; 2.40; 2.37; 2.08; 2.42; 2.20; 2.55;  
2.27; 2.10; 2.34; 2.12;

### **Вариант № 2**

Необходимо провести статистическую обработку и сделать выводы. В анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка, были установлены следующие значения: В анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка, были установлены следующие значения:

**pH:** 6,15; 6,65; 5,6; 5,98; 6,94; 5,21; 6,08; 6,8; 6,24; 5,76; 5,24; 5,32; 5,38; 6,7; 5,01; 5,7; 6,27; 6,04; 6,37; 6,74; 6,52; 6,87; 6,52; 6,35; 6,02; 6,96; 5,8; 5,15; 6,08; 6,71; 6,35; 6,53; 6,05; 5,19; 5,49; 5,07; 5,38; 5,83; 6,19; 5,35; 5,46; 5,81; 5,48; 6,42; 6,89; 6,74; 5,32; 5,26; 5,81; 6,0;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 180,2; 152,8; 284,2; 284,3; 292,6; 294,0; 228,3; 128,7; 129,7; 259,5; 298,9; 280,7; 258,9; 169,7; 144,5; 206,0; 221,4; 276,6; 278,2; 134,0; 204,6; 191,7; 135,6; 164,7; 291,2; 164,6; 171,4; 284,1; 287,8; 199,9; 216,4; 145,6; 256,8; 241,7; 139,2; 225,3; 291,2; 141,1; 262,1; 253,5; 241,8; 137,6; 125,8; 121,7; 132,7; 233,6; 286,4; 194,6; 280,2; 176,7;

**K<sub>2</sub>O (мг/кг):** 180,2; 152,8; 284,2; 284,3; 292,6; 294,0; 228,3; 128,7; 129,7; 259,5; 298,9; 280,7; 258,9; 169,7; 144,5; 206,0; 221,4; 276,6; 278,2; 134,0; 204,6; 191,7; 135,6; 164,7; 291,2; 164,6; 171,4; 284,1; 287,8; 199,9; 216,4; 145,6; 256,8; 241,7; 139,2; 225,3; 291,2; 141,1; 262,1; 253,5; 241,8; 137,6; 125,8; 121,7; 132,7; 233,6; 286,4; 194,6; 280,2; 176,7;

**C (%):** 2.40; 2.90; 2.18; 2.71; 2.87; 2.07; 2.71; 2.05; 2.31; 2.20; 2.35; 2.96; 2.84; 1.90; 2.07; 2.32; 2.02; 2.70; 2.49; 2.47; 2.38; 2.50; 1.94; 1.96; 2.30; 2.03; 2.64; 2.72; 2.08; 2.34; 2.22; 2.72; 2.66; 2.51; 2.23; 2.42; 2.44; 2.48; 2.54; 2.68; 2.37; 2.66; 2.16; 2.29; 2.62; 2.54; 2.51; 2.77; 2.40; 2.83.

### **Вариант № 3**

Необходимо провести статистическую обработку и сделать выводы. В анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка, были установлены следующие значения: В

анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка, были установлены следующие значения:

**pH:** 5.04; 6.61; 5.45; 5.02; 6.06; 6.05; 5.36; 5.84; 6.25; 6.33; 6.92; 5.54; 5.37; 5.62; 6.19; 5.10; 5.48; 6.31; 5.55; 5.02; 6.92; 6.82; 6.28; 6.00; 6.73; 6.45; 5.44; 5.71; 5.83; 5.64; 5.85; 6.99; 6.16; 5.23; 6.28; 6.70; 6.16; 5.52; 5.26; 5.74; 5.43; 5.88; 6.73; 6.59; 5.99; 6.03; 6.43; 6.60; 6.12; 5.02;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 180,2; 152,8; 284,2; 284,3; 292,6; 294,0; 228,3; 128,7; 129,7; 259,5; 298,9; 280,7; 258,9; 169,7; 144,5; 206,0; 221,4; 276,6; 278,2; 134,0; 204,6; 191,7; 135,6; 164,7; 291,2; 164,6; 171,4; 284,1; 287,8; 199,9; 216,4; 145,6; 256,8; 241,7; 139,2; 225,3; 291,2; 141,1; 262,1; 253,5; 241,8; 137,6; 125,8; 121,7; 132,7; 233,6; 286,4; 194,6; 280,2; 176,7;

**K<sub>2</sub>O (мг/кг):** 275.0; 199.4; 234.6; 202.4; 193.0; 181.2; 167.8; 277.4; 250.4; 183.4; 201.5; 250.8; 289.3; 242.8; 143.9; 258.4; 251.5; 153.6; 165.7; 140.6; 143.4; 274.4; 198.1; 172.7; 159.6; 270.5; 288.5; 299.0; 219.7; 282.4; 164.2; 271.3; 211.6; 278.3; 195.0; 270.3; 144.7; 293.7; 203.9; 255.3; 132.7; 160.4; 205.0; 150.3; 195.7; 219.1; 129.2; 237.9; 170.8; 154.2;

**C (%):** 2.15; 2.31; 2.79; 2.55; 2.47; 2.11; 2.33; 1.98; 2.31; 2.40; 2.07; 2.76; 2.70; 2.29; 2.46; 2.07; 1.95; 2.39; 2.37; 2.75; 2.17; 2.35; 2.31; 2.59; 2.39; 2.72; 1.90; 2.41; 2.65; 1.92; 2.45; 2.62; 2.31; 2.36; 2.77; 2.26; 2.56; 2.13; 2.89; 2.72; 2.32; 2.56; 2.23; 2.09; 2.30; 2.14; 2.12; 2.49; 2.99; 2.25;

#### **Вариант № 4**

Необходимо провести статистическую обработку и сделать выводы. В анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка, были установлены следующие значения: В анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка, были установлены следующие значения:

**pH:** 6,45; 6,5; 6,61; 5,75; 6,87; 5,56; 5,34; 6,4; 6,9; 5,78; 5,62; 6,49; 6; 5,; 25,9; 15,38; 5,31; 5,87; 6,94; 5,02; 5,52; 5,89; 5,2; 6,47; 5,78; 5,25; 6,55; 5,33; 5,98; 5,75; 5,77; 6,42; 5,17; 6,77; 6,22; 5,09; 5,3; 5,32; 5,89; 6,57; 6,06; 6,23; 5,34; 5,27; 5,02; 5,58; 6,96; 6,89; 6,96; 6,19;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 269.12; 126.74; 176.80; 229.26; 150.19; 124.25; 214.98; 152.65; 199.21; 130.81; 269.95; 155.58; 231.97; 232.67; 177.65; 168.43; 211.43; 180.06; 236.69; 232.78; 226.80; 239.21; 241.74; 133.29;

140.70; 208.73; 194.26; 158.89; 287.69; 262.40; 204.03; 219.36; 150.77; 120.56; 166.74; 298.78; 202.69; 163.27; 273.11; 162.01; 181.00; 151.26; 150.70; 291.16; 239.72; 270.96; 151.81; 142.61; 248.05; 288.97;

**K<sub>2</sub>O (мг/кг):** 214.19; 120.74; 294.60; 258.71; 177.89; 213.72; 256.92; 241.01; 131.29; 280.46; 217.77; 229.49; 201.63; 233.40; 183.59; 279.09; 262.56; 194.10; 226.61; 128.54; 253.44; 225.70; 251.54; 156.99; 175.28; 237.32; 285.79; 120.58; 252.88; 148.22; 207.34; 212.38; 121.05; 194.50; 258.33; 170.76; 230.15; 272.01; 124.85; 239.21; 198.32; 194.67; 191.99; 204.74; 265.61; 209.37; 135.96; 252.26; 128.22; 286.57;

**C (%):** 2,61; 1,94; 3,0; 2,16; 2,52; 2,61; 2,57; 2,68; 2,19; 2,38; 1,93; 2,79; 2,89; 2,46; 2,64; 2,19; 2,24; 2,62; 1,96; 2,0; 2; 45; 1,922,6; 1,99; 2,26; 2,15; 2,5; 2,46; 2,62; 2,55; 2,94; 2,71; 1,93; 2,66; 2,55; 2,9; 2,11; 2,19; 2,22; 2,85; 2,37; 2,75; 2,95; 2,27; 2,11; 2,97; 2,25; 2,33; 2,17; 2,18;

### **Вариант № 5**

Необходимо провести статистическую обработку и сделать выводы. В анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка, были установлены следующие значения: В анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка, были установлены следующие значения:

**pH:** 5.18; 5.28; 5.44; 5.75; 6.45; 5.21; 5.81; 6.46; 6.45; 6.82; 5.46; 6.95; 5.46; 5.66; 5.80; 6.47; 5.26; 5.75; 5.87; 5.64; 5.26; 6.30; 5.18; 5.67; 6.10; 6.78; 6.56; 6.15; 6.46; 5.99; 5.29; 6.18; 5.81; 6.32; 6.43; 6.62; 5.36; 5.14; 6.20; 6.07; 5.55; 6.54; 6.55; 5.63; 6.57; 6.42; 5.20; 5.31; 5.56; 5.11;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 286.6; 131.0; 207.9; 171.5; 210.3; 279.5; 182.7; 203.5; 245.8; 122.2; 188.8; 136.6; 295.5; 201.5; 273.2; 188.5; 258.6; 232.1; 137.5; 187.0; 218.8; 150.0; 233.8; 137.5; 286.1; 214.0; 241.8; 173.8; 294.0; 203.4; 299.7; 232.8; 263.7; 202.0; 224.5; 187.6; 267.0; 259.6; 192.2; 178.3; 169.5; 132.4; 151.0; 229.9; 205.9; 226.6; 247.9; 162.9; 269.9; 270.4;

**K<sub>2</sub>O (мг/кг):** 251.0; 159.9; 289.8; 215.0; 188.4; 214.8; 202.8; 208.5; 128.3; 176.3; 294.5; 199.5; 278.3; 144.4; 146.1; 266.8; 228.9; 141.6; 251.0; 298.1; 277.3; 210.4; 265.3; 142.5; 231.5; 134.9; 245.3; 265.9; 152.4; 288.6; 168.3; 291.6; 170.0; 240.7; 234.7; 284.3; 227.4; 240.7; 290.6; 228.1; 271.2; 223.3; 195.4; 250.4; 266.1; 160.9; 229.0; 125.9; 199.0; 280.9;

**С (%)**: 2,24; 2,86; 2,92; 2,67; 2,24; 2,89; 2,27; 2,49; 2,57; 2,86; 2,01; 2,29; 2,43; 2,25; 2,38; 2,95; 2,62; 2,45; 2,28; 2,43; 2,93; 2,17; 2,67; 2,15; 2,07; 2,48; 1,9; 2,25; 2,41; 1,9; 2,35; 2,92; 2,07; 1,97; 2,49; 2,92; 1,93; 2,96; 2,44; 2,47; 1,94; 1,92; 2,91; 1,93; 2,82; 2,45; 2,6; 2,82; 2,62; 2,91;

### **Вариант № 6**

Необходимо провести статистическую обработку и сделать выводы. В анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка, были установлены следующие значения: В анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка, были установлены следующие значения:

**pH**: 6.79; 6.59; 6.72; 6.44; 6.39; 5.26; 5.37; 6.55; 6.56; 5.79; 5.21; 6.56; 5.36; 5.73; 5.89; 6.57; 5.60; 6.58; 6.71; 6.28; 6.89; 5.95; 6.14; 6.05; 6.60; 5.32; 5.41; 5.38; 5.75; 5.17; 6.78; 5.39; 5.17; 5.10; 6.96; 5.90; 5.11; 5.33; 5.76; 6.87; 5.66; 5.40; 6.35; 5.42; 6.18; 6.38; 5.58; 6.02; 5.16; 6.00;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг)**: 289.8; 165.9; 252.6; 266.8; 209.0; 152.4; 189.7; 127.0; 203.5; 258.7; 234.3; 278.2; 275.1; 140.6; 154.2; 296.9; 199.6; 286.6; 130.6; 262.3; 187.1; 273.6; 278.3; 294.2; 210.0; 197.5; 194.4; 244.0; 127.8; 161.2; 182.6; 264.4; 173.9; 149.3; 247.2; 135.5; 202.7; 170.9; 156.2; 189.6; 193.0; 296.2; 224.5; 279.8; 218.3; 298.1; 188.0; 287.3; 214.2; 128.6;

**K<sub>2</sub>O (мг/кг)**: 129.2; 259.8; 182.9; 230.5; 147.3; 185.2; 172.1; 299.1; 257.9; 156.0; 162.9; 129.2; 245.2; 203.1; 197.8; 164.6; 283.0; 206.7; 219.3; 267.7; 167.2; 281.7; 195.0; 153.6; 255.4; 163.6; 250.6; 280.6; 162.6; 275.4; 239.6; 145.2; 124.5; 148.5; 173.3; 157.1; 265.5; 196.4; 198.6; 279.4; 156.7; 258.6; 241.0; 121.2; 171.5; 146.2; 253.2; 199.0; 209.2; 139.5;

**С (%)**: 2,91; 2,37; 2,85; 2,71; 2,77; 2,9; 2,88; 1,91; 2,34; 2,45; 3,0; 2,71,9; 2,9; 2,8; 2,65; 2,56; 2,16; 2,71; 2,13; 2,56; 2,17; 2,83; 2,1; 2,81; 2,44; 2,87; 2,22; 2,65; 2,67; 1,91; 2,86; 2,18; 2,74; 2,76; 2,27; 2,44; 2,7; 2,27; 2,28; 2,16; 2,81; 2,49; 2,2; 2,5; 2,76; 2,95; 2,0; 1,93; 2,52;

### **Вариант № 7**

Необходимо провести статистическую обработку и сделать выводы. В анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка, были установлены следующие значения: В

анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка, были установлены следующие значения:

**pH:** 5.83; 5.55; 6.83; 5.59; 6.23; 5.89; 5.56; 6.42; 5.36; 5.03; 5.77; 5.76; 6.01; 6.40; 5.06; 6.67; 5.99; 6.85; 5.91; 5.74; 5.31; 5.96; 6.46; 6.39; 5.85; 5.84; 6.12; 5.77; 5.70; 6.15; 6.57; 6.77; 6.54; 5.01; 6.99; 5.01; 5.40; 6.48; 5.96; 6.29; 5.19; 5.14; 6.46; 6.10; 6.77; 6.21; 6.15; 6.84; 5.80; 6.49;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 121.4; 194.6; 123.0; 164.8; 138.6; 219.9; 183.0; 289.7; 259.9; 260.1; 233.4; 231.2; 218.1; 138.9; 259.9; 164.9; 267.0; 194.0; 170.9; 233.3; 143.2; 284.7; 131.8; 141.0; 148.1; 203.1; 214.8; 271.4; 163.7; 258.8; 130.5; 180.4; 274.0; 195.1; 240.3; 235.3; 265.3; 176.0; 170.6; 136.6; 216.5; 194.1; 293.9; 136.7; 291.9; 262.4; 171.5; 217.7; 254.5; 258.2;

**K<sub>2</sub>O (мг/кг):** 274.5; 293.5; 209.8; 167.6; 192.3; 290.3; 130.9; 291.1; 195.7; 296.7; 136.6; 265.7; 161.8; 226.5; 154.5; 272.1; 189.7; 232.2; 161.1; 297.9; 120.4; 131.6; 283.2; 272.1; 153.6; 145.2; 159.6; 229.8; 268.6; 296.0; 184.1; 278.1; 147.8; 130.3; 265.5; 228.9; 127.8; 191.0; 259.3; 132.8; 144.3; 158.1; 204.1; 157.2; 120.2; 151.9; 169.4; 190.5; 271.8; 191.6;

**C (%):** 2,27; 2,12; 2,29; 2,15; 2,71; 1,68; 2,85; 2,87; 2,32; 2,15; 2,67; 1,99; 2,4; 1,99; 2,53; 2,48; 2,12; 1,57; 2,99; 2,31; 2,72; 2,43; 2,23; 2,25; 2,74; 1,84; 1,99; 1,61; 1,69; 2,85; 1,88; 2,06; 2,87; 1,67; 2,89; 2,02; 2,77; 2,99; 2,99; 2,38; 2,0; 1,55; 1,98; 1,88; 1,84; 2,23; 2,08; 1,66; 2,73; 1,87;

## **Вариант № 8**

Необходимо провести статистическую обработку и сделать выводы. В анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка, были установлены следующие значения: В анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка, были установлены следующие значения:

**pH:** 5.66; 5.69; 5.80; 5.42; 6.84; 6.42; 6.38; 5.06; 6.22; 5.36; 5.09; 6.85; 5.68; 5.05; 5.73; 6.81; 5.99; 5.68; 6.06; 5.52; 6.99; 6.65; 6.02; 6.53; 5.18; 6.40; 6.73; 6.59; 5.25; 5.03; 6.96; 5.19; 5.12; 5.71; 6.43; 5.89; 5.86; 6.16; 5.73; 5.70; 5.44; 6.28; 6.66; 6.51; 6.22; 6.37; 5.37; 5.66; 6.07; 5.30;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 136.0; 148.3; 253.6; 265.6; 161.0; 207.7; 191.0; 228.7; 281.3; 168.5; 209.5; 140.8; 282.4; 177.1; 263.5; 268.2; 120.5; 145.5; 272.5; 284.0; 235.0; 135.0; 169.7; 281.3; 246.5; 291.2; 235.0;

126.6; 174.0; 195.1; 234.4; 257.3; 265.1; 160.9; 217.7; 206.4; 220.2;  
134.5; 267.8; 120.7; 208.1; 230.3; 191.3; 178.9; 290.0; 182.8; 124.9;  
158.5; 124.6; 148.5;

**K<sub>2</sub>O (мг/кг):** 249.8; 289.6; 161.1; 189.6; 149.7; 142.1; 294.1; 215.4;  
274.3; 274.9; 153.6; 144.0; 211.4; 167.9; 221.9; 261.8; 284.3; 175.5;  
218.4; 281.6; 183.0; 211.1; 203.0; 242.6; 125.4; 239.9; 125.6; 137.0;  
286.6; 273.6; 215.3; 191.4; 138.7; 293.6; 209.2; 239.7; 289.2; 295.6;  
245.0; 129.3; 267.7; 132.8; 133.6; 234.5; 213.5; 238.8; 295.9; 216.9;  
132.1; 276.9;

**C (%)**: 2,45; 2,22; 2,45; 2,96; 3.0; 1,74; 2,5; 2,36; 2,03; 2,6; 1,93;  
2,72; 1,77; 2,95; 1,99; 2,8; 2,89; 1,78; 2,1; 2,58; 2,08; 2,61; 2,15; 1,95;  
2,71; 2,65; 2,93; 2,62; 2,68; 1,83; 2,27; 1,78; 2,09; 2,81; 2,08; 2,22; 1,93;  
2,28; 2,65; 1,86; 2,57; 2,05; 1,79; 2,78; 2,25; 2,22; 2,65; 2,07; 1,77; 1,74;

### **Вариант № 9**

Необходимо провести статистическую обработку и сделать выводы. В анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка, были установлены следующие значения: В анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка, были установлены следующие значения:

**pH:** 5,39; 6,72; 5,29; 6,9; 6,49; 5,49; 6,71; 6,88; 5,28; 6,14; 6,43;  
5,26; 6,68; 6,43; 5,34; 5.0; 6,83; 6,19; 6,33; 6,44; 5,89; 5,99; 6,93; 6,3;  
5,42; 5,87; 5,98; 5,29; 6,72; 5,66; 6,63; 5,01; 5,47; 6,17; 5,63; 5,53; 6,8;  
6,39; 6,25; 5,78; 5,29; 5,62; 6,89; 6,08; 5,5; 6,73; 6,33; 5,61; 5,5; 6,92;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 194.6; 248.8; 280.4; 165.9; 296.2; 225.8; 210.8;  
271.9; 246.3; 139.9; 230.5; 142.8; 252.3; 277.9; 223.1; 260.5; 164.3;  
258.8; 290.3; 134.7; 123.1; 171.9; 198.1; 152.5; 264.8; 165.1; 220.0;  
297.4; 181.9; 170.6; 158.4; 143.9; 220.7; 233.6; 299.0; 174.9; 205.6;  
133.8; 286.8; 189.9; 191.9; 170.0; 270.4; 276.6; 297.9; 219.7; 177.2;  
244.2; 164.9; 267.9;

**K<sub>2</sub>O (мг/кг):** 163.7; 188.3; 289.4; 285.8; 131.5; 159.1; 275.4; 187.2;  
120.8; 198.2; 255.3; 240.7; 218.9; 213.6; 198.7; 278.1; 233.0; 224.2;  
283.7; 138.3; 266.7; 126.0; 147.1; 191.0; 180.6; 184.1; 154.5; 183.1;  
159.8; 230.4; 142.0; 251.9; 272.0; 236.6; 238.7; 296.1; 286.1; 227.0;  
207.3; 230.4; 255.5; 206.8; 189.0; 127.9; 238.2; 174.5; 255.2; 277.6;  
139.1; 224.2;

**С (%)**: 2.83; 1.68; 2.10; 2.15; 2.51; 2.70; 2.48; 2.32; 2.35; 2.17; 2.83; 2.98; 2.96; 2.84; 1.73; 1.61; 2.67; 2.12; 1.68; 2.31; 2.38; 2.24; 1.74; 2.35; 2.27; 2.12; 2.38; 2.79; 2.04; 1.79; 2.88; 1.75; 2.37; 1.96; 1.84; 2.87; 1.79; 1.96; 1.67; 1.86; 1.82; 2.31; 2.61; 1.83; 2.36; 2.00; 2.43; 2.42; 1.85; 2.22;

### **Вариант № 10**

Необходимо провести статистическую обработку и сделать выводы. В анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка, были установлены следующие значения: В анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка, были установлены следующие значения:

**pH**: 6,49; 5,29; 5,3; 5,22; 5,35; 6,7; 5,54; 5,04; 6,27; 5,81; 5,65; 6,89; 6,96; 6,54; 5,31; 5,3; 5,65; 6,98; 5,87; 6,04; 5,43; 5,32; 6,33; 5,61; 5,55; 5,12; 5,78; 6,5; 5,16; 6,46; 6,3; 5,85; 6,61; 6,51; 6,15; 5,49; 5,38; 5,68; 6,77; 6,11; 6,75; 6,0; 5,08; 6,54; 6,22; 5,1; 6,69; 5,11; 6,74; 6,73;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг)**: 165.9; 123.1; 170.3; 275.9; 249.5; 228.3; 152.3; 172.4; 230.9; 291.3; 186.6; 250.2; 224.8; 227.9; 141.4; 162.1; 188.5; 206.3; 126.1; 122.1; 162.1; 278.0; 280.1; 210.0; 250.2; 294.2; 266.4; 223.8; 134.2; 225.6; 147.8; 143.8; 203.6; 214.6; 230.2; 275.2; 123.4; 194.0; 227.8; 139.7; 294.5; 127.8; 166.1; 244.8; 131.1; 203.1; 214.7; 287.2; 196.3; 183.3;

**K<sub>2</sub>O (мг/кг)**: 285.9; 170.2; 223.8; 152.2; 268.1; 155.6; 141.1; 209.0; 154.6; 173.6; 260.8; 237.0; 130.5; 137.5; 214.6; 160.3; 289.9; 234.1; 159.5; 275.8; 243.4; 126.9; 127.8; 234.9; 150.9; 221.4; 174.9; 249.5; 180.0; 123.4; 279.2; 121.8; 224.4; 166.9; 257.6; 193.5; 279.5; 271.8; 220.5; 172.6; 227.6; 268.5; 139.4; 129.5; 182.8; 211.2; 232.9; 152.1; 191.3; 156.0;

**С (%)**: 2,9; 2,26; 2,91; 2,91; 2,69; 1,89; 2,58; 2,57; 2,05; 2,52; 2,79; 2,07; 1,73; 2,54; 2,66; 2,28; 1,61; 2,32; 2,35; 1,63; 2,33; 2,9; 2,74; 2,49; 1,65; 2,16; 2,74; 1,88; 2,17; 2,27; 1,76; 2,55; 2,12; 2,47; 2,32; 2,54; 2,47; 2,85; 2,51; 2,07; 2,28; 2,17; 1,94; 1,86; 2,94; 2,44; 2,16; 1,93; 2,77; 2,7;

### **Вариант № 11**

Необходимо провести статистическую обработку и сделать выводы. В анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка, были установлены следующие значения: В

анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка, были установлены следующие значения:

**pH:** 5,04; 6,21; 6,94; 6,36; 6,52; 5,35; 6,68; 5,61; 5,15; 6,36; 6,54; 6,01; 6,26; 6,6; 6,4; 5,21; 6,67; 5,79; 5,08; 5,74; 5,9; 6,3; 5,76; 5,89; 6,6; 6,54; 6,72; 6,55; 6,89; 6,57; 5,61; 6,53; 5,44; 6,43; 5,5; 5,02; 6,96; 5,73; 6,07; 5,19; 6,11; 5,41; 5,72; 6,73; 5,88; 5,03; 5,55; 5,65; 5,74; 6,12;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 132.1; 281.4; 198.0; 128.3; 293.6; 271.2; 175.6; 237.2; 134.1; 269.1; 132.1; 284.6; 147.8; 194.4; 163.9; 212.1; 168.7; 172.8; 203.1; 290.8; 143.6; 191.0; 171.0; 250.4; 129.8; 232.0; 240.2; ; 226.4; 165.8; 259.0; 270.9; 277.0; 165.5; 172.4; 213.9; 222.3; 175.7; 183.9; 262.1; 190.3; 213.0; 229.9; 168.4; 142.8; 275.4; 255.6; 269.0; 182.1; 266.7; 124.8;

**K<sub>2</sub>O (мг/кг):** 129.5; 296.0; 130.5; 178.1; 204.5; 254.9; 210.1; 267.9; 127.7; 184.7; 194.0; 229.7; 129.2; 299.3; 253.9; 156.7; 193.9; 178.6; 165.3; 170.2; 297.3; 181.4; 199.3; 129.0; 257.3; 297.6; 144.0; 137.7; 263.7; 180.4; 225.7; 263.7; 189.5; 143.6; 234.7; 174.0; 133.4; 147.0; 142.2; 204.0; 247.6; 204.9; 121.4; 291.2; 248.4; 235.4; 150.1; 233.9; 142.9; 162.6;

**C (%):** 2.10; 2.26; 2.28; 2.31; 1.87; 2.06; 1.94; 2.02; 2.93; 1.82; 2.20; 2.14; 2.72; 2.58; 2.14; 2.67; 2.92; 2.57; 2.96; 2.15; 2.32; 2.90; 1.88; 1.99; 1.99; 2.76; 2.87; 2.20; 2.25; 2.75; 2.70; 1.88; 2.34; 1.84; 2.11; 2.53; 2.03; 2.07; 2.40; 2.37; 2.38; 2.32; 2.14; 2.64; 2.86; 2.59; 2.03; 2.25; 2.47; 2.88;

## **Вариант № 12**

Необходимо провести статистическую обработку и сделать выводы. В анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка, были установлены следующие значения: В анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка, были установлены следующие значения:

**pH:** 6.27; 6.11; 5.01; 5.95; 6.41; 6.17; 5.15; 5.30; 5.24; 6.95; 6.24; 5.11; 6.37; 6.49; 6.21; 5.89; 5.14; 6.29; 6.92; 5.43; 6.34; 5.26; 6.86; 6.93; 6.16; 5.45; 5.39; 6.23; 5.82; 6.09; 6.88; 5.72; 6.72; 5.28; 5.64; 5.73; 5.39; 6.23; 5.97; 6.05; 6.12; 6.45; 6.32; 6.01; 5.17; 6.19; 6.25; 5.78; 5.26; 5.95;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 273.9; 198.9; 276.3; 256.9; 241.2; 205.3; 228.6; 184.3; 272.3; 275.7; 204.8; 229.9; 206.2; 157.0; 125.1; 278.6; 215.5; 142.5; 197.3; 194.9; 270.8; 221.9; 201.2; 169.8; 136.9; 270.7; 181.5;

124.4; 178.1; 254.3; 158.8; 297.5; 221.3; 216.8; 141.0; 126.1; 296.8; 154.9; 229.4; 188.0; 264.9; 271.1; 182.6; 229.1; 219.7; 128.9; 266.1; 201.7; 153.6; 133.4;

**K<sub>2</sub>O (мг/кг):** 200.7; 219.0; 217.1; 215.7; 163.5; 270.6; 159.1; 209.7; 249.6; 205.6; 249.1; 151.8; 197.8; 249.4; 246.5; 133.5; 158.3; 230.4; 171.1; 210.8; 130.5; 238.1; 210.1; 292.2; 263.8; 221.1; 179.9; 280.3; 154.1; 203.0; 278.1; 132.0; 232.5; 123.2; 186.4; 181.7; 236.1; 157.1; 132.2; 122.9; 125.6; 181.6; 244.0; 261.5; 222.7; 209.6; 214.0; 197.6; 156.7; 298.7;

**C (%)**: 2.18; 1.74; 2.20; 1.52; 2.97; 2.46; 2.39; 2.05; 1.86; 2.35; 2.97; 2.24; 1.83; 1.98; 2.15; 2.99; 2.18; 2.95; 1.69; 2.41; 2.69; 2.25; 2.90; 2.34; 2.34; 1.57; 2.95; 2.52; 1.62; 1.71; 2.34; 1.84; 1.61; 1.62; 2.10; 1.95; 2.61; 2.52; 1.74; 1.68; 1.53; 2.73; 1.94; 1.70; 2.45; 2.81; 1.95; 2.10; 1.79; 1.79;

### **Вариант № 13**

Необходимо провести статистическую обработку и сделать выводы. В анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка, были установлены следующие значения: В анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка, были установлены следующие значения:

**pH:** 5.18; 6.61; 6.74; 5.77; 6.22; 6.54; 6.70; 6.45; 5.03; 5.59; 5.75; 6.51; 5.01; 6.83; 5.75; 5.52; 5.40; 5.93; 6.25; 5.19; 6.39; 5.85; 6.83; 5.15; 5.15; 6.49; 5.93; 6.21; 6.43; 6.66; 5.17; 5.47; 6.18; 5.65; 5.77; 5.14; 5.76; 6.52; 5.84; 6.47; 6.47; 6.65; 6.49; 5.08; 5.28; 6.19; 6.27; 5.10; 5.20; 6.55;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 188.7; 250.7; 123.9; 215.5; 240.9; 238.6; 126.1; 285.5; 149.9; 138.3; 156.2; 207.2; 222.6; 134.1; 134.4; 191.0; 210.3; 167.2; 277.2; 156.6; 147.1; 176.5; 206.2; 160.9; 263.7; 262.9; 180.9; 277.4; 216.0; 187.3; 212.4; 203.1; 274.9; 135.0; 239.7; 205.2; 201.8; 161.6; 264.1; 176.7; 177.8; 212.1; 197.3; 127.4; 130.0; 159.5; 239.0; 299.2; 276.4; 279.3;

**K<sub>2</sub>O (мг/кг):** 277.8; 264.5; 253.7; 261.5; 138.9; 251.6; 271.5; 293.2; 291.9; 162.2; 194.7; 209.0; 273.4; 143.5; 255.7; 148.9; 189.8; 175.9; ; 173.8; 245.7; 123.5; 222.4; 266.9; 141.5; 171.8; 214.3; 131.4; 188.0; 214.6; 254.1; 245.3; 291.2; 272.8; 249.2; 157.1; 128.8; 250.9; 125.9; 166.6; 168.4; 201.6; 186.9; 211.5; 268.9; 217.8; 266.0; 217.8; 195.0; 249.9; 254.0;

**С (%)**: 2.73; 1.72; 2.04; 2.43; 1.63; 2.34; 2.08; 2.83; 2.63; 1.93; 1.65; 2.34; 1.71; 2.04; 2.40; 2.97; 1.81; 2.38; 2.22; 1.99; 2.73; 1.89; 2.02; 2.18; 2.04; 1.82; 1.80; 2.09; 2.39; 2.07; 2.09; 2.73; 2.36; 2.96; 1.76; 1.94; 1.84; 2.74; 2.54; 1.70; 2.60; 2.77; 1.66; 1.69; 2.99; 2.39; 2.00; 2.37; 2.96; 2.84;

#### **Вариант № 14**

Необходимо провести статистическую обработку и сделать выводы. В анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка, были установлены следующие значения: В анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка, были установлены следующие значения:

**pH**: 6,42; 6,62; 6,97; 6,1; 5,85; 5,22; 6,94; 6,75; 5,55; 5,96; 5,63; 6,61; 6,14; 5,47; 5,6; 6,37; 5,27; 6,64; 6,01; 5,38; 5,67; 5,96; 6,44; 6,8; 6,61; 6,9; 5,04; 5,35; 6,54; 5,68; 5,84; 5,6; 6,03; 6,2; 5,44; 6,75; 6,24; 6,58; 6,45; 6,59; 6,12; 6,22; 5,96; 5,83; 5,17; 6,67; 5,74; 6,36; 6,22; 6,19;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг)**: 139.5; 278.7; 283.4; 219.2; 181.0; 175.5; 282.4; 290.8; 203.2; 250.7; 280.4; 195.6; 135.4; 195.6; 175.9; 142.6; 128.6; 239.9; 268.1; 199.1; 177.0; 163.3; 228.8; 159.5; 195.3; 151.1; 196.4; 298.9; 220.5; 249.4; 200.3; 238.1; 196.0; 196.6; 244.2; 239.4; 261.3; 295.4; 209.7; 290.6; 186.0; 127.4; 299.5; 141.4; 239.0; 262.2; 180.3; 185.2; 257.6; 139.5;

**K<sub>2</sub>O (мг/кг)**: 180.1; 154.9; 135.4; 160.2; 196.6; 218.0; 240.3; 244.6; 274.5; 293.8; 125.8; 249.3; 193.0; 207.3; 164.4; 226.9; 142.8; 254.6; 270.2; 155.2; 150.3; 203.4; 152.2; 283.7; 195.3; 152.7; 179.7; 142.8; 193.6; 261.8; 254.7; 260.0; 252.9; 184.7; 260.9; 144.7; 154.8; 273.9; 134.8; 212.5; 125.7; 274.6; 276.2; 232.1; 166.2; 289.5; 166.4; 272.7; 229.0; 253.1;

**С (%)**: 2.58; 2.48; 1.80; 1.75; 2.77; 2.03; 1.62; 1.67; 2.97; 1.96; 1.61; 1.89; 2.66; 1.66; 2.05; 1.69; 1.89; 2.29; 2.96; 2.74; 2.18; 2.43; 2.45; 2.10; 2.88; 1.86; 2.35; 2.11; 2.35; 2.49; 2.59; 2.19; 2.39; 1.67; 2.08; 2.47; 2.79; 2.40; 1.97; 1.71; 2.14; 2.62; 1.82; 1.65; 2.72; 1.69; 1.99; 1.90; 2.20; 2.12;

#### **Вариант № 15**

Необходимо провести статистическую обработку и сделать выводы. В анализируемых почвенных образцах, отобранных с

земельного участка, были установлены следующие значения: В анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка, были установлены следующие значения:

**pH:** 6,15; 5,16; 6,78; 5,71; 6,52; 6,81; 6,09; 6,25; 6,68; 5,99; 5,33; 5,85; 5,28; ,87; 5,75; 6,56; 6,82; 5,83; 5,09; 5,74; 6,21; 5,87; 6,15; 6,28; 6,11; 5,82; 6,09; 5,91; 5,97; 6,12; 6,05; 5,15; 5,01; 6,67; 5,44; 6,69; 5,6; 6,41; 5,96; 6,72; 5,26; 6,48; 5,97; 6,77; 6,47; 7.0; 6,38; 6,23; 6,97; 5,32;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 260.5; 235.1; 273.0; 270.6; 137.9; 203.5; 127.0; 218.7; 188.7; 249.4; 131.8; 297.2; 235.3; 158.4; 154.6; 236.7; 158.4; 163.3; 263.1; 125.4; 288.5; 298.6; 207.8; 258.9; 294.7; 205.6; 237.5; 148.8; 136.4; 248.0; 203.2; 161.5; 283.6; 185.6; 241.6; 142.4; 251.7; 213.6; 297.1; 241.1; 199.9; 162.6; 188.0; 178.0; 221.8; 135.7; 231.8; 172.0; 131.4; 259.3;

**K<sub>2</sub>O (мг/кг):** 267.6; 145.4; 290.4; 266.9; 270.6; 218.2; 256.2; 260.0; 213.8; 296.5; 254.1; 203.8; 263.4; 271.6; 267.1; 251.2; 136.1; 270.4; 168.2; 194.1; 241.1; 149.4; 122.3; 265.0; 260.3; 165.4; 273.7; 243.3; 165.8; 249.7; 148.9; 144.8; 278.3; 222.4; 220.8; 280.4; 223.7; 235.1; 128.4; 230.6; 205.2; 272.9; 149.0; 143.7; 237.7; 209.7; 131.4; 167.5; 131.1; 154.8;

**C (%)**: 2.68; 2.13; 2.06; 2.97; 2.24; 2.84; 2.33; 2.51; 2.07; 1.93; 2.24; 2.23; 2.85; 2.01; 2.76; 2.70; 2.15; 2.97; 2.34; 2.82; 2.06; 2.12; 2.95; 2.66; 2.25; 2.42; 1.95; 2.11; 2.71; 2.78; 2.00; 2.90; 2.90; 2.64; 2.32; 2.05; 2.63; 2.62; 2.94; 2.64; 1.95; 2.36; 2.19; 2.84; 2.20; 2.93; 2.09; 2.87; 3.00; 2.59;

## **Вариант № 16**

Необходимо провести статистическую обработку и сделать выводы. В анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка, были установлены следующие значения: В анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка, были установлены следующие значения:

**pH:** 6,4; 5,28; 6,28; 5,24; 5,71; 6,5; 6,8; 5,97; 6,0; 5,46; 6,33; 6,29; 6,96; 5,66; 6,19; 6,92; 6,07; 6,19; 6,54; 6,44; 6,88; 5,92; 5,08; 5,19; 5,44; 6,38; 5,59; 6,24; 6,63; 5,43; 5,44; 5,31; 6,76; 6,8; 5,84; 5,8; 6,47; 5,32; 6,67; 5,72; 5,27; 6,55; 6,48; 5,26; 6,08; 6,38; 5,5; 6,52; 6,78; 5,18;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 131.8; 234.7; 276.7; 260.3; 133.6; 264.6; 188.7; 198.4; 122.7; 230.9; 153.5; 225.7; 138.9; 219.3; 136.6; 270.7; 231.2;

290.8; 204.9; 129.5; 268.1; 191.2; 157.3; 198.3; 202.5; 293.9; 280.0; 194.5; 168.5; 152.3; 138.7; 276.9; 193.5; 145.6; 228.6; 177.7; 238.0; 120.5; 166.3; 191.2; 155.0; 153.4; 189.3; 267.3; 185.4; 167.3; 185.2; 194.6; 237.1; 293.4;

**K<sub>2</sub>O (мг/кг):** 155.7; 254.5; 153.3; 202.9; 271.5; 286.3; 267.1; 274.6; 251.1; 278.6; 153.1; 158.1; 297.6; 297.4; 222.1; 129.8; 205.6; 181.2; 164.2; 179.3; 245.7; 248.1; 242.5; 125.7; 208.2; 215.4; 145.7; 249.9; 222.7; 187.4; 169.7; 261.7; 259.4; 273.5; 237.0; 288.2; 147.4; 253.5; 199.0; 298.5; 189.1; 258.9; 266.6; 165.8; 159.2; 245.0; 180.7; 170.0; 294.6; 125.6;

**C (%)**: 1.55; 2.13; 2.42; 1.91; 1.87; 2.63; 1.96; 2.43; 2.23; 2.73; 2.34; 2.56; 2.27; 1.53; 2.52; 2.90; 2.52; 2.95; 1.82; 2.52; 2.62; 2.27; 1.89; 1.51; 2.29; 1.92; 2.82; 2.72; 2.12; 2.15; 2.56; 1.89; 2.45; 2.03; 1.55; 2.20; 2.92; 2.41; 1.53; 2.38; 2.78; 2.47; 2.73; 2.25; 1.63; 2.34; 1.97; 2.37; 2.16; 2.57;

### **Вариант № 17**

Необходимо провести статистическую обработку и сделать выводы. В анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка, были установлены следующие значения: В анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка, были установлены следующие значения:

**pH:** 6,16; 6,54; 6,81; 6,4; 5,79; 5,64; 6,79; 5,81; 6,84; 5,03; 5,01; 5,32; 5,39; 6,82; 5,54; 5,1; 6,77; 5,42; 5,55; 5,6; 6,49; 6,4; 5,49; 6,06; 5,8; 6,55; 6,95; 5,63; 5,29; 5,85; 5,01; 5,29; 6,92; 5,41; 6,95; 5,04; 6,3; 6,79; 5,81; 5,44; 6,39; 5,97; 6,75; 5,97; 5,66; 6,37; 5,3; 6,51; 6,75; 5,8;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 235.4; 212.2; 143.1; 273.4; 216.8; 204.3; 167.5; 161.5; 198.1; 163.3; 223.4; 132.1; 297.3; 221.7; 163.9; 194.4; 206.8; 189.4; 286.2; 278.2; 154.2; 130.6; 209.3; 200.4; 259.4; 146.9; 241.6; 136.9; 290.4; 145.4; 186.3; 123.2; 249.5; 299.2; 227.4; 261.7; 140.2; 275.8; 169.6; 161.6; 147.1; 210.0; 173.2; 257.2; 217.4; 160.3; 224.9; 146.7; 195.0; 165.1;

**K<sub>2</sub>O (мг/кг):** 247.3; 230.6; 279.2; 144.3; 269.2; 174.5; 178.4; 239.8; 153.5; 236.1; 269.3; 158.7; 159.4; 145.5; 130.1; 208.4; 197.2; 221.2; 282.6; 268.7; 297.7; 191.8; 237.6; 288.3; 157.1; 217.5; 121.3; 178.7; 267.9; 171.9; 159.6; 180.4; 266.0; 235.3; 246.6; 255.4; 142.6; 270.3;

181.4; 288.8; 281.0; 218.0; 222.0; 196.4; 189.9; 140.8; 122.6; 127.0; 253.1; 172.9;

**С (%)**: 2.87; 1.86; 2.19; 2.50; 1.69; 2.53; 1.81; 1.89; 2.21; 2.72; 2.04; 2.79; 2.68; 1.72; 2.97; 2.60; 2.06; 1.64; 2.40; 2.65; 2.72; 1.88; 2.81; 2.00; 2.81; 1.74; 2.54; 2.68; 2.04; 2.05; 2.73; 2.93; 2.53; 2.04; 2.92; 1.73; 2.83; 2.31; 2.45; 2.62; 2.98; 2.79; 1.87; 1.88; 2.37; 2.16; 1.84; 1.62; 2.19; 2.66;

### **Вариант № 18**

Необходимо провести статистическую обработку и сделать выводы. В анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка, были установлены следующие значения: В анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка, были установлены следующие значения:

**pH**: 6.72; 6.04; 6.63; 5.47; 6.82; 5.26; 5.42; 6.49; 6.56; 6.41; 6.23; 5.01; 6.02; 6.94; 6.76; 5.91; 6.39; 6.49; 5.82; 5.96; 5.89; 6.04; 5.64; 6.11; 5.79; 5.66; 6.15; 5.10; 5.20; 6.54; 6.19; 5.09; 6.06; 5.88; 6.34; 5.55; 5.88; 5.99; 5.13; 6.47; 6.36; 6.80; 5.07; 6.18; 5.15; 5.71; 5.40; 5.27; 6.63; 6.69;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг)**: 177.5; 128.2; 125.0; 272.9; 169.8; 146.0; 192.7; 234.9; 121.3; 124.5; 142.6; 236.0; 260.1; 158.6; 128.7; 232.2; 195.0; 199.2; 238.7; 235.2; 163.0; 265.0; 276.5; 155.5; 255.5; 202.2; 270.6; 298.4; 249.7; 212.0; 148.6; 294.5; 169.9; 133.1; 187.4; 172.0; 283.2; 173.0; 160.0; 172.8; 183.3; 167.9; 196.2; 120.3; 162.7; 142.6; 267.1; 196.3; 167.6; 123.6;

**K<sub>2</sub>O (мг/кг)**: 242.4; 218.9; 140.3; 267.7; 145.8; 276.9; 159.4; 274.5; 211.9; 280.3; 153.0; 143.6; 200.6; 278.7; 207.5; 242.3; 180.2; 217.9; 180.9; 223.1; 288.8; 234.6; 235.3; 277.2; 169.5; 209.8; 213.1; 251.4; 144.9; 205.5; 223.5; 211.9; 233.8; 220.9; 268.1; 133.3; 279.6; 252.4; 195.7; 286.4; 229.2; 246.9; 236.3; 131.4; 132.8; 166.3; 129.9; 180.1; 136.9; 215.2;

**С (%)**: 2.06; 2.03; 1.88; 2.33; 2.96; 1.75; 1.82; 2.46; 1.66; 1.61; 2.63; 2.15; 2.18; 2.55; 2.28; 2.95; 2.45; 1.65; 2.26; 2.09; 2.48; 2.50; 2.25; 2.39; 2.37; 2.08; 1.84; 2.03; 2.50; 2.70; 2.91; 2.68; 2.54; 2.38; 1.91; 2.45; 2.46; 1.73; 2.13; 2.40; 2.86; 2.55; 2.14; 2.00; 1.71; 2.48; 1.90; 2.54; 2.95; 1.66;

## Вариант № 19

Необходимо провести статистическую обработку и сделать выводы. В анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка, были установлены следующие значения: В анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка, были установлены следующие значения:

**pH:** 5.75; 6.74; 6.81; 5.78; 6.01; 6.17; 6.44; 5.52; 5.26; 6.17; 5.29; 6.24; 5.66; 6.29; 6.49; 6.95; 5.68; 6.06; 5.53; 5.28; 5.85; 6.65; 6.30; 6.37; 5.57; 5.40; 5.09; 6.05; 5.43; 6.85; 5.37; 5.44; 6.10; 6.90; 5.44; 6.55; 6.58; 5.32; 6.96; 5.18; 6.35; 5.29; 5.06; 5.40; 5.36; 6.21; 6.82; 6.92; 6.53; 6.16;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 297.8; 143.6; 297.6; 181.7; 167.5; 295.0; 127.1; 143.3; 258.0; 144.0; 174.8; 67.3; 245.9; 256.4; 162.6; 152.8; 145.0; 298.2; 142.3; 252.2; 284.0; 265.9; 179.0; 228.6; 183.7; 278.1; 230.2; 181.7; 164.4; 179.3; 207.0; 205.2; 160.6; 299.1; 154.1; 122.7; 260.5; 205.9; 175.1; 174.8; 274.9; 154.8; 268.0; 247.2; 242.1; 156.2; 235.6; 296.7; 189.1; 151.5;

**K<sub>2</sub>O (мг/кг):** 126.6; 162.1; 297.6; 297.0; 160.3; 260.6; 137.4; 142.8; 213.9; 208.1; 160.0; 248.7; 176.1; 180.1; 186.9; 262.9; 167.0; 251.2; 274.1; 162.3; 165.3; 266.5; 130.7; 145.0; 126.7; 122.7; 261.2; 226.5; 218.5; 268.9; 221.6; 136.3; 200.5; 166.7; 201.6; 174.7; 135.6; 144.9; 152.9; 124.7; 179.4; 231.3; 275.6; 276.5; 143.7; 222.0; 155.6; 183.6; 211.4; 191.4;

**C (%):** 2.43; 1.68; 2.86; 2.52; 2.22; 1.91; 2.85; 2.28; 3.00; 1.87; 2.92; 2.37; 2.83; 1.73; 1.73; 2.25; 2.07; 2.67; 1.99; 2.04; 2.32; 2.92; 2.48; 2.02; 2.17; 1.85; 1.86; 2.57; 2.03; 2.72; 2.52; 2.10; 2.54; 2.84; 2.39; 2.94; 2.51; 2.38; 2.93; 1.85; 2.27; 2.91; 2.04; 2.60; 2.98; 2.98; 2.83; 2.79; 1.81; 2.89;

## Вариант № 20

Необходимо провести статистическую обработку и сделать выводы. В анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка, были установлены следующие значения: В анализируемых почвенных образцах, отобранных с земельного участка, были установлены следующие значения:

**pH:** 5.18; 6.80; 6.72; 5.81; 6.55; 5.61; 5.50; 6.21; 5.68; 6.25; 6.50; 6.35; 5.75; 5.38; 5.44; 5.88; 5.92; 5.17; 5.57; 6.75; 5.57; 6.58; 6.33; 5.28;

6.16; 5.52; 6.94; 5.82; 6.35; 6.48; 6.32; 6.53; 5.67; 6.46; 5.85; 6.78; 5.12; 6.01; 6.45; 7.00; 6.66; 5.42; 5.10; 5.81; 5.58; 6.37; 6.50; 5.55; 5.04; 5.37;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 278.5; 299.1; 183.2; 132.0; 296.1; 139.4; 297.4; 290.1; 136.6; 298.5; 274.6; 275.5; 224.6; 159.4; 222.0; 214.6; 230.5; 155.7; 288.0; 292.7; 137.6; 259.1; 289.2; 284.3; 213.0; 162.6; 140.0; 203.5; 227.7; 214.1; 265.0; 193.5; 267.7; 145.1; 183.6; 125.0; 147.6; 142.0; 236.5; 259.1; 165.3; 260.8; 170.1; 273.7; 132.8; 229.9; 226.0; 273.9; 143.3; 293.4;

**K<sub>2</sub>O (мг/кг):** 179.7; 194.8; 128.5; 203.9; 236.2; 132.2; 168.6; 237.9; 152.9; 255.2; 209.8; 240.5; 168.1; 209.3; 171.0; 286.3; 203.8; 122.8; 292.2; 143.9; 181.5; 258.3; 190.6; 254.5; 294.2; 276.8; 210.8; 177.3; 251.3; 252.0; 128.5; 294.7; 156.3; 142.8; 131.4; 241.2; 120.0; 269.9; 154.0; 171.3; 285.7; 147.3; 279.4; 260.1; 136.5; 136.4; 255.2; 240.5; 131.9; 211.1;

**C (%):** 2.84; 2.99; 2.79; 1.95; 2.08; 1.88; 2.90; 2.75; 2.06; 2.34; 2.52; 1.81; 2.10; 2.20; 2.79; 2.21; 2.00; 2.05; 2.35; 2.46; 2.54; 1.92; 2.65; 2.81; 2.25; 2.67; 2.44; 2.42; 2.72; 2.47; 2.80; 2.74; 2.38; 1.89; 2.01; 2.64; 1.72; 1.61; 2.79; 1.82; 1.72; 1.70; 2.90; 2.36; 2.94; 2.22; 2.89; 2.69; 1.81; 2.45;

### **Практическая работа № 3**

#### **СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ НАБЛЮДЕНИЙ ПРИ КАЧЕСТВЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ**

Качественная или атрибутивная изменчивость - это такая изменчивость, при которой значения признака не имеют числового выражения. Основными статистическими характеристиками качественной изменчивости являются: доля признака, показатель изменчивости, коэффициент вариации и ошибка выборочной доли. Качественная изменчивость не поддается измерению.

Частным случаем качественной изменчивости является альтернативная изменчивость, при которой признак может принимать только два взаимоисключающих значения. Основные статистические показатели качественной изменчивости: доля признака, показатель изменчивости, коэффициент вариации, ошибка выборочной доли.

Доля признака характеризует относительную частоту встречаемости отдельной варианты (значения признака) в данной совокупности и обозначается через  $P_1, P_2, \dots, P_n$ .

Выражается доля признака в частях единицы или в процентах. Сумма всех долей признака в пределах совокупности равна 1 или 100%. Доля признака отражает вероятность появления данного признака в изучаемой совокупности и определяется как отношение численности каждого из членов ряда  $n_1, n_2, \dots, n_n$  к объему выборки  $N$ :

$$P_1 = \frac{n_1}{N}$$

$$P_2 = \frac{n_2}{N}$$

$$P_n = \frac{n_n}{N}$$

При альтернативной изменчивости доля одного признака обозначается через  $p$ , другого - через  $Q$ .

Показатель изменчивости качественного признака  $s$  характеризует варьирование величин ряда относительно друг друга. При альтернативной изменчивости он определяется по формуле:

$$S = \sqrt{PQ}$$

В зависимости от соотношения  $P$  и  $Q$  значение показателя изменчивости изменяется от 0 до 0,5. Максимальная изменчивость качественного признака  $S_{\max}$  наблюдается при  $P=Q=0,5$ .

Если количество градаций признака больше двух, то показатель изменчивости определяется по формуле:

$$S = \sqrt[n]{P_1 \cdot P_2 \cdot \dots \cdot P_n}$$

где  $n$  - число градаций признака.

В excel для поиска корня  $n$  степени можно использовать функцию: адрес ячейки<sup>(1/степень)</sup>

Например: В ячейке A1 имеется значение 5, необходимо вычислить корень 6 степени, тогда формула имеет следующий вид: A1<sup>(1/6)</sup>

$$S = \sqrt[6]{5} = 1,30766$$

Значение максимальной изменчивости уменьшается с увеличением числа градаций признака.

Коэффициент вариации качественного признака  $V$  - это отношение показателя изменчивости признака к максимально возможной изменчивости, выраженное в процентах:

$$V = \frac{S}{S_{\max}} \cdot 100$$

Коэффициент вариации характеризует относительную степень изменчивости исследуемых признаков и используется для сравнительной оценки выравненности различных совокупностей. Максимальное значение  $V$  равное 100% наблюдается при  $S=S_{\max}$ .

Ошибка выборочной доли  $S_p$  определяет меру отклонения доли признака выборочной совокупности  $P$  от доли его во всей генеральной совокупности  $P$  вследствие неполной репрезентативности выборки. Вычисляется по формуле:

$$S_p = \sqrt{\frac{P \cdot Q}{N}}$$

Пример. В опыте по испытанию новых сортов озимой ржи было отобрано 300 зерен для анализа на мученистость. В результате исследования установлено, что в выборке из 300 зерен Сорта № 1 всего 135 зерен «мученистые», тогда как в выборке из 300 зерен Сорта № 2 всего 165 штук зерен «мученистые». Определите, различаются ли анализируемые сорта озимой ржи по техническим качествам зерна (мученистости).

### ***Решение для варианта № 1. Сорт № 1***

Объем выборки, (общее количество зерен)  $N = 300$

$$P = \frac{n_1}{N} = \frac{135}{300} = 0.45$$

Т. к. сумма доле признака всегда равна 1

$$Q = 1 - P = 1 - 0,45 = 0,55$$

Показатель изменчивости

$$S = \sqrt{0,45 \cdot 0,55} = 0,50$$

Коэффициент вариации. При альтернативной изменчивости максимальное значение показателя изменчивости  $S_{\max} = 0,5$

$$V = \frac{0,50}{0,5} \cdot 100 = 0,995 = 99,5\%$$

Ошибка выборочной доли

$$S_p = \sqrt{\frac{P \cdot Q}{N}} = \sqrt{\frac{0.45 \cdot 0.55}{300}} = \sqrt{0.000825} = 0.0287$$

Далее проводим аналогичные расчёты для второй выборки

### **Решение для варианта № 2. Сорт № 2**

Объем выборки, (общее количество зерен)  $N = 300$

$$P = \frac{n_1}{N} = \frac{165}{300} = 0.55$$

Т. к. сумма доле признака всегда равна 1

$$Q = 1 - P = 1 - 0,55 = 0,45$$

Показатель изменчивости

$$S = \sqrt{0,45 \cdot 0,55} = 0,497$$

Коэффициент вариации. При альтернативной изменчивости максимальное значение показателя изменчивости  $S_{\max} = 0,5$

$$V = \frac{0,497}{0,5} \cdot 100 = 99,5\%$$

Ошибка выборочной доли

$$S_p = \sqrt{\frac{P \cdot Q}{N}} = \sqrt{\frac{0.55 \cdot 0.45}{300}} = \sqrt{0.000825} = 0.0287$$

Далее необходимо провести оценку существенности разности между выборочными долями по критерию существенности

$$t_{\text{факт}} = \frac{d}{S_p} = \frac{P_2 - P_1}{\sqrt{S_{p1}^2 + S_{p2}^2}} = \frac{0,55 - 0,45}{\sqrt{0,0287^2 + 0,0287^2}} = 2,462$$

Знак критерия существенности не несет смысловой нагрузки, т.е. если критерий существенности получился отрицательным, знак «-» отбрасывается.

При  $v = N_1 + N_2 - 2 = 300 + 300 - 2 = 498$   $t_{05} = 1,96$

Сравниваем критерий существенности с критерием Стьюдента 2,462 больше 1,96, т.е.  $t_{\text{факт}} > t_{05}$ , следовательно различие между выборками существенно

Вывод. Анализируемый сорт № 1 озимой ржи по техническим качествам зерна (мученистости) существенно ниже, чем сорт № 2.

### **Индивидуальные задания**

#### **Вариант 1**

В опыте по испытанию новых сортов озимой ржи было отобрано  $n$  количество зерен каждого сорта для анализа на

мученистость. Определите, различаются ли анализируемые сорта озимой ржи по техническим качествам зерна (мученистости).

Таблица 37

*Объем выборки в различных сортах культуры*

Задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Объем выборки (N)	150	160	150	200	100	150	100	150	160	200
Сорт № 1 (мученистые)	130	110	95	120	50	70	85	116	120	117
Объем выборки (N)	150	160	150	200	100	150	100	150	160	200
Сорт № 2 (мученистые)	132	96	101	85	87	114	83	95	110	65

В опыте по испытанию новых сортов картофеля было отобрано n количество клубней каждого сорта для анализа на товарность. Определите, различаются ли анализируемые сорта картофеля по товарности).

Таблица 38

*Объем выборки в различных сортах культуры*

Задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Объем выборки (N)	246	226	150	216	215	193	164	225	168	227
Сорт № 1 (товарные)	98	88	95	95	96	80	124	114	88	95
Объем выборки (N)	246	226	150	216	215	193	164	225	168	227
Сорт № 2 (товарные)	104	82	132	127	136	110	93	104	98	82

**Вариант 2**

В опыте по испытанию новых сортов озимой ржи было отобрано n количество зерен каждого сорта для анализа на мученистость. Определите, различаются ли анализируемые сорта озимой ржи по техническим качествам зерна (мученистости).

Таблица 39

*Объем выборки в различных сортах культуры*

Задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Объем выборки (N)	167	192	168	206	193	225	249	167	248	202
Сорт № 1 (мученистые)	115	98	87	113	127	78	93	124	111	139
Объем выборки (N)	167	192	168	206	193	225	249	167	248	202
Сорт № 2 (мученистые)	123	137	95	83	104	103	85	110	88	96

В опыте по испытанию новых сортов картофеля было отобрано  $n$  количество клубней каждого сорта для анализа на товарность. Определите, различаются ли анализируемые сорта картофеля по товарности).

Таблица 40

*Объем выборки в различных сортах культуры*

Задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Объем выборки (N)	185	193	178	232	205	225	244	201	250	169
Сорт № 1 (товарные)	79	72	81	75	91	104	124	100	98	140
Объем выборки (N)	185	193	178	232	205	225	244	201	250	169
Сорт № 2 (товарные)	131	119	90	90	76	125	140	129	135	114

### Вариант 3

В опыте по испытанию новых сортов озимой ржи было отобрано  $n$  количество зерен каждого сорта для анализа на мученистость. Определите, различаются ли анализируемые сорта озимой ржи по техническим качествам зерна (мученистости).

Таблица 41

*Объем выборки в различных сортах культуры*

Задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Объем выборки (N)	246	239	242	222	171	209	244	182	249	237
Сорт № 1 (мученистые)	112	72	126	115	133	140	96	131	95	91
Объем выборки (N)	246	239	242	222	171	209	244	182	249	237
Сорт № 2 (мученистые)	116	131	101	118	114	81	138	101	87	74

В опыте по испытанию новых сортов картофеля было отобрано  $n$  количество клубней каждого сорта для анализа на товарность. Определите, различаются ли анализируемые сорта картофеля по товарности).

Таблица 42

*Объем выборки в различных сортах культуры*

Задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Объем выборки (N)	205	218	210	215	183	183	208	171	205	187
Сорт № 1 (товарные)	103	126	112	122	78	84	132	80	93	122
Объем выборки (N)	205	218	210	215	183	183	208	171	205	187
Сорт № 2 (товарные)	79	77	129	109	97	78	77	116	70	115

#### Вариант 4

В опыте по испытанию новых сортов озимой ржи было отобрано  $n$  количество зерен каждого сорта для анализа на мученистость. Определите, различаются ли анализируемые сорта озимой ржи по техническим качествам зерна (мученистости).

Таблица 43

*Объем выборки в различных сортах культуры*

Задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Объем выборки (N)	172	155	239	168	155	181	236	238	160	190
Сорт № 1 (мученистые)	72	89	98	119	115	116	95	110	86	117
Объем выборки (N)	172	155	239	168	155	181	236	238	160	190
Сорт № 2 (мученистые)	126	117	118	122	100	103	93	107	119	83

В опыте по испытанию новых сортов картофеля было отобрано  $n$  количество клубней каждого сорта для анализа на товарность. Определите, различаются ли анализируемые сорта картофеля по товарности).

Таблица 44

*Объем выборки в различных сортах культуры*

Задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Объем выборки (N)	250	214	216	164	250	159	215	182	197	227
Сорт № 1 (товарные)	113	121	126	123	114	137	140	137	120	122
Объем выборки (N)	250	214	216	164	250	159	215	182	197	227
Сорт № 2 (товарные)	137	123	119	134	130	138	133	113	124	124

#### Вариант 5

В опыте по испытанию новых сортов озимой ржи было отобрано  $n$  количество зерен каждого сорта для анализа на мученистость. Определите, различаются ли анализируемые сорта озимой ржи по техническим качествам зерна (мученистости).

Таблица 45

*Объем выборки в различных сортах культуры*

Задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Объем выборки (N)	219	168	200	208	183	210	224	197	250	222
Сорт № 1 (мученистые)	135	112	140	110	132	110	110	115	138	131
Объем выборки (N)	219	168	200	208	183	210	224	197	250	222
Сорт № 2 (мученистые)	136	118	125	132	133	121	127	114	130	125

В опыте по испытанию новых сортов картофеля было отобрано  $n$  количество клубней каждого сорта для анализа на товарность. Определите, различаются ли анализируемые сорта картофеля по товарности).

Таблица 46

*Объем выборки в различных сортах культуры*

Задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Объем выборки (N)	201	198	203	200	180	215	217	203	204	151
Сорт № 1 (товарные)	131	132	119	136	124	112	140	114	117	125
Объем выборки (N)	201	198	203	200	180	215	217	203	204	151
Сорт № 2 (товарные)	134	119	116	138	118	126	114	133	126	128

**Вариант 6**

В опыте по испытанию новых сортов озимой ржи было отобрано  $n$  количество зерен каждого сорта для анализа на мученистость. Определите, различаются ли анализируемые сорта озимой ржи по техническим качествам зерна (мученистости).

Таблица 47

*Объем выборки в различных сортах культуры*

Задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Объем выборки (N)	150	230	214	228	244	152	166	212	243	226
Сорт № 1 (мученистые)	114	116	121	127	131	120	122	117	125	135
Объем выборки (N)	150	230	214	228	244	152	166	212	243	226
Сорт № 2 (мученистые)	135	113	135	133	124	116	126	125	116	111

В опыте по испытанию новых сортов картофеля было отобрано  $n$  количество клубней каждого сорта для анализа на товарность. Определите, различаются ли анализируемые сорта картофеля по товарности).

Таблица 48

*Объем выборки в различных сортах культуры*

Задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Объем выборки (N)	222	166	208	154	203	219	180	225	166	188
Сорт № 1 (товарные)	122	135	129	128	120	124	116	117	139	111
Объем выборки (N)	222	166	208	154	203	219	180	225	166	188
Сорт № 2 (товарные)	138	113	140	132	138	128	139	134	113	129

### Вариант 7

В опыте по испытанию новых сортов озимой ржи было отобрано  $n$  количество зерен каждого сорта для анализа на мученистость. Определите, различаются ли анализируемые сорта озимой ржи по техническим качествам зерна (мученистости).

Таблица 49

*Объем выборки в различных сортах культуры*

Задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Объем выборки (N)	189	287	154	168	200	244	163	266	174	284
Сорт № 1 (мученистые)	146	103	113	126	107	148	150	148	140	109
Объем выборки (N)	189	287	154	168	200	244	163	266	174	284
Сорт № 2 (мученистые)	109	120	120	110	106	114	116	127	108	141

В опыте по испытанию новых сортов картофеля было отобрано  $n$  количество клубней каждого сорта для анализа на товарность. Определите, различаются ли анализируемые сорта картофеля по товарности).

Таблица 50

*Объем выборки в различных сортах культуры*

Задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Объем выборки (N)	160	159	176	162	175	159	158	155	150	188
Сорт № 1 (товарные)	119	122	134	137	106	100	103	110	110	136
Объем выборки (N)	148	115	122	108	131	131	115	140	135	104
Сорт № 2 (товарные)	160	159	176	162	175	159	158	155	150	188

### Вариант 8

В опыте по испытанию новых сортов озимой ржи было отобрано  $n$  количество зерен каждого сорта для анализа на мученистость. Определите, различаются ли анализируемые сорта озимой ржи по техническим качествам зерна (мученистости).

Таблица 51

*Объем выборки в различных сортах культуры*

Задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Объем выборки (N)	175	184	171	185	200	186	175	172	156	195
Сорт № 1 (мученистые)	122	148	136	123	136	121	136	119	136	148
Объем выборки (N)	175	184	171	185	200	186	175	172	156	195
Сорт № 2 (мученистые)	108	135	131	122	119	150	108	149	125	138

В опыте по испытанию новых сортов картофеля было отобрано n количество клубней каждого сорта для анализа на товарность. Определите, различаются ли анализируемые сорта картофеля по товарности).

Таблица 52

*Объем выборки в различных сортах культуры*

Задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Объем выборки (N)	164	183	160	197	179	177	188	179	189	170
Сорт № 1 (товарные)	110	109	140	146	100	144	104	140	108	147
Объем выборки (N)	164	183	160	197	179	177	188	179	189	170
Сорт № 2 (товарные)	132	127	111	133	142	150	127	117	111	115

**Вариант 9**

В опыте по испытанию новых сортов озимой ржи было отобрано n количество зерен каждого сорта для анализа на мученистость. Определите, различаются ли анализируемые сорта озимой ржи по техническим качествам зерна (мученистости).

Таблица 53

*Объем выборки в различных сортах культуры*

Задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Объем выборки (N)	179	159	167	192	194	152	193	194	159	175
Сорт № 1 (мученистые)	126	102	112	131	101	140	129	149	139	132
Объем выборки (N)	179	159	167	192	194	152	193	194	159	175
Сорт № 2 (мученистые)	145	144	130	103	141	121	139	140	107	138

В опыте по испытанию новых сортов картофеля было отобрано n количество клубней каждого сорта для анализа на товарность. Определите, различаются ли анализируемые сорта картофеля по товарности).

Таблица 54

*Объем выборки в различных сортах культуры*

Задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Объем выборки (N)	184	196	193	176	183	182	184	160	192	195
Сорт № 1 (товарные)	135	133	124	124	136	123	113	132	131	120
Объем выборки (N)	184	196	193	176	183	182	184	160	192	195
Сорт № 2 (товарные)	120	137	127	101	106	142	120	117	140	135

## Вариант 10

В опыте по испытанию новых сортов озимой ржи было отобрано  $n$  количество зерен каждого сорта для анализа на мученистость. Определите, различаются ли анализируемые сорта озимой ржи по техническим качествам зерна (мученистости).

Таблица 55

*Объем выборки в различных сортах культуры*

Задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Объем выборки (N)	161	162	168	162	178	196	152	161	185	189
Сорт № 1 (мученистые)	104	128	100	107	119	148	109	108	134	104
Объем выборки (N)	161	162	168	162	178	196	152	161	185	189
Сорт № 2 (мученистые)	136	117	111	149	117	127	146	128	121	142

В опыте по испытанию новых сортов картофеля было отобрано  $n$  количество клубней каждого сорта для анализа на товарность. Определите, различаются ли анализируемые сорта картофеля по товарности).

Таблица 56

*Объем выборки в различных сортах культуры*

Задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Объем выборки (N)	195	182	151	155	189	169	166	164	180	193
Сорт № 1 (товарные)	108	100	123	107	143	146	142	108	148	137
Объем выборки (N)	195	182	151	155	189	169	166	164	180	193
Сорт № 2 (товарные)	109	136	108	134	123	150	137	135	149	105

## Вариант 11

В опыте по испытанию новых сортов озимой ржи было отобрано  $n$  количество зерен каждого сорта для анализа на мученистость. Определите, различаются ли анализируемые сорта озимой ржи по техническим качествам зерна (мученистости).

Таблица 57

*Объем выборки в различных сортах культуры*

Задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Объем выборки (N)	152	177	178	173	198	178	152	152	157	160
Сорт № 1 (мученистые)	122	150	111	144	131	148	129	127	105	142
Объем выборки (N)	152	177	178	173	198	178	152	152	157	160
Сорт № 2 (мученистые)	108	110	117	149	143	109	100	112	150	134

В опыте по испытанию новых сортов картофеля было отобрано  $n$  количество клубней каждого сорта для анализа на товарность. Определите, различаются ли анализируемые сорта картофеля по товарности).

Таблица 58

*Объем выборки в различных сортах культуры*

Задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Объем выборки (N)	169	154	171	170	188	152	197	176	197	159
Сорт № 1 (товарные)	135	146	118	133	102	120	111	123	146	118
Объем выборки (N)	169	154	171	170	188	152	197	176	197	159
Сорт № 2 (товарные)	119	144	141	141	146	150	119	141	116	124

**Вариант 12**

В опыте по испытанию новых сортов озимой ржи было отобрано  $n$  количество зерен каждого сорта для анализа на мученистость. Определите, различаются ли анализируемые сорта озимой ржи по техническим качествам зерна (мученистости).

Таблица 59

*Объем выборки в различных сортах культуры*

Задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Объем выборки (N)	168	171	185	184	184	155	183	187	190	187
Сорт № 1 (мученистые)	112	108	104	113	131	103	111	108	114	116
Объем выборки (N)	168	171	185	184	184	155	183	187	190	187
Сорт № 2 (мученистые)	138	115	131	134	141	112	114	149	146	137

В опыте по испытанию новых сортов картофеля было отобрано  $n$  количество клубней каждого сорта для анализа на товарность. Определите, различаются ли анализируемые сорта картофеля по товарности).

Таблица 60

*Объем выборки в различных сортах культуры*

Задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Объем выборки (N)	167	191	159	152	161	157	167	150	181	158
Сорт № 1 (товарные)	138	128	108	149	129	147	147	125	126	142
Объем выборки (N)	167	191	159	152	161	157	167	150	181	158
Сорт № 2 (товарные)	111	118	147	144	104	139	124	118	137	148

### Вариант 13

В опыте по испытанию новых сортов озимой ржи было отобрано  $n$  количество зерен каждого сорта для анализа на мученистость. Определите, различаются ли анализируемые сорта озимой ржи по техническим качествам зерна (мученистости).

Таблица 61

*Объем выборки в различных сортах культуры*

Задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Объем выборки (N)	151	199	177	187	156	185	154	181	179	191
Сорт № 1 (мученистые)	121	113	133	148	100	102	137	139	104	108
Объем выборки (N)	151	199	177	187	156	185	154	181	179	191
Сорт № 2 (мученистые)	143	148	101	112	120	120	106	117	144	144

В опыте по испытанию новых сортов картофеля было отобрано  $n$  количество клубней каждого сорта для анализа на товарность. Определите, различаются ли анализируемые сорта картофеля по товарности).

Таблица 62

*Объем выборки в различных сортах культуры*

Задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Объем выборки (N)	179	200	176	164	199	155	161	164	169	182
Сорт № 1 (товарные)	105	121	129	124	108	134	106	107	113	113
Объем выборки (N)	179	200	176	164	199	155	161	164	169	182
Сорт № 2 (товарные)	128	133	125	138	148	150	140	124	112	107

### Вариант 14

В опыте по испытанию новых сортов озимой ржи было отобрано  $n$  количество зерен каждого сорта для анализа на мученистость. Определите, различаются ли анализируемые сорта озимой ржи по техническим качествам зерна (мученистости).

Таблица 63

*Объем выборки в различных сортах культуры*

Задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Объем выборки (N)	193	163	151	173	174	161	174	164	195	196
Сорт № 1 (мученистые)	134	123	109	103	134	110	142	117	127	103
Объем выборки (N)	193	163	151	173	174	161	174	164	195	196
Сорт № 2 (мученистые)	131	125	137	139	144	140	100	115	101	129

В опыте по испытанию новых сортов картофеля было отобрано  $n$  количество клубней каждого сорта для анализа на товарность. Определите, различаются ли анализируемые сорта картофеля по товарности).

Таблица 64

*Объем выборки в различных сортах культуры*

Задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Объем выборки (N)	172	196	152	195	194	159	176	152	183	191
Сорт № 1 (товарные)	139	150	117	107	120	104	103	115	128	144
Объем выборки (N)	172	196	152	195	194	159	176	152	183	191
Сорт № 2 (товарные)	149	133	145	123	108	102	117	107	102	124

**Вариант 15**

В опыте по испытанию новых сортов озимой ржи было отобрано  $n$  количество зерен каждого сорта для анализа на мученистость. Определите, различаются ли анализируемые сорта озимой ржи по техническим качествам зерна (мученистости).

Таблица 65

*Объем выборки в различных сортах культуры*

Задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Объем выборки (N)	185	180	171	199	152	151	155	198	182	190
Сорт № 1 (мученистые)	137	138	146	133	119	129	136	126	107	103
Объем выборки (N)	185	180	171	199	152	151	155	198	182	190
Сорт № 2 (мученистые)	100	105	142	113	135	116	135	131	138	127

В опыте по испытанию новых сортов картофеля было отобрано  $n$  количество клубней каждого сорта для анализа на товарность. Определите, различаются ли анализируемые сорта картофеля по товарности).

Таблица 66

*Объем выборки в различных сортах культуры*

Задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Объем выборки (N)	197	197	150	151	192	200	182	155	187	162
Сорт № 1 (товарные)	100	118	115	100	128	149	146	109	126	135
Объем выборки (N)	197	197	150	151	192	200	182	155	187	162
Сорт № 2 (товарные)	142	108	114	117	148	149	134	141	129	103

## Вариант 16

В опыте по испытанию новых сортов озимой ржи было отобрано  $n$  количество зерен каждого сорта для анализа на мученистость. Определите, различаются ли анализируемые сорта озимой ржи по техническим качествам зерна (мученистости).

Таблица 67

*Объем выборки в различных сортах культуры*

Задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Объем выборки (N)	169	166	167	197	185	167	170	198	180	151
Сорт № 1 (мученистые)	139	106	136	124	115	121	103	111	119	113
Объем выборки (N)	169	166	167	197	185	167	170	198	180	151
Сорт № 2 (мученистые)	100	120	130	121	117	102	120	119	105	101

В опыте по испытанию новых сортов картофеля было отобрано  $n$  количество клубней каждого сорта для анализа на товарность. Определите, различаются ли анализируемые сорта картофеля по товарности).

Таблица 68

*Объем выборки в различных сортах культуры*

Задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Объем выборки (N)	195	152	169	180	189	160	167	158	186	151
Сорт № 1 (товарные)	120	129	148	112	137	121	115	107	147	122
Объем выборки (N)	195	152	169	180	189	160	167	158	186	151
Сорт № 2 (товарные)	113	128	109	146	120	146	147	125	104	101

## Вариант 17

В опыте по испытанию новых сортов озимой ржи было отобрано  $n$  количество зерен каждого сорта для анализа на мученистость. Определите, различаются ли анализируемые сорта озимой ржи по техническим качествам зерна (мученистости).

Таблица 69

*Объем выборки в различных сортах культуры*

Задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Объем выборки (N)	160	191	177	177	171	170	166	193	177	179
Сорт № 1 (мученистые)	148	128	147	126	120	140	114	137	148	128
Объем выборки (N)	160	191	177	177	171	170	166	193	177	179
Сорт № 2 (мученистые)	158	117	119	106	135	121	116	127	108	104

В опыте по испытанию новых сортов картофеля было отобрано  $n$  количество клубней каждого сорта для анализа на товарность. Определите, различаются ли анализируемые сорта картофеля по товарности).

Таблица 70

*Объем выборки в различных сортах культуры*

Задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Объем выборки (N)	151	161	199	151	170	179	150	167	200	195
Сорт № 1 (товарные)	123	142	126	127	121	121	105	139	150	138
Объем выборки (N)	151	161	199	151	170	179	150	167	200	195
Сорт № 2 (товарные)	142	109	115	143	129	130	113	122	145	104

**Вариант 18**

В опыте по испытанию новых сортов озимой ржи было отобрано  $n$  количество зерен каждого сорта для анализа на мученистость. Определите, различаются ли анализируемые сорта озимой ржи по техническим качествам зерна (мученистости).

Таблица 71

*Объем выборки в различных сортах культуры*

Задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Объем выборки (N)	158	180	151	164	174	180	154	158	157	177
Сорт № 1 (мученистые)	100	137	101	130	107	143	108	104	140	140
Объем выборки (N)	158	180	151	164	174	180	154	158	157	177
Сорт № 2 (мученистые)	143	110	115	121	140	103	109	150	123	111

В опыте по испытанию новых сортов картофеля было отобрано  $n$  количество клубней каждого сорта для анализа на товарность. Определите, различаются ли анализируемые сорта картофеля по товарности).

Таблица 72

*Объем выборки в различных сортах культуры*

Задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Объем выборки (N)	196	164	164	153	163	197	159	186	158	175
Сорт № 1 (товарные)	114	122	103	117	107	115	122	119	112	146
Объем выборки (N)	196	164	164	153	163	197	159	186	158	175
Сорт № 2 (товарные)	135	102	124	105	144	134	142	146	138	115

## Вариант 19

В опыте по испытанию новых сортов озимой ржи было отобрано  $n$  количество зерен каждого сорта для анализа на мученистость. Определите, различаются ли анализируемые сорта озимой ржи по техническим качествам зерна (мученистости).

Таблица 73

*Объем выборки в различных сортах культуры*

Задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Объем выборки (N)	151	169	187	200	184	167	186	153	186	159
Сорт № 1 (мученистые)	111	130	117	135	127	147	148	149	100	146
Объем выборки (N)	151	169	187	200	184	167	186	153	186	159
Сорт № 2 (мученистые)	137	119	100	137	139	108	107	110	114	147

В опыте по испытанию новых сортов картофеля было отобрано  $n$  количество клубней каждого сорта для анализа на товарность. Определите, различаются ли анализируемые сорта картофеля по товарности).

Таблица 74

*Объем выборки в различных сортах культуры*

Задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Объем выборки (N)	163	159	159	152	186	157	173	190	187	163
Сорт № 1 (товарные)	125	149	150	142	124	121	125	145	102	104
Объем выборки (N)	163	159	159	152	186	157	173	190	187	163
Сорт № 2 (товарные)	103	120	124	138	127	125	121	148	136	112

## Вариант 20

В опыте по испытанию новых сортов озимой ржи было отобрано  $n$  количество зерен каждого сорта для анализа на мученистость. Определите, различаются ли анализируемые сорта озимой ржи по техническим качествам зерна (мученистости).

Таблица 75

*Объем выборки в различных сортах культуры*

Задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Объем выборки (N)	172	154	193	180	169	171	199	196	152	158
Сорт № 1 (мученистые)	107	100	119	112	145	150	110	106	128	108
Объем выборки (N)	172	154	193	180	169	171	199	196	152	158
Сорт № 2 (мученистые)	124	109	122	144	105	105	149	123	123	111

В опыте по испытанию новых сортов картофеля было отобрано  $n$  количество клубней каждого сорта для анализа на товарность. Определите, различаются ли анализируемые сорта картофеля по товарности).

Таблица 76

*Объем выборки в различных сортах культуры*

Задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Объем выборки (N)	159	189	179	186	186	191	200	160	198	192
Сорт № 1 (товарные)	143	118	127	145	109	126	141	118	138	132
Объем выборки (N)	159	189	179	186	186	191	200	160	198	192
Сорт № 2 (товарные)	126	117	101	130	122	128	145	122	137	108

**Практическая работа № 4****ОЦЕНКА СУЩЕСТВЕННЫХ РАЗЛИЧИЙ МЕЖДУ ВАРИАНТАМИ ОПЫТА**

К числу одной из основных задач в математической статистике относится решение вопроса о существенности различий между средними арифметическими двух или нескольких выборок.

Решение вопроса о существенности различий сводится к проверке нулевой гипотезы  $H_0$ .

Нулевая гипотеза – это гипотеза об отсутствии существенных различий между фактическими значениями выборок. Принять нулевую гипотезу – означает признать, что между фактическими данными отсутствуют различия.

Математически это записывается так:  $H_0 = 0$ . Опровергнуть нулевую гипотезу – значит признать, что между фактическими данными есть существенные различия:  $H_0 \neq 0$ .

Существует несколько методов оценки существенности различий между полученными экспериментальными данными: по

доверительному интервалу и по величине наименьшей существенной разницы (НСР).

### **Метод определения существенности различий между выборками по доверительному интервалу**

Этим методом можно сравнить результаты двух и более вариантов. Для этого необходимо определить доверительный интервал - область в которой оценивается средняя выборки

$$X \pm tS_x,$$

где  $X$  – средняя выборки,  $t$ -критерий Стьюдента,  $S_x$ - ошибка выборки.

При большом количестве вариантов каждый из них сравнивают с контролем или с друг другом. Если доверительные интервалы перекрывают друг друга или имеют общую площадь, разница между вариантами несущественная; если не перекрывают – разница существенная.

Пример. В опытах по внесению навоза в пахотную дерново-подзолистую почву были получен следующий ряд по содержанию органического вещества в сравнении с контролем.

Вариант с внесением навоза: 2,31; 2,32; 2,42; 2,51; 2,54; 2,11; 2,21; 2,24; 2,48; 2,47

Контрольный вариант: 1,34; 1,32; 1,45; 1,51; 1,35; 1,33; 1,37; 1,51; 1,39; 1,45

Необходимо определить, существенно ли влияние внесения навоза на накопление органического вещества в дерново-подзолистой почве:  $H_0 = 0$  или  $H_0 \neq 0$

1. Формируем таблицу исходя из частоты встречаемости признака для первого варианта

2. Рассчитать сумму признака

3. Вычислить выборочную среднюю или по другому среднюю величину признака

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{23,61}{10} = 2,361$$

4. Вычислить сумму отклонений  $\sum(X - \bar{X})$

5. Возвести полученную сумму отклонений в квадрат  $\sum(X - \bar{X})^2$

6. Вычислить произведение  $f(X - \bar{X})^2$

Таблица 77

Сводная таблица первого варианта

Значение признака X	Частота встречаемости признака f	fX	Отклонение от средней арифметической (X - $\bar{X}$ )	Квадрат отклонения (X - $\bar{X}$ ) <sup>2</sup>	f(X - $\bar{X}$ ) <sup>2</sup>
2,31	1	2,31	-0,051	0,002601	0,002601
2,32	1	2,32	-0,041	0,001681	0,001681
2,42	1	2,42	0,059	0,003481	0,003481
2,51	1	2,51	0,149	0,022201	0,022201
2,54	1	2,54	0,179	0,032041	0,032041
2,11	1	2,11	-0,251	0,063001	0,063001
2,21	1	2,21	-0,151	0,022801	0,022801
2,24	1	2,24	-0,121	0,014641	0,014641
2,48	1	2,48	0,119	0,014161	0,014161
2,47	1	2,47	0,109	0,011881	0,011881
$\sum X=23,61$	10	23,61			0,18849
$\bar{X}=2,361$					

7. Вычислить дисперсию

$$S^2 = \frac{\sum(X - \bar{X})^2}{n - 1} = \frac{0,18849}{9} = 0,020943$$

8. Вычислить стандартное отклонение

$$S = \sqrt{s^2} = \sqrt{0,020943} = 0,144718$$

9. Вычислить ошибку выборочной средней

$$S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}} = \frac{0,144718}{\sqrt{10}} = \frac{0,144718}{3,16} = 0,045$$

1. Формируем таблицу исходя из частоты встречаемости признака для второго варианта

2. Рассчитать сумму признака

3. Вычислить выборочную среднюю или по другому среднюю величину признака

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{14,02}{10} = 1,402$$

4. Вычислить сумму отклонений  $\sum(X - \bar{X})$

5. Возвести полученную сумму отклонений в квадрат  $\sum(X - \bar{X})^2$

6. Вычислить произведение  $f(X - \bar{X})^2$

Таблица 78

Сводная таблица второго варианта

Значение признака X	Частота встречаемости признака f	fX	Отклонение от средней арифметической (X - $\bar{X}$ )	Квадрат отклонения (X - $\bar{X}$ ) <sup>2</sup>	f(X - $\bar{X}$ ) <sup>2</sup>
1,34	1	1,34	-0,062	0,003844	0,003844
1,32	1	1,32	-0,082	0,006724	0,006724
1,45	1	1,45	0,048	0,002304	0,002304
1,51	1	1,51	0,108	0,011664	0,011664
1,35	1	1,35	-0,052	0,002704	0,002704
1,33	1	1,33	-0,072	0,005184	0,005184
1,37	1	1,37	-0,032	0,001024	0,001024
1,51	1	1,51	0,108	0,011664	0,011664
1,39	1	1,39	-0,012	0,000144	0,000144
1,45	1	1,45	0,048	0,002304	0,002304
$\sum X=14,02$	10	14,02			0,04756
$\bar{X}=1,402$					

7. Вычислить дисперсию

$$S^2 = \frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1} = \frac{0,04756}{9} = 0,00528$$

8. Вычислить стандартное отклонение

$$S = \sqrt{s^2} = \sqrt{0,00528} = 0,072694$$

9. Вычислить ошибку выборочной средней

$$S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}} = \frac{0,072694}{\sqrt{15}} = \frac{0,072694}{3,16} = 0,022988$$

После того как рассчитали среднее для каждого варианта и ошибки выборок определяют величину интервалов.

При этом t критерий находится для каждого варианта на 5 или 1%-ном уровнях значимости по таблице приложений 1, для числа степеней свободы  $n-1=10-1=9$ .

Доверительный интервал генеральной средней для 5% уровня значимости для первой совокупности  $X_1 \pm t Sx_1$

$$2,36 \pm 2,26 \cdot 0,045 = 2,36 \pm 0,10 (2,26 \pm 2,46)$$

Доверительный интервал генеральной средней для 1% уровня значимости для первой совокупности  $X_1 \pm t Sx_1$

$$2,36 \pm 3,24 \cdot 0,045 = 2,36 \pm 0,14 (2,22 \pm 2,50)$$

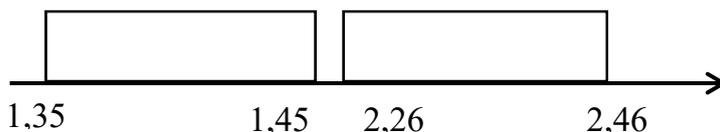
Доверительный интервал генеральной средней для 5% уровня значимости для второй совокупности  $X_2 \pm t Sx_2$

$$1,40 \pm 2,26 \cdot 0,022 = 1,40 \pm 0,05 \quad (1,35 \pm 1,45)$$

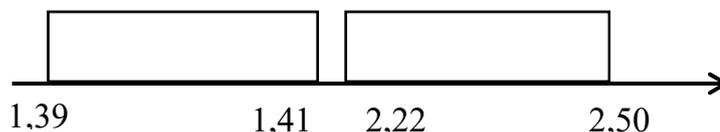
Доверительный интервал генеральной средней для 1% уровня значимости для первой совокупности  $X_2 \pm t Sx_2$

$$1,40 \pm 3,24 \cdot 0,022 = 1,40 \pm 0,007 \quad (1,39 \pm 1,41)$$

Откладываем в произвольных единицах доверительные интервалы при 5 % уровне значимости на прямой



Откладываем в произвольных единицах доверительные интервалы при 1 % уровне значимости на прямой



Вывод: Интервалы не пересекаются, а это значит, что с уверенностью 95% и 99 % можно считать различия между средними для обоих признаков групп статистически значимыми. Другими словами внесение навоза оказывает существенное влияние на накопление органического вещества в почве

Если построенные доверительные интервалы не пересекаются, это значит, что с высокой степенью вероятности средние значения в генеральных совокупностях различны.

В этом случае гипотеза о том, что эти средние одинаковы, отклоняется, а различие между выборочными средними считается статистически значимым (т. е. существенным).

Если же доверительные интервалы пересекаются, это значит, что с высокой степенью вероятности средние значения в генеральных совокупностях одинаковы.

В этом случае гипотеза о совпадении средних в генеральных совокупностях не отклоняется, а различие между выборочными средними считается статистически незначимым (несущественным).

## Метод определения существенности различий между выборками по критерию существенности

$$\bar{X}_1 = 2,36$$

$$\bar{X}_2 = 1,40$$

В независимых выборках оценивается существенности разности между средними ( $d = X_1 - X_2$ ), в сопряженных выборках – существенность средней разности ( $d = \sum d: n$ ).

Согласно теории статистики, ошибка разности средних 2 независимых выборок при одинаковом объеме определяется соотношением

$$S_d = \sqrt{S_{X_1}^2 + S_{X_2}^2}$$

где  $s_d$  – ошибка разности  $S_{X_1}$  и  $S_{X_2}$  - ошибки сравниваемых средних арифметических

Отношение разности средних к ее ошибке называется критерием существенности:

$$t_{\text{факт}} = \frac{d}{S_d}$$

Критерий существенности сравнивается с критерием Стьюдента. Значение критерия Стьюдента берется из статистической таблицы с учетом принятого уровня значимости и числа степеней свободы, которое рассчитывается по формуле:

$$n_1 + n_2 - 2$$

где  $n_1$  - число наблюдений в первой выборке,  $n_2$  – число наблюдений во второй выборке.

Если  $t_{\text{факт}} \geq t_{\text{теор}}$ , нулевая гипотеза отвергается, следовательно разница между выборками существенна; если  $t_{\text{факт}} < t_{\text{теор}}$ , нулевая гипотеза принимается, следовательно разница несущественна.

Следует учитывать, что несущественная разность не утверждает, но и не отрицает, что между генеральными средними не существует различия.

Разность может оказаться несущественной вследствие неполной репрезентативности выборок, при большем объеме выборок разность может оказаться как существенной, так и не существенной

$$t_{\text{факт}} = \frac{d}{S_d} = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{S_{\bar{X}_1}^2 + S_{\bar{X}_2}^2}} = \frac{2.36 - 1.40}{\sqrt{0.045^2 + 0,022^2}} = \frac{0.96}{\sqrt{0.002 + 0.0005}}$$

$$= \frac{0.96}{\sqrt{0.0026}} = \frac{0.96}{0.05} = 19.2$$

при  $n_1+n_2-2$

$$t_{0.5} = 2.10$$

$$t_{0.1} = 2.87$$

$$t_{0.5} < t_{\text{факт}} > t_{0.1}$$

$$2.10 < 19.2 > 2.87$$

$t_{\text{факт}} \geq t_{\text{теор}}$ , нулевая гипотеза отвергается, следовательно разница между выборками существенна.

### Метод определения существенности различий между выборками по по величине НСР

Наименьшая существенная разность – это величина, указывающая границу предельным случайным отклонениям, выше которой разница считается существенной.

Измеряется в тех же единицах, что и изучаемый признак.

Определяется по формуле:

$$\text{НСР} = t \cdot S_d$$

$$\text{НСР}_{0,5} = t_{0.5} \cdot S_d$$

$$\text{НСР}_{0,1} = t_{0.1} \cdot S_d$$

t-критерий Стьюдента находится по таблице, для числа степеней свободы  $n_1+n_2-2$ .

$S_d$  – ошибка разности, которая равна

$$S_d = \sqrt{S_{\bar{X}_1}^2 + S_{\bar{X}_2}^2}$$

где  $sd$  – ошибка разности  $S_{X_1}$  и  $S_{X_2}$  - ошибки сравниваемых средних арифметических

Если фактическая разность между вариантами  $d < \text{НСР}$ , то  $H_0 = 0$  и нулевая гипотеза принимается, т. е. разница между вариантами несущественная.

Если  $d > \text{НСР}$ , то  $H_0 \neq 0$ , нулевая гипотеза отвергается, т. е. разница между вариантами существенная.

$$\bar{X}_1 = 2,36$$

$$\bar{X}_2 = 1,40$$

$$d = \bar{X}_1 - \bar{X}_2 = 2,36 - 1,40 = 0,96$$

$$S_d = 0,05$$

$$d - НСР_{0,5} - НСР_{0,1}$$

$$t_{0,5} = 2,10$$

$$t_{0,1} = 2,87$$

$$НСР_{0,5} = 2,10 \cdot 0,05 = 0,105$$

$$НСР_{0,1} = 2,87 \cdot 0,05 = 0,143$$

Разница между вариантами  $d = 2,36 - 1,40 = 0,96$ ;

$$НСР_{0,5} = 0,105$$

$$НСР_{0,1} = 0,143$$

$$0,96 > 0,105$$

$$0,93 > 0,143$$

Фактическая разница между вариантами больше НСР, значит различия между вариантами существенны.

Результаты оценки существенности различий тремя методами проверки нулевой гипотезы совпали.

## Вариант 1

Оцените используя различные методы определения существенности различий между выборками

### Величина (выборка 1):

**рН:** 4.09; 4.02; 4.81; 4.61; 4.26; 4.54; 4.01; 4.57; 4.18; 4.60; 4.20; 4.17; 4.96; 4.80; 4.90; 4.96; 4.48; 4.28; 4.99; 4.92; 4.96; 4.93; 4.82; 4.57; 4.70; 4.63; 4.10; 4.97; 4.32; 4.44; 4.74; 4.69; 4.50; 4.99; 4.49; 4.70; 4.19; 4.02; 4.19; 4.77; 4.92; 4.73; 4.85; 4.20; 4.09; 4.68; 4.50; 4.90; 4.39; 4.84;

**Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub> (мг/кг):** 248.17; 209.68; 200.01; 203.80; 225.12; 254.75; 276.23; 253.94; 206.51; 238.32; 213.55; 179.39; 174.23; 232.21; 258.63; 294.10; 173.09; 195.04; 189.00; 236.15; 283.81; 234.83; 271.19; 227.31; 208.62; 251.78; 262.26; 184.59; 295.99; 283.09; 271.30; 242.82; 220.24; 181.07; 196.94; 178.78; 272.28; 289.12; 207.54; 206.21; 294.67; 255.89; 228.91; 187.93; 259.01; 299.48; 238.25; 240.88; 178.38; 233.03;

**К<sub>2</sub>О(мг/кг):** 257.26; 257.53; 279.00; 250.69; 180.29; 288.37; 224.37; 187.36; 276.65; 185.43; 279.30; 249.83; 217.87; 283.53; 274.90; 180.18; 214.42; 258.73; 267.43; 216.75; 242.32; 242.86; 260.09; 178.33; 289.50; 181.38; 212.11; 189.27; 263.42; 177.67; 207.27; 179.67; 290.95; 224.01; 287.94; 191.21; 170.01; 271.78; 199.26; 178.35; 196.55; 252.32; 242.80; 241.48; 293.34; 292.95; 238.18; 217.21; 227.99; 277.38;

C: 2,0; 2,99; 2,98; 2,75; 1,83; 1,18; 2,93; 2,6; 1,91; 1,94; 1,91; 2,26; 2,53; 1,95; 2,45; 1,66; 2,1; 2,72; 2,06; 2,98; 2,7; 1,76; 2,3; 2,34; 1,22; 2,6; 2,76; 2,06; 1,35; 2,6; 1,86; 1,76; 2,99; 1,66; 1,34; 2,95; 1,42; 2,56; 1,79; 1,13; 1,76; 2,1; 1,49; 2,22; 2,92; 2,03; 1,49; 2,68; 2,27; 1,13;

### **Величина (выборка 2):**

**pH:** 5.62; 5.49; 5.07; 6.30; 6.21; 6.92; 6.48; 5.84; 6.19; 6.60; 6.10; 5.90; 5.34; 5.37; 5.46; 5.07; 6.45; 5.85; 5.26; 5.95; 5.35; 6.65; 5.51; 5.92; 6.17; 6.37; 6.18; 5.80; 5.59; 6.61; 6.31; 5.82; 6.76; 5.98; 6.67; 6.23; 6.32; 5.17; 5.78; 5.43; 6.16; 6.78; 6.62; 6.94; 6.96; 6.03; 6.86; 5.16; 6.76; 5.33;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 254.25; 254.47; 189.26; 274.13; 285.25; 180.33; 202.68; 173.90; 280.64; 184.96; 170.17; 256.97; 180.71; 288.99; 278.36; 292.59; 298.00; 194.02; 245.11; 247.97; 186.05; 202.39; 185.17; 197.70; 192.71; 232.06; 227.44; 182.22; 273.75; 255.73; 267.91; 265.33; 198.34; 208.18; 189.69; 171.70; 219.05; 178.74; 263.32; 190.71; 224.14; 233.12; 202.13; 180.60; 266.40; 255.78; 230.03; 174.33; 174.74; 220.69;

**K<sub>2</sub>O(мг/кг):** 252.23; 181.16; 256.76; 256.82; 195.76; 271.64; 173.56; 273.05; 186.09; 190.12; 234.95; 227.17; 178.03; 183.48; 203.67; 185.01; 210.17; 207.38; 285.18; 291.34; 191.84; 299.02; 285.52; 246.15; 198.87; 265.25; 251.59; 238.44; 297.25; 242.19; 171.52; 237.92; 281.11; 291.72; 239.09; 173.08; 196.90; 216.59; 269.35; 207.26; 212.97; 193.83; 194.06; 179.41; 216.72; 299.48; 176.12; 246.78; 258.46; 283.90;

C: 2,62; 2,03; 1,88; 1,47; 1,72; 2,27; 2,2; 1,54; 1,73; 2,29; 1,62; 1,38; 1,2; 2,69; 1,84; 2,56; 1,82; 2,91; 2,19; 2,03; 1,42; 2,93; 2,81; 1,31; 2,24; 2,7; 1,69; 1,82; 2,11; 1,38; 2,03; 1,86; 1,5; 2,99; 1,64; 2,86; 2,38; 1,27; 2,22; 2,85; 2,13; 1,58; 1,39; 2,29; 2,32; 2,48; 2,98; 2,2; 2,81; 1,77;

### **Вариант 2**

Оцените используя различные методы определения существенности различий между выборками

### **Величина (выборка 1):**

**pH:** 4.03; 4.54; 4.84; 4.21; 4.53; 4.87; 4.63; 4.97; 4.00; 4.25; 4.34; 4.31; 4.84; 4.26; 4.78; 4.54; 4.46; 4.75; 4.20; 4.26; 4.80; 4.19; 4.83; 4.81; 4.10; 4.30; 4.60; 4.19; 4.46; 4.28; 4.78; 4.42; 4.25; 4.29; 4.49; 4.36; 4.29; 4.01; 4.32; 4.20; 4.41; 4.89; 4.43; 4.22; 4.56; 4.49; 4.99; 4.08; 4.13; 4.98;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 254.87; 257.76; 244.67; 183.47; 216.56; 267.10; 202.63; 258.61; 263.45; 192.20; 179.17; 281.44; 299.35; 253.94; 207.95; 280.90; 291.64; 192.55; 237.73; 187.3; 190.95; 200.38; 204.26; 268.23; 201.05; 280.56; 178.33265.41242.27289.15; 255.47; 217.12; 227.85;

279.20; 223.75; 267.34; 269.81; 215.24; 284.54; 208.02; 201.07; 278.38; 277.12; 298.21185.99240.98; 263.58183.51233.58228.11

**K<sub>2</sub>O(мг/кг):** 174.32; 297.54; 237.05; 267.51; 279.45; 284.35; 293.04; 277.20; 209.11; ; 217.56; 284.97; 210.56; 179.42299.77; 236.37; 245.37; 262.78; 236.19205.47205.08; 193.26; 259.29; 184.59; 230.55216.75211.94289.75239.63233.02185.05; 215.48; 294.65; 289.95; 287.39; 252.06; 170.99; 171.04; 174.39; 200.80; 298.38; 276.07; 281.02198.83; 206.23; 173.14242.46189.28171.81280.10249.08

**C:** 1,41; 1,89; 1,19; 1,521,941,71; 1,951,63; 1,77; 1,69; 1,61; 1,13; 2,00; 1,76; 1,76; 1,28; 1,35; 1,83; 1,681,361,571,531,631,631,60; 1,231,671,991,611,721,56; 1,21; 1,51; 1,82; 1,91; 1,77; 1,88; 1,34; ; 1,36; 1,12; ; 1,44; 1,55; 1,56; 1,97; 1,32; 1,89; 1,61; 1,79; 1,94; 1,18;

### **Величина (выборка 2):**

**pH:** 6.19; 6.75; 6.22; 6.81; 5.92; 5.78; 6.24; 6.32; 5.81; 6.12; 5.76; 6.29; 5.24; 6.45; 5.10; 6.20; 5.95; 6.22; 6.48; 6.13; 6.34; 5.27; 6.33; 5.24; 5.69; 5.855.445.43; 6.27; 5.53; 5.77; 5.37; 5.74; 5.45; 6.96; 5.31; 5.82; 6.13; 6.74; 5.79; 5.02; 5.10; 5.38; 6.46; 5.05; 5.51; 5.72; 6.67; 5.97; 6.00;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 192.14; 235.55; 246.81; 185.12; 212.93; 205.25; 216.69; 187.09; 212.79; 297.33; 298.02; 197.61; 231.06; 272.42; 299.38; 192.33; 293.07; 198.68; 202.70; 293.62; 288.87; 224.04; 219.87; 274.64; 171.03; 249.99; 287.51; 243.53; 181.37; 225.55; 262.55; 267.02; 187.24; 202.82; 240.10; 241.41; 295.34; 266.00; 178.18; 279.63; 271.38; 210.36; 206.80; 268.17; 266.89; 295.70; 223.08; 294.83; 253.64; 269.95;

**K<sub>2</sub>O(мг/кг):** 198.98; 281.82; 185.60; 172.24; 219.47; 266.88; 214.81; 257.59; 276.79; 206.76; 250.89; 249.25; 274.75; 220.29; 285.78; 247.15; 231.18; 232.71; 271.17; 266.34; 202.71; 295.31; 176.60; 299.60; 241.79; 242.46; 225.69; 191.21; 213.59; 202.12; 248.18; 181.68; 193.56; 220.82; 253.39; 264.05; 213.59; 172.96; 223.34; 272.97; 228.70; 284.88; 280.15; 291.27; 198.63; 293.23; 283.29; 190.61; 188.95; 235.34;

**C:** 2,83; 1,65; 1,35; 1,71; 1,69; 1,79; 1,22; 1,53; 1,29; 1,96; 2,29; 1,86; 1,17; 1,38; 2,42; 2,04; 2,62; 2,72; 2,69; 2,91; 1,95; 2,21; 2,05; 1,89; 1,15; 2,19; 2,13; 1,9; 2,62; 2,35; 1,77; 2,17; 2,96; 2,36; 2,16; 1,61; 1,33; 2,37; 1,89; 1,96; 2,67; 2,42; 1,47; 1,68; 2,2; 1,91; 2,21; 2,22; 1,27; 2,9;

### **Вариант 3**

Оцените используя различные методы определения существенности различий между выборками

**Величина (выборка 1):**

**pH:** 4.30; 4.06; 4.25; 5.00; 4.20; 4.45; 4.85; 4.47; 4.26; 4.46; 4.07; 4.07; 4.12; 4.89; 4.54; 4.22; 4.89; 4.78; 4.64; 4.98; 4.87; 4.72; 4.17; 4.16; 4.28; 4.76; 4.81; 4.34; 4.49; 4.88; 4.92; 4.58; 4.60; 4.03; 4.60; 4.39; 4.53; 4.65; 4.39; 4.01; 4.73; 4.41; 4.82; 4.68; 4.68; 4.28; 4.05; 4.30; 4.32; 4.84;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 257.84; 286.03; 212.35; 263.16; 267.02; 218.45; 280.99; 272.93; 201.32; 259.22; 253.55; 204.41; 181.07; 225.62; 233.91; 210.80; 295.98; 293.77; 285.07; 213.21; 273.53; 241.72; 209.46; 277.44; 200.91; 277.18; 186.54; 208.30; 229.40; 290.54; 236.81; 287.75; 263.16; 289.24; 219.26; 216.06; 295.33; 235.26; 177.12; 216.83; 171.59; 295.12; 219.05; 288.50; 274.49; 191.41; 226.28; 172.75; 229.21; 177.32;

**K<sub>2</sub>O(мг/кг):** 236.17; 273.73; 195.95; 271.40; 252.45; 222.47; 254.30; 170.83; 243.49; 220.89; 259.02; 181.59; 214.28; 177.93; 267.44; 233.23; 206.46; 254.08; 262.09; 212.41; 222.82; 170.18; 248.42; 210.73; 290.69; 241.82; 195.58; 235.55; 210.18; 224.46; 224.73; 179.02; 297.44; 276.22; 248.60; 223.35; 189.76; 170.49; 282.68; 295.32; 261.25; 208.41; 279.58; 172.83; 290.20; 271.09; 206.55; 290.26; 220.44; 184.57;

**C:** 1.68; 1.49; 2.34; 2.98; 1.67; 1.38; 2.55; 2.46; 1.53; 1.21; 1.87; 1.68; 2.09; 2.99; 2.61; 1.64; 2.75; 2.77; 1.58; 1.86; 2.15; 2.62; 2.35; 1.65; 1.27; 1.25; 2.43; 2.49; 2.78; 1.95; 2.68; 1.71; 2.14; 2.20; 1.31; 1.51; 1.49; 2.67; 1.97; 1.62; 1.55; 1.58; 1.52; 1.49; 1.92; 1.68; 2.48; 1.12; 2.05; 2.84;

**Величина (выборка 2):**

**pH:** 5.93; 5.29; 5.22; 5.98; 5.24; 6.78; 5.30; 5.31; 5.38; 6.50; 6.75; 6.52; 5.49; 6.03; 6.63; 5.69; 6.71; 6.46; 5.64; 6.13; 5.47; 5.45; 5.62; 5.64; 5.07; 5.32; 5.02; 5.49; 6.44; 6.62; 6.39; 6.91; 5.93; 6.99; 6.44; 6.81; 5.98; 6.39; 6.80; 6.00; 5.06; 6.85; 5.34; 5.80; 6.66; 5.00; 6.89; 5.52; 5.93; 5.48;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 189.31; 298.84; 220.01; 280.00; 242.35; 170.24; 175.53; 198.34; 236.83; 277.65; 178.40; 270.47; 190.75; 216.46; 180.31; 268.75; 295.31; 239.27; 275.30; 229.43; 261.71; 279.73; 273.75; 219.69; 175.51; 232.64; 228.26; 256.86; 223.06; 241.07; 211.45; 292.60; 249.46; 188.88; 265.48; 280.84; 198.91; 280.91; 210.55; 206.48; 223.49; 221.44; 184.55; 188.45; 273.27; 274.89; 254.99; 291.81; 235.11; 292.49;

**K<sub>2</sub>O(мг/кг):** 200.36; 183.79; 258.11; 282.15; 228.72; 177.94; 230.33; 170.33; 247.48; 275.21; 193.52; 235.97; 201.82; 268.25; 283.70; 210.83; 225.86; 176.88; 259.29; 211.86; 283.26; 246.36; 267.96; 243.97; 217.69; 258.35; 239.12; 194.68; 276.01; 272.67; 209.35; 197.18; 296.20;

267.24; 274.50; 200.69; 199.37; 185.56; 224.24; 214.76; 241.82; 229.33; 254.89; 274.66; 203.13; 249.51; 283.13; 293.33; 275.17; 196.58;

**C:** 2.02; 1.77; 2.28; 2.03; 1.97; 2.67; 2.07; 1.83; 1.90; 2.59; 2.55; 2.94; 1.95; 2.54; 2.51; 1.58; 2.49; 1.35; 1.57; 2.95; 2.31; 2.03; 1.74; 2.99; 2.69; 1.79; 2.13; 1.76; 2.29; 1.14; 2.62; 1.27; 2.92; 2.96; 3.00; 2.59; 1.30; 1.77; 2.17; 1.48; 2.50; 1.45; 2.99; 1.95; 2.68; 1.18; 2.54; 2.26; 1.86; 1.94;

#### **Вариант 4**

Оцените используя различные методы определения существенности различий между выборками

##### **Величина (выборка 1):**

**pH:** 4.36; 4.06; 4.55; 4.93; 4.79; 4.13; 4.85; 4.76; 4.66; 4.65; 4.26; 4.24; 4.36; 4.87; 4.16; 4.44; 4.34; 4.01; 4.59; 4.80; 4.74; 4.82; 4.48; 4.59; 4.94; 4.52; 4.77; 4.23; 4.32; 4.52; 4.29; 4.52; 4.74; 4.61; 4.20; 4.57; 4.38; 4.39; 4.31; 4.13; 4.05; 4.68; 4.29; 4.16; 4.18; 4.13; 4.93; 4.80; 4.38; 4.74;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 191.33; 223.15; 184.97; 242.53; 221.93; 199.63; 190.18; 287.94; 192.64; 245.42; 185.61; 273.21; 179.29; 274.14; 237.49; 261.61; 186.68; 203.40; 177.02; 235.55; 259.11; 178.17; 293.01; 277.87; 203.59; 229.63; 263.55; 286.44; 221.40; 203.39; 231.88; 224.22; 241.74; 255.84; 239.67; 279.25; 259.66; 297.19; 203.81; 273.07; 265.86; 179.93; 172.26; 242.42; 209.79; 211.19; 187.30; 202.99; 216.46; 275.73;

**K<sub>2</sub>O(мг/кг):** 262.79; 222.25; 271.19; 195.83; 252.81; 289.29; 204.40; 252.73; 177.28; 185.79; 265.96; 238.72; 171.59; 281.91; 250.91; 182.18; 204.80; 235.79; 239.22; 247.67; 272.46; 269.02; 190.47; 277.66; 195.74; 291.76; 198.48; 229.17; 221.57; 182.86; 251.19; 200.60; 298.48; 206.88; 277.07; 232.52; 198.12; 291.98; 177.68; 170.33; 236.74; 296.82; 268.37; 173.36; 275.49; 217.05; 248.36; 286.24; 285.52; 188.62;

**C:** 1.61; 1.58; 2.54; 2.36; 2.46; 2.30; 1.65; 2.52; 1.52; 1.14; 1.75; 2.69; 3.00; 2.86; 1.22; 1.16; 2.01; 2.32; 1.72; 1.52; 2.82; 1.86; 1.98; 2.33; 2.06; 2.57; 1.15; 2.90; 1.61; 2.59; 2.25; 1.26; 2.04; 1.44; 1.20; 2.68; 2.09; 1.52; 1.93; 1.97; 2.26; 1.28; 2.45; 2.64; 2.17; 1.20; 1.89; 2.51; 2.89; 1.82;

##### **Величина (выборка 2):**

**pH:** 6.91; 6.38; 5.05; 6.60; 6.95; 6.85; 6.99; 6.69; 5.04; 6.44; 5.42; 6.09; 5.59; 6.83; 6.05; 5.11; 5.98; 5.92; 6.50; 6.46; 6.37; 5.82; 5.49; 6.36; 6.01; 6.16; 5.45; 5.98; 6.37; 5.37; 6.91; 5.89; 5.30; 6.77; 5.25; 5.24; 6.88; 6.22; 5.49; 6.29; 6.07; 5.13; 5.62; 5.89; 6.46; 6.74; 5.50; 6.79; 5.32; 6.35;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 245.49; 125.36; 187.80; 128.64; 170.07; 213.73; 234.52; 211.64; 168.95; 215.33; 236.20; 276.85; 236.61; 267.37; 145.01;

131.03; 271.47; 137.46; 258.12; 231.94; 272.71; 256.29; 229.90; 213.76; 174.79; 274.11; 123.78; 160.22; 121.78; 207.84; 187.39; 279.69; 230.51; 157.16; 249.46; 157.92; 218.31; 263.12; 239.42; 128.39; 262.55; 224.97; 254.50; 174.57; 247.33; 185.34; 191.25; 264.08; 136.73; 131.71;

**K<sub>2</sub>O(мг/кг):** 169.71; 157.37; 250.92; 120.60; 217.42; 259.55; 234.07; 221.82; 222.12; 146.54; 174.32; 225.82; 170.41; 158.05; 275.24; 141.30; 238.90; 152.62; 233.68; 245.03; 227.57; 188.73; 161.89; 202.21; 206.23; 259.09; 120.87; 227.03; 250.40; 168.79; 191.80; 157.69; 168.01; 184.29; 239.79; 193.48; 278.55; 129.50; 186.27; 151.00; 173.76; 256.91; 202.38; 261.23; 228.02; 137.91; 251.32; 234.62; 204.88; 213.22;

**C:** 1.85; 2.84; 2.59; 1.60; 1.21; 1.85; 1.66; 1.80; 1.68; 1.18; 1.10; 1.35; 1.49; 1.12; 1.23; 1.97; 1.34; 1.37; 2.33; 2.20; 2.13; 1.12; 1.41; 2.38; 2.18; 2.59; 2.66; 2.87; 1.34; 1.78; 1.82; 2.12; 1.84; 1.38; 1.12; 2.03; 2.43; 2.19; 1.97; 1.23; 2.83; 3.00; 2.69; 1.72; 2.69; 2.71; 1.13; 1.60; 2.44; 1.80;

## **Вариант 5**

Оцените используя различные методы определения существенности различий между выборками

### **Величина (выборка 1):**

**pH:** 4.97; 4.71; 4.03; 4.51; 4.32; 4.09; 4.66; 4.37; 4.02; 4.92; 4.01; 4.24; 4.61; 4.74; 4.43; 4.73; 4.58; 4.49; 4.81; 4.28; 4.89; 4.14; 4.93; 4.44; 4.77; 4.54; 4.77; 4.63; 4.16; 4.12; 4.38; 4.69; 4.87; 4.85; 4.17; 4.37; 4.18; 4.93; 4.56; 4.28; 4.59; 4.60; 4.25; 4.14; 4.08; 4.46; 4.24; 4.00; 4.33; 4.93;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 234.88; 278.40; 260.80; 285.58; 288.89; 290.92; 259.01; 244.38; 247.05; 195.96; 287.12; 261.97; 214.67; 197.29; 187.78; 264.94; 215.41; 268.91; 209.29; 245.50; 267.84; 242.85; 253.27; 258.04; 271.05; 205.95; 205.44; 253.41; 287.67; 182.69; 295.16; 185.19; 224.85; 250.64; 181.55; 281.87; 188.38; 201.73; 196.66; 259.06; 261.87; 186.50; 216.68; 290.65; 181.27; 178.78; 197.96; 209.28; 192.48; 261.04;

**K<sub>2</sub>O(мг/кг):** 269.33; 237.27; 216.40; 260.30; 242.84; 183.21; 222.09; 258.86; 205.98; 209.96; 279.52; 194.76; 217.78; 248.62; 210.76; 207.96; 270.90; 259.17; 184.77; 222.50; 210.33; 229.27; 250.71; 173.94; 297.54; 215.19; 219.15; 190.14; 179.59; 286.78; 250.98; 222.44; 248.73; 235.25; 242.72; 293.40; 199.10; 292.38; 278.65; 253.01; 198.44; 294.33; 283.77; 217.54; 246.33; 292.64; 253.70; 212.17; 271.59; 287.04;

**C:** 1.72; 1.47; 1.71; 1.66; 1.46; 1.76; 1.64; 1.71; 1.68; 1.86; 1.85; 1.56; 1.20; 1.93; 1.90; 1.51; 1.33; 1.63; 1.20; 1.79; 1.25; 1.78; 1.23; 1.72; 1.41; 1.65; 1.83; 1.48; 1.31; 1.11; 1.23; 1.54; 1.42; 1.98; 1.53; 1.70; 1.48; 1.62; 1.34; 1.11; 1.10; 1.92; 1.18; 1.63; 1.35; 2.00; 1.25; 1.44; 1.19; 1.11;

**Величина (выборка 2):**

**pH:** 5.99; 5.10; 5.55; 5.54; 5.48; 5.21; 5.12; 5.18; 5.38; 5.93; 5.92; 5.98; 5.63; 5.40; 5.47; 5.39; 5.98; 5.51; 5.89; 5.68; 5.36; 5.10; 5.32; 5.70; 5.41; 5.07; 5.13; 5.48; 5.59; 5.59; 5.15; 5.04; 5.42; 5.81; 5.05; 5.08; 5.43; 5.56; 5.02; 5.56; 5.11; 5.24; 5.55; 5.57; 5.05; 5.53; 5.97; 5.76; 5.98; 5.59;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 133.38; 239.27; 121.70; 183.85; 132.40; 266.89; 134.78; 163.65; 269.48; 272.29; 170.93; 190.86; 276.36; 144.21; 256.72; 149.70; 151.31; 262.17; 207.99; 151.27; 139.92; 164.89; 124.97; 128.42; 246.46; 221.62; 259.96; 210.39; 187.68; 235.17; 234.75; 233.36; 126.46; 181.27; 211.04; 244.58; 210.69; 244.47; 167.26; 190.80; 185.93; 267.05; 187.94; 236.07; 143.33; 184.94; 164.53; 124.51; 240.55; 274.92;

**K<sub>2</sub>O(мг/кг):** 140.35; 195.79; 276.71; 252.97; 229.48; 210.29; 130.38; 131.72; 225.47; 224.63; 152.48; 163.74; 238.72; 231.83; 126.11; 258.91; 259.68; 235.64; 145.53; 145.19; 175.86; 163.82; 151.78; 162.43; 160.11; 272.39; 145.18; 171.31; 213.25; 271.63; 191.66; 234.21; 149.51; 160.11; 150.90; 242.12; 273.42; 239.19; 140.49; 170.84; 266.83; 202.93; 278.83; 233.81; 151.10; 176.90; 171.12; 152.99; 267.18; 224.71;

**C:** 2.90; 2.28; 1.26; 2.84; 2.40; 1.68; 1.14; 2.99; 1.41; 2.09; 1.25; 2.49; 2.85; 2.70; 1.61; 2.53; 1.87; 2.62; 2.14; 1.46; 2.86; 2.00; 2.47; 1.23; 1.54; 2.63; 1.56; 1.57; 2.99; 2.89; 2.44; 2.90; 2.27; 2.35; 2.73; 1.47; 1.57; 2.76; 2.38; 2.43; 2.32; 2.06; 2.50; 1.53; 1.36; 1.76; 2.75; 2.64; 2.72; 1.29;

**Вариант 6**

Оцените используя различные методы определения существенности различий между выборками

**Величина (выборка 1):**

**pH:** 4.71; 4.15; 4.78; 4.04; 4.40; 4.53; 4.81; 4.90; 4.36; 4.69; 4.24; 4.51; 4.81; 4.64; 4.97; 4.58; 4.65; 4.46; 4.46; 4.23; 4.71; 4.50; 4.86; 4.60; 4.31; 4.63; 4.58; 4.94; 4.68; 4.90; 4.40; 4.21; 4.16; 4.13; 4.78; 4.69; 4.65; 4.84; 4.66; 4.33; 4.01; 4.06; 4.89; 4.15; 4.10; 4.18; 4.53; 4.60; 4.18; 4.45;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 239.63; 291.14; 283.55; 225.04; 174.53; 236.88; 194.30; 220.31; 211.99; 248.95; 265.24; 293.24; 297.75; 284.14; 284.39; 176.93; 179.51; 190.68; 170.34; 175.88; 264.90; 247.11; 173.54; 208.71; 202.68; 279.59; 221.34; 181.44; 288.83; 171.00; 213.02; 212.51; 211.02; 205.56; 208.00; 207.83; 237.80; 268.41; 249.98; 297.92; 269.02; 208.41; 218.52; 279.87; 250.87; 265.53; 231.10; 264.88; 294.97; 239.78;

**K<sub>2</sub>O(мг/кг):** 193.24; 208.32; 242.70; 296.81; 278.31; 265.97; 228.97; 179.35; 223.51; 207.00; 251.54; 179.53; 282.47; 274.82; 219.46;

172.72; 274.18; 277.04; 245.26; 183.86; 200.25; 290.05; 266.97; 203.77; 241.99; 187.96; 203.40; 274.12; 295.92; 222.82; 179.64; 177.72; 192.00; 280.74; 175.44; 266.59; 195.72; 273.06; 284.52; 178.56; 251.98; 206.05; 231.73; 270.00; 242.59; 199.48; 222.39; 195.87; 215.16; 288.62;

**C:** 1.39; 1.24; 1.20; 1.68; 1.79; 2.56; 1.36; 2.26; 2.70; 1.92; 1.65; 1.59; 1.33; 2.01; 1.77; 2.30; 1.27; 2.68; 1.27; 2.99; 2.24; 1.58; 1.21; 1.76; 1.20; 1.97; 2.71; 2.84; 2.61; 1.66; 1.71; 1.13; 2.19; 1.87; 1.30; 3.00; 1.94; 1.84; 2.57; 2.43; 2.08; 2.96; 2.60; 2.81; 2.55; 1.73; 1.34; 1.79; 1.89; 1.16;

### **Величина (выборка 2):**

**pH:** 5.25; 5.26; 5.79; 5.05; 5.75; 5.76; 5.54; 5.11; 5.02; 5.73; 5.92; 5.62; 5.43; 5.84; 5.65; 5.90; 5.06; 5.89; 5.67; 5.20; 5.16; 5.95; 5.82; 5.42; 5.59; 5.95; 5.11; 5.21; 5.51; 5.19; 5.54; 5.67; 5.75; 5.67; 5.05; 5.99; 5.14; 5.20; 5.86; 5.40; 5.62; 5.81; 5.62; 5.49; 5.67; 5.01; 5.50; 5.83; 5.25; 5.34;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 262.23; 193.43; 183.54; 218.34; 121.24; 254.18; 185.14; 175.89; 153.18; 224.94; 147.28; 238.87; 191.13; 268.97; 209.68; 163.76; 215.38; 262.67; 267.58; 237.80; 124.65; 169.73; 245.11; 169.02; 127.50; 244.86; 251.54; 168.20; 143.71; 150.81; 133.81; 163.53; 220.16; 269.74; 251.42; 226.60; 154.26; 137.29; 232.22; 230.84; 174.05; 228.13; 166.40; 225.59; 192.99; 238.93; 139.80; 197.90; 172.73; 215.45;

**K<sub>2</sub>O(мг/кг):** 153.20; 179.31; 164.95; 260.75; 120.43; 196.37; 161.90; 190.72; 226.64; 130.34; 213.86; 129.89; 196.30; 222.14; 249.02; 229.51; 138.87; 215.86; 198.16; 254.99; 138.29; 237.46; 162.85; 202.84; 178.94; 222.04; 123.18; 132.59; 212.17; 157.01; 239.74; 174.61; 220.03; 128.95; 202.03; 277.74; 137.84; 247.78; 251.99; 241.98; 139.67; 146.53; 229.05; 205.06; 125.14; 156.28; 132.75; 163.54; 214.90; 191.66;

**C:** 1.94; 1.56; 1.98; 1.11; 1.63; 1.10; 1.89; 1.38; 1.30; 1.79; 1.54; 1.76; 1.39; 1.73; 1.78; 1.45; 1.47; 1.64; 1.16; 1.23; 1.94; 1.93; 1.18; 1.64; 1.69; 1.28; 1.75; 1.71; 1.64; 1.99; 1.43; 1.37; 1.93; 1.87; 1.80; 1.55; 1.71; 1.22; 1.67; 1.28; 1.86; 1.55; 1.83; 1.93; 1.39; 1.82; 1.41; 1.93; 1.56; 1.85;

### **Вариант 7**

Оцените используя различные методы определения существенности различий между выборками

### **Величина (выборка 1):**

**pH:** 5.09; 4.77; 4.88; 4.95; 4.97; 5.30; 4.77; 4.91; 5.24; 5.11; 5.20; 4.74; 4.75; 4.80; 5.36; 5.39; 4.45; 4.87; 5.27; 5.11; 4.63; 5.21; 4.54; 5.13; 4.76; 4.77; 5.27; 5.03; 4.43; 4.39; 5.27; 4.83; 4.40; 5.16; 4.86; 5.22; 4.70; 5.13; 4.45; 4.84; 4.46; 4.65; 5.21; 4.65; 4.93; 4.36; 4.81; 4.71; 4.31; 5.36;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 199.06; 244.52; 292.58; 229.06; 293.47; 289.49; 280.97; 174.84; 205.81; 182.33; 263.92; 257.11; 215.53; 193.12; 247.99; 194.16; 252.84; 248.47; 269.72; 209.03; 223.79; 219.41; 189.84; 197.99; 201.83; 211.46; 288.44; 174.29; 245.74; 233.77; 200.56; 233.05; 254.03; 177.02; 210.39; 241.06; 258.78; 200.08; 178.94; 256.03; 194.46; 272.25; 223.94; 224.59; 179.16; 300.00; 209.18; 176.34; 199.01; 248.34;

**K<sub>2</sub>O(мг/кг):** 171.34; 242.92; 254.47; 295.56; 253.69; 293.64; 284.54; 237.76; 209.24; 239.05; 215.17; 231.30; 186.83; 268.03; 232.24; 180.15; 262.32; 299.24; 281.90; 280.93; 239.53; 233.45; 182.31; 190.14; 264.43; 203.18; 195.51; 275.62; 205.27; 231.49; 297.66; 217.46; 272.67; 245.70; 292.92; 259.48; 287.07; 280.62; 204.08; 232.90; 296.31; 286.60; 250.69; 171.40; 202.09; 181.00; 228.09; 230.52; 244.64; 257.41;

**C:** 1.63; 1.19; 1.58; 1.24; 1.60; 1.36; 1.34; 1.69; 1.23; 1.59; 1.50; 1.47; 1.69; 1.27; 1.78; 1.53; 1.34; 1.68; 1.81; 1.66; 1.68; 1.75; 1.31; 1.73; 1.44; 1.48; 1.25; 1.20; 1.74; 1.14; 1.64; 1.80; 1.91; 1.25; 1.27; 1.56; 1.87; 1.28; 1.24; 1.80; 1.60; 1.95; 1.93; 1.63; 1.79; 1.70; 1.39; 1.73; 1.88; 1.20;

### **Величина (выборка 2):**

**pH:** 5.42; 5.11; 5.05; 5.33; 5.18; 5.78; 5.39; 5.88; 5.77; 5.22; 5.58; 5.81; 5.45; 5.27; 5.09; 5.21; 5.07; 5.83; 5.29; 5.28; 5.28; 5.01; 5.43; 5.48; 5.78; 5.34; 5.15; 5.99; 5.06; 5.46; 5.54; 5.19; 5.49; 5.33; 5.44; 5.08; 5.30; 5.70; 5.80; 5.92; 5.04; 5.17; 5.93; 5.87; 5.88; 5.40; 5.70; 5.86; 5.22; 5.37;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 286.50; 228.1; 3287.05; 184.66; 179.28; 192.09; 259.70; 297.57; 196.99; 192.63; 199.46; 217.73; 267.28; 244.20; 270.14; 293.80; 247.79; 272.07; 295.99; 277.28; 192.43; 179.15; 198.09; 178.07; 278.33; 186.84; 215.79; 185.91; 188.85; 221.12; 265.92; 213.66; 201.14; 283.55; 282.40; 221.00; 171.51; 278.14; 233.20; 218.01; 224.73; 215.07; 228.46; 275.21; 286.91; 181.26; 276.96; 246.77; 268.01; 189.97;

**K<sub>2</sub>O(мг/кг):** 244.11; 209.97; 267.74; 290.66; 192.83; 281.33; 235.93; 235.88; 197.14; 226.00; 262.43; 219.13; 210.24; 256.48; 266.07; 227.59; 286.73; 293.29; 235.11; 292.36; 261.88; 295.70; 238.59; 218.00; 251.20; 203.77; 292.13; 213.82; 268.48; 269.36; 217.22; 205.92; 281.72; 224.30; 224.06; 283.93; 213.33; 188.59; 176.58; 243.72; 268.41; 232.18; 270.85; 229.60; 200.18; 228.71; 291.90; 225.24; 256.68; 241.63;

**C:** 1.41; 1.38; 1.64; 1.47; 1.57; 1.88; 1.95; 1.71; 1.50; 1.74; 1.47; 1.33; 1.63; 1.87; 1.47; 1.83; 1.65; 1.10; 1.13; 1.38; 1.50; 1.45; 1.87; 1.34; 1.86; 1.34; 1.97; 1.63; 1.49; 1.72; 1.81; 1.25; 1.34; 1.80; 1.29; 1.18; 1.50; 1.26; 1.83; 1.69; 1.73; 1.99; 1.75; 1.62; 1.67; 1.47; 1.72; 1.12; 1.77; 1.45;

## Вариант 8

Оцените используя различные методы определения существенности различий между выборками

### Величина (выборка 1):

**pH:** 4.51; 5.09; 4.66; 4.56; 4.96; 4.67; 4.65; 4.42; 5.10; 4.75; 4.85; 4.86; 4.96; 4.94; 4.54; 4.31; 5.10; 4.92; 5.06; 4.59; 4.62; 4.86; 4.36; 4.87; 4.71; 5.37; 4.54; 4.36; 4.53; 4.74; 5.29; 4.94; 5.36; 5.16; 4.75; 4.90; 4.51; 5.19; 5.27; 5.10; 4.55; 4.78; 4.86; 4.31; 5.38; 4.81; 5.18; 4.75; 4.96; 4.82;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 295.49; 265.04; 281.56; 207.49; 180.44; 214.96; 193.30; 227.07; 205.43; 229.70; 248.06; 232.64; 286.53; 292.39; 298.62; 211.47; 270.56; 271.72; 260.86; 242.46; 299.25; 191.66; 259.56; 267.39; 295.24; 284.70; 189.29; 288.03; 247.22; 242.22; 207.67; 252.26; 226.58; 290.87; 194.85; 275.91; 288.21; 198.11; 292.45; 268.52; 261.15; 240.26; 276.35; 187.23; 202.43; 240.92; 223.62; 235.29; 256.04; 259.88;

**K<sub>2</sub>O(мг/кг):** 213.51; 176.66; 215.66; 195.84; 296.90; 287.84; 177.23; 240.43; 265.11; 272.30; 256.59; 281.07; 254.53; 219.19; 200.13; 224.44; 240.99; 204.45; 256.04; 194.59; 276.42; 233.81; 238.66; 267.26; 222.79; 204.45; 278.76; 192.04; 239.95; 214.83; 285.00; 201.72; 287.51; 173.38; 254.80; 268.22; 193.22; 250.33; 237.60; 219.65; 203.81; 281.20; 232.92; 235.81; 225.66; 233.76; 209.57; 179.12; 176.26; 211.01;

**C:** 1.84; 1.15; 1.63; 1.59; 1.83; 1.95; 1.84; 1.63; 1.24; 1.30; 1.68; 1.57; 1.52; 1.35; 1.45; 1.97; 1.59; 1.64; 1.85; 1.80; 1.77; 1.23; 1.72; 1.20; 1.46; 1.61; 1.63; 1.77; 1.55; 1.42; 1.60; 1.51; 1.96; 1.30; 1.27; 1.14; 1.51; 1.14; 1.56; 1.58; 1.28; 1.40; 1.42; 1.82; 1.14; 1.96; 1.86; 1.24; 1.90; 1.73;

### Величина (выборка 2):

**pH:** 5.01; 5.64; 5.93; 5.65; 5.14; 5.95; 5.39; 5.33; 5.96; 5.97; 5.36; 5.97; 5.47; 5.80; 5.27; 5.64; 5.49; 5.09; 5.04; 5.31; 5.70; 5.61; 5.07; 5.06; 5.04; 5.65; 5.47; 5.00; 5.38; 5.17; 5.20; 5.48; 5.39; 5.78; 5.58; 5.64; 5.55; 5.24; 5.53; 5.11; 5.68; 5.50; 5.55; 5.18; 5.48; 5.65; 5.50; 5.48; 5.75; 5.08;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 242.57; 203.2; 7; 174.62; 215.02; 175.86; 152.50; 142.59; 189.90; 135.37; 208.73; 238.64; 120.97; 246.03; 123.23; 156.12; 218.62; 140.52; 209.39; 159.95; 123.14; 182.31; 244.56; 229.82; 203.48; 132.00; 214.47; 229.83; 188.72; 150.62; 192.37; 160.21; 248.22; 146.55; 214.57; 153.51; 225.79; 198.27; 147.65; 212.63; 239.60; 169.85; 221.11; 189.46; 176.12; 199.08; 191.58; 147.85; 249.97; 161.32; 173.92;

**K<sub>2</sub>O(мг/кг):** 241.80; 202.54; 128.11; 184.69; 141.77; 212.62; 132.45; 216.02; 151.62; 222.93; 184.39; 228.84; 228.50; 217.10; 173.83; 241.62; 243.76; 168.93; 173.99; 155.41; 206.59; 136.48; 153.70; 249.10;

170.90; 133.47; 203.96; 134.91; 246.90; 213.23; 147.31; 134.21; 130.37; 216.67; 155.46; 193.37; 177.19; 141.11; 187.71; 213.06; 201.65; 155.63; 246.94; 155.59; 122.64; 227.81; 241.29; 173.71; 214.57; 243.42;

**C:** 1.25; 1.19; 1.38; 1.66; 1.26; 1.78; 1.36; 1.63; 1.25; 1.17; 1.95; 1.36; 1.55; 1.38; 1.14; 1.79; 1.87; 1.17; 1.49; 1.33; 1.68; 1.48; 1.92; 1.25; 1.51; 1.42; 1.49; 1.63; 1.95; 1.18; 1.56; 1.81; 1.28; 1.79; 1.25; 1.24; 1.15; 1.55; 1.85; 1.75; 1.68; 1.64; 1.22; 1.84; 1.20; 1.73; 1.41; 2.00; 1.76; 1.21;

## **Вариант 9**

Оцените используя различные методы определения существенности различий между выборками

### **Величина (выборка 1):**

**pH:** 4.91; 4.86; 4.97; 4.58; 4.55; 5.02; 5.37; 4.88; 4.60; 4.58; 4.94; 4.42; 4.37; 4.83; 4.634.86; 4.95; 4.71; 4.60; 4.54; 4.64; 5.32; 5.29; 4.68; 4.67; 5.30; 4.82; 5.08; 5.28; 5.39; 4.31; 4.90; 5.23; 4.94; 4.75; 5.00; 4.42; 4.59; 5.16; 4.56; 5.05; 4.75; 4.62; 4.72; 4.58; 4.89; 5.38; 4.37; 5.03; 4.80;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 179.75; 244.08; 216.62; 190.79; 228.52; 219.02; 296.50; 245.62; 227.88; 178.69; 210.99; 233.90; 288.32; 213.22; 239.34; 254.17; 210.72; 253.91; 219.97; 274.31; 190.34; 293.92; 286.27; 190.40; 283.91; 285.49; 212.28; 283.54; 235.53; 294.56; 246.45; 193.34; 280.60; 278.62; 246.07; 195.15; 176.69; 217.08; 272.08; 223.68; 261.92; 233.29; 214.01; 239.60; 214.78; 234.92; 228.17; 270.70; 220.34; 185.00;

**K<sub>2</sub>O(мг/кг):** 208.23; 220.98; 298.62; 296.55; 231.63; 281.10; 235.23; 223.73; 178.70; 283.40; 226.76; 242.73; 274.39; 182.60; 225.01; 209.60; 205.04; 264.18; 296.20; 261.85; 223.00; 176.29; 260.60; 284.46; 184.15; 280.53; 250.57; 203.49; 171.75; 173.48; 252.99; 239.50; 203.43; 202.37; 216.85; 222.50; 240.38; 278.02; 230.45; 294.86; 242.59; 212.52; 233.41; 237.31; 176.24; 282.26; 283.87; 263.25; 189.79; 180.87;

**C:** 1.88; 1.57; 1.42; 1.27; 1.80; 1.54; 1.22; 1.271.89; 1.66; 1.37; 1.71; 1.19; 1.73; 1.41; 1.36; 1.59; 1.21; 1.28; 1.54; 1.14; 1.72; 1.16; 1.68; 1.41; 1.51; 1.62; 1.99; 1.86; 1.24; 1.36; 1.63; 1.73; 1.35; 1.82; 1.56; 1.97; 1.49; 1.52; 1.67; 1.22; 1.98; 1.38; 1.65; 1.53; 1.39; 1.84; 1.62; 1.45; 1.71;

### **Величина (выборка 2):**

**pH:** 5.99; 5.93; 5.71; 5.31; 5.85; 5.05; 5.15; 5.13; 5.37; 5.50; 5.00; 5.92; 5.31; 6.00; 5.63; 5.39; 5.37; 5.06; 5.09; 5.57; 5.67; 5.97; 5.24; 5.30; 5.02; 5.51; 5.59; 5.99; 5.16; 5.07; 5.32; 5.66; 5.71; 5.61; 5.65; 5.69; 5.92; 5.69; 5.45; 5.72; 5.66; 5.42; 5.10; 5.72; 5.28; 5.31; 5.23; 5.61; 5.75; 5.85;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 163.77; 185.39; 148.77; 201.66; 162.87; 198.42; 232.50; 131.06; 230.88; 141.14; 249.62; 124.71; 186.97; 158.11; 158.98; 153.85; 197.08; 204.45; 240.02; 182.76; 161.40; 189.80; 215.34; 242.87; 140.50; 217.16; 215.93; 188.39; 219.85; 159.58; 226.20; 146.57; 130.74; 245.36; 177.30; 199.23; 131.61; 242.11; 211.33; 145.86; 209.39; 161.39; 237.56; 147.94; 195.97; 170.43; 225.06; 127.83; 154.09; 186.57;

**K<sub>2</sub>O(мг/кг):** 194.58; 181.61; 218.77; 140.61; 146.34; 164.48; 137.11; 151.31; 237.88; 248.74; 247.54; 188.26; 126.55; 225.22; 200.11; 129.45; 190.21; 167.13; 136.59; 165.69; 136.72; 149.82; 201.02; 143.76; 136.16; 231.73; 204.84; 136.32; 196.14; 234.96; 142.87; 166.48; 160.18; 221.61; 194.38; 235.39; 143.16; 169.31; 142.51; 130.04; 143.89; 148.39; 222.25; 176.14; 193.05; 234.72; 177.10; 121.98; 175.83; 236.66;

**C:** 1.71; 1.46; 1.53; 1.47; 1.71; 1.28; 1.51; 1.67; 1.85; 1.68; 1.83; 1.86; 1.83; 1.46; 1.14; 1.30; 1.22; 1.23; 1.64; 1.33; 1.98; 1.47; 1.88; 1.81; 1.92; 1.35; 1.28; 1.39; 1.22; 1.98; 1.41; 1.86; 1.96; 1.57; 1.44; 1.95; 1.82; 1.20; 1.50; 1.49; 1.37; 1.84; 1.14; 1.81; 1.66; 1.83; 1.45; 1.15; 1.86; 1.98;

## **Вариант 10**

Оцените используя различные методы определения существенности различий между выборками

### **Величина (выборка 1):**

**pH:** 4.73; 4.89; 4.96; 4.99; 4.90; 5.08; 4.82; 5.29; 5.02; 4.48; 5.26; 4.52; 5.39; 4.71; 5.26; 4.74; 4.49; 4.82; 5.28; 5.25; 4.77; 5.25; 4.64; 5.29; 4.37; 5.00; 5.31; 5.25; 5.25; 4.48; 4.39; 4.31; 4.59; 5.26; 4.35; 4.70; 5.09; 4.30; 4.84; 4.66; 5.16; 4.85; 4.56; 4.73; 4.83; 4.84; 5.09; 4.57; 4.40; 5.26;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 232.91; 209.61; 174.40; 219.67; 287.89; 212.84; 211.40; 248.10; 296.25; 282.74; 262.79; 170.74; 230.36; 285.24; 175.80; 206.36; 218.75; 258.74; 182.26; 206.76; 237.86; 200.38; 196.33; 176.55; 251.51; 239.86; 217.79; 204.17; 208.62; 249.35; 205.20; 247.57; 253.11; 241.41; 206.05; 170.16; 212.24; 285.81; 201.49; 287.61; 223.73; 216.77; 181.51; 222.16; 255.61; 185.40; 252.14; 193.47; 176.69; 179.67;

**K<sub>2</sub>O(мг/кг):** 232.91; 209.61; 174.40; 219.67; 287.89; 212.84; 211.40; 248.10; 296.25; 282.74; 262.79; 170.74; 230.36; 285.24; 175.80; 206.36; 218.75; 258.74; 182.26; 206.76; 237.86; 200.38; 196.33; 176.55; 251.51; 239.86; 217.79; 204.17; 208.62; 249.35; 205.20; 247.57; 253.11; 241.41; 206.05; 170.16; 212.24; 285.81; 201.49; 287.61; 223.73; 216.77; 181.51; 222.16; 255.61; 185.40; 252.14; 193.47; 176.69; 179.67;

**C:** 2.19; 1.30; 2.85; 2.20; 2.09; 2.64; 2.14; 1.21; 2.47; 2.37; 2.57; 2.47; 1.88; 2.50; 1.40; 2.50; 1.23; 2.13; 1.67; 2.16; 2.83; 1.23; 1.19; 1.80;

1.74; 2.18; 2.46; 1.16; 1.65; 1.18; 1.30; 2.94; 1.51; 2.28; 2.93; 2.12; 2.14; 2.89; 2.49; 1.39; 1.48; 2.07; 1.30; 2.91; 1.92; 1.94; 2.31; 2.54; 2.95; 1.30;

**Величина (выборка 2):**

**pH:** 5.03; 5.78; 5.12; 5.09; 5.85; 5.58; 5.84; 5.85; 5.87; 5.31; 5.13; 5.71; 5.94; 5.51; 5.36; 5.28; 5.77; 5.69; 5.13; 5.54; 5.92; 5.77; 5.72; 5.44; 5.04; 5.61; 5.26; 5.50; 5.20; 5.19; 5.64; 5.59; 5.03; 5.36; 5.06; 5.06; 5.73; 5.81; 5.84; 5.31; 5.12; 5.54; 5.94; 5.15; 5.04; 5.82; 5.47; 5.30; 5.06; 5.41;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 242.90; 184.46; 147.28; 207.79; 206.67; 191.48; 228.88; 127.79; 159.34; 134.30; 136.04; 206.81; 207.87; 185.73; 133.74; 236.15; 124.37; 243.83; 228.03; 223.56; 157.50; 240.10; 168.19; 206.71; 160.04; 128.43; 232.59; 244.60; 229.22; 210.38; 168.52; 223.48; 202.40; 205.57; 210.09; 173.34; 221.80; 236.98; 130.77; 221.38; 127.06; 202.93; 129.20; 180.46; 156.22; 156.12; 142.39; 177.31; 126.31; 230.83;

**K<sub>2</sub>O(мг/кг):** 242.71; 152.94; 211.61; 229.80; 235.49; 177.89; 203.69; 131.85; 136.99; 131.88; 223.92; 125.75; 220.66; 128.79; 211.52; 149.87; 177.39; 248.75; 198.56; 230.95; 120.17; 191.72; 157.89; 205.52; 161.92; 133.08; 129.00; 186.39; 138.60; 246.94; 148.61; 237.65; 162.95; 139.47; 125.42; 127.59; 165.48; 203.56; 222.67; 226.00; 167.55; 154.34; 224.04; 139.56; 143.57; 174.07; 242.59; 159.08; 222.89; 186.54;

**C:** 1.22; 2.83; 1.94; 1.38; 1.97; 1.51; 2.60; 1.85; 2.38; 1.22; 1.22; 2.91; 2.30; 2.83; 2.91; 1.54; 2.78; 2.66; 2.13; 1.89; 1.55; 1.65; 2.18; 1.14; 2.40; 2.84; 1.76; 2.66; 2.96; 2.97; 1.23; 2.07; 1.19; 2.69; 2.42; 1.48; 1.83; 2.00; 1.50; 2.24; 1.38; 1.28; 2.68; 1.56; 1.33; 2.84; 1.29; 1.26; 2.13; 2.11;

**Вариант 11**

Оцените используя различные методы определения существенности различий между выборками

**Величина (выборка 1):**

**pH:** 4.75; 5.39; 4.43; 4.51; 4.75; 4.78; 4.95; 4.35; 4.61; 4.31; 5.06; 4.56; 4.77; 4.93; 4.53; 5.11; 4.96; 4.94; 4.89; 5.31; 5.34; 5.15; 5.28; 5.10; 4.47; 4.79; 5.30; 4.78; 5.05; 4.63; 4.44; 4.75; 4.72; 4.38; 4.93; 5.26; 4.80; 5.21; 4.86; 4.36; 4.38; 4.42; 5.08; 5.13; 4.73; 5.08; 4.77; 4.89; 5.35; 4.86;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 278.38; 207.04; 223.92; 288.15; 259.91; 261.79; 219.17; 175.09; 175.52; 184.58; 208.44; 247.37; 195.74; 295.96; 193.11; 224.21; 243.35; 171.74; 181.56; 188.26; 216.98; 253.54; 232.15; 241.41; 220.19; 245.46; 230.81; 296.06; 196.54; 245.85; 281.53; 266.69; 258.61; 291.24; 267.10; 281.42; 292.43; 202.60; 222.09; 212.08; 250.74; 202.13; 215.96; 171.90; 288.44; 170.19; 207.19; 201.24; 245.45; 260.17;

**K<sub>2</sub>O(мг/кг):** 210.78; 238.28; 210.60; 233.92; 262.30; 268.64; 202.94; 248.77; 249.82; 256.23; 228.69; 249.70; 175.75; 272.10; 243.08; 184.22; 194.99; 267.26; 275.20; 221.86; 264.52; 181.08; 229.31; 195.23; 246.30; 267.94; 245.48; 263.94; 220.33; 221.10; 170.84; 208.49; 218.89; 266.01; 267.81; 276.20; 213.59; 237.44; 292.58; 197.86; 298.79; 245.29; 283.21; 285.04; 212.93; 184.65; 188.60; 282.26; 241.62; 262.68;

**С:** 2.83; 1.16; 2.41; 2.42; 1.61; 1.87; 1.86; 1.16; 2.57; 2.69; 1.59; 1.92; 2.69; 1.83; 2.23; 2.15; 2.70; 1.42; 2.19; 2.87; 1.56; 2.38; 2.91; 1.33; 2.15; 2.25; 2.20; 1.31; 2.91; 2.64; 2.68; 1.30; 2.56; 1.17; 1.66; 2.71; 1.99; 2.35; 1.37; 1.39; 1.46; 1.27; 1.17; 1.85; 2.48; 1.97; 2.75; 1.83; 2.79; 1.56;

### **Величина (выборка 2):**

**рН:** 5.67; 5.87; 5.41; 5.82; 5.42; 5.28; 5.86; 5.43; 5.33; 5.70; 5.15; 5.27; 5.51; 5.28; 5.48; 5.96; 5.61; 5.82; 5.25; 5.90; 5.28; 5.03; 5.29; 5.81; 5.46; 5.13; 5.53; 5.66; 5.58; 5.58; 5.45; 5.83; 5.56; 5.88; 5.68; 5.98; 6.00; 5.78; 5.44; 5.51; 5.29; 5.24; 5.64; 5.51; 5.75; 5.21; 5.27; 5.40; 5.92; 5.54;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 204.49; 231.6; 155.54; 142.45; 137.42; 149.90; 125.98; 209.50; 191.72; 153.03; 147.54; 175.58; 183.44; 224.69; 145.28; 162.93; 209.50; 131.95; 121.95; 183.15; 211.91; 133.41; 195.21; 227.01; 173.50; 183.34; 167.41; 169.99; 141.31; 133.66; 141.56; 173.28; 178.37; 158.43; 150.06; 217.67; 247.38; 190.00; 152.43; 150.39; 205.05; 186.55; 188.17; 144.96; 214.48; 240.96; 133.84; 233.48; 239.14; 136.21;

**K<sub>2</sub>O(мг/кг):** 223.67; 217.04; 239.75; 155.14; 134.92; 221.45; 201.72; 232.47; 171.65; 133.29; 187.30; 139.54; 150.35; 214.98; 202.95; 150.07; 235.46; 134.02; 135.17; 144.59; 141.25; 158.97; 192.31; 180.32; 231.21; 185.25; 233.48; 162.29; 228.88; 171.96; 123.50; 164.50; 133.58; 161.70; 135.81; 233.20; 176.20; 199.88; 185.57; 204.10; 188.89; 166.02; 212.16; 217.19; 220.39; 178.73; 182.71; 202.97; 135.30; 143.85;

**С:** 1.78; 1.95; 1.45; 1.69; 1.83; 1.36; 1.97; 1.79; 1.12; 1.47; 1.29; 1.80; 1.77; 1.99; 1.97; 1.52; 1.24; 1.63; 1.94; 1.76; 1.30; 1.11; 1.58; 1.53; 1.89; 1.59; 1.23; 1.70; 1.64; 1.97; 1.84; 1.79; 1.54; 1.47; 1.21; 1.26; 1.91; 1.41; 1.76; 1.82; 1.83; 1.10; 1.42; 1.45; 1.82; 1.45; 1.68; 1.56; 1.98; 1.20;

### **Вариант 12**

Оцените используя различные методы определения существенности различий между выборками

### **Величина (выборка 1):**

**рН:** 5.31; 4.44; 5.39; 4.46; 4.40; 4.76; 4.44; 5.20; 4.67; 4.80; 5.28; 5.22; 4.54; 4.74; 5.27; 4.73; 4.50; 4.43; 4.77; 5.09; 4.56; 5.37; 5.38; 5.12;

4.86; 4.84; 4.64; 5.25; 4.78; 4.48; 5.21; 4.75; 4.63; 4.40; 5.12; 5.29; 5.01; 4.62; 4.33; 4.94; 5.18; 4.30; 5.19; 4.65; 5.21; 4.41; 5.02; 4.40; 5.01; 4.45;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 176.56; 269.23; 205.99; 295.95; 179.50; 202.84; 275.37; 296.61; 203.43; 250.01; 177.74; 281.90; 254.25; 174.95; 246.58; 229.90; 174.13; 219.63; 236.93; 186.99; 190.93; 198.25; 275.25; 212.86; 175.40; 277.90; 208.62; 273.29; 179.84; 237.27; 255.56; 213.20; 214.43; 171.97; 223.56; 264.46; 225.60; 196.49; 294.09; 266.01; 211.29; 253.69; 294.07; 284.61; 279.22; 207.41; 238.23; 290.25; 190.61; 246.15;

**K<sub>2</sub>O(мг/кг):** 188.28; 214.68; 249.41; 179.07; 223.92; 226.42; 299.95; 187.06; 259.00; 183.85; 179.99; 257.54; 281.83; 174.54; 279.57; 289.88; 209.83; 221.11; 197.87; 282.92; 205.85; 209.66; 234.57; 247.73; 229.43; 260.23; 270.75; 233.44; 226.18; 246.08; 251.07; 229.26; 226.31; 212.48; 211.79; 192.65; 293.02; 283.73; 221.66; 212.19; 227.80; 220.75; 286.67; 222.14; 191.90; 219.64; 295.69; 267.57; 283.28; 265.88; C: 1.10; 1.72; 1.90; 1.42; 1.13; 1.61; 1.22; 1.34; 1.94; 1.32; 1.40; 1.57; 1.33; 1.69; 1.72; 1.45; 1.72; 1.97; 1.60; 1.13; 1.66; 1.61; 1.19; 1.32; 1.55; 1.43; 1.33; 1.30; 1.95; 1.70; 1.56; 1.57; 1.17; 1.46; 1.89; 1.93; 1.34; 1.35; 1.96; 1.61; 1.99; 1.98; 1.91; 1.35; 1.19; 1.98; 1.68; 1.25; 1.73; 1.29;

### **Величина (выборка 2):**

**pH:** 5.60; 5.37; 5.90; 5.88; 5.67; 5.72; 5.08; 5.15; 5.57; 5.51; 5.51; 5.29; 5.13; 5.38; 5.52; 5.71; 5.51; 5.89; 5.05; 5.50; 5.07; 5.42; 5.21; 5.74; 5.72; 5.90; 5.12; 5.67; 5.34; 5.24; 5.43; 5.42; 5.60; 5.05; 5.75; 5.02; 5.25; 5.57; 5.83; 5.06; 5.46; 5.05; 5.45; 5.59; 5.41; 5.28; 5.14; 5.23; 5.72; 5.51;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 228.54; 224.34; 199.79; 231.93; 273.20; 142.77; 165.90; 166.18; 175.75; 113.48; 142.79; 228.22; 243.79; 209.82; 194.40; 249.89; 191.88; 235.41; 199.68; 189.77; 184.12; 265.57; 155.75; 139.84; 235.75; 198.48; 244.75; 130.26; 277.93; 194.55; 219.39; 127.89; 205.32; 253.97; 267.46; 281.20; 266.89; 149.31; 132.59; 259.59; 230.90; 122.62; 245.46; 244.20; 271.64; 233.24; 173.35; 280.70; 121.46; 177.58;

**K<sub>2</sub>O(мг/кг):** 115.37; 122.24; 146.60; 121.94; 131.27; 127.63; 135.50; 220.84; 206.30; 195.31; 216.76; 194.92; 190.69; 233.42; 280.13; 147.95; 263.52; 222.56; 234.81; 220.14; 210.86; 245.38; 262.68; 159.40; 229.76; 135.33; 180.28; 265.93; 262.75; 205.34; 249.84; 144.22; 159.97; 166.40; 203.86; 244.74; 114.01; 191.56; 161.62; 148.70; 221.40; 203.61; 212.25; 140.60; 255.34; 218.93; 169.13; 265.28; 200.71; 230.78;

**C:** 2.44; 1.52; 1.50; 2.44; 2.65; 2.71; 2.52; 1.55; 1.74; 2.83; 1.63; 2.22; 1.58; 2.39; 1.56; 1.32; 2.91; 2.71; 2.02; 2.91; 2.88; 2.63; 1.52; 1.89;

2.97; 2.09; 2.15; 2.97; 1.41; 1.54; 3.00; 2.89; 1.89; 1.75; 1.72; 2.75; 1.26; 1.78; 1.76; 1.54; 1.38; 1.51; 1.45; 2.46; 2.84; 2.43; 2.84; 1.56; 1.72; 2.26;

### Вариант 13

Оцените используя различные методы определения существенности различий между выборками

#### Величина (выборка 1):

**pH:** 5.29; 4.96; 4.48; 4.99; 4.95; 4.42; 4.36; 5.38; 4.40; 4.55; 5.19; 4.98; 4.52; 4.51; 4.52; 4.76; 4.76; 5.08; 5.32; 4.53; 5.32; 4.48; 4.66; 5.29; 4.41; 4.33; 4.56; 5.10; 4.43; 5.17; 4.39; 4.84; 5.18; 4.46; 4.48; 4.74; 5.25; 4.31; 4.87; 4.89; 4.33; 4.66; 4.73; 5.02; 5.39; 4.85; 4.36; 4.57; 4.53; 4.42;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 177.78; 213.14; 255.84; 280.45; 181.44; 224.53; 194.41; 188.65; 186.45; 207.35; 258.48; 269.29; 268.69; 243.06; 178.71; 170.57; 258.26; 279.10; 267.95; 189.57; 220.01; 230.86; 226.14; 278.27; 235.77; 185.28; 286.00; 212.26; 206.23; 230.29; 233.16; 256.70; 223.20; 192.52; 180.89; 219.35; 273.54; 266.75; 283.12; 196.45; 281.70; 220.72; 243.48; 238.33; 219.83; 193.88; 244.24; 243.39; 225.44; 193.34;

**K<sub>2</sub>O(мг/кг):** 247.02; 235.83; 181.45; 292.37; 280.22; 264.52; 247.04; 178.45; 285.80; 232.20; 180.61; 192.00; 217.47; 296.22; 172.16; 178.36; 289.82; 275.19; 179.20; 273.86; 279.15; 296.01; 268.08; 215.04; 257.31; 242.17; 286.55; 237.11; 262.56; 248.04; 219.31; 298.47; 285.03; 234.01; 294.85; 286.58; 219.50; 227.21; 186.37; 250.96; 175.49; 252.08; 299.34; 282.97; 243.97; 183.69; 266.33; 227.15; 230.51; 208.53;

**C:** 1.26; 1.11; 1.58; 1.88; 1.16; 1.59; 2.03; 2.38; 2.23; 2.64; 2.92; 2.89; 2.85; 2.09; 1.64; 2.04; 1.28; 1.16; 2.15; 2.97; 1.96; 1.29; 2.36; 2.71; 2.34; 2.42; 2.58; 2.88; 1.60; 2.33; 2.59; 1.18; 1.44; 2.14; 1.18; 2.21; 2.15; 1.47; 1.16; 2.10; 2.39; 2.56; 2.27; 1.83; 1.26; 1.17; 1.51; 1.73; 1.12; 1.35;

#### Величина (выборка 2):

**pH:** 5.90; 6.42; 5.50; 5.54; 6.18; 5.98; 5.56; 5.56; 6.69; 6.36; 6.58; 6.88; 5.25; 5.24; 5.34; 6.48; 6.07; 6.69; 6.87; 5.19; 6.96; 5.01; 6.13; 6.56; 5.97; 6.71; 5.55; 6.47; 5.44; 6.03; 6.30; 6.15; 6.03; 6.22; 5.05; 5.71; 6.32; 5.47; 5.14; 5.80; 6.14; 6.65; 5.32; 6.45; 6.96; 6.31; 5.21; 5.92; 6.20; 6.55;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 276.96; 289.47; 220.42; 259.32; 264.64; 208.69; 253.18; 195.08; 258.15; 268.95; 283.11; 294.49; 170.15; 271.60; 251.21; 187.73; 245.88; 273.34; 223.23; 222.75; 193.17; 276.50; 276.34; 278.11; 182.58; 183.97; 225.79; 258.41; 227.53; 192.21; 293.85; 289.02; 280.23; 248.59; 264.32; 225.29; 181.44; 272.85; 255.19; 177.64; 201.72; 242.60; 229.27; 239.75; 177.14; 205.73; 299.36; 190.30; 270.86; 267.34;

**K<sub>2</sub>O(мг/кг):** 276.96; 289.47; 220.42; 259.32; 264.64; 208.69; 253.18; 195.08; 258.15; 268.95; 283.11; 294.49; 170.15; 271.60; 251.21; 187.73; 245.88; 273.34; 223.23; 222.75; 193.17; 276.50; 276.34; 278.11; 182.58; 183.97; 225.79; 258.41; 227.53; 192.21; 293.85; 289.02; 280.23; 248.59; 264.32; 225.29; 181.44; 272.85; 255.19; 177.64; 201.72; 242.60; 229.27; 239.75; 177.14; 205.73; 299.36; 190.30; 270.86; 267.34;

**С:** 1.30; 1.66; 1.59; 1.66; 1.85; 1.41; 1.35; 1.51; 1.54; 1.24; 1.50; 1.52; 1.18; 1.37; 1.59; 1.38; 1.46; 1.43; 1.61; 1.76; 1.38; 1.51; 1.84; 1.62; 1.42; 1.99; 1.13; 1.57; 1.67; 1.51; 1.71; 1.72; 1.63; 1.44; 1.66; 1.34; 1.97; 1.29; 1.71; 1.58; 1.87; 2.00; 1.65; 1.47; 1.42; 1.29; 1.14; 1.87; 1.45; 1.85;

#### **Вариант 14**

Оцените используя различные методы определения существенности различий между выборками

#### **Величина (выборка 1):**

**pH:** 5.08; 4.64; 5.33; 4.88; 4.42; 4.37; 4.98; 4.32; 5.28; 4.49; 4.46; 5.38; 4.37; 4.50; 4.86; 5.11; 5.26; 4.54; 4.67; 4.64; 4.98; 5.18; 4.52; 4.37; 4.36; 4.36; 5.32; 4.32; 5.01; 5.16; 4.58; 5.24; 4.90; 4.57; 4.37; 5.14; 5.23; 4.36; 4.82; 4.85; 4.34; 5.21; 4.75; 4.63; 4.78; 4.62; 4.43; 5.37; 5.31; 4.88;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 246.46; 236.58 289.09; 287.23; 197.99; 243.10; 207.17; 214.98; 233.71; 235.91; 294.37; 245.41; 258.80; 266.30; 241.61; 293.60; 269.04; 190.95; 194.03; 177.47; 197.63; 231.58; 294.61; 214.35; 171.42; 238.51; 254.97; 213.05; 242.27; 257.35; 291.35; 241.73; 189.55; 279.35; 254.36; 200.63; 269.38; 171.51; 270.51; 248.96; 283.95; 272.17; 291.46; 204.71; 270.67; 272.03; 289.45; 259.39; 267.84; 200.64;

**K<sub>2</sub>O(мг/кг):** 193.74; 261.95; 267.33; 288.67; 279.89; 173.04; 216.39; 244.51; 287.74; 232.47; 230.94; 235.28; 179.95; 220.74; 228.36; 264.29; 215.35; 236.43; 171.60; 267.71; 295.40; 237.05; 174.64; 265.76; 173.68; 283.07; 294.03; 231.47; 230.16; 292.61; 260.74; 251.28; 207.62; 272.72; 268.07; 180.33; 286.02; 271.77; 242.52; 263.47; 296.21; 225.39; 263.61; 203.09; 251.59; 215.88; 295.67; 190.57; 243.42; 174.86;

**С:** 1.22; 1.79; 1.75; 1.82; 1.64; 1.67; 1.24; 1.69; 1.67; 1.58; 1.35; 1.19; 1.25; 1.58; 1.58; 1.20; 1.64; 1.37; 1.16; 1.97; 1.61; 1.36; 1.31; 1.36; 1.14; 1.40; 1.98; 1.61; 1.46; 1.20; 1.15; 1.20; 1.42; 1.54; 1.88; 1.47; 1.80; 1.69; 1.48; 1.14; 1.27; 1.92; 1.95; 1.96; 1.59; 1.89; 1.54; 1.14; 1.51; 1.47;

#### **Величина (выборка 2):**

**pH:** 5.51; 5.47; 6.17; 5.61; 6.63; 6.99; 5.04; 6.85; 5.21; 5.91; 5.37; 5.54; 6.79; 5.00; 6.12; 5.73; 6.08; 5.21; 5.91; 5.80; 5.53; 5.97; 6.93; 5.23;

5.18; 6.23; 6.61; 5.08; 5.68; 6.08; 6.37; 6.30; 6.63; 5.63; 5.09; 5.15; 6.00; 5.86; 6.83; 6.12; 6.20; 6.80; 5.16; 5.96; 6.80; 6.96; 5.70; 5.77; 5.04; 6.15;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 141.05; 179.38; 212.32; 219.28; 200.25; 124.40; 242.90; 196.75; 273.35; 126.52; 114.58; 284.96; 128.55; 221.69; 232.36; 238.59; 145.26; 156.65; 286.41; 236.39; 211.64; 208.53; 219.42; 265.38; 168.85; 285.78; 124.52; 233.15; 174.39; 198.65; 173.04; 256.32; 187.90; 207.40; 226.93; 252.42; 144.45; 209.50; 160.42; 152.30; 164.38; 113.77; 203.59; 274.21; 278.56; 263.96; 178.82; 214.27; 190.51; 192.56;

**K<sub>2</sub>O(мг/кг):** 177.38; 138.52; 237.03; 176.11; 154.71; 225.75; 147.68; 142.77; 280.79; 142.27; 202.22; 232.76; 149.38; 230.51; 170.15; 207.81; 203.55; 115.40; 135.81; 171.88; 161.38; 132.16; 197.01; 287.01; 173.69; 266.11; 221.24; 155.14; 270.88; 254.84; 234.44; 206.19; 145.89; 195.89; 283.71; 170.42; 225.73; 114.04; 113.72; 266.40; 131.06; 154.63; 141.68; 154.95; 228.03; 288.75; 282.14; 224.43; 175.34; 228.83;

**C:** 1.59; 1.13; 1.37; 1.30; 1.99; 1.30; 1.84; 1.40; 1.26; 1.74; 1.71; 1.65; 1.95; 1.19; 1.69; 1.20; 1.28; 1.58; 1.52; 1.92; 1.57; 1.59; 1.66; 1.55; 1.48; 1.45; 1.24; 1.97; 1.65; 1.50; 1.93; 1.38; 1.46; 1.18; 1.98; 1.95; 1.96; 1.54; 1.89; 1.20; 1.66; 1.11; 1.90; 1.90; 1.80; 1.94; 1.47; 1.31; 1.18; 1.84;

## Вариант 15

Оцените используя различные методы определения существенности различий между выборками

### Величина (выборка 1):

**pH:** 5.35; 4.44; 4.78; 4.69; 5.22; 4.49; 4.46; 4.93; 4.41; 4.42; 4.46; 4.65; 5.29; 4.53; 4.73; 5.06; 4.79; 4.62; 5.32; 4.91; 4.53; 5.36; 4.62; 4.98; 5.35; 4.46; 5.03; 4.50; 4.34; 4.52; 4.53; 5.04; 4.50; 4.34; 5.07; 5.14; 4.69; 5.04; 4.93; 4.64; 4.43; 4.53; 4.94; 4.35; 4.30; 4.55; 5.10; 4.40; 5.02; 5.37;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 294.88; 239.08; 228.27; 231.97; 279.35; 235.42; 255.93; 175.49; 208.16; 261.11; 283.17; 295.16; 193.64; 222.06; 192.69; 201.45; 234.00; 210.02; 281.37; 205.95; 183.53; 238.19; 250.07; 248.14; 272.35; 186.30; 235.97; 250.69; 193.39; 207.83; 245.94; 265.80; 175.64; 251.18; 284.09; 181.90; 197.04; 206.73; 227.19; 266.79; 230.33; 176.73; 258.97; 297.80; 254.20; 286.17; 250.73; 287.08; 227.28; 214.50;

**K<sub>2</sub>O(мг/кг):** 243.67; 195.36; 293.91; 173.04; 278.17; 240.43; 223.35; 258.18; 296.12; 229.64; 221.03; 212.63; 261.42; 245.74; 170.69; 254.98; 256.86; 217.24; 256.69; 274.38; 237.22; 234.04; 218.29; 243.88; 184.17; 279.58; 299.07; 289.78; 195.76; 176.02; 262.73; 231.53; 241.80; 290.75; 215.67; 279.32; 230.59; 182.10; 216.44; 213.93; 228.82; 172.72; 171.85; 273.67; 177.79; 294.54; 290.63; 282.84; 173.76; 193.61;

C: 1.75; 1.11; 1.14; 1.59; 1.43; 1.21; 1.29; 1.20; 1.81; 1.68; 1.12; 1.11; 1.62; 1.84; 1.52; 1.64; 1.49; 1.97; 1.99; 1.28; 1.72; 1.63; 1.22; 1.59; 1.36; 1.77; 1.85; 1.32; 1.38; 1.27; 1.99; 1.44; 1.40; 1.54; 1.94; 1.48; 1.83; 1.12; 1.75; 1.59; 1.90; 1.30; 1.66; 1.40; 1.54; 1.21; 2.00; 1.62; 1.77; 1.86;

### **Величина (выборка 2):**

**pH:** 5.08; 6.81; 5.34; 6.14; 5.01; 5.24; 5.15; 7.00; 6.92; 6.21; 6.44; 5.99; 5.49; 6.94; 5.06; 5.23; 6.99; 6.16; 5.38; 5.88; 6.28; 6.92; 6.36; 6.10; 6.09; 5.00; 5.99; 5.22; 6.06; 6.81; 6.87; 5.80; 5.84; 5.20; 6.05; 5.53; 5.80; 6.06; 5.51; 6.65; 6.97; 5.88; 6.18; 6.33; 5.98; 6.64; 6.34; 6.92; 6.61; 5.82;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 242.67; 251.8; 241.69; 317.98; 165.13; 198.48; 348.27; 343.65; 336.51; 145.83; 322.23; 313.86; 258.67; 267.69; 222.91; 266.79; 233.76; 225.47; 336.34; 270.96; 219.32; 261.00; 283.78; 128.95; 325.14; 110.02; 281.88; 129.77; 243.66; 250.63; 326.36; 121.42; 186.40; 140.22; 202.10; 227.38; 209.56; 125.68; 278.79; 281.00; 148.94; 290.09; 230.98; 307.04; 340.06; 186.00; 182.47; 328.35; 345.36; 334.11;

**K<sub>2</sub>O(мг/кг):** 287.08; 310.83; 200.51; 288.13; 315.12; 314.91; 143.00; 116.90; 299.97; 299.26; 161.34; 228.45; 176.55; 141.50; 231.10; 174.73; 339.28; 167.15; 295.70; 338.95; 264.37; 198.08; 200.91; 307.35; 170.42; 207.29; 167.39; 119.95; 333.19; 178.50; 258.71; 136.01; 205.66; 321.71; 142.43; 330.18; 152.87; 125.65; 282.69; 143.97; 179.74; 298.72; 212.39; 324.71; 209.64; 136.11; 307.84; 296.79; 213.71; 327.70;

C: 1.10; 1.88; 1.72; 1.67; 1.89; 1.46; 1.40; 1.33; 1.34; 1.79; 1.94; 1.20; 1.29; 1.70; 1.43; 1.92; 1.50; 1.13; 1.87; 1.84; 1.64; 1.56; 1.20; 1.35; 1.80; 1.33; 1.44; 1.96; 1.82; 1.94; 1.11; 1.72; 1.45; 1.10; 2.00; 1.29; 1.49; 1.67; 1.27; 1.26; 1.33; 1.42; 1.49; 1.60; 1.73; 1.97; 1.29; 1.64; 1.30; 1.42;

### **Вариант 16**

Оцените используя различные методы определения существенности различий между выборками

### **Величина (выборка 1):**

**pH:** 4.99; 5.34; 4.98; 4.96; 4.54; 5.36; 5.26; 5.08; 4.99; 4.77; 4.37; 5.00; 4.71; 5.24; 4.65; 4.92; 4.80; 5.06; 4.54; 4.36; 5.12; 4.56; 5.32; 5.25; 5.35; 5.22; 4.81; 4.76; 4.79; 4.40; 4.62; 4.32; 4.95; 4.60; 4.47; 4.40; 4.87; 4.99; 4.48; 4.62; 4.52; 4.47; 4.66; 4.92; 4.44; 4.39; 4.59; 5.36; 5.37; 4.71;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 232.48; 196.53; 182.73; 197.31; 193.82; 279.84; 269.93; 260.76; 284.47; 221.32; 242.72; 297.89; 279.93; 295.91; 228.44; 236.49; 192.45; 219.39; 263.15; 213.88; 196.72; 262.27; 256.50; 279.35; 254.17; 222.91; 225.77; 198.93; 287.65; 223.94; 172.53; 234.05; 247.10;

267.50; 230.58; 239.56; 248.64; 281.13; 258.33; 173.25; 274.84; 261.43; 224.59; 199.25; 182.28; 295.65; 194.62; 209.14; 204.57; 248.63;

**K<sub>2</sub>O (мг/кг):** 213.56; 211.60; 233.48; 186.68; 283.03; 259.35; 197.47; 196.82; 257.32; 178.21; 288.35; 220.17; 232.33; 174.71; 253.45; 286.95; 178.27; 286.77; 192.41; 296.38; 224.03; 294.26; 289.77; 196.43; 204.30; 171.84; 180.29; 183.04; 258.53; 216.21; 290.46; 170.70; 259.45; 279.23; 270.90; 193.54; 210.35; 172.60; 251.29; 245.03; 292.13; 263.17; 232.81; 181.96; 172.98; 202.45; 172.81; 180.71; 262.16; 283.15;

**C:** 1.11; 1.17; 1.64; 1.31; 1.45; 1.91; 1.55; 1.70; 1.45; 1.98; 1.35; 1.95; 1.70; 1.76; 1.77; 1.67; 1.90; 1.71; 1.71; 1.52; 1.75; 1.71; 1.62; 1.35; 1.80; 1.88; 1.93; 1.55; 1.83; 1.19; 1.90; 1.73; 1.33; 1.77; 1.45; 1.49; 1.69; 1.60; 1.52; 1.69; 1.30; 1.82; 1.59; 1.23; 1.34; 1.21; 1.34; 1.27; 1.46; 1.44;

### **Величина (выборка 2):**

**pH:** 5.31; 5.19; 5.86; 6.55; 6.63; 6.58; 6.84; 6.43; 6.94; 5.23; 6.85; 6.47; 5.04; 5.27; 5.36; 6.33; 5.42; 6.79; 6.74; 6.80; 5.58; 5.83; 6.49; 5.06; 5.63; 6.84; 5.64; 5.55; 5.44; 6.38; 6.44; 5.60; 6.15; 6.30; 5.60; 6.81; 5.77; 6.96; 6.56; 6.77; 6.50; 5.29; 6.67; 6.81; 5.53; 6.83; 5.91; 5.92; 5.13; 5.39;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 197.30; 170.86; 201.07; 184.13; 151.14; 148.07; 181.36; 166.22; 137.02; 211.24; 217.90; 206.36; 134.57; 139.84; 152.04; 114.03; 182.08; 182.75; 202.64; 211.46; 146.88; 117.28; 210.08; 129.69; 162.61; 209.53; 177.01; 150.94; 127.56; 179.93; 209.54; 122.14; 183.70; 213.99; 208.73; 182.02; 186.23; 146.39; 167.50; 219.17; 124.61; 143.74; 156.41; 156.29; 197.88; 204.57; 186.02; 215.27; 154.72; 184.79;

**K<sub>2</sub>O(мг/кг):** 208.62; 119.35; 165.06; 121.40; 197.43; 199.05; 147.04; 175.34; 123.11; 134.25; 121.49; 162.60; 130.44; 133.20; 184.22; 194.89; 127.25; 110.27; 212.06; 127.96; 145.12; 169.84; 195.72; 123.43; 143.29; 205.79; 182.16; 204.65; 111.65; 123.71; 114.53; 165.29; 135.08; 131.46; 132.41; 195.11; 149.95; 156.67; 126.50; 168.01; 169.64; 146.72; 152.65; 136.15; 166.65; 151.05; 208.59; 149.42; 149.23; 158.57;

**C:** 1.17; 1.77; 1.90; 1.47; 1.49; 1.71; 1.19; 1.86; 1.77; 1.89; 1.78; 1.81; 1.85; 1.98; 1.30; 1.17; 1.44; 1.19; 1.79; 1.98; 1.74; 1.57; 1.19; 1.80; 1.37; 1.23; 1.62; 1.90; 1.35; 1.34; 1.55; 1.42; 1.94; 1.94; 1.43; 1.84; 1.36; 1.69; 1.18; 1.34; 1.30; 1.52; 1.47; 1.20; 1.52; 1.62; 1.46; 1.93; 1.17; 1.23;

### **Вариант 17**

Оцените используя различные методы определения существенности различий между выборками

### **Величина (выборка 1):**

**pH:** 5.36; 5.11; 4.66; 4.51; 4.69; 5.02; 5.36; 5.31; 4.52; 4.52; 4.86; 4.51; 5.11; 4.60; 4.52; 5.18; 5.03; 5.33; 4.90; 5.37; 4.60; 4.86; 5.25; 4.48; 4.41; 4.31; 5.35; 5.16; 5.01; 4.50; 4.73; 4.47; 4.52; 4.56; 4.31; 4.48; 4.97; 4.32; 4.78; 4.68; 4.31; 4.70; 4.86; 4.64; 5.37; 4.59; 5.09; 5.32; 4.61; 5.27;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 266.26; 171.64; 277.02; 267.20; 251.98; 190.09; 293.44; 208.31; 286.35; 236.12; 250.56; 288.34; 274.10; 236.13; 208.52; 231.30; 276.01; 209.04; 174.30; 196.63; 267.97; 272.43; 229.16; 202.96; 285.79; 209.22; 204.03; 270.53; 278.39; 198.07; 270.87; 277.41; 198.63; 215.04; 250.53; 258.44; 277.84; 237.61; 289.82; 233.39; 176.07; 179.01; 229.17; 213.94; 234.39; 267.76; 250.47; 172.31; 223.82; 251.75;

**K<sub>2</sub>O(мг/кг):** 228.30; 214.75; 294.30; 275.99; 288.56; 268.30; 263.64; 252.20; 286.21; 220.77; 211.01; 196.46; 174.79; 221.30; 201.13; 188.66; 258.24; 225.48; 219.16; 235.36; 187.85; 253.28; 281.28; 226.23; 264.72; 204.88; 259.07; 221.26; 277.63; 204.94; 285.44; 202.56; 226.72; 237.04; 210.36; 181.43; 244.04; 267.33; 175.18; 198.92; 223.87; 266.07; 267.19; 176.08; 234.61; 180.96; 275.41; 214.86; 221.12; 248.57;

**C:** 1.10; 1.17; 1.36; 1.93; 1.46; 1.74; 2.33; 1.46; 2.82; 1.64; 2.24; 2.01; 2.90; 1.60; 2.22; 2.66; 1.43; 1.89; 2.35; 2.15; 2.66; 1.45; 1.58; 2.21; 2.68; 2.88; 2.95; 1.81; 2.90; 2.93; 2.82; 2.91; 1.93; 1.80; 1.53; 1.76; 2.47; 1.67; 2.61; 2.21; 1.29; 1.17; 2.87; 2.19; 2.86; 1.26; 2.02; 2.38; 1.88; 1.29;

### **Величина (выборка 2):**

**pH:** 6.;12; 5.53; 5.74; 5.58; 5.33; 5.53; 6.18; 6.22; 5.94; 6.10; 5.35; 6.02; 5.92; 6.66; 6.58; 5.52; 6.39; 5.13; 6.40; 5.87; 6.53; 5.87; 5.04; 5.98; 6.02; 6.96; 6.11; 6.70; 5.62; 5.67; 5.50; 6.56; 5.36; 5.43; 6.37; 6.26; 6.55; 6.14; 6.31; 5.02; 6.32; 5.74; 6.07; 6.52; 5.24; 6.83; 5.79; 6.83; 5.58; 6.21;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 229.33 287.97; 151.74; 134.08; 175.91; 145.13; 259.53; 278.69; 224.87; 291.64; 124.23; 235.98; 198.40; 281.31; 174.03; 312.71; 291.37; 125.10; 297.12; 214.98; 161.35; 190.72; 258.29; 243.29; 242.69; 191.07; 119.53; 210.54; 292.71; 161.89; 266.11; 123.26; 261.28; 169.16; 251.61; 138.54; 317.76; 119.93; 116.73; 289.98; 222.79; 194.05; 169.10; 253.13; 123.97; 236.37; 208.66; 249.77; 222.69; 166.10;

**K<sub>2</sub>O(мг/кг):** 193.67; 128.79; 275.51; 300.30; 318.27; 319.79; 183.35; 300.03; 179.67; 194.94; 238.12; 126.55; 290.03; 279.05; 316.18; 172.65; 130.11; 225.05; 159.44; 271.76; 292.40; 194.12; 290.27; 125.82; 274.26; 114.10; 160.41; 196.67; 230.52; 206.16; 211.74; 179.12; 232.32; 162.77; 195.21; 248.48; 204.76; 301.56; 198.26; 297.80; 114.71; 133.42; 196.52; 263.51; 295.94; 299.27; 244.16; 269.00; 274.84; 304.76;

C: 1.74; 1.90; 1.81; 2.34; 2.64; 2.83; 2.82; 2.30; 1.30; 1.18; 1.43; 2.39; 1.90; 1.70; 2.59; 1.41; 1.63; 1.47; 1.52; 1.50; 2.29; 1.49; 1.87; 1.84; 1.51; 1.87; 1.84; 1.74; 1.96; 2.64; 1.29; 1.27; 2.66; 1.89; 2.86; 2.76; 1.89; 1.62; 1.49; 2.39; 2.02; 2.69; 2.07; 2.58; 1.72; 2.72; 2.37; 1.85; 2.32; 2.06;

### **Вариант 18**

Оцените используя различные методы определения существенности различий между выборками

#### **Величина (выборка 1):**

**pH:** 5.17; 4.31; 4.68; 5.12; 4.64; 4.34; 5.29; 5.34; 5.25; 4.37; 4.44; 5.00; 5.21; 5.31; 5.06; 4.35; 4.79; 4.32; 4.39; 4.64; 5.39; 5.37; 5.25; 4.83; 5.25; 5.24; 5.00; 5.09; 4.65; 4.39; 5.02; 4.82; 4.34; 5.02; 4.92; 4.58; 4.32; 5.19; 4.83; 4.42; 5.36; 4.76; 4.51; 4.95; 5.22; 4.64; 4.73; 4.57; 4.96; 5.20;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 186.11; 285.51; 182.65; 194.94; 197.15; 200.19; 172.60; 229.80; 290.52; 264.84; 294.66; 171.11; 228.95; 293.78; 173.00; 293.06; 173.57; 284.52; 225.95; 261.98; 239.13; 244.89; 296.98; 195.30; 261.21; 272.67; 179.28; 224.13; 216.45; 204.56; 287.82; 212.23; 217.89; 199.76; 262.77; 234.21; 296.41; 238.84; 273.19; 297.44; 237.47; 253.02; 229.25; 245.65; 289.86; 269.18; 265.96; 224.57; 204.81; 241.77;

**K<sub>2</sub>O(мг/кг):** 247.22; 171.45; 229.47; 256.39; 215.73; 206.40; 188.80; 278.03; 289.29; 286.52; 197.80; 250.95; 286.84; 288.68; 280.57; 244.55; 268.08; 269.00; 254.68; 201.04; 262.28; 274.09; 287.36; 223.22; 287.98; 268.23; 216.86; 186.83; 191.21; 187.46; 291.42; 186.44; 186.95; 244.14; 191.34; 292.85; 299.02; 222.87; 244.19; 174.09; 284.29; 248.36; 254.19; 189.15; 277.81; 244.04; 280.07; 289.67; 235.21; 212.48;

**C:** 2.29; 1.87; 2.51; 1.52; 1.10; 1.65; 2.26; 2.15; 2.24; 2.61; 2.01; 1.21; 1.43; 2.59; 1.23; 1.35; 2.15; 1.48; 2.14; 1.92; 1.57; 1.60; 1.28; 2.38; 1.67; 1.29; 1.68; 1.73; 1.81; 1.91; 2.03; 2.70; 2.78; 2.64; 1.64; 1.85; 1.10; 1.39; 2.64; 2.52; 2.57; 1.35; 1.20; 1.70; 2.79; 1.39; 1.76; 2.67; 2.38; 1.15;

#### **Величина (выборка 2):**

**pH:** 6.86; 6.48; 5.68; 6.46; 6.90; 6.86; 6.72; 6.24; 6.37; 6.19; 6.85; 6.61; 6.81; 5.33; 5.21; 5.69; 5.00; 6.30; 6.74; 5.54; 5.33; 5.48; 6.31; 6.23; 6.55; 6.26; 6.69; 5.22; 5.68; 6.50; 6.75; 5.62; 5.49; 6.92; 6.52; 6.95; 6.57; 6.20; 5.50; 5.13; 6.18; 6.86; 6.32; 5.51; 6.60; 6.29; 6.48; 5.86; 6.04; 5.60;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 313.04; 111.30; 301.01; 226.71; 173.24; 146.92; 228.39; 171.81; 176.08; 153.00; 292.92; 289.52; 252.61; 257.01; 267.34; 116.44; 128.61; 279.53; 225.27; 119.56; 174.79; 253.80; 256.15; 115.69; 298.47; 221.13; 148.03; 301.66; 254.98; 263.84; 298.80; 117.03; 252.70;

172.53; 176.11; 132.14; 155.93; 126.42; 265.88; 124.04; 176.99; 208.95; 251.89; 196.42; 154.42; 274.19; 265.59; 237.73; 165.56; 296.53;

**K<sub>2</sub>O(мг/кг):** 306.74; 231.23; 204.41; 232.89; 285.36; 227.24; 280.52; 146.76; 168.33; 292.57; 220.61; 239.37; 178.02; 247.56; 202.44; 110.47; 233.56; 134.97; 257.97; 248.84; 179.94; 125.38; 316.13; 231.19; 198.97; 164.90; 189.95; 283.76; 172.41; 246.09; 201.49; 142.48; 185.13; 165.87; 200.73; 133.28; 137.16; 164.20; 119.43; 268.19; 228.05; 168.46; 290.17; 307.93; 224.85; 213.44; 315.72; 277.18; 280.18; 118.67;

**C:** 1.88; 2.86; 1.36; 1.66; 1.72; 1.23; 1.65; 2.25; 1.38; 2.69; 1.50 2.60;; 2.74; 2.89; 2.29; 1.24; 2.07; 1.69; 1.59; 2.88; 1.16; 1.59; 1.20; 1.75; 2.50; 2.19; 2.51; 1.78; 1.64; 2.30; 1.39; 1.66; 1.47; 2.62; 1.79; 1.75; 1.17; 2.02; 2.62; 2.28; 1.44; 1.47; 2.30; 1.62; 2.84; 2.61; 1.99; 2.75; 2.50; 1.38;

### **Вариант 19**

Оцените используя различные методы определения существенности различий между выборками

#### **Величина (выборка 1):**

**pH:** 4.34; 5.14; 4.95; 4.32; 5.36; 5.20; 5.14; 5.31; 5.37; 5.01; 5.27; 5.20; 4.98; 4.60; 4.68; 4.34; 5.06; 5.01; 4.82; 5.06; 5.01; 5.24; 4.90; 5.13; 5.01; 5.19; 5.39; 4.47; 4.91; 5.12; 5.15; 4.38; 5.12; 4.99; 5.39; 4.84; 4.57; 4.42; 4.63; 5.24; 5.16; 5.15; 5.19; 4.39; 5.36; 5.02; 4.38; 4.71; 4.93; 4.65;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 266.96; 264.73; 210.99; 227.69; 270.54; 217.12; 230.35; 276.34; 196.31; 189.89; 203.48; 289.22; 261.76; 249.14; 224.39; 234.95; 204.80; 243.16; 242.87; 175.26; 226.66; 193.10; 197.94; 256.89; 183.21; 255.35; 272.40; 170.77; 174.18; 299.53; 171.97; 272.16; 185.56; 261.25; 258.59; 199.95; 284.48; 261.73; 194.67; 227.96; 269.72; 178.10; 243.86; 213.50; 181.01; 231.15; 209.45; 199.60; 217.10; 218.96;

**K<sub>2</sub>O(мг/кг):** 212.87; 233.04; 287.65; 274.51; 273.53; 229.63; 207.84; 229.62; 176.78; 282.05; 269.99; 274.94; 221.59; 220.87; 273.57; 239.31; 295.89; 296.54; 187.74; 298.45; 267.89; 277.99; 181.49; 207.51; 277.59; 291.75; 212.35; 251.42; 181.10; 296.23; 260.35; 174.75; 192.63; 199.43; 225.39; 277.68; 253.20; 258.03; 170.50; 260.73; 193.03; 178.48; 291.22; 226.72; 241.46; 296.72; 264.57; 197.23; 212.38; 273.99;

**C:** 2.40; 1.87; 1.43; 1.63; 1.93; 2.73; 1.38; 1.77; 1.35; 1.45; 2.02; 1.20; 2.03; 1.40; 2.63; 1.20; 2.29; 2.77; 1.22; 1.56; 1.56; 1.66; 2.76; 1.12; 1.79; 1.63; 2.51; 1.29; 1.77; 1.10; 2.54; 2.48; 1.42; 1.69; 1.90; 2.56; 2.28; 1.35; 1.23; 1.24; 2.26; 1.11; 2.58; 2.38; 1.78; 2.33; 2.56; 2.22; 1.14; 1.90;

**Величина (выборка 2):**

**pH:** 5.31; 5.38; 5.93; 5.59; 5.66; 5.12; 5.64; 5.84; 5.53; 5.20; 5.91; 5.67; 5.82; 5.40; 5.61; 5.39; 5.74; 5.31; 5.47; 5.53; 5.53; 5.63; 5.12; 5.01; 5.43; 5.02; 5.01; 5.68; 5.96; 5.91; 5.37; 5.32; 5.70; 5.25; 5.57; 5.59; 5.63; 5.06; 5.09; 5.90; 5.93; 5.37; 5.34; 5.42; 5.98; 5.79; 5.99; 5.15; 5.20; 5.60;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 201.26; 315.56; 276.84; 282.68; 317.08; 153.50; 135.79; 308.49; 260.83; 228.71; 153.87; 193.40; 310.64; 241.48; 178.67; 200.22; 183.06; 260.53; 167.08; 221.09; 168.69; 239.58; 286.01; 140.12; 282.17; 263.18; 230.98; 216.54; 166.27; 252.43; 160.47; 195.24; 319.38; 211.16; 283.88; 316.73; 281.57; 167.08; 171.15; 313.54; 180.77; 146.01; 181.16; 226.52; 151.20; 148.15; 180.51; 128.10; 232.87; 269.20;

**K<sub>2</sub>O(мг/кг):** 298.21; 206.03; 198.51; 290.74; 125.97; 307.45; 249.26; 211.23; 242.80; 220.22; 308.57; 137.12; 195.55; 130.40; 284.39; 318.09; 148.12; 204.14; 202.78; 247.04; 123.22; 145.52; 124.87; 131.87; 291.04; 142.71; 120.34; 193.26; 226.23; 184.65; 193.48; 186.98; 157.50; 243.22; 309.00; 175.20; 285.67; 199.13; 253.55; 307.42; 272.51; 291.47; 240.92; 201.01; 175.96; 151.74; 276.17; 163.90; 271.34; 130.93;

**C:** 2.05; 1.14; 2.42; 2.45; 1.10; 2.33; 2.43; 2.21; 1.44; 1.11; 1.18; 1.36; 2.52; 1.15; 1.22; 1.27; 2.08; 1.94; 1.39; 2.23; 2.01; 1.68; 2.07; 1.36; 2.35; 2.20; 2.19; 1.66; 1.45; 2.58; 1.94; 1.46; 1.61; 1.39; 1.23; 1.57; 2.25; 1.82; 2.07; 1.52; 1.53; 1.90; 2.20; 1.37; 2.12; 1.54; 1.47; 1.58; 1.19; 2.39;

**Вариант 20**

Оцените используя различные методы определения существенности различий между выборками

**Величина (выборка 1):**

**pH:** 5.34; 5.14; 4.40; 5.30; 4.71; 5.25; 4.71; 4.58; 5.16; 5.24; 4.74; 4.44; 5.19; 4.82; 4.52; 4.48; 5.13; 4.91; 4.78; 5.27; 5.09; 5.16; 5.26; 5.31; 5.23; 5.05; 5.25; 4.77; 5.32; 4.52; 4.64; 4.83; 5.02; 4.97; 5.06; 4.47; 4.82; 5.07; 5.14; 5.06; 5.08; 5.06; 4.45; 5.07; 4.41; 4.82; 4.37; 5.01; 4.94; 4.61;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 220.42; 183.40; 278.04; 191.51; 181.80; 243.99; 179.22; 263.24; 135.52; 174.33; 131.32; 218.86; 256.10; 132.17; 204.82; 143.25; 192.98; 172.23; 230.13; 148.05; 181.28; 231.02; 192.54; 145.93; 149.57; 152.56; 192.97; 235.00; 171.66; 211.23; 236.47; 167.69; 233.90; 200.93; 247.55; 208.45; 156.43; 171.92; 156.07; 126.43; 238.08; 159.27; 148.07; 122.55; 272.20; 249.65; 159.04; 125.58; 198.10; 129.12;

**K<sub>2</sub>O(мг/кг):** 186.54; 182.73; 196.00; 158.38; 230.62; 195.37; 149.13; 263.88; 257.27; 233.00; 166.53; 204.95; 267.95; 251.44; 194.14;

126.32; 152.52; 263.85; 183.08; 201.77; 193.18; 126.04; 192.99; 202.82; 140.49; 233.73; 277.18; 126.52; 276.00; 245.48; 249.81; 240.02; 128.09; 197.87; 185.84; 230.76; 127.42; 181.40; 122.25; 165.62; 278.87; 196.44; 247.96; 240.75; 236.58; 274.13; 207.21; 250.81; 185.05; 187.08;

**С:** 1.51; 1.43; 2.42; 1.91; 1.70; 1.33; 2.04; 2.29; 2.10; 1.44; 2.23; 2.26; 1.59; 1.13; 1.64; 2.20; 1.83; 1.78; 1.50; 1.66; 1.61; 2.37; 1.97; 1.20; 2.24; 1.11; 1.78; 1.62; 1.47; 1.55; 1.93; 1.54; 2.13; 2.46; 2.25; 2.10; 2.40; 2.45; 1.96; 1.69; 1.92; 2.15; 1.21; 1.13 2.47; 2.39; 1.84; 2.19; 2.36; 1.49;

### **Величина (выборка 2):**

**рН:** 5.22; 6.08; 6.30; 6.77; 6.21; 6.21; 6.31; 5.45; 5.02; 5.19; 6.27; 6.77; 5.25; 6.68; 5.95; 5.84; 5.01; 6.98; 6.82; 6.91; 5.19; 5.55; 5.52; 5.08; 5.80; 5.49; 6.13; 5.42; 6.20; 5.68; 6.80; 5.26; 5.73; 6.08; 5.95; 6.25; 5.90; 6.19; 5.65; 6.40; 6.17; 6.94; 6.07; 6.68; 5.28; 6.99; 5.62; 6.55; 6.09; 5.70;

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (мг/кг):** 134.09; 185.4; 226.38; 271.24; 209.65; 267.25; 137.59; 159.16; 246.27; 226.14; 179.43; 230.16; 261.25; 127.75; 188.95; 197.34; 259.06; 235.35; 190.09; 198.16; 134.16; 226.64; 206.29; 261.64; 167.15; 199.72; 162.83; 187.48; 267.71; 205.44; 227.39; 210.48; 230.65; 212.52; 169.95; 224.70; 216.16; 213.65; 150.48; 274.24; 248.88; 184.09; 148.85; 166.91; 155.86; 149.95; 151.75; 262.76; 129.10; 189.16;

**K<sub>2</sub>O(мг/кг):** 174.98; 266.06; 203.07; 145.68; 256.42; 171.61; 175.66; 144.13; 189.14; 188.12; 233.57; 267.36; 237.77; 224.78; 200.01; 230.76; 146.57; 160.24; 265.95; 180.41; 241.89; 143.10; 182.07; 156.96; 246.10; 177.93; 214.19; 275.36; 198.01; 220.92; 248.84; 147.89; 168.58; 249.24; 140.08; 165.73; 183.33; 261.81; 224.40; 207.09; 261.76; 253.03; 227.97; 158.75; 149.25; 236.97; 168.93; 133.90; 236.43; 246.11;

**С:** 1.35; 2.59; 1.63; 1.29; 2.00; 1.33; 2.15; 1.33; 1.92; 2.48; 2.13; 1.89; 1.28; 1.26; 2.80; 2.11; 1.91; 1.48; 2.83; 2.23; 1.87; 1.96; 1.83; 1.56; 2.42; 1.79; 2.73; 2.62; 1.94; 1.97; 1.33; 2.43; 2.23; 1.72; 2.07; 2.07; 2.78; 2.83; 1.24; 2.98; 2.48; 2.47; 1.36; 1.86; 2.58; 2.91; 2.73; 1.37; 1.43; 1.25;

## **Практическая работа № 5 ОЦЕНКА ДОСТОВЕРНОСТИ ПРИБАВКИ УРОЖАЙНОСТИ В ВАРИАНТАХ**

В полевом опыте, заложенном по схеме:

1 вариант: N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>

2 вариант: без применения удобрения

Задание: установить прибавку урожая от N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> и достоверность этой прибавки

Первый вариант – без удобрений

Таблица 79

*Сводная таблица первого варианта*

Повторность	Урожай, ц. с 1 га.	Отклонения от среднего (X-X <sub>cp</sub> )	Квадраты отклонений (X-X <sub>cp</sub> ) <sup>2</sup>
1	41,4	+3,1	9,61
2	36,1	-2,2	4,84
3	40,6	+2,3	5,29
4	35,1	-3,2	10,24
	$\Sigma X = 153,2$	$\Sigma(X-X_{cp}) = 0$	$\Sigma(X-X_{cp})^2 = 29,98$

$$N = 4$$

$$\bar{X} = \frac{\Sigma X}{n} = \frac{153,2}{4} = 38,3 \text{ ц.}$$

$$S_{x2} = \pm \sqrt{\frac{\Sigma(X - (\bar{X}_2))^2}{n(n-1)}} = \pm \sqrt{\frac{29,98}{4 \cdot 3}} = \pm 1,58$$

$$\bar{X} \pm S_{x1} = 38,3 \pm 1,58$$

Относительная ошибка средней для первого варианта составляет:

$$S_{x1}, \% = \frac{S_{x1} \cdot 100}{\bar{X}_2} = \frac{1,58 \cdot 100}{38,3} = 4,1\%$$

Второй вариант – N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>

Таблица 80

*Сводная таблица первого варианта*

Повторность	Урожай, ц. с 1 га.	Отклонения от среднего (X-X <sub>cp</sub> )	Квадраты отклонений (X-X <sub>cp</sub> ) <sup>2</sup>
1	21,4	-1,7	2,89
2	23,9	+0,8	0,64
3	24,6	+1,5	2,25
4	22,4	-0,6	0,36
	$\Sigma X = 92,4$	$\Sigma(X-X_{cp}) = 0$	$\Sigma(X-X_{cp})^2 = 6,14$

$$N = 4$$

$$\bar{X} = \frac{\Sigma X}{n} = \frac{92,4}{4} = 23,1 \text{ ц.}$$

$$S_{x1} = \pm \sqrt{\frac{\sum(X - \bar{X}_1)^2}{n(n-1)}} = \pm \sqrt{\frac{6,14}{4 \cdot 3}} = \pm 0,72$$

$$\bar{X} \pm S_{x1} = 23,1 \pm 0,72$$

Относительная ошибка средней для первого варианта составляет:

$$S_{x1}, \% = \frac{S_{x1} \cdot 100}{\bar{X}_1} = \frac{0,72 \cdot 100}{23,1} = 3,1\%$$

Чтобы установить прибавку урожая от  $N_{60}P_{60}K_{60}$  необходимо найти разность средних урожаев двух вариантов

$$d = \bar{X}_1 - \bar{X}_2 = 38,3 - 23,1 = 15,2$$

Далее вычисляем ошибку разности средних  $S_d$

$$S_d = \sqrt{S_{x1}^2 + S_{x2}^2} = \pm \sqrt{0,72^2 + 1,58^2} = \pm \sqrt{0,52 + 2,5} = \pm 1,736 = \pm 1,74 \text{ ц.}$$

Вывод: прибавка урожая от  $N_{60}P_{60}K_{60}$  составляет  $15,2 \pm 1,74$  ц.

Необходимо найти коэффициент достоверности  $t$ .

$$t_{\text{факт}} = \frac{15,2}{1,74} = 8,7$$

Уровень значимости для 0,95 согласно таблице коэффициентов

Стьюдента значение критерия достоверности равно  $\underline{2n - 2 = 6}$  равно 2,571 и для 0,99 = 4,032

Итого:

$$t_{\text{факт}} = 8,7$$

$$t_{0,5} = 2,571$$

$$t_{0,1} = 4,032$$

$$t_{\text{факт}} > t_{0,5}$$

$$t_{\text{факт}} > t_{0,1}$$

Следовательно, прибавка от  $N_{60}P_{60}K_{60}$  вполне достоверна

Результаты считаются вполне удовлетворительными, если величина относительной ошибки не превышает 3-5% и соответствует удовлетворительному уровню, при 1-2% - очень высокая точность, 2-3% - высокая точность.

### *Индивидуальные задания*

#### **Вариант 1**

Оцените достоверность прибавки урожайности в вариантах и дайте оценку величине относительной ошибки

Таблица 81

*Величина урожайности до применения и с применением системы удобрений*

Повторность	Урожайность до применения системы удобрений, ц. с 1 га.	Урожайность после применения системы удобрений, ц. с 1 га.
1	15,6	22,1
2	15,3	23,4
3	14,7	22,3
4	15,3	21,3

Таблица 82

*Величина урожайности до применения и с применением системы удобрений*

Повторность	Урожайность до применения системы удобрений, ц. с 1 га.	Урожайность после применения системы удобрений, ц. с 1 га.
1	24,6	35,9
2	25,6	35,4
3	24,1	35,3
4	23,2	34,8

## **Вариант 2**

Оцените достоверность прибавки урожайности в вариантах и дайте оценку величине относительной ошибки

Таблица 83

*Величина урожайности до применения и с применением системы удобрений*

Повторность	Урожайность до применения системы удобрений, ц. с 1 га.	Урожайность после применения системы удобрений, ц. с 1 га.
1	16,1	23,1
2	17,4	23,9
3	16,6	24,7
4	17,7	23,4

Таблица 84

*Величина урожайности до применения и с применением системы удобрений*

Повторность	Урожайность до применения системы удобрений, ц. с 1 га.	Урожайность после применения системы удобрений, ц. с 1 га.
1	17,4	31,5
2	17,5	30,8
3	17,8	32,1
4	17,9	30,4

### Вариант 3

Оцените достоверность прибавки урожайности в вариантах и дайте оценку величине относительной ошибки

Таблица 85

*Величина урожайности до применения и с применением системы удобрений*

Повторность	Урожайность до применения системы удобрений, ц. с 1 га.	Урожайность после применения системы удобрений, ц. с 1 га.
1	14,6	22,5
2	14,9	22,3
3	15,1	23,3
4	14,5	23,7

Таблица 86

*Величина урожайности до применения и с применением системы удобрений*

Повторность	Урожайность до применения системы удобрений, ц. с 1 га.	Урожайность после применения системы удобрений, ц. с 1 га.
1	17,4	28,5
2	18,4	28,3
3	18,9	29,1
4	17,9	27,3

### Вариант 4

Оцените достоверность прибавки урожайности в вариантах и дайте оценку величине относительной ошибки

Таблица 87

*Величина урожайности до применения и с применением системы удобрений*

Повторность	Урожайность до применения системы удобрений, ц. с 1 га.	Урожайность после применения системы удобрений, ц. с 1 га.
1	19,2	30,4
2	11,2	33,7
3	21,5	34,3
4	23,8	38,8

Таблица 88

*Величина урожайности до применения и с применением системы удобрений*

Повторность	Урожайность до применения системы удобрений, ц. с 1 га.	Урожайность после применения системы удобрений, ц. с 1 га.
1	22,2	32,4
2	21,2	33,7
3	21,5	34,3
4	22,8	33,4

### Вариант 5

Оцените достоверность прибавки урожайности в вариантах и дайте оценку величине относительной ошибки

Таблица 89

*Величина урожайности до применения и с применением системы удобрений*

Повторность	Урожайность до применения системы удобрений, ц. с 1 га.	Урожайность после применения системы удобрений, ц. с 1 га.
1	15,4	35,9
2	15,1	35,2
3	15,8	33,7
4	15,3	33,5

Таблица 90

*Величина урожайности до применения и с применением системы удобрений*

Повторность	Урожайность до применения системы удобрений, ц. с 1 га.	Урожайность после применения системы удобрений, ц. с 1 га.
1	18,1	22,4
2	17,9	23,1
3	17,1	24,6
4	17,4	23,9

### **Вариант 6**

Оцените достоверность прибавки урожайности в вариантах и дайте оценку величине относительной ошибки

Таблица 91

*Величина урожайности до применения и с применением системы удобрений*

Повторность	Урожайность до применения системы удобрений, ц. с 1 га.	Урожайность после применения системы удобрений, ц. с 1 га.
1	16,7	22,9
2	15,3	20,7
3	16,8	22,6
4	16,2	23,2

Таблица 92

*Величина урожайности до применения и с применением системы удобрений*

Повторность	Урожайность до применения системы удобрений, ц. с 1 га.	Урожайность после применения системы удобрений, ц. с 1 га.
1	16,7	27,5
2	17,4	26,2
3	17,1	28,1
4	17,5	27,9

### Вариант 7

Оцените достоверность прибавки урожайности в вариантах и дайте оценку величине относительной ошибки

Таблица 93

*Величина урожайности до применения и с применением системы удобрений*

Повторность	Урожайность до применения системы удобрений, ц. с 1 га.	Урожайность после применения системы удобрений, ц. с 1 га.
1	17,4	31,6
2	16,9	33,4
3	18,5	32,7
4	17,9	31,1

Таблица 94

*Величина урожайности до применения и с применением системы удобрений*

Повторность	Урожайность до применения системы удобрений, ц. с 1 га.	Урожайность после применения системы удобрений, ц. с 1 га.
1	16,2	24,9
2	17,8	22,3
3	17,3	23,8
4	17,9	23,3

### Вариант 8

Оцените достоверность прибавки урожайности в вариантах и дайте оценку величине относительной ошибки

Таблица 95

*Величина урожайности до применения и с применением системы удобрений*

Повторность	Урожайность до применения системы удобрений, ц. с 1 га.	Урожайность после применения системы удобрений, ц. с 1 га.
1	22,4	30,3
2	20,8	32,2
3	21,7	32,5
4	22,3	34,2

Таблица 96

*Величина урожайности до применения и с применением системы удобрений*

Повторность	Урожайность до применения системы удобрений, ц. с 1 га.	Урожайность после применения системы удобрений, ц. с 1 га.
1	20,2	29,4
2	19,4	28,5
3	19,9	29,3
4	18,3	28,7

### Вариант 9

Оцените достоверность прибавки урожайности в вариантах и дайте оценку величине относительной ошибки

Таблица 97

*Величина урожайности до применения и с применением системы удобрений*

Повторность	Урожайность до применения системы удобрений, ц. с 1 га.	Урожайность после применения системы удобрений, ц. с 1 га.
1	12,2	45,4
2	23,0	44,6
3	23,8	49,9
4	28,7	37,6

Таблица 98

*Величина урожайности до применения и с применением системы удобрений*

Повторность	Урожайность до применения системы удобрений, ц. с 1 га.	Урожайность после применения системы удобрений, ц. с 1 га.
1	22,2	45,4
2	23,4	44,6
3	23,8	49,9
4	24,9	47,6

### Вариант 10

Оцените достоверность прибавки урожайности в вариантах и дайте оценку величине относительной ошибки

Таблица 99

*Величина урожайности до применения и с применением системы удобрений*

Повторность	Урожайность до применения системы удобрений, ц. с 1 га.	Урожайность после применения системы удобрений, ц. с 1 га.
1	16,4	27,1
2	15,9	26,5
3	15,7	27,6
4	17,1	27,4

Таблица 100

*Величина урожайности до применения и с применением системы удобрений*

Повторность	Урожайность до применения системы удобрений, ц. с 1 га.	Урожайность после применения системы удобрений, ц. с 1 га.
1	26,6	32,3
2	24,1	33,7
3	25,7	34,5
4	24,8	33,3

### **Вариант 11**

Оцените достоверность прибавки урожайности в вариантах и дайте оценку величине относительной ошибки

Таблица 101

*Величина урожайности до применения и с применением системы удобрений*

Повторность	Урожайность до применения системы удобрений, ц. с 1 га.	Урожайность после применения системы удобрений, ц. с 1 га.
1	13,3	26,3
2	12,9	25,5
3	12,3	26,7
4	13,5	23,9

Таблица 102

*Величина урожайности до применения и с применением системы удобрений*

Повторность	Урожайность до применения системы удобрений, ц. с 1 га.	Урожайность после применения системы удобрений, ц. с 1 га.
1	17,5	25,8
2	16,2	26,4
3	17,8	27,1
4	17,4	23,9

### Вариант 12

Оцените достоверность прибавки урожайности в вариантах и дайте оценку величине относительной ошибки

Таблица 103

*Величина урожайности до применения и с применением системы удобрений*

Повторность	Урожайность до применения системы удобрений, ц. с 1 га.	Урожайность после применения системы удобрений, ц. с 1 га.
1	15,5	26,1
2	15,9	25,3
3	15,4	24,2
4	16,9	23,7

Таблица 104

*Величина урожайности до применения и с применением системы удобрений*

Повторность	Урожайность до применения системы удобрений, ц. с 1 га.	Урожайность после применения системы удобрений, ц. с 1 га.
1	14,4	22,8
2	13,8	23,1
3	14,1	22,4
4	14,3	21,8

### Вариант 13

Оцените достоверность прибавки урожайности в вариантах и дайте оценку величине относительной ошибки

Таблица 105

*Величина урожайности до применения и с применением системы удобрений*

Повторность	Урожайность до применения системы удобрений, ц. с 1 га.	Урожайность после применения системы удобрений, ц. с 1 га.
1	12,2	21,4
2	13,5	21,8
3	12,9	22,7
4	13,7	22,9

Таблица 106

*Величина урожайности до применения и с применением системы удобрений*

Повторность	Урожайность до применения системы удобрений, ц. с 1 га.	Урожайность после применения системы удобрений, ц. с 1 га.
1	14,4	22,8
2	13,8	21,1
3	14,1	20,8
4	14,3	21,9

#### **Вариант 14**

Оцените достоверность прибавки урожайности в вариантах и дайте оценку величине относительной ошибки

Таблица 107

*Величина урожайности до применения и с применением системы удобрений*

Повторность	Урожайность до применения системы удобрений, ц. с 1 га.	Урожайность после применения системы удобрений, ц. с 1 га.
1	16,7	32,6
2	17,4	34,1
3	17,7	34,2
4	16,3	32,7

Таблица 108

*Величина урожайности до применения и с применением системы удобрений*

Повторность	Урожайность до применения системы удобрений, ц. с 1 га.	Урожайность после применения системы удобрений, ц. с 1 га.
1	14,4	25,6
2	14,9	25,7
3	14,9	25,9
4	14,8	25,8

### Вариант 15

Оцените достоверность прибавки урожайности в вариантах и дайте оценку величине относительной ошибки

Таблица 109

*Величина урожайности до применения и с применением системы удобрений*

Повторность	Урожайность до применения системы удобрений, ц. с 1 га.	Урожайность после применения системы удобрений, ц. с 1 га.
1	14,6	22,1
2	14,4	21,4
3	13,9	23,6
4	13,5	21,2

Таблица 110

*Величина урожайности до применения и с применением системы удобрений*

Повторность	Урожайность до применения системы удобрений, ц. с 1 га.	Урожайность после применения системы удобрений, ц. с 1 га.
1	15,4	25,6
2	14,3	26,7
3	15,9	25,1
4	15,8	26,8

### Вариант 16

Оцените достоверность прибавки урожайности в вариантах и дайте оценку величине относительной ошибки

Таблица 111

*Величина урожайности до применения и с применением системы удобрений*

Повторность	Урожайность до применения системы удобрений, ц. с 1 га.	Урожайность после применения системы удобрений, ц. с 1 га.
1	14,6	24,8
2	15,8	26,9
3	15,1	26,5
4	16,3	28,3

Таблица 112

*Величина урожайности до применения и с применением системы удобрений*

Повторность	Урожайность до применения системы удобрений, ц. с 1 га.	Урожайность после применения системы удобрений, ц. с 1 га.
1	11,2	21,1
2	11,7	21,9
3	11,9	22,6
4	11,5	21,5

### **Вариант 17**

Оцените достоверность прибавки урожайности в вариантах и дайте оценку величине относительной ошибки

Таблица 113

*Величина урожайности до применения и с применением системы удобрений*

Повторность	Урожайность до применения системы удобрений, ц. с 1 га.	Урожайность после применения системы удобрений, ц. с 1 га.
1	12,1	26,1
2	13,3	28,3
3	13,6	25,2
4	12,9	27,4

Таблица 114

*Величина урожайности до применения и с применением системы удобрений*

Повторность	Урожайность до применения системы удобрений, ц. с 1 га.	Урожайность после применения системы удобрений, ц. с 1 га.
1	16,4	22,9
2	16,2	21,6
3	16,8	22,7
4	17,1	22,5

### **Вариант 18**

Оцените достоверность прибавки урожайности в вариантах и дайте оценку величине относительной ошибки

Таблица 115

*Величина урожайности до применения и с применением системы удобрений*

Повторность	Урожайность до применения системы удобрений, ц. с 1 га.	Урожайность после применения системы удобрений, ц. с 1 га.
1	20,7	32,0
2	20,4	35,6
3	22,3	40,0
4	21,2	30,8

Таблица 116

*Величина урожайности до применения и с применением системы удобрений*

Повторность	Урожайность до применения системы удобрений, ц. с 1 га.	Урожайность после применения системы удобрений, ц. с 1 га.
1	20,7	33,5
2	20,4	35,6
3	22,3	32,9
4	21,2	30,8

### **Вариант 19**

Оцените достоверность прибавки урожайности в вариантах и дайте оценку величине относительной ошибки

Таблица 117

*Величина урожайности до применения и с применением системы удобрений*

Повторность	Урожайность до применения системы удобрений, ц. с 1 га.	Урожайность после применения системы удобрений, ц. с 1 га.
1	18,1	24,5
2	17,5	23,8
3	17,1	23,1
4	17,6	22,2

Таблица 118

*Величина урожайности до применения и с применением системы удобрений*

Повторность	Урожайность до применения системы удобрений, ц. с 1 га.	Урожайность после применения системы удобрений, ц. с 1 га.
1	18,5	34,8
2	18,3	33,1
3	19,5	32,4
4	19,1	33,6

### **Вариант 20**

Оцените достоверность прибавки урожайности в вариантах и дайте оценку величине относительной ошибки

Таблица 119

*Величина урожайности до применения и с применением системы удобрений*

Повторность	Урожайность до применения системы удобрений, ц. с 1 га.	Урожайность после применения системы удобрений, ц. с 1 га.
1	14,1	27,3
2	15,4	26,2
3	14,5	24,8
4	15,8	28,3

*Величина урожайности до применения и с применением системы  
удобрений*

Повторность	Урожайность до применения системы удобрений, ц. с 1 га.	Урожайность после применения системы удобрений, ц. с 1 га.
1	18,4	22,1
2	17,1	24,8
3	16,2	23,5
4	17,5	24,6

**Практическая работа № 6**  
**ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ОДНОФАКТОРНОГО**  
**ПОЛЕВОГО ОПЫТА**

Когда в ходе исследования изучается влияние на результативный показатель одного фактора на различных уровнях его действия, то речь идет об однофакторном дисперсионном анализе, если же исследуют влияние нескольких факторов и их комбинаций, то говорят о многофакторном дисперсионном анализе.

Поскольку при дисперсионном анализе данные всех опытных делянок обрабатываются вместе, этот метод целесообразно применять в том случае, когда схема опыта содержит много вариантов. В подобной ситуации метод попарного сравнения данных, например, средних урожаев, становится громоздким и нерациональным, так как по каждому варианту надо вычислить все основные статистические параметры и лишь после этого сравнить результаты каждого опытного варианта с результатами контроля и между собой.

Кроме того, что метод дисперсионного анализа позволяет избежать громоздких расчетов, к его преимуществу относится и то, что возникает возможность определить степень воздействия на изменчивость рассматриваемого признака изучаемых факторов (факториальная дисперсия) в отдельности и в различных сочетаниях друг с другом, а также влияние других случайных факторов, неучтенных исследователем (остаточная дисперсия). Понятно, что если мы будем сравнивать средние в двух выборках, дисперсионный анализ в принципе даст тот же результат, что и обычный метод попарного сравнения через t-критерий.

При выполнении дисперсионного анализа предполагается, что генеральные совокупности, т. е. варианты опыта, распределены по нормальному закону, имеют какую-то одинаковую дисперсию и различные математические ожидания (средние арифметические генеральных совокупностей). Из этих вариантов делаются выборки (т. е. получают результаты опыта) на основании которых вычисляют выборочные средние арифметические и устанавливают значимо или незначимо различие между ними, т. е. проверяют, не принадлежат ли они одной и той же генеральной совокупности.

Дисперсионный анализ широко используется для планирования эксперимента и статистической обработки данных. Он позволяет проверить нулевую гипотезу между большим количеством вариантов при сочетании изучаемых приемов. Разработан английским ученым Фишером и основан на законе распределения отношения средних квадратов (дисперсий):

$$\frac{\text{Средний квадрат выборочных средних}}{\text{Средний квадрат объекта}} = \frac{S_1^2}{S_2^2} = F_{\phi}$$

Основные этапы дисперсионного анализа. Весь дисперсионный анализ можно разделить на 2 этапа:

Первый этап - сводится к определению наличия в опыте вариантов с существенными различиями. Для этого определяется значение критерия  $F_{\text{факт}}$ , которое сравнивается по специальным таблицам приложений 2 или 3 с  $F_{\text{теор}}$ . Если  $F_{\text{факт}} < F_{\text{теор}}$  - это означает, что в опыте подтверждается « нулевая» гипотеза и между вариантами отсутствуют существенные различия  $H_0 = 0$ . Дальнейшая обработка экспериментальных данных прекращается.

Если  $F_{\text{факт}} > F_{\text{теор}}$  - это означает, что между опытными вариантами есть существенные различия и нулевая гипотеза опровергается  $H_0 \neq 0$ . В таком случае необходимо приступить ко второму этапу обработки экспериментальных данных.

Второй этап - сводится к определению величины наименьшей существенной разницы. Сущность дисперсионного анализа заключается в расчленении общей суммы квадратов отклонений и общего числа степеней свободы на части - компоненты соответствующие структуре эксперимента.

Дисперсия определяется по формуле:

$$S^2 = \frac{\sum f (X - \bar{X})^2}{N - 1}$$

Поэтому проводится разложение общей дисперсии на дисперсию вариантов и повторностей.

В однофакторном полевом опыте с L-вариантами и n - повторениями общей дисперсии  $S^2_y$  будет соответствовать общая сумма квадратов отклонений  $C_y$ .

Общая сумма квадратов будет разлагаться на 3 части:

1. Варьирование повторений  $C_p - S_p$  ;
2. Варьирование вариантов  $C_v - S_v$  ;
3. Остаточное (случайное) варьирование  $C_z - S^2$ .

Общее число степеней свободы будет определяться по следующей формуле:

$$(N-1) = (n-1) + (L-1) + (n-1) \times (L-1) ,$$

где:

N- общее число наблюдений;

n - количество повторностей;

L - количество вариантов.

Суммы квадратов  $C_v$  и  $C_z$  делят на соответствующие им степени свободы и в результате получают две дисперсии:

$$S_v^2 = \frac{C_v}{L - 1} \qquad S^2 = \frac{C_v}{(n - 1)(L - 1)}$$

Далее определяют

$$F_{\text{факт}} = \frac{S_v^2}{S^2} \text{ и } F_{\text{теор}}$$

по таблице приложений для 5%- ного или 1%-ного уровней значимостей.

$F_{\text{теор}}$  находят для числа степеней свободы вариантов (числитель) числа степеней свободы ошибки  $(n-1) \cdot (L-1)$ .

Нулевая гипотеза проверяется следующим образом:

1. Если  $F_{\text{факт}} < F_{\text{теор}}$  , то  $H_0: d=0$ , значит в опыте между вариантами нет существенных различий. В этом случае дальнейшую обработку данных опыта прекращают.

2. Если  $F_{\text{факт}} > F_{\text{теор}}$  , то  $H_0: d \neq 0$ , значит в опыте находят варианты , разница между которыми существенная. В этом случае приступают к следующему этапу обработки экспериментальных данных.

Дополнительно проводят оценку существенности различий по НСР:

$$\text{НСР} = t_{05} \cdot S_d$$

Для этого по данным дисперсионного анализа вычисляют обобщенную ошибку средней:

$$S_x = \sqrt{\frac{S^2}{N}}$$

и ошибку разности средних:

$$S_d = \frac{S^2}{N}$$

Теоретическое значение  $t$  критерия находят для числа степеней свободы остаточной дисперсии  $(n-1) (L-1)$  по таблице приложений.

Суммы квадратов отклонений по данным полевого опыта с  $L$  - вариантами и  $n$ -повторениями находятся в следующей последовательности

Таблица 121

*Расположение данных опыта*

Вариант	Показатели по повторностям X				Суммы по вариантам V	Среднее по варианту
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>		
1	X <sub>11</sub>	X <sub>12</sub>	X <sub>13</sub>	X <sub>14</sub>	V <sub>1</sub>	X <sub>1</sub>
2	X <sub>21</sub>	X <sub>22</sub>	X <sub>23</sub>	X <sub>24</sub>	V <sub>2</sub>	X <sub>2</sub>
3	X <sub>31</sub>	X <sub>32</sub>	X <sub>33</sub>	X <sub>34</sub>	V <sub>3</sub>	X <sub>3</sub>
4	X <sub>41</sub>	X <sub>42</sub>	X <sub>43</sub>	X <sub>44</sub>	V <sub>4</sub>	X <sub>4</sub>
5	X <sub>51</sub>	X <sub>52</sub>	X <sub>53</sub>	X <sub>54</sub>	V <sub>5</sub>	X <sub>5</sub>
Суммы по повторностям $\sum P$	P <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>	$\sum P = \sum V = \sum X$	$\bar{X}$

Затем вычисляют:

1. Общее число наблюдений  $N=L \cdot n$
2. Корректирующий фактор (поправку)  $C = \frac{\sum X^2}{N}$
3. Общую сумму квадратов  $C_y = \sum X^2 - C$
4. Сумму квадратов для повторений  $C_p = \left(\frac{\sum P^2}{L}\right) - C$
5. Сумму квадратов для вариантов  $C_v = \left(\frac{\sum V^2}{n}\right) - C$

6. Сумму квадратов для ошибки (остатка)  $C_z = C_y - C_p - C_v$   
 Далее составляется общая таблица дисперсионного анализа

Таблица 122

*Общая таблица дисперсионного анализа*

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>факт.</sub>	F <sub>теор</sub>
Общая С	$\sum X^2 - C$	N-1	-	-	-
Повторений $C_p$	$\frac{P^2}{L} - C$	n-1	-	-	-
Вариантов $C_y$	$\frac{V^2}{n} - C$	L-1	$S_V^2$	$\frac{S_V^2}{S^2}$	Находится по таблице
Остаток ошибки $C_z$	$C_y - C_p - C_v$	(L-1)(n-1)	$S^2$		

Пример. Провести дисперсионный анализ данных опыта по изучению влияния токсикологического воздействия тяжелых металлов на урожайность озимой пшеницы

Таблица 123

*Расположение данных опыта дисперсионный анализа*

Вариант	Показатели по повторностям X				Суммы по вариантам V	Среднее по варианту
	1	2	3	4		
Контроль	41,8	40,0	43,0	41,6	166,4	41,6
Фон+ТМ	47,8	46,9	45,4	44,1	184,2	46,05
Фон+ТМ+известь	53,7	50,3	50,6	48,0	202,6	50,65
Фон+ТМ+орган.	46,7	42,0	43,0	40,7	172,4	43,1
Фон+ТМ+орг. +изв.	48,0	47,0	45,9	45,7	186,6	46,65
Суммы по повторностям $\sum P$	238,0	226,2	227,9	220,1	912,2	$\bar{X}=45,61$

В таблице подсчитывают  $\sum V$  (по вариантам) и суммы  $\sum P$  (по повторностям)  $\sum P = \sum V = \sum X$ , где  $\sum X$ - общая сумма.

Для вычисления суммы квадратов исходные цифры целесообразно преобразовать по соотношению  $X_1 = X - A$ , приняв за условное среднее значение А число 45 близкое к X.

Преобразованные цифры записывают в таблицу. Правильность расчетов проверяют по равенству  $\sum P = \sum V = \sum X = 12,2$ .

Таблица преобразованных данных

Вариант	Показатели по повторностям X				Суммы по вариантам V
	1	2	3	4	
Контроль	-3,2	-5	-2	-3,4	-13,6
Фон+ТМ	2,8	1,9	0,4	-0,9	4,2
Фон+ТМ+известь	1,7	-3	-2	-4,3	-7,6
Фон+ТМ+орган.	8,7	5,3	5,6	3	22,6
Фон+ТМ+орг. +изв.	3	2	0,9	0,7	6,6
Суммы по повторностям $\sum P$	13	1,2	2,9	-4,9	<b>12,2</b>

Вычисления сумм квадратов отклонений ведется в следующей последовательности:

Общее число наблюдений:  $N=L \cdot n$ ;

Корректирующий фактор  $C = (\sum X_i)^2 : N = (12,2^2) : 20 = 7,44$ ;

1. Общее число наблюдений  $N=L \cdot n = 5 \cdot 4 = 20$

2. Корректирующий фактор (поправку)  $C = \frac{\sum X^2}{N} = \frac{12,2^2}{20} = 7,44$

3. Общую сумму квадратов  $C_y = \sum X^2 - C$

$$C_y = [(-3,2^2) + (-5,0^2) + (-2,0^2) + (-3,4^2) + (2,8^2) + (1,9^2) + (0,4^2) + (-0,9^2) + (1,7^2) + (-3^2) + (-2^2) + (-4,3^2) + (8,7^2) + (5,3^2) + (5,6^2) + (3,0^2) + (3,0^2) + (2,0^2) + (0,9^2) + (0,7^2)] - 7,44 = 248,60$$

4. Сумму квадратов для повторений  $C_p = \left(\frac{\sum P^2}{L}\right) - C$

$$\left(\frac{13,0^2 + 1,2^2 + 2,9^2 + (-4,9^2)}{5}\right) - 7,44 = \frac{202,86}{5} - 7,93 = 33,07$$

5. Сумму квадратов для вариантов  $C_v = \left(\frac{\sum V^2}{n}\right) - C$

$$\left(\frac{(-13,6^2) + 4,2^2 + 22,6^2 + (-7,6^2) + 6,6^2}{4}\right) - 7,93 = \frac{202,1}{4} - 7,93 = 196,22$$

6. Сумму квадратов для ошибки (остатка)  $C_z = C_y - C_p - C_v = 248,6 - 33,1 - 196,2 = 19,2$

Дисперсия вариантов (средний квадрат определяется по формуле):

$$S_v^2 = \frac{C_v}{L - 1} = \frac{196,22}{4} = 49,1$$

Дисперсия ошибки определяется по формуле:

$$S^2 = \frac{C_z}{(n - 1)(L - 1)} = \frac{19,2}{12} = 1,6$$

$$F_{\text{факт}} = \frac{S_v^2}{S^2} = \frac{49,1}{1,6} = 30,6$$

$F_{\text{теор}}$  находится по таблице приложений для 4 степеней свободы дисперсии вариантов числитель и для 12 степеней свободы остатка (знаменатель).

Если  $F_{\text{факт}} > F_{\text{теор}}$  т. е.  $23,1 > 3,26$  значит, в опыте есть варианты с существенными различиями.

Для оценки существенности различий вычисляют ошибку опыта  $S_x$ , ошибку разности средних  $S_d$  и НСР на 5% или 1% уровнях значимости.

Далее составляется общая таблица дисперсионного анализа

Таблица 125

*Общая таблица дисперсионного анализа*

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	$F_{\text{факт.}}$	$F_{\text{теор}}$
Общая С	248,6	19			
Повторений $C_p$	33,1	3,0			
Вариантов $C_y$	196,2	4,0	49,1	30,6	3,26
Остаток ошибки $C_z$	19,2	12,0	1,6		

$$S_x = \sqrt{\frac{S^2}{n}} = \sqrt{\frac{1.6}{4}} = \sqrt{0,4} = 0.63$$

$$S_{x,\%} = \frac{S_x}{x} \cdot 100 = \frac{0.63}{45.6} \cdot 100 = 1,38\%$$

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1.6}{4}} = \sqrt{1,05} = 0.89$$

$$\text{НСР}_{05} = t_{05} \times S_d = 2,18 \times 0.89 = 1,95$$

$t_{05}$  - берется из таблицы приложений для 12 степеней свободы остатка.

Далее составляется итоговая таблица экспериментальных данных делается вывод.

Таблица 126

*Итоговая таблица экспериментальных данных*

Вариант	Среднее по варианту
Контроль	41,6
Фон+ТМ	46,0
Фон+ТМ+известь	50,6
Фон+ТМ+орг.	43,2
Фон+ТМ+орг. +изв.	46,6
НСР05	1,94

Таблица 127

*Итоговая таблица экспериментальных данных по оценке НСР  
вариантов опыта*

Вариант	Среднее по варианту	
Контроль	<u>41,6</u>	
Фон+ТМ	<u>46,0</u>	4,4 выше НСР
Фон+ТМ+известь	<u>50,6</u>	9 выше НСР
Фон+ТМ+орг.	<u>43,2</u>	1,6 ниже НСР
Фон+ТМ+орг. +изв.	<u>46,6</u>	5 выше НСР
НСР05	2,2	

Вывод: При внесении различных доз тяжелых металлов способствует изменению токсикологического воздействия на урожайность озимой пшеницы. Разница по сравнению с контролем в вариантах Фон+ТМ+орг. +изв. , Фон+ТМ+известь, Фон+ТМ, существенная, т. к. превышает значение НСР (2,2 ц. ). Вариант Фон+ТМ+орг не обеспечил существенного увеличения урожайности, разница по сравнению с контролем составила 1,6 г. , что ниже НСР.

*Индивидуальные задания*

**Вариант № 1**

Проведите дисперсионный анализ однофакторного полевого опыта

Таблица 128

*Данные однофакторного полевого опыта*

Вариант опыта	Повторность			
	1	2	3	4
Без удобрений	39,90	38,40	41,50	38,40
N <sub>60</sub>	34,90	31,80	39,20	36,20
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	29,30	28,70	34,30	32,60
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	35,15	35,85	40,75	38,75
N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	33,65	30,65	37,65	33,55

**Вариант № 2**

Проведите дисперсионный анализ однофакторного полевого опыта

Таблица 129

*Данные однофакторного полевого опыта*

Вариант опыта	Повторность			
	1	2	3	4
Контроль (без удобрений)	41,8	40,0	43,0	41,6
Навоз, 40 т/га + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	47,8	46,9	45,4	44,1
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	53,7	50,3	50,6	48
Карбонат кальция, 5 т/га + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	46,7	42,0	43,0	40,7
Навоз, 40 т/га + карбонат кальция, 5 т/га + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	48,0	47,0	45,9	45,7

**Вариант № 3**

Проведите дисперсионный анализ однофакторного полевого опыта

Таблица 130

*Данные однофакторного полевого опыта*

Вариант опыта	Повторность			
	1	2	3	4
Последствие навоза 80 т/га	40,9	39,2	42,25	40
Последствие навоза 40 т/га + N <sub>55</sub> P <sub>20</sub> K <sub>50</sub>	41,4	39,35	42,3	40,2
N <sub>55</sub> P <sub>20</sub> K <sub>50</sub>	41,5	39,5	42,45	40,3
N <sub>110</sub> P <sub>40</sub> K <sub>100</sub>	42,9	42,9	43,5	43,7
N <sub>165</sub> P <sub>60</sub> K <sub>150</sub>	40,8	38,83	41,78	39,6

**Вариант № 4**

Проведите дисперсионный анализ однофакторного полевого опыта

Таблица 131

*Данные однофакторного полевого опыта*

Вариант опыта	Повторность			
	1	2	3	4
Контроль (без удобрений)	40,4	38,8	40,5	39,2
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>30</sub>	38,1	36,7	40,8	38,2
N <sub>60</sub> P <sub>34</sub> K <sub>34</sub>	35,4	36,0	38,4	36,5
N <sub>68</sub> P <sub>44</sub> K <sub>24</sub>	38,0	38,7	41,3	39,2
N <sub>105</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	37,2	36,8	39,7	38,5

**Вариант № 5**

Проведите дисперсионный анализ однофакторного полевого опыта

Таблица 132

*Данные однофакторного полевого опыта*

Вариант опыта	Повторность			
	1	2	3	4
Без удобрений	40	43	42	44
Навоз 40 т/га+N <sub>20</sub> O <sub>P</sub> <sub>100</sub> K <sub>240</sub>	38	39	37	37
Навоз 30 т/га + N <sub>50</sub> P <sub>26</sub> K <sub>60</sub>	33	35	34	36
Навоз 20 т/га + N <sub>100</sub> P <sub>52</sub> K <sub>120</sub>	25	30	35	30
Навоз 10 т/га + N <sub>150</sub> P <sub>75</sub> K <sub>180</sub>	41	42	40	39

**Вариант № 6**

Проведите дисперсионный анализ однофакторного полевого опыта

Таблица 133

*Данные однофакторного полевого опыта*

Вариант опыта	Повторность			
	1	2	3	4
Фон 1 – навоз 50 т/га	44,0	40,0	39,0	41,0
Фон 1 + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	37,0	29,0	28,0	38,0
Фон 1 + N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>120</sub>	36,0	28,0	26,0	31,0
Фон 1 + N <sub>100</sub> P <sub>100</sub> K <sub>120</sub>	29,0	27,0	29,0	28,0
Фон 1 + N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	39,0	38,0	39,0	40,0

**Вариант № 7**

Проведите дисперсионный анализ однофакторного полевого опыта

Таблица 134

*Данные однофакторного полевого опыта*

Вариант опыта	Повторность			
	1	2	3	4
Без удобрений	41,5	41,3	40,1	39,6
N <sub>43,3</sub> P <sub>43,3</sub> K <sub>43,3</sub> +п. р.	40,3	39,5	38,1	37,3
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	35,6	38,9	38,3	34,4
N <sub>43,3</sub> P <sub>43,3</sub> K <sub>43,3</sub> +8,3 т. навоза	42,5	43,1	42,7	43,5
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> +8,3 т. навоза	39,9	42,4	41,5	39,8

**Вариант № 8**

Проведите дисперсионный анализ однофакторного полевого опыта

Таблица 135

*Данные однофакторного полевого опыта*

Вариант опыта	Повторность			
	1	2	3	4
Без удобрений	41,4	40,4	38,7	39,6
P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	38,1	39,4	38,3	37,3
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	35,7	36,8	38,9	34,4
N <sub>60</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	43,5	40,8	38,6	41,8
N <sub>90</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	40,6	40,7	38,5	39,8

**Вариант № 9**

Проведите дисперсионный анализ однофакторного полевого опыта

Таблица 136

*Данные однофакторного полевого опыта*

Вариант опыта	Повторность			
	1	2	3	4
Без удобрений	19,9	21,6	20,3	20,5
Фон + КМ по 0,1 Нг	20,6	21,6	20,3	20,9
Фон + КМ по 0,2 Нг	21,2	22,9	21,6	21,8
Фон + КМ по 0,3 Нг	20,5	22,2	22,9	21,1
Фон + КМ по 1,8 Нг	20,6	22,3	21	21,2

**Вариант № 10**

Проведите дисперсионный анализ однофакторного полевого опыта

Таблица 137

*Данные однофакторного полевого опыта*

Вариант опыта	Повторность			
	1	2	3	4
Горчица белая контроль (без удобрений)	19,5	20,1	19,9	21,1
Горчица белая фон (P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> )	20,7	22,4	21,1	21,3
Горчица белая фон + N <sub>60</sub>	20,1	21,3	21,1	21,3
Горчица белая фон + N <sub>120</sub>	20,6	22,3	21	21,2
Горчица белая фон + N <sub>180</sub>	21,7	22,4	21,1	21,3

### Вариант № 11

Проведите дисперсионный анализ однофакторного полевого опыта

Таблица 138

*Данные однофакторного полевого опыта*

Вариант опыта	Повторность			
	1	2	3	4
Без удобрений	19,8	19,3	20,1	19,9
P <sub>50</sub> K <sub>60</sub>	19,7	22,4	19,4	21,3
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub>	20,7	22,4	21,1	21,3
N <sub>50</sub> K <sub>60</sub>	20,7	21,9	22,3	21,3
Навоз 10 т/га	20,6	22,3	22,6	21,2

### Вариант № 12

Проведите дисперсионный анализ однофакторного полевого опыта

Таблица 139

*Данные однофакторного полевого опыта*

Вариант опыта	Повторность			
	1	2	3	4
Без удобрений (контроль)	25,9	22,1	23,7	23,7
N <sub>43</sub> P <sub>50</sub> K <sub>121</sub>	27,2	28,6	25,7	26,6
навоз 20 т/га + N <sub>43</sub> P <sub>30</sub> K <sub>93</sub>	29,3	28,3	29,9	27,5
навоз 25 т/га + N <sub>82</sub> P <sub>65</sub> K <sub>128</sub>	28,9	29,6	29,5	28,9
навоз 30 т/га + N <sub>133</sub> P <sub>100</sub> K <sub>164</sub>	30,6	30,9	31,5	32,3

### Вариант № 13

Проведите дисперсионный анализ однофакторного полевого опыта

Таблица 140

*Данные однофакторного полевого опыта*

Вариант опыта	Повторность			
	1	2	3	4
Вспашка 25 см (контроль)	29,3	27,5	27,1	28,6
Вспашка + Агат-25	29,4	35,6	27,2	33,6
Дискование+Агат-25	28,7	34,9	30,5	27,5
Вспашка+Экстрасол-55	29,9	32,1	31,5	33,0
Дискование+Экстрасол-55	32,7	35,1	30,4	33,1

### Вариант № 14

Проведите дисперсионный анализ однофакторного полевого опыта

Таблица 141

*Данные однофакторного полевого опыта*

Вариант опыта	Повторность			
	1	2	3	4
контроль (фон N <sub>100</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub> );	33,9	33,1	30,9	30,5
фон + «БИОУД-1»;	34,1	34,4	32,2	33,9
фон + «БИОУД-1», фракция 2 (разведение 1: 100);	35,6	36,4	35,1	33,7
фон + «БИОУД-1», фракция 2 (разведение 1: 200);	33,1	33,7	31,5	34,8
фон+ ГУМАТ.	39,6	36,8	34,6	37,9

### Вариант № 15

Проведите дисперсионный анализ однофакторного полевого опыта

Таблица 142

*Данные однофакторного полевого опыта*

Вариант опыта	Повторность			
	1	2	3	4
Без удобрений	39,8	39,6	40,4	41,3
P <sub>60</sub> K <sub>30</sub>	40,3	37,3	39,4	39,5
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>30</sub>	35,6	34,4	36,8	36,8
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>30</sub>	42,5	41,8	40,8	43,1
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>30</sub>	38,9	39,8	40,6	42,4

### Вариант № 16

Проведите дисперсионный анализ однофакторного полевого опыта

Таблица 143

*Данные однофакторного полевого опыта*

Вариант опыта	Повторность			
	1	2	3	4
Контроль	22,3	21,9	22,4	21,7
N <sub>10</sub>	27,0	26,6	24,3	23,8
N <sub>30</sub>	27,4	26,2	25,4	23,5
N <sub>60</sub>	26,6	25,9	26,9	25,1
N <sub>90</sub>	28,3	27,4	29,9	27,5

**Вариант № 17**

Проведите дисперсионный анализ однофакторного полевого опыта

Таблица 144

*Данные однофакторного полевого опыта*

Вариант опыта	Повторность			
	1	2	3	4
Фон	13,1	12,9	14,1	12,5
Нефть 20 л / м <sup>2</sup>	14,4	14,2	15,4	13,8
Нефть 20 л / м <sup>2</sup> + биогумус	19,3	19,1	20,3	18,7
Нефть 20 л / м <sup>2</sup> + вермикомпост	12,5	13,5	14,7	13,1
Нефть 20 л / м <sup>2</sup> + дрожжевые культуры	14,6	15,1	15,8	16,2

**Вариант № 18**

Проведите дисперсионный анализ однофакторного полевого опыта

Таблица 145

*Данные однофакторного полевого опыта*

Вариант опыта	Повторность			
	1	2	3	4
Без удобрений	25,7	21,8	23,6	22,4
Фон + N <sub>100</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	27,0	30,9	24,9	23,7
N <sub>260</sub> P <sub>130</sub> K <sub>500</sub>	31,9	28,0	29,8	28,6
N <sub>260</sub> P <sub>130</sub> K <sub>500</sub> +Нутривант	26,3	26,4	24,2	23,0
N <sub>260</sub> P <sub>130</sub> K <sub>500</sub> +навоз	29,4	25,5	27,3	26,1

**Вариант № 19**

Проведите дисперсионный анализ однофакторного полевого опыта

Таблица 146

*Данные однофакторного полевого опыта*

Вариант опыта	Повторность			
	1	2	3	4
Без удобрений (контроль)	40,1	40,05	40,28	39,4
Навоз 25 т/га	39,2	38,08	39,43	37,7
Навоз 50 т/га	35,5	36,4	38,34	35,4
Навоз 75 т/га	40,3	40,91	42,01	40,5
Навоз 100 т/га	38,6	39,59	40,61	39,1

## Вариант № 20

Проведите дисперсионный анализ однофакторного полевого опыта

Таблица 147

*Данные однофакторного полевого опыта*

Вариант опыта	Повторность			
	1	2	3	4
Без удобрений	17,1	16,9	16,4	16,8
Фон+N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	19,4	18,0	19,3	19,9
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> +навоз 8 т.	20,4	19,0	20,3	20,9
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> +навоз 8 т.	19,9	18,5	19,8	20,4
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> +навоз 8 т.	20,1	18,8	20,0	20,6

### Практическая работа № 7

#### ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ МНОГОФАКТОРНОГО ОПЫТА

Метод дисперсионного анализа для обработки опытных данных однофакторного полевого опыта, - это когда изучается влияние на результативный показатель только одного фактора на нескольких уровнях действия.

В более сложных случаях при изучении двух и более факторов ставится задача оценить не только действие каждого фактора в отдельности, но и результат их взаимодействия (особый вид эффекта) который измеряется разностью между величиной эффекта от совместного влияния факторов и суммой эффектов от них при раздельном действии.

При этом различают следующие варианты взаимодействия:

Суммарное (аддитивность) - если факторы между собой не взаимодействуют, т. е. действуют на результативный фактор независимо друг от друга. В этом случае эффект их совместного применения равняется сумме эффектов каждого из них в отдельности; положительное (синергизм) - совместное действие факторов усиливает слагаемый эффект. Эффект их совместного воздействия больше суммы эффектов каждого из них в отдельности; отрицательное (антагонизм) - эффект от совместного воздействия факторов меньше суммы эффектов их действия каждого в отдельности.

Другими словами многофакторный опыт дает нам ценную информацию о взаимодействии различных факторов которую не

получишь постановкой ряда однофакторных опытов. Поэтому его статистический анализ должен количественно установить не только достоверность влияния на результативный признак каждого фактора, но и их сочетаний, т. е. разложить сумму квадратов для вариантов на соответствующие источники варьирования.

Пример расчета:

Пусть в двухфакторном полевом опыте изучалось действие двух градаций фактора А (обработка почвы) и трех градаций фактора В (систем применения удобрений).

Таблица 148

*Данные двухфакторного полевого опыта*

Фактор А обработка почвы	Фактор В Система удобрения	Урожай по повторностям, в ц с 1 га				ΣV	среднее , X <sub>v</sub>
		1	2	3	4		
Вспашка на 10-15 см	Без удобрения	26,4	26,6	26,3	26,2	105,5	26,7
	N90P90K90	27	27,1	26,8	25,8	106,7	26,8
	N90P90K90+навоз	25,5	25,4	25,3	25,6	101,8	25,5
Вспашка на 20-25 см	Без удобрения	26,5	26,8	26,8	28	108,1	27,2
	N90P90K90	27,2	28,2	27	28,2	110,6	27,5
	N90P90K90+навоз	27,7	28,4	26,5	27,8	110,4	27
Σ P		160,3	162,5	158,7	161,6	643,1	26,8

Вначале провести обработку:

♦ общее число наблюдений

$$N = 1_A \cdot 1_B \cdot n = 24$$

♦ суммарный урожай

$$\sum X_i = 643,1$$

♦ корректирующий фактор

$$C'' = \frac{(\sum X_i)^2}{N} = \frac{(643,1)^2}{24} = 17232,4$$

общее варьирование

$$C = \sum X_i^2 - C'' = (26,4^2 + 26,6^2 + 26,3^2 + 26,2^2 + 27^2 + 27,1^2 + 26,8^2 + 25,8^2 + 25,5^2 + 25,4^2 + 25,3^2 + 25,6^2 + 26,5^2 + 26,8^2 + 26,8^2 + 28^2 + 27,2^2 + 28,2^2 + 27^2 + 28,2^2 + 27,7^2 + 28,4^2 + 26,5^2 + 27,8^2) - 17232,4 = 19,39$$

варьирование повторений

$$C_p = \frac{\sum (\sum P)^2}{1} - C'' = \frac{(160,3^2 + 162,5^2 + 158,7^2 + 161,6^2)}{6} - 17232,4 = 1,36$$

варьирование вариантов

$$C_v = \frac{\sum(\sum V)^2}{n} - C''$$

$$= \frac{(105.5^2 + 106.7^2 + 108.1^2 + 110.6^2 + 110.4^2)}{4} - 17232.4 = 13.73$$

остаточное варьирование

$$C_z = C - (C_p + C_v) = 19.39 - (1.36 + 13.73) = 4.30$$

После этих расчетов необходимо составить таблицу дисперсионного анализа, и определить значения критерия F и дать общую оценку существенности различий между вариантами.

Таблица 149

*Результаты дисперсионного анализа*

Вид рассеяния	Сумма квадратов отклонений	Число степеней свободы	Средний квадрат (дисперсия)	F <sub>факт</sub>	F <sub>05</sub>
Общее	19,39	23,00			
Повторений	1,36	3,00			
Вариантов	13,73	5,00	2,7	9,58	2,90
Остаточное	4,30	15,00	0,2		

Таким образом, в результате проверки нулевой гипотезы влияние изучаемых факторов на результативный показатель оказалось существенным, так как  $F_{\text{факт}} > F_{05}$ .

При однофакторном опыте, мы перешли бы к сравнению вариантов между собой и оценке существенности различий между ними. В нашем же случае надо межгрупповую дисперсию, измеряющую вариацию результативного признака под влиянием двух факторов разложить на частные межгрупповые дисперсии, которые характеризуют варьирование результативного признака под влиянием каждого фактора и их взаимодействия в отдельности, а затем определить значимость их воздействия. Для удобства составляем таблицу.

Таблица 150

*Расчет действия и взаимодействия изучаемых факторов*

Фактор А обработка почвы	Фактор В Система удобрения			Σ А
	Без удобрения	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> +навоз	
Вспашка на 10-15 см	105,5	106,7	101,8	314
Вспашка на 20-25 см	108,1	110,6	110,4	329,1
Σ В	213,6	217,3	212,2	643,1

Далее разложим варьирование (суммы квадратов) обусловленное вариантами на составляющие его компоненты:

- сумма квадратов отклонений обусловленных воздействием фактора А (так называемый главный эффект от обработки почвы)

$$C_A = \frac{\sum \bar{X}_A^2}{l_B \cdot n} - C'' = \frac{(314,0^2 + 329,1^2)}{3 \cdot 4} - 17232,4 = 9,50$$

При условии что  $(l_A - 1) = (2 - 1) = 1$  степень свободы

- сумма квадратов отклонений обусловленных воздействием фактора В (главный эффект от системы применения удобрений)

$$C_B = \frac{\sum \bar{X}_B^2}{l_A \cdot n} - C'' = \frac{(213,6^2 + 217,3^2 + 212,2^2)}{2 \cdot 4} - 17232,4 = 1,74$$

- При условии что  $(l_B - 1) = (3 - 1) = 2$  степень свободы

- сумма квадратов отклонений обусловленная взаимодействием изучаемых факторов А и В

$$C_{AB} = C_V - (C_A + C_B) = 13,73 - (9,50 + 1,74) = 2,49$$

при  $(l_A - 1) \cdot (l_B - 1) = (2 - 1) \cdot (3 - 1) = 2$  степени свободы

Далее разложив сумму квадратов для вариантов на составные части необходимо выразить их в процентах:

Таблица 151

*Процентное соотношение данных составных частей дисперсионного анализа*

Влияние повторений	1,36	7,01 %
Влияние фактора А	9,50	48,99 %
Влияние фактора В	1,74	8,97 %
Влияние взаимодействия АВ	2,49	12,84 %
Влияние случайных факторов	4,30	22,18 %
Влияние всех факторов	19,39	100 %

Таким образом, разложение межгрупповой дисперсии на составляющие позволит определить доли влияния на результативный показатель каждого из факторов и их взаимодействия в отдельности.

Для определения значимости влияния изучаемых факторов и их взаимодействия произведем проверку нулевой гипотезы о равенстве несмещенных факторных и остаточной дисперсий комплекса с использованием критерия Фишера.

Сводная дисперсионного анализа

- сумма квадратов отклонений обусловленных воздействием фактора А (так называемый главный эффект от обработки почвы)

$$C_A = \frac{\sum \bar{X}_A^2}{l_B \cdot n} - C'' = \frac{(314.0^2 + 329.1^2)}{3 \cdot 4} - 17232.4 = 9,50$$

При условии что  $(l_A - 1) = (2 - 1) = 1$  степень свободы

- сумма квадратов отклонений обусловленных воздействием фактора В (главный эффект от системы применения удобрений)

$$C_B = \frac{\sum \bar{X}_B^2}{l_A \cdot n} - C'' = \frac{(213,6^2 + 217,3^2 + 212,2^2)}{2 \cdot 4} - 17232.4 = 1.74$$

- При условии что  $(l_B - 1) = (3 - 1) = 2$  степень свободы

- сумма квадратов отклонений, обусловленная взаимодействием изучаемых факторов А и В

$$C_{AB} = C_V - (C_A + C_B) = 13.73 - (9.50 + 1.74) = 2.49$$

при  $(l_A - 1) \cdot (l_B - 1) = (2 - 1) \cdot (3 - 1) = 2$  степени свободы

Таблица 152

*Сводная таблица дисперсионного анализа*

Вид рассеяния	Сумма квадратов	Число степеней	Средний квадрат	F факт	F <sub>05</sub>
Общее, в том числе:	19,39	23,00			
Повторений	1,36	3,00			
Фактора А	9,50	1,00	9,50	33,14	4,50
Фактора В	1,73	2,00	0,87	3,02	3,70
Взаимодействия АВ	2,49	2,00	1,25	4,34	3,70
Остаточное	4,30	15,00	0,29		

Из данных таблицы следует что нулевая гипотеза о равенстве факторной и остаточной дисперсий, находит свое подтверждение только в отношении фактора В (система удобрений). Влияние на результативный показатель (урожайности) изучаемого фактора А (вспашка), а также влияние совместного воздействия факторов А и В значимо.

Для оценки значимости различий между средними арифметическими различных уровней, а, следовательно, и между средними генеральных совокупностей, выборками из которых являются данные нашего опыта определим с использованием критерия Стьюдента границы максимального варьирования средних под действием случайных факторов, а затем попарно сравним межгрупповые средние между собой:

1. для частных (групповых) средних

$$S_{\bar{X}} = \sqrt{\frac{S_z^2}{n}} = \sqrt{\frac{0.29 \cdot 0.29}{4}} = 0.14 \text{ ц/га}$$

$$S_d = \sqrt{2 \cdot S_{\bar{X}}^2} = 1.41 \cdot S_{\bar{X}} = 1.41 \cdot 0.14 \text{ ц/га} = 0.20 \text{ ц/га}$$

$$HCP_{0,5} = t_{05} \cdot S_d = 2.1 \cdot 0.20 \text{ ц/га} = 0,42 \text{ ц/га}$$

2. между средними по фактору А

$$2. S_{\bar{X}} = \sqrt{\frac{S_z^2}{n \cdot l_B}} = \sqrt{\frac{0.29 \cdot 0.29}{4 \cdot 3}} = 0.08 \text{ ц/га}$$

$$S_d = \sqrt{2 \cdot S_{\bar{X}}^2} = 1.41 \cdot S_{\bar{X}} = 1.41 \cdot 0.08 \text{ ц/га} = 0.11 \text{ ц/га}$$

$$HCP_{0,5} = t_{05} \cdot S_d = 2.1 \cdot 0.11 \text{ ц/га} = 0,23 \text{ ц/га}$$

3. между средними по фактору В и взаимодействию АВ

$$2. S_{\bar{X}} = \sqrt{\frac{S_z^2}{n \cdot l_A}} = \sqrt{\frac{0.29 \cdot 0.29}{4 \cdot 2}} = 0.10 \text{ ц/га}$$

$$S_d = \sqrt{2 \cdot S_{\bar{X}}^2} = 1.41 \cdot S_{\bar{X}} = 1.41 \cdot 0.10 \text{ ц/га} = 0.14 \text{ ц/га}$$

$$HCP_{0,5} = t_{05} \cdot S_d = 2.1 \cdot 0.14 \text{ ц/га} = 0,29 \text{ ц/га}$$

Результаты опыта для наглядности сводим в таблицу

Таблица 153

*Сводная таблица дисперсионного анализа*

Фактор А обработка почвы	Фактор В Система удобрения			Средние по фактору А НСР <sub>05</sub> =0,23
	Без удобрения	N90P90K90	N90P90K90+навоз	
Вспашка на 10-15 см	26,4	26,7	25,5	26,2
Вспашка на 20-25 см	27,0	27,7	27,6	27,4
Средние по фактору В	26,7	27,2	26,5	-
НСР <sub>05</sub> =0,29 для сравнения частных средних				

Таким образом, в нашем примере разность между групповыми средними превышает границу их варьирования под воздействием случайных факторов, и мы можем сделать вывод о том, что уровни действия и взаимодействия факторов различаются значимо.

*Индивидуальные задания***Вариант № 1**

Проведите дисперсионный анализ двухфакторного полевого опыта по изучению двух градаций фактора А (число вариантов  $l_A = 2$ ) и трех градаций фактора В (число вариантов  $l_B = 3$ ), проведенного в четырех повторностях ( $n=4$ )

Таблица 154

*Результаты двухфакторного дисперсионного анализа*

Фактор А	Фактор В	Повторность			
		1	2	3	4
Вспашка5-10	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	13,2	12,2	13,5	13,1
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	15,4	15,1	14,9	15,3
	N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	16,4	15,6	16,9	16,5
Вспашка15-20	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	16,1	15,3	16,6	16,2
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	14,7	13,9	15,2	14,8
	N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	15,1	14,3	15,6	15,2

### Вариант № 2

Проведите дисперсионный анализ двухфакторного полевого опыта по изучению двух градаций фактора А (число вариантов  $l_A = 2$ ) и трех градаций фактора В (число вариантов  $l_B = 3$ ), проведенного в четырех повторностях ( $n=4$ )

Таблица 155

#### *Результаты двухфакторного дисперсионного анализа*

Фактор А	Фактор В	Повторность			
		1	2	3	4
Вспашка 10-15	Контроль (без удобрений)	16	15,2	16,5	16,1
	Навоз,40 т/га + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	12,4	11,6	12,9	12,5
	Карбонат кальция, 5 т/га + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	14,1	15,3	14,6	14,2
Вспашка 20-25	Контроль (без удобрений)	14,2	13,4	14,7	14,3
	Навоз,40 т/га + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	13,1	12,3	13,6	13,2
	Карбонат кальция, 5 т/га + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	16,1	15,3	16,6	16,2

### Вариант № 3

Проведите дисперсионный анализ двухфакторного полевого опыта по изучению двух градаций фактора А (число вариантов  $l_A = 2$ ) и трех градаций фактора В (число вариантов  $l_B = 3$ ), проведенного в четырех повторностях ( $n=4$ )

Таблица 156

#### *Результаты двухфакторного дисперсионного анализа*

Фактор А	Фактор В	Повторность			
		1	2	3	4
Орошение	N <sub>55</sub> P <sub>20</sub> K <sub>50</sub>	14,1	14,3	14,6	14,2
	N <sub>110</sub> P <sub>40</sub> K <sub>100</sub>	13	12,2	13,5	13,1
	N <sub>165</sub> P <sub>60</sub> K <sub>150</sub>	16,4	15,6	16,9	16,5
Интенсивное орошение	N <sub>55</sub> P <sub>20</sub> K <sub>50</sub>	16,1	15,3	16,6	16,2
	N <sub>110</sub> P <sub>40</sub> K <sub>100</sub>	16,7	16,9	16,2	16,9
	N <sub>165</sub> P <sub>60</sub> K <sub>150</sub>	16,4	15,6	16,9	16,5

### Вариант № 4

Проведите дисперсионный анализ двухфакторного полевого опыта по изучению двух градаций фактора А (число вариантов  $l_A = 2$ ) и трех градаций фактора В (число вариантов  $l_B = 3$ ), проведенного в четырех повторностях ( $n=4$ ).

Таблица 157

*Результаты двухфакторного дисперсионного анализа*

Фактор А	Фактор В	Повторность			
		1	2	3	4
Орошение	Контроль (без удобрений)	21,9	20,1	19,4	22,7
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>30</sub>	23,2	21,4	20,7	24
	N <sub>60</sub> P <sub>34</sub> K <sub>34</sub>	24,6	24,6	24,1	23,6
Интенсивное орошение	Контроль (без удобрений)	22,6	20,8	20,1	23,4
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>30</sub>	25,9	25,1	26	26,7
	N <sub>60</sub> P <sub>34</sub> K <sub>34</sub>	27,8	26,8	27,1	27,6

**Вариант № 5**

Проведите дисперсионный анализ двухфакторного полевого опыта по изучению двух градаций фактора А (число вариантов  $l_A = 2$ ) и трех градаций фактора В (число вариантов  $l_B = 3$ ), проведенного в четырех повторностях ( $n=4$ ).

Таблица 158

*Результаты двухфакторного дисперсионного анализа*

Фактор А	Фактор В	Повторность			
		1	2	3	4
Вспашка 8-16	Без удобрений	15,1	15,3	16,6	15,1
	Навоз 40 т/га+N <sub>20</sub> OР <sub>100</sub> K <sub>240</sub>	13	12,2	13,5	13,1
	Навоз 30 т/га + N <sub>50</sub> P <sub>26</sub> K <sub>60</sub>	16,4	15,6	16,9	16,5
Вспашка 20-28	Без удобрений	16,1	15,3	16,6	16,2
	Навоз 40 т/га+N <sub>20</sub> OР <sub>100</sub> K <sub>240</sub>	14,7	13,9	15,2	14,8
	Навоз 30 т/га + N <sub>50</sub> P <sub>26</sub> K <sub>60</sub>	16,2	15,4	16,7	16,3

**Вариант № 6**

Проведите дисперсионный анализ двухфакторного полевого опыта по изучению двух градаций фактора А (число вариантов  $l_A = 2$ ) и трех градаций фактора В (число вариантов  $l_B = 3$ ), проведенного в четырех повторностях ( $n=4$ ).

Таблица 159

*Результаты двухфакторного дисперсионного анализа*

Фактор А	Фактор В	Повторность			
		1	2	3	4
Оборачивание пласта 16 см	Контроль	25,7	24,1	22,9	22,7
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	25,7	25,4	24,2	24

	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>120</sub>	22,4	21,8	22,6	22,4
Оборачивание пласта 25 см	Контроль	26,4	24,8	23,6	23,4
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	29,7	28,1	26,9	26,7
	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>120</sub>	29,4	27,8	26,6	26,4

### Вариант № 7

Проведите дисперсионный анализ двухфакторного полевого опыта по изучению двух градаций фактора А (число вариантов  $I_A = 2$ ) и трех градаций фактора В (число вариантов  $I_B = 3$ ), проведенного в четырех повторностях ( $n=4$ )

Таблица 160

*Результаты двухфакторного дисперсионного анализа*

Фактор А	Фактор В	Повторность			
		1	2	3	4
Оборачивание пласта 5 см	Без удобрений	25	30	35	30
	N <sub>43,3</sub> P <sub>43,3</sub> K <sub>43,3</sub> +п.р.	33	35	31	33
	N <sub>43,3</sub> P <sub>43,3</sub> K <sub>43,3</sub> +8,3 т. навоза	35	35	37	36
Оборачивание пласта 20 см	Без удобрений	40	43	72	44
	N <sub>43,3</sub> P <sub>43,3</sub> K <sub>43,3</sub> +п.р.	41	42	40	39
	N <sub>43,3</sub> P <sub>43,3</sub> K <sub>43,3</sub> +8,3 т. навоза	39	34	42	39

### Вариант № 8

Проведите дисперсионный анализ двухфакторного полевого опыта по изучению двух градаций фактора А (число вариантов  $I_A = 2$ ) и трех градаций фактора В (число вариантов  $I_B = 3$ ), проведенного в четырех повторностях ( $n=4$ )

Таблица 161

*Результаты двухфакторного дисперсионного анализа*

Фактор А	Фактор В	Повторность			
		1	2	3	4
Вспашка 20-25	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	23,9	25,6	24,3	24,5
	N <sub>60</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	18,3	20	18,7	18,9
	N <sub>90</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	21,4	23,1	21,8	22
Вспашка 30-40	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	21,1	22,8	21,5	21,7
	N <sub>60</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	19,9	21,6	20,3	20,5
	N <sub>90</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	25,4	25,4	24,2	24,2

### Вариант № 9

Проведите дисперсионный анализ двухфакторного полевого опыта по изучению двух градаций фактора А (число вариантов  $l_A = 2$ ) и трех градаций фактора В (число вариантов  $l_B = 3$ ), проведенного в четырех повторностях ( $n=4$ )

Таблица 162

#### *Результаты двухфакторного дисперсионного анализа*

Фактор А	Фактор В	Повторность			
		1	2	3	4
Дискование	Фон + КМ по 0,1 Нг	19,9	21,6	20,3	20,5
	Фон + КМ по 0,2 Нг	19,2	20,9	20,6	21,4
	Фон + КМ по 0,3 Нг	20,5	22,2	20,9	21,1
Боронование	Фон + КМ по 0,1 Нг	20,6	22,3	21	21,2
	Фон + КМ по 0,2 Нг	22,9	23,6	23,4	21,5
	Фон + КМ по 0,3 Нг	23,8	23,4	24,9	23,9

### Вариант № 10

Проведите дисперсионный анализ двухфакторного полевого опыта по изучению двух градаций фактора А (число вариантов  $l_A = 2$ ) и трех градаций фактора В (число вариантов  $l_B = 3$ ), проведенного в четырех повторностях ( $n=4$ ).

Таблица 163

#### *Результаты двухфакторного дисперсионного анализа*

Фактор А	Фактор В	Повторность			
		1	2	3	4
Орошение	Горчица белая фон + N <sub>60</sub>	20,7	21,9	21,1	21,3
	Горчица белая фон + N <sub>120</sub>	20,6	22,3	21	21,2
	Горчица белая фон + N <sub>180</sub>	20,7	22,4	21,1	21,3
Интенсивное орошение	Горчица белая фон + N <sub>60</sub>	20,9	22,6	21,3	21,5
	Горчица белая фон + N <sub>120</sub>	28,7	27,9	30,4	21,2
	Горчица белая фон + N <sub>180</sub>	30,8	32,9	31,5	32,9

### Вариант № 11

Проведите дисперсионный анализ двухфакторного полевого опыта по изучению двух градаций фактора А (число вариантов  $l_A = 2$ ) и трех градаций фактора В (число вариантов  $l_B = 3$ ), проведенного в четырех повторностях ( $n=4$ )

Таблица 164

*Результаты двухфакторного дисперсионного анализа*

Фактор А	Фактор В	Повторность			
		1	2	3	4
Вспашка 10-15	Без удобрений	39,6	40,4	41,4	41,3
	P <sub>50</sub> K <sub>60</sub>	37,3	39,4	38,1	39,5
	N <sub>50</sub> P <sub>50</sub>	34,4	36,8	35,8	36,8
Вспашка 20-25	Без удобрений	41,85	40,8	43,5	43,1
	P <sub>50</sub> K <sub>60</sub>	39,8	40,5	41,6	42,4
	N <sub>50</sub> P <sub>50</sub>	42,5	43,9	40,9	44,9

**Вариант № 12**

Проведите дисперсионный анализ двухфакторного полевого опыта по изучению двух градаций фактора А (число вариантов  $l_A = 2$ ) и трех градаций фактора В (число вариантов  $l_B = 3$ ), проведенного в четырех повторностях ( $n=4$ ).

Таблица 165

*Результаты двухфакторного дисперсионного анализа*

Фактор А	Фактор В	Повторность			
		1	2	3	4
Вспашка 4-8	Без удобрений (контроль)	24,9	23,1	23,7	22,5
	N <sub>43</sub> P <sub>50</sub> K <sub>121</sub>	25,2	26,4	25,1	24,6
	навоз 20 т/га + N <sub>43</sub> P <sub>30</sub> K <sub>93</sub>	26,1	25,3	25,6	25,3
Вспашка 10-15	Без удобрений (контроль)	26,6	27,3	26,4	26,9
	N <sub>43</sub> P <sub>50</sub> K <sub>121</sub>	27,5	28,7	27,5	26,7
	навоз 20 т/га + N <sub>43</sub> P <sub>30</sub> K <sub>93</sub>	30,3	28,9	29,4	31,5

**Вариант № 13**

Проведите дисперсионный анализ двухфакторного полевого опыта по изучению двух градаций фактора А (число вариантов  $l_A = 2$ ) и трех градаций фактора В (число вариантов  $l_B = 3$ ), проведенного в четырех повторностях ( $n=4$ ).

Таблица 166

*Результаты двухфакторного дисперсионного анализа*

Фактор А	Фактор В	Повторность			
		1	2	3	4
Дискование	Контроль	22,3	23,8	25,1	21,5
	Вспашка + Агат-25	25,6	27,3	27,2	29,6

	Дискование+Агат-25	29,4	29,1	30,5	28,3
Боронование	Контроль	30,7	34,9	32,4	32,9
	Вспашка + Агат-25	32,1	35,3	33,7	33,3
	Дискование+Агат-25	38,9	40,2	37,1	39,5

### Вариант № 14

Проведите дисперсионный анализ двухфакторного полевого опыта по изучению двух градаций фактора А (число вариантов  $l_A = 2$ ) и трех градаций фактора В (число вариантов  $l_B = 3$ ), проведенного в четырех повторностях ( $n=4$ ).

Таблица 167

#### *Результаты двухфакторного дисперсионного анализа*

Фактор А	Фактор В	Повторность			
		1	2	3	4
Оборачивание пласта 16 см	контроль (фон N <sub>100</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub> );	35,9	33,1	30,9	34,2
	фон + «БИОУД-1»;	37,2	34,4	32,2	35,5
	фон + «БИОУД-1», фракция 2 (разведение 1: 100);	36,1	35,3	35,1	34,9
Оборачивание пласта 25 см	контроль (фон N <sub>100</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub> );	37,6	35,8	33,4	35,9
	фон + «БИОУД-1»;	39,7	36,9	34,7	38
	фон + «БИОУД-1», фракция 2 (разведение 1: 100);	40,4	42,1	44,5	41,8

### Вариант № 15

Проведите дисперсионный анализ двухфакторного полевого опыта по изучению двух градаций фактора А (число вариантов  $l_A = 2$ ) и трех градаций фактора В (число вариантов  $l_B = 3$ ), проведенного в четырех повторностях ( $n=4$ ).

Таблица 168

#### *Результаты двухфакторного дисперсионного анализа*

Фактор А	Фактор В	Повторность			
		1	2	3	4
Вспашка 10-15	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>30</sub>	32,1	33,3	31,4	32,5
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>30</sub>	36,5	33,7	31,5	34,8
	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>30</sub>	39,6	36,8	34,6	37,9
Вспашка 20-25	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>30</sub>	39,3	36,5	34,3	37,6
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>30</sub>	38,1	35,3	33,1	36,4
	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>30</sub>	39,5	36,7	34,5	37,8

### Вариант № 16

Проведите дисперсионный анализ двухфакторного полевого опыта по изучению двух градаций фактора А (число вариантов  $l_A = 2$ ) и трех градаций фактора В (число вариантов  $l_B = 3$ ), проведенного в четырех повторностях ( $n=4$ ).

Таблица 169

#### *Результаты двухфакторного дисперсионного анализа*

Фактор А	Фактор В	Повторность			
		1	2	3	4
Вспашка 20-27	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> +навоз 8 т.	19,9	20,1	20,4	20,6
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> +навоз 8 т.	20,4	20,1	20,6	20,8
	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> +навоз 8 т.	21,8	21,9	22,4	21,7
Вспашка 30-40	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> +навоз 8 т.	20	18,7	19,9	20,5
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> +навоз 8 т.	18,4	17,6	18,8	18,3
	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> +навоз 8 т.	20,4	21,8	21,3	21,6

### Вариант № 17

Проведите дисперсионный анализ двухфакторного полевого опыта по изучению двух градаций фактора А (число вариантов  $l_A = 2$ ) и трех градаций фактора В (число вариантов  $l_B = 3$ ), проведенного в четырех повторностях ( $n=4$ ).

Таблица 170

#### *Результаты двухфакторного дисперсионного анализа*

Фактор А	Фактор В	Повторность			
		1	2	3	4
Орошение	Нефть 20 л / м <sup>2</sup>	13,1	12,9	14,1	12,5
	Нефть 20 л / м <sup>2</sup> + биогумус	14,4	14,2	15,4	13,8
	Нефть 20 л / м <sup>2</sup> + вермикомпост	15,3	15,1	16,2	15,5
Интенсивное орошение	Нефть 20 л / м <sup>2</sup>	13,8	13,6	14,8	13,2
	Нефть 20 л / м <sup>2</sup> + биогумус	16,9	16,7	17,9	16,3
	Нефть 20 л / м <sup>2</sup> + вермикомпост	16,5	16,3	17,5	15,9

### Вариант № 18

Проведите дисперсионный анализ двухфакторного полевого опыта по изучению двух градаций фактора А (число вариантов  $l_A = 2$ )

и трех градаций фактора В (число вариантов  $l_B = 3$ ), проведенного в четырех повторностях ( $n=4$ )

Таблица 171

*Результаты двухфакторного дисперсионного анализа*

Фактор А	Фактор В	Повторность			
		1	2	3	4
Вспашка 17-205	Без удобрений	39,8	41,3	40,1	39,6
	Фон + N <sub>100</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	40,3	39,5	38,1	37,3
	N <sub>260</sub> P <sub>130</sub> K <sub>500</sub>	35,6	36,8	38,3	34,4
Вспашка 20-29	Без удобрений	42,5	43,1	42,7	41,8
	Фон + N <sub>100</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	38,9	42,4	39,5	39,8
	N <sub>260</sub> P <sub>130</sub> K <sub>500</sub>	44,5	43,1	42,9	43,7

**Вариант № 19**

Проведите дисперсионный анализ двухфакторного полевого опыта по изучению двух градаций фактора А (число вариантов  $l_A = 2$ ) и трех градаций фактора В (число вариантов  $l_B = 3$ ), проведенного в четырех повторностях ( $n=4$ ).

Таблица 172

*Результаты двухфакторного дисперсионного анализа*

Фактор А	Фактор В	Повторность			
		1	2	3	4
Вспашка 11-16	Навоз 25 т/га	26,4	26,6	23,6	26,2
	Навоз 50 т/га	27	27,1	26,8	25,8
	Навоз 75 т/га	25,5	25,4	25,3	25,6
Вспашка 19-27	Навоз 25 т/га	26,5	26,8	26,8	28
	Навоз 50 т/га	27,2	28,2	27	28,2
	Навоз 75 т/га	27,7	28,4	26,5	27,8

**Вариант № 20**

Проведите дисперсионный анализ двухфакторного полевого опыта по изучению двух градаций фактора А (число вариантов  $l_A = 2$ ) и трех градаций фактора В (число вариантов  $l_B = 3$ ), проведенного в четырех повторностях ( $n=4$ ).

*Результаты двухфакторного дисперсионного анализа*

Фактор А	Фактор В	Повторность			
		1	2	3	4
Вспашка 1-9	Фон 1 + N <sub>30</sub>	24,1	25,8	23	27,0
	Фон 1 + N <sub>60</sub>	28,4	29,7	30,1	27,4
	Фон 1 + N <sub>90</sub>	28,7	30,4	32,0	27,0
Вспашка 10-19	Фон 1 + N <sub>30</sub>	30,7	34,4	34,0	31,0
	Фон 1 + N <sub>60</sub>	46,7	45,4	47,1	46,3
	Фон 1 + N <sub>90</sub>	59,4	50,7	64,5	60,1

### Практическая работа № 8 КОРРЕЛЯЦИЯ И РЕГРЕССИЯ

Рассмотренные ранее методы статистического анализа позволяют оценить экспериментальные данные в отношении точности результатов и достоверности выводов, то есть установить те допустимые пределы, в которых сделанные выводы являются определенными и достаточно надежными.

Между тем во многих агрономических исследованиях важно установить зависимость между признаками и ее характер. Например, существует ли связь между содержанием P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и внесением органических удобрений и т. п.

К установлению парных зависимостей типа  $y = f(x)$  относится подавляющее большинство агрономических исследований.

В научных исследованиях экспериментатор сталкивается с двумя видами связей изучаемых явлений: функциональными и корреляционными.

Принято называть значения:

x - независимая переменная, аргумента.

y - зависимая переменная, функция, результативный признак.

Функциональными называются связи, когда каждому значению одной величины x соответствует строго определенное значение другой величины y.

Корреляционными называются связи, когда каждому значению признака соответствует множество значений y, в том числе и одинаковым.

Виды корреляции и регрессии.

Для установления тесноты зависимости между признаками в математической статистике разработаны специальные методы, позволяющие определить силу и форму связи. Это корреляционный и регрессионный анализы.

1. Корреляционный анализ определяет направление и степень связи признаков.

2. Регрессионный анализ устанавливает количественное изменение функции  $y$  при изменении  $x$  на единицу измерения.

По форме корреляция может быть линейная и криволинейная, по направлению прямая и обратная, положительная и отрицательная. Под линейной (прямолинейной) корреляционной зависимостью между двумя признаками  $x$  и  $y$  понимают такую зависимость, которая носит линейный характер и выражается уравнением прямой линии  $y = a + bx$ .

Линейная регрессия  $y$  на  $x$  показывает, как изменяется в среднем величина  $y$  при изменении величины  $x$ . Если при увеличении  $x$  величина  $y$  в среднем увеличивается, то корреляция и регрессия называется положительной или прямой, а если с увеличением  $x$  значение  $y$  в среднем уменьшается - отрицательной, или обратной.

Корреляционный анализ.

Для анализа линейной корреляции между  $x$  и  $y$  проводят  $n$  независимых параллельных наблюдений  $(x_1; y_1), (x_2; y_2), (x_n; y_n)$ .

По этим значениям определяют коэффициент корреляции  $r$ .

$$r_{xy} = \frac{(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{(x - \bar{x})^2(y - \bar{y})^2}}$$

Коэффициент  $R$  изменяется в области  $-1 < r < +1$ .

При очень тесной связи, приближающейся к функциональной,  $r = +1$  для положительных связей, и  $r = -1$  для отрицательных.

1. Чем ближе  $r$  к  $+1$  или к  $-1$ , тем теснее прямолинейная корреляционная связь.

2. Приближение  $r$  к  $0$  свидетельствует об ослаблении корреляционной связи.

3. При  $r = 0$  линейная связь отсутствует, но может существовать криволинейная зависимость.

Связь двух зависимых величин более точно измеряется квадратом коэффициента корреляции ( $r^2$ ), который называется коэффициентом детерминации.

$$r = \frac{(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{(x - \bar{x})^2(y - \bar{y})^2}}$$

Например, при  $r = 0,5$ ;  $r = 0,25$  или 25% т. е. 25% изменчивости одного признака вызывает изменчивость другого.

Считается, что при

$r < 0,3$  - корреляционная зависимость слабая;

$r = 0,3-0,7$  - средняя;

$r > 0,7$  - сильная.

Общая классификация корреляционных связей:

1.  $0,91 < r < 0,99$  – очень сильная;

2.  $0,70$  до  $0,9$  – сильная;

3.  $0,50 < r < 0,69$  средняя;

4.  $0,30 < r < 0,49$  умеренная;

5.  $0,20 < r < 0,29$  слабая;

6.  $r < 0,19$  очень слабая;

Надежность выборочного коэффициента корреляции определяют его ошибка и критерий существенности.

Стандартную ошибку определяют по формуле:

$$S_r = \sqrt{\frac{1 - r^2}{n - 2}}$$

где  $S_r$  - ошибка коэффициента корреляции  $r$  - коэффициент корреляции

$n$ - численность выборки, т. е. число корреляционных значений, по которым вычислен выборочный коэффициент корреляции.

Критерий существенности коэффициента корреляции рассчитывается по формуле:

$$t_r = \frac{r}{S_r}$$

Если:

1.  $t_{\text{факт.}} > t_{\text{теор.}}$  - корреляционная связь существенная,

2. когда  $t_{\text{факт.}} > t_{\text{теор.}}$  - несущественная.

## РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ

Чтобы установить количественное изменение результативного признака при изменении факториального на единицу измерения, пользуются регрессионным анализом.

Уравнение линейной регрессии у по х имеет вид:

$$y = \bar{y} - b_{yx}(x - \bar{x})$$

где  $\bar{x}$  и  $\bar{y}$  - средние арифметические для ряда  $x$  и  $y$ .

$b_{yx}$  - коэффициент регрессии у по  $x$ .

Коэффициент регрессии вычисляют по формулам:

$$b_{yx} = \frac{(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sum(x - \bar{x})^2} \text{ и } b_{xy} = \frac{(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sum(y - \bar{y})^2}$$

Произведение коэффициентов регрессии равно квадрату коэффициента корреляции:

$$b_{yx} \cdot b_{xy} = r^2$$

Ошибку коэффициента регрессии вычисляют по формуле:

$$S_{byx} = \sqrt{\frac{(y - \bar{y})^2}{\sum(x - \bar{x})^2}} \text{ и } S_{bxy} = \sqrt{\frac{(x - \bar{x})^2}{\sum(y - \bar{y})^2}}$$

Критерий существенности вычисляют по формуле:  $t_b = \frac{b}{S_b}$

Критерий существенности равен критерию существенности коэффициента корреляции.

Пример. С помощью корреляционного и регрессионного анализ определите тесноту зависимости внесения перепревшего навоза и урожая картофеля.

Таблица 174

*Зависимость урожая картофеля от внесения навоза*

№ пары	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Внесение навоза, кг	151	128	141	121	133	109	176	113	128	140
Урожай картофеля, т	21	18	20	16	17	16	26	17	19	20

Для того, чтобы вычислить коэффициенты корреляции и регрессии составляют вспомогательную таблицу

Таблица 175

*Вспомогательная таблица для вычисления коэффициентов корреляции и регрессии*

№	Значения признаков		$X^2$	$Y^2$	$XY$
	Внесение навоза, кг	Урожай картофеля, т			
1	151	21	22801	441	3171
2	128	18	16384	324	2304
3	141	20	19881	400	2820
4	121	16	14641	256	1936
5	133	17	17689	289	2261
6	109	16	11881	256	1744

7	176	26	30976	676	4576
8	113	17	12769	289	1921
9	128	19	16384	361	2432
10	140	20	19600	400	2800
$\Sigma$	$\Sigma x = 1340$	$\Sigma y = 190$	$\Sigma x^2 = 183006$	$\Sigma y^2 = 3692$	$\Sigma xy = 25965$

Затем вычисляют:  $\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n} = \frac{1340}{10} = 134$  кг

$$\bar{y} = \frac{\Sigma y}{n} = \frac{190}{10} = 19$$
 т

$$\Sigma (x-\bar{x})^2 = \Sigma x^2 - \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 183006 - \frac{(1340)^2}{10} = 3446$$

$$\Sigma (y-\bar{y})^2 = \Sigma y^2 - \frac{(\Sigma y)^2}{n} = 3692 - \frac{(190)^2}{10} = 82$$

$$\Sigma (x-\bar{x})(y-\bar{y}) = \Sigma xy - \frac{(\Sigma x \cdot \Sigma y)}{n} = 25965 - \frac{(1340 \cdot 190)}{10} = 505$$

Коэффициент корреляции

$$r = \frac{(x-\bar{x})(y-\bar{y})}{\sqrt{(x-\bar{x})^2(y-\bar{y})^2}} = \frac{505}{\sqrt{3446 \cdot 82}} = 0.95$$

Коэффициент регрессии:

$$b_{yx} = \frac{(x-\bar{x})(y-\bar{y})}{\Sigma (x-\bar{x})^2} = \frac{505}{3446} = 0,146$$

$$b_{xy} = \frac{(x-\bar{x})(y-\bar{y})}{\Sigma (y-\bar{y})^2} = \frac{505}{82} = 6,2$$

Уравнение регрессии у по х:

$$y = \bar{y} + b_{yx} (x - \bar{x}) = 19 + (0,146) (x - 134) = 19 + 0,146x - 19,5 = 0,146x - 0,5$$

Стандартную ошибку корреляции:

$$S_r = \sqrt{\frac{1 - r^2}{n - 2}} = \sqrt{\frac{1 - (0.95)^2}{8}} = 0.08$$

Ошибку коэффициента регрессии:

$$t_r = \frac{r}{S_r} = \frac{0.95}{0.08} = 11.9$$

$t_{\text{теор.}}$  для числа степеней свободы  $n - 2 = 10 - 2 = 8$  на 5% уровне значимости 2,31

$t_{\text{факт}} > t_{\text{теор.}}$ , следовательно нулевая гипотеза опровергается и связь между изучаемыми признаками существенная.

По уравнению регрессии  $y = 0.146x - 0,5$  рассчитываем усредненные теоретические значения у для экспериментальных величин х и строим теоретическую линию регрессии.

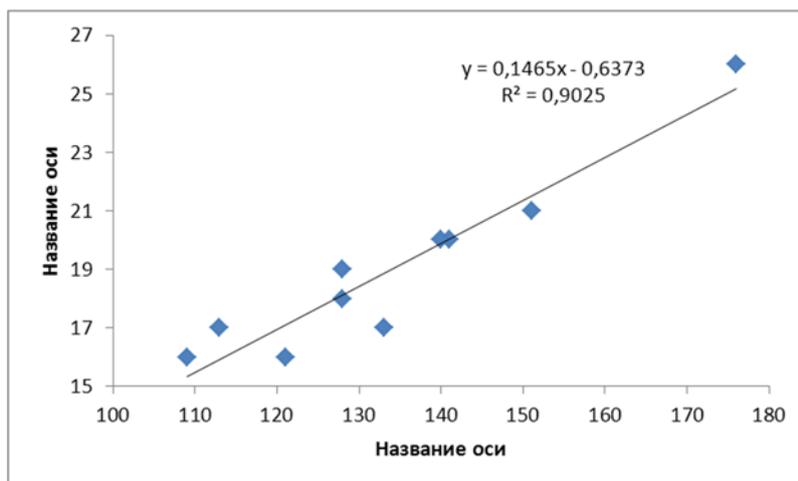


Рис. 66. График корреляционно-регрессионного анализа

Полученная теоретическая линия регрессии показывает, что увеличение внесения навоза, соответствует увеличению урожая картофеля на 0,146 тонн. Зависимость между этими признаками сильная, о чем свидетельствует  $r = 0,95$  и существенная т. к.  $t_{\text{факт.}} > t_{\text{теор.}}$ ;  $11,9 > 2,31$

### *Индивидуальные задания*

#### **Вариант 1**

Проведите корреляционно-регрессионный анализ данных следующих выборок:

1. Зависимость некапиллярной пористости (%) от величины плотности почвы ( $\text{г/см}^3$ )

**Некапиллярная пористость (%):** 14,60; 12,10; 11,60; 15,20; 14,60; 4,70; 7,10; 11,70; 9,00; 7,40; 13,35; 11,85; 13,40; 14,90; 9,65; 5,90; 9,40; 10,35; 8,20; 10,38; 12,60; 12,63; 14,15; 12,28; 13,62; 11,64; 10,64; 10,66; 9,42; 11,50; 8,80; 7,83; 9,27; 9,37; 9,92; 10,87; 12,87; 5,90; 9,40; 10,35; 10,73; 10,44; 10,36; 10,38; 10,93; 10,46; 8,80; 10,36; 10,40; 11,50;

**Плотность почвы ( $\text{г/см}^3$ ):** 1,20; 1,28; 1,31; 1,23; 1,24; 1,43; 1,42; 1,29; 1,38; 1,45; 1,24; 1,30; 1,27; 1,24; 1,34; 1,43; 1,36; 1,34; 1,42; 1,35; 1,27; 1,28; 1,25; 1,29; 1,25; 1,30; 1,33; 1,32; 1,35; 1,30; 1,36; 1,38; 1,36; 1,37; 1,36; 1,33; 1,27; 1,43; 1,36; 1,34; 1,32; 1,33; 1,33; 1,33; 1,32; 1,33; 1,39; 1,34; 1,34; 1,31;

2. Зависимость урожайности картофеля (ц/га) от количества осадков за июнь-август (мм)

**Урожайность картофеля (ц/га):** 86; 85; 84; 84; 85; 85; 84; 84; 84; 85; 85; 84; 84; 84; 84; 84; 84; 84; 85; 85; 86; 86; 86; 86; 86; 86; 85; 85; 84; 84; 84; 84; 83; 83; 83; 82; 83; 83; 83; 83; 83; 84; 85; 86; 86; 86; 86; 86; 86; 86; 87; 90; 90; 91; 96;

**Количество осадков (мм):** 149; 147; 147; 147; 147; 147; 146; 146; 145; 145; 145; 145; 144; 144; 143; 144; 144; 145; 146; 146; 147; 147; 147; 147; 146; 146; 146; 146; 146; 146; 145; 145; 145; 145; 145; 145; 145; 145; 145; 146; 147; 147; 147; 147; 147; 147; 147; 148; 151; 152; 153; 147;

## **Вариант 2**

1. Зависимость некапиллярной пористости (%) от величины плотности почвы (г/см<sup>3</sup>)

**Некапиллярная пористость (%):** 4,30; 13,20; 6,40; 17,80; 14,10; 10,20; 17,20; 18,40; 4,50; 17,30; 8,75; 9,80; 12,10; 15,95; 12,15; 13,70; 17,80; 11,45; 10,90; 13,03; 9,28; 10,95; 14,03; 14,05; 11,16; 12,34; 13,14; 15,54; 12,88; 14,03; 13,83; 15,27; 13,37; 13,40; 10,18; 11,95; 10,22; 13,70; 17,80; 11,45; 12,69; 12,80; 12,59; 12,69; 12,91; 12,98; 14,35; 12,24; 10,09; 11,99;

**Плотность почвы (г/см<sup>3</sup>):** 1,44; 1,30; 1,40; 1,28; 1,25; 1,32; 1,19; 1,13; 1,40; 1,17; 1,37; 1,35; 1,34; 1,27; 1,29; 1,26; 1,16; 1,27; 1,29; 1,27; 1,36; 1,35; 1,30; 1,28; 1,33; 1,31; 1,29; 1,23; 1,26; 1,28; 1,25; 1,21; 1,24; 1,23; 1,31; 1,30; 1,35; 1,26; 1,16; 1,27; 1,28; 1,28; 1,28; 1,28; 1,28; 1,28; 1,22; 1,27; 1,32; 1,31;

2. Зависимость урожайности картофеля (ц/га) от количества осадков за июнь-август (мм)

**Урожайность картофеля (ц/га):** 100; 98; 91; 91; 79; 81; 77; 77; 80; 86; 89; 93; 91; 92; 81; 76; 76; 80; 83; 86; 87; 89; 88; 87; 84; 83; 83; 85; 84; 88; 90; 86; 83; 81; 80; 82; 80; 81; 82; 85; 86; 86; 85; 85; 81; 79; 89; 90; 91

**Количество осадков (мм):** 164; 161; 153; 152; 141; 142; 141; 141; 142; 149; 152; 156; 151; 153; 142; 136; 135; 139; 143; 146; 148; 148; 148; 149; 145; 143; 144; 147; 145; 150; 152; 148; 145; 143; 143; 145; 144; 144; 143; 147; 149; 148; 146; 147; 142; 140; 149; 152; 153;

## **Вариант 3**

1. Зависимость некапиллярной пористости (%) от величины плотности почвы (г/см<sup>3</sup>)

**Некапиллярная пористость (%):** 11,80; 15,20; 8,30; 18,40; 7,00; 8,90; 16,00; 2,50; 11,50; 6,40; 13,50; 11,75; 13,35; 12,70; 7,95; 12,45; 9,25; 7,00; 8,95; 9,95; 12,63; 12,55; 13,03; 10,33; 12,14; 11,56; 11,72; 10,56; 9,18; 11,43; 10,63; 9,13; 10,00; 6,80; 10,47; 10,55; 12,87; 12,45; 9,25; 7,00; 10,68; 10,38; 10,42; 10,73; 10,63; 10,43; 9,10; 8,48; 10,79; 11,25;

**Плотность почвы (г/см<sup>3</sup>):** 1,28; 1,21; 1,38; 1,16; 1,36; 1,42; 1,11; 1,48; 1,28; 1,37; 1,25; 1,30; 1,27; 1,26; 1,39; 1,27; 1,30; 1,38; 1,33; 1,31; 1,27; 1,28; 1,27; 1,33; 1,28; 1,31; 1,29; 1,31; 1,33; 1,31; 1,30; 1,34; 1,29; 1,38; 1,30; 1,30; 1,27; 1,27; 1,30; 1,38; 1,30; 1,31; 1,31; 1,30; 1,30; 1,31; 1,31; 1,34; 1,30; 1,30;

2. Зависимость урожайности картофеля (ц/га) от количества осадков за июнь-август (мм)

**Урожайность картофеля (ц/га):** 94; 87; 82; 83; 71; 76; 90; 93; 101; 101; 94; 93; 84; 80; 66; 62; 66; 78; 86; 93; 99; 97; 91; 95; 89; 83; 82; 78; 74; 79; 83; 82; 83; 86; 89; 93; 95; 94; 92; 86; 80; 75; 73; 66; 65; 68; 79; 89; 95; 97;

**Количество осадков (мм):** 162; 147; 141; 140; 137; 143; 156; 160; 169; 166; 158; 154; 142; 139; 126; 121; 125; 139; 148; 155; 163; 158; 151; 155; 147; 140; 137; 136; 130; 138; 145; 144; 146; 151; 155; 159; 161; 158; 155; 147; 140; 134; 132; 127; 127; 129; 142; 153; 160; 160;

#### **Вариант 4**

1. Зависимость некапиллярной пористости (%) от величины плотности почвы (г/см<sup>3</sup>)

**Некапиллярная пористость (%):** 11,70; 3,70; 8,30; 15,80; 2,60; 7,00; 13,30; 15,30; 5,70; 8,80; 7,70; 6,00; 12,05; 9,20; 4,80; 10,15; 14,30; 10,50; 7,25; 8,25; 6,85; 9,03; 10,63; 7,00; 8,42; 7,48; 9,40; 10,80; 8,78; 8,47; 7,63; 11,87; 11,43; 9,93; 7,40; 7,50; 8,58; 10,15; 14,30; 10,50; 9,21; 8,93; 9,08; 9,45; 9,21; 9,28; 10,78; 9,38; 7,05; 8,64;

**Плотность почвы (г/см<sup>3</sup>):** 1,32; 1,40; 1,38; 1,21; 1,48; 1,42; 1,23; 1,15; 1,38; 1,39; 1,36; 1,39; 1,30; 1,35; 1,45; 1,33; 1,19; 1,27; 1,39; 1,38; 1,38; 1,34; 1,32; 1,40; 1,36; 1,38; 1,34; 1,30; 1,33; 1,37; 1,38; 1,27; 1,25; 1,31; 1,38; 1,38; 1,35; 1,33; 1,19; 1,27; 1,33; 1,34; 1,34; 1,33; 1,33; 1,33; 1,29; 1,32; 1,38; 1,36;

2. Зависимость урожайности картофеля (ц/га) от количества осадков за июнь-август (мм)

**Урожайность картофеля (ц/га):** 101; 94; 88; 88; 78; 78; 78; 78; 84; 90; 90; 93; 91; 89; 44; 78; 78; 81; 84; 85; 86; 88; 87; 88; 86; 85; 85; 85; 85; 87; 88; 84; 81; 81; 81; 79; 80; 81; 85; 88; 87; 86; 86; 82; 78; 87; 87; 89; 87; 88;

**Количество осадков (мм):** 166; 156; 150; 147; 139; 141; 141; 141; 147; 152; 153; 155; 153; 148; 138; 138; 136; 140; 143; 145; 147; 148; 48; 150; 147; 146; 146; 147; 145; 148; 150; 146; 143; 143; 144; 143; 144; 143; 148; 150; 150; 147; 148; 143; 139; 146; 149; 151; 149; 150;

## **Вариант 5**

Проведите корреляционно-регрессионный анализ данных следующих выборок:

1. Зависимость некапиллярной пористости (%) от величины плотности почвы ( $\text{г/см}^3$ )

**Некапиллярная пористость (%):** 9,45; 12,65; 9,00; 16,50; 14,35; 7,45; 12,15; 15,05; 6,75; 12,35; 11,05; 10,83; 12,75; 15,43; 10,90; 9,80; 13,60; 10,90; 9,55; 11,70; 10,94; 11,79; 14,09; 13,16; 12,39; 11,99; 11,89; 13,10; 11,15; 12,77; 11,32; 11,55; 11,32; 11,38; 10,05; 11,41; 11,54; 9,80; 13,60; 10,90; 11,71; 11,62; 11,47; 11,53; 11,92; 11,72; 11,58; 11,30; 10,24; 11,74;

**Плотность почвы ( $\text{г/см}^3$ ):** 1,32; 1,29; 1,36; 1,26; 1,25; 1,38; 1,31; 1,21; 1,39; 1,31; 1,31; 1,32; 1,31; 1,25; 1,31; 1,34; 1,26; 1,30; 1,35; 1,31; 1,31; 1,31; 1,28; 1,28; 1,29; 1,30; 1,31; 1,28; 1,31; 1,29; 1,31; 1,30; 1,30; 1,30; 1,34; 1,31; 1,31; 1,34; 1,26; 1,30; 1,30; 1,30; 1,31; 1,31; 1,30; 1,30; 1,30; 1,30; 1,33; 1,31;

2. Зависимость урожайности картофеля (ц/га) от количества осадков за июнь-август (мм)

**Урожайность картофеля (ц/га):** 95; 88; 85; 86; 80; 83; 86; 86; 89; 90; 87; 88; 85; 83; 76; 76; 77; 82; 86; 88; 89; 90; 89; 90; 87; 83; 82; 81; 79; 83; 87; 85; 84; 85; 85; 85; 86; 85; 85; 84; 82; 79; 78; 75; 76; 81; 86; 91; 93; 82;

**Количество осадков (мм):** 159; 150; 147; 147; 144; 147; 151; 150; 153; 153; 150; 150; 144; 143; 137; 136; 136; 142; 147; 149; 150; 150; 149; 151; 146; 142; 141; 142; 139; 144; 149; 148; 148; 148; 149; 149; 149; 148; 148; 146; 143; 140; 139; 137; 138; 143; 149; 154; 157; 144;

## Вариант 6

1. Зависимость некапиллярной пористости (%) от величины плотности почвы (г/см<sup>3</sup>)

**Некапиллярная пористость (%):** 11,75; 9,45; 8,30; 17,10; 4,80; 7,95; 14,65; 8,90; 8,60; 7,60; 10,60; 8,88; 12,70; 10,95; 6,38; 11,30; 11,78; 8,75; 8,10; 9,10; 9,74; 10,79; 11,83; 8,66; 10,28; 9,52; 10,56; 10,68; 8,98; 9,95; 9,13; 10,50; 10,72; 8,37; 8,93; 9,03; 10,73; 11,30; 11,78; 8,75; 9,95; 9,65; 9,75; 10,09; 9,92; 9,85; 9,94; 8,93; 8,92; 9,94;

**Плотность почвы (г/см<sup>3</sup>):** 1,30; 1,31; 1,38; 1,19; 1,42; 1,42; 1,17; 1,32; 1,33; 1,38; 1,30; 1,34; 1,28; 1,30; 1,42; 1,30; 1,24; 1,32; 1,36; 1,34; 1,32; 1,31; 1,29; 1,36; 1,32; 1,34; 1,32; 1,30; 1,33; 1,34; 1,34; 1,30; 1,27; 1,34; 1,34; 1,34; 1,31; 1,30; 1,24; 1,32; 1,32; 1,32; 1,32; 1,32; 1,32; 1,32; 1,30; 1,33; 1,34; 1,33;

2. Зависимость урожайности картофеля (ц/га) от количества осадков за июнь-август (мм)

**Урожайность картофеля (ц/га):** 89; 101; 83; 87; 70; 98; 78; 93; 75; 114; 78; 90; 73; 87; 96; 59; 61; 83; 110; 82; 80; 101; 76; 77; 83; 98; 75; 73; 80; 85; 88; 86; 85; 83; 88; 88; 87; 86; 85; 89; 81; 78; 77; 81; 72; 80; 85; 98; 91; 93;

**Количество осадков (мм):** 153; 155; 149; 144; 132; 161; 148; 153; 136; 179; 143; 147; 130; 149; 134; 111; 116; 144; 150; 140; 139; 166; 135; 135; 143; 161; 133; 129; 139; 146; 149; 148; 148; 146; 151; 153; 150; 146; 147; 147; 136; 132; 132; 133; 125; 129; 136; 152; 145; 143;

## Вариант 7

Проведите корреляционно-регрессионный анализ данных следующих выборок:

1. Зависимость некапиллярной пористости (%) от величины плотности почвы (г/см<sup>3</sup>)

**Некапиллярная пористость (%):** 13,55; 3,75; 5,90; 16,50; 7,15; 11,35; 10,80; 11,80; 5,05; 7,55; 8,65; 4,83; 11,20; 11,83; 9,25; 11,08; 11,30; 8,43; 6,30; 8,10; 6,74; 8,01; 11,51; 10,54; 9,37; 8,93; 10,34; 11,52; 9,23; 11,67; 9,77; 11,32; 9,22; 8,13; 7,08; 7,01; 8,23; 11,08; 11,30; 8,43; 9,34; 9,00; 8,97; 9,23; 8,99; 9,28; 8,80; 8,26; 6,52; 8,06;

**Плотность почвы (г/см<sup>3</sup>):** 1,28; 1,42; 1,41; 1,19; 1,40; 1,32; 1,28; 1,25; 1,42; 1,39; 1,35; 1,41; 1,30; 1,29; 1,36; 1,30; 1,26; 1,33; 1,40; 1,37; 1,38; 1,35; 1,30; 1,33; 1,34; 1,35; 1,32; 1,29; 1,33; 1,30; 1,33; 1,28; 1,31;

1,35; 1,38; 1,38; 1,35; 1,30; 1,26; 1,33; 1,33; 1,34; 1,34; 1,33; 1,34; 1,33; 1,33; 1,35; 1,39; 1,36;

2. Зависимость урожайности картофеля (ц/га) от количества осадков за июнь-август (мм)

**Урожайность картофеля (ц/га):** 101; 94; 88; 88; 78; 78; 78; 78; 84; 90; 90; 93; 91; 89; 78; 78; 78; 81; 84; 85; 86; 88; 87; 88; 86; 85; 85; 85; 85; 87; 88; 84; 81; 81; 81; 79; 80; 81; 85; 88; 87; 86; 86; 82; 78; 87; 87; 89; 87; 88;

**Количество осадков (мм):** 166; 156; 150; 147; 139; 141; 141; 141; 147; 152; 153; 155; 153; 148; 138; 138; 136; 140; 143; 145; 147; 148; 148; 150; 147; 146; 146; 147; 145; 148; 150; 146; 143; 143; 144; 143; 144; 143; 148; 150; 150; 147; 148; 143; 139; 146; 149; 151; 149; 150;

## Вариант 8

Проведите корреляционно-регрессионный анализ данных следующих выборок:

1. Зависимость некапиллярной пористости (%) от величины плотности почвы (г/см<sup>3</sup>)

**Некапиллярная пористость (%):** 10,60; 11,05; 8,65; 16,80; 9,58; 7,70; 13,40; 11,98; 7,68; 9,98; 10,83; 9,85; 12,73; 13,19; 8,64; 10,55; 12,69; 9,83; 8,83; 10,40; 10,34; 11,29; 12,96; 10,91; 11,34; 10,76; 11,23; 11,89; 10,07; 11,36; 10,23; 11,03; 11,02; 9,88; 9,49; 10,22; 11,13; 10,55; 12,69; 9,83; 10,83; 10,64; 10,61; 10,81; 10,92; 10,79; 10,76; 10,11; 9,58; 10,84;

**Плотность почвы (г/см<sup>3</sup>):** 1,31; 1,30; 1,37; 1,22; 1,33; 1,40; 1,24; 1,26; 1,36; 1,35; 1,30; 1,33; 1,29; 1,28; 1,37; 1,32; 1,25; 1,31; 1,35; 1,32; 1,32; 1,31; 1,29; 1,32; 1,31; 1,32; 1,31; 1,29; 1,32; 1,32; 1,32; 1,30; 1,29; 1,32; 1,34; 1,33; 1,31; 1,32; 1,25; 1,31; 1,31; 1,31; 1,32; 1,31; 1,31; 1,31; 1,30; 1,32; 1,34; 1,32;

2. Зависимость урожайности картофеля (ц/га) от количества осадков за июнь-август (мм)

**Урожайность картофеля (ц/га):** 101; 87; 82; 83; 71; 76; 90; 93; 101; 101; 94; 93; 84; 80; 66; 62; 66; 78; 86; 93; 99; 97; 91; 95; 89; 83; 82; 78; 74; 79; 83; 82; 83; 86; 89; 93; 95; 94; 92; 86; 80; 75; 73; 66; 65; 68; 79; 89; 95; 97;

**Количество осадков (мм):** 162; 147; 141; 140; 137; 143; 156; 160; 169; 166; 158; 154; 142; 139; 126; 121; 125; 139; 148; 155; 163; 158;

151; 155; 147; 140; 137; 136; 130; 138; 145; 144; 146; 151; 155; 159; 161; 158; 155; 147; 140; 134; 132; 127; 127; 129; 142; 153; 160; 160;

### Вариант 9

Проведите корреляционно-регрессионный анализ данных следующих выборок:

1. Зависимость некапиллярной пористости (%) от величины плотности почвы ( $\text{г/см}^3$ )

**Некапиллярная пористость (%):** 11,57; 12,02; 12,42; 12,04; 11,35; 10,80; 11,36; 11,46; 11,53; 12,22; 11,79; 12,22; 12,23; 11,70; 11,08; 11,08; 11,41; 11,49; 11,87; 12,34; 12,39; 12,55; 12,77; 12,28; 12,21; 12,04; 11,96; 11,87; 11,58; 11,40; 11,17; 11,21; 10,92; 11,30; 11,22; 11,49; 11,53; 11,52; 11,81; 11,53; 11,66; 11,64; 11,59; 11,38; 11,42; 11,32; 11,22; 11,10; 10,99; 11,74;

**Плотность почвы ( $\text{г/см}^3$ ):** 1,31; 1,30; 1,29; 1,30; 1,31; 1,32; 1,31; 1,31; 1,31; 1,30; 1,31; 1,30; 1,29; 1,30; 1,31; 1,31; 1,31; 1,31; 1,31; 1,30; 1,30; 1,30; 1,29; 1,29; 1,30; 1,30; 1,30; 1,30; 1,30; 1,31; 1,31; 1,31; 1,32; 1,31; 1,31; 1,30; 1,30; 1,30; 1,30; 1,30; 1,30; 1,30; 1,30; 1,31; 1,31; 1,31; 1,31; 1,31; 1,32; 1,32; 1,32; 1,31;

2. Зависимость урожайности картофеля (ц/га) от количества осадков за июнь-август (мм)

**Урожайность картофеля (ц/га):** 92; 89; 123; 84; 68; 149; 84; 53; 35; 147; 73; 54; 40; 97; 198; 32; 40; 75; 179; 59; 47; 96; 44; 58; 51; 121; 76; 69; 72; 91; 101; 99; 93; 79; 89; 90; 74; 67; 74; 101; 82; 76; 80; 103; 97; 93; 96; 95; 93; 94;

**Количество осадков (мм):** 155; 139; 200; 138; 127; 193; 166; 108; 85; 198; 145; 107; 98; 158; 168; 68; 93; 130; 149; 105; 109; 157; 104; 107; 122; 192; 138; 119; 132; 153; 158; 160; 155; 136; 146; 149; 135; 123; 132; 145; 124; 115; 119; 127; 119; 114; 117; 115; 113; 118;

### Вариант 10

Проведите корреляционно-регрессионный анализ данных следующих выборок:

1. Зависимость некапиллярной пористости (%) от величины плотности почвы ( $\text{г/см}^3$ )

**Некапиллярная пористость (%):** 11,46; 9,43; 7,77; 16,81; 9,54; 8,99; 12,54; 11,55; 7,02; 9,30; 10,45; 8,60; 12,29; 13,18; 9,27; 10,77;

12,05; 9,28; 8,16; 9,87; 9,53; 10,45; 12,73; 11,22; 11,00; 10,51; 11,13; 11,89; 9,93; 11,78; 10,36; 11,03; 10,37; 9,29; 8,92; 9,45; 10,45; 10,77; 12,05; 9,28; 10,51; 10,28; 10,23; 10,44; 10,47; 10,45; 10,10; 9,58; 8,84; 10,16;

**Плотность почвы (г/см<sup>3</sup>):** 1,30; 1,33; 1,38; 1,21; 1,34; 1,37; 1,25; 1,27; 1,38; 1,36; 1,31; 1,35; 1,29; 1,27; 1,35; 1,31; 1,26; 1,32; 1,37; 1,33; 1,33; 1,32; 1,28; 1,31; 1,31; 1,32; 1,31; 1,29; 1,32; 1,31; 1,32; 1,30; 1,30; 1,33; 1,35; 1,34; 1,32; 1,31; 1,26; 1,32; 1,32; 1,32; 1,32; 1,32; 1,32; 1,32; 1,31; 1,33; 1,35; 1,33;

2. Зависимость урожайности картофеля (ц/га) от количества осадков за июнь-август (мм)

**Урожайность картофеля (ц/га):** 62; 132; 40; 96; 64; 87; 60; 149; 79; 119; 57; 122; 76; 83; 41; 63; 61; 99; 91; 92; 89; 123; 84; 68; 104; 102; 59; 61; 90; 85; 80; 80; 82; 89; 93; 92; 97; 100; 89; 83; 74; 74; 70; 73; 48; 71; 79; 117; 91;

**Количество осадков (мм):** 130; 179; 106; 151; 127; 166; 130; 202; 145; 200; 117; 171; 130; 151; 105; 119; 111; 167; 160; 155; 139; 200; 138; 127; 157; 168; 111; 114; 151; 144; 143; 143; 147; 153; 161; 160; 161; 161; 152; 145; 132; 131; 130; 135; 114; 129; 137; 188; 160;

## Вариант 11

Проведите корреляционно-регрессионный анализ данных следующих выборок:

1. Зависимость некапиллярной пористости (%) от величины плотности почвы (г/см<sup>3</sup>)

**Некапиллярная пористость (%):** 10,79; 10,57; 10,59; 10,65; 10,59; 10,47; 10,94; 11,18; 11,12; 11,21; 11,32; 11,22; 11,06; 10,77; 10,47; 10,45; 10,67; 10,74; 10,87; 10,75; 10,70; 10,58; 10,48; 10,29; 10,19; 10,02; 9,98; 9,97; 9,87; 9,92; 9,86; 10,01; 10,13; 10,18; 10,23; 10,25; 10,21; 10,00; 10,34; 10,43; 10,44; 10,40; 10,40; 10,40; 10,41; 10,30; 10,27; 10,75; 10,95; 11,50;

**Плотность почвы (г/см<sup>3</sup>):** 1,32; 1,33; 1,33; 1,33; 1,33; 1,33; 1,32; 1,32; 1,32; 1,31; 1,31; 1,32; 1,32; 1,33; 1,33; 1,33; 1,33; 1,32; 1,32; 1,32; 1,33; 1,33; 1,33; 1,34; 1,34; 1,34; 1,34; 1,35; 1,35; 1,35; 1,34; 1,34; 1,34; 1,34; 1,34; 1,34; 1,34; 1,34; 1,34; 1,34; 1,34; 1,34; 1,34; 1,34; 1,35; 1,33; 1,33; 1,31;

2. Зависимость урожайности картофеля (ц/га) от количества осадков за июнь-август (мм)

**Урожайность картофеля (ц/га):** 40; 156; 60; 72; 62; 98; 44; 111; 52; 63; 95; 157; 75; 77; 58; 48; 42; 69; 64; 114; 58; 122; 116; 6363; 70; 72; 69; 100; 94; 77; 77; 70; 70; 86; 91; 105; 110; 105; 101; 81; 73; 94; 56; 62; 74; 98; 87; 64; 114;

**Количество осадков (мм):** 108; 192; 118; 132; 128; 138; 114; 184; 129; 230; 161; 218; 132; 142; 86; 104; 102; 128; 130; 182; 168; 195; 169; 173; 109; 132; 126; 121; 158; 150; 136; 137; 136; 137; 154; 159; 172; 175; 168; 161; 140; 130; 115; 115; 122; 135; 129; 149; 130; 182;

## Вариант 12

Проведите корреляционно-регрессионный анализ данных следующих выборок:

1. Зависимость некапиллярной пористости (%) от величины плотности почвы (г/см<sup>3</sup>)

**Некапиллярная пористость (%):** 12,42; 12,88; 12,67; 12,91; 12,71; 12,71; 12,76; 12,51; 12,23; 12,81; 12,58; 12,86; 13,07; 13,24; 13,10; 13,17; 12,98; 12,67; 12,61; 12,75; 13,01; 13,12; 13,21; 13,15; 13,07; 13,15; 13,18; 13,17; 13,11; 13,08; 12,87; 12,77; 12,63; 12,59; 12,54; 12,70; 12,75; 12,94; 12,88; 12,43; 12,53; 12,51; 12,48; 12,46; 12,42; 12,33; 12,17; 11,44; 11,04; 11,99;

**Плотность почвы (г/см<sup>3</sup>):** 1,29; 1,28; 1,28; 1,28; 1,28; 1,28; 1,28; 1,29; 1,30; 1,29; 1,29; 1,29; 1,28; 1,28; 1,27; 1,27; 1,27; 1,28; 1,29; 1,29; 1,28; 1,27; 1,27; 1,27; 1,27; 1,27; 1,27; 1,27; 1,26; 1,26; 1,26; 1,27; 1,27; 1,27; 1,27; 1,28; 1,28; 1,27; 1,27; 1,27; 1,28; 1,28; 1,28; 1,28; 1,28; 1,28; 1,28; 1,28; 1,30; 1,32; 1,31;

2. Зависимость урожайности картофеля (ц/га) от количества осадков за июнь-август (мм)

**Урожайность картофеля (ц/га):** 94; 110; 92; 119; 120; 66; 66; 153; 48; 55; 119; 78; 77; 34; 68; 92; 174; 38; 68; 181; 36; 61; 54; 93; 67; 44; 93; 72; 67; 76; 100; 95; 102; 95; 84; 84; 86; 88; 68; 72; 78; 87; 80; 79; 103; 98; 93; 96; 95; 93;

**Количество осадков (мм):** 171; 170; 153; 181; 188; 123; 113; 212; 116; 112; 165; 152; 138; 80; 131; 151; 137; 86; 120; 146; 80; 112; 119; 160; 129; 104; 160; 136; 116; 137; 164; 155; 161; 155; 144; 140; 145; 149; 127; 129; 136; 131; 120; 117; 128; 120; 113; 117; 115; 113;











150; 143; 220; 108; 64; 100; 165; 168; 174; 164; 141; 149; 147; 146; 131; 143; 151; 123; 116; 121; 140; 125; 114; 117; 115; 113;

## **Вариант 20**

Проведите корреляционно-регрессионный анализ данных следующих выборок:

1. Зависимость некапиллярной пористости (%) от величины плотности почвы (г/см<sup>3</sup>)

**Некапиллярная пористость (%):** 10,34; 10,27; 10,26; 10,39; 10,15; 10,29; 10,45; 10,24; 10,26; 10,43; 10,47; 10,47; 10,48; 10,38; 10,32; 10,40; 10,31; 10,17; 10,26; 10,39; 10,52; 10,48; 10,45; 10,33; 10,35; 10,33; 10,35; 10,32; 10,27; 10,27; 10,19; 10,23; 10,20; 10,16; 10,23; 10,29; 10,34; 10,30; 10,24; 10,06; 10,14; 10,11; 10,11; 10,10; 10,04; 9,97; 9,88; 9,72; 9,82; 10,39;

**Плотность почвы (г/см<sup>3</sup>):** 1,32; 1,32; 1,32; 1,32; 1,32; 1,32; 1,31; 1,32; 1,32; 1,32; 1,32; 1,32; 1,32; 1,32; 1,31; 1,32; 1,32; 1,32; 1,32; 1,31; 1,31; 1,31; 1,31; 1,31; 1,31; 1,31; 1,31; 1,31; 1,31; 1,31; 1,31; 1,31; 1,31; 1,31; 1,32; 1,31; 1,31; 1,31; 1,31; 1,31; 1,32; 1,32; 1,32; 1,32; 1,32; 1,32; 1,32; 1,32; 1,32; 1,33; 1,33; 1,32;

2. Зависимость урожайности картофеля (ц/га) от количества осадков за июнь-август (мм)

**Урожайность картофеля (ц/га):** 150; 136; 42; 216; 37; 95; 82; 48; 42; 96; 46; 125; 77; 201; 112; 112; 37; 42; 39; 54; 45; 84; 83; 143; 136; 100; 95; 103; 31; 36; 113; 101; 87; 87; 67; 68; 73; 72; 98; 110; 112; 111; 97; 91; 66; 55; 50; 58; 75; 91;

**Количество осадков (мм):** 235; 204; 120; 238; 96; 145; 140; 119; 115; 156; 113; 212; 145; 247; 176; 188; 88; 95; 83; 113; 121; 142; 138; 221; 198; 168; 140; 178; 78; 85; 173; 157; 143; 142; 129; 131; 143; 143; 165; 175; 180; 176; 157; 146; 124; 115; 107; 115; 136; 156;

## **Практическая работа № 9 КОВАРИАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ**

Ковариационный анализ относится к сложным многомерным статистическим анализам, который объединяет в себе корреляционно-регрессионный и дисперсионный методы, а значит – это одновременный анализ сумм квадратов и сумм произведений отклонений двух или нескольких переменных от их средних.

Сущность ковариационного анализа – в выравнивании условий опыта на основе учета сопутствующих условий его проведения или учета первоначального состояния экспериментального материала.

Сопутствующую величину обычно называют независимой переменной  $X$ , а результативный изучаемый признак – это зависимая переменная  $Y$ .

Задача анализа – уравнивать условия эксперимента так, чтобы можно было сравнить воздействие вариантов опыта на результативный признак  $Y$  независимо от факториального  $X$  или с поправкой на него.

Ковариация может рассматриваться в узком и широком смысле слова.

Ковариация – это совокупность трех статистических показателей:

1. Средних арифметических:  $\bar{X}$ ,  $\bar{Y}$  ;
2. Сумм квадратов отклонений от средних по обоим рядам  $X$  и  $Y$ :

$$\sum(X_i - \bar{X})^2 \text{ и } \sum(Y_i - \bar{Y})^2$$

3. сумм произведений отклонений от средних по обоим рядам  $X$  и  $\sum(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})$

Суть ковариационного анализа, который используют в агрономических исследованиях – параллельное разложение этих величин по факторам варьирования.

Этапы ковариационного анализа

- 1) дисперсионный анализ по признакам  $X$ ,  $Y$  и их взаимодействию  $XY$ ;
- 2) разложение остаточной дисперсии  $C_z$  по признаку  $Y$  (остаток I) на сумму квадратов отклонений ( $C_b$ ), обусловленных регрессией  $Y/X$  и сумму квадратов отклонений ( $C_{dy/x}$ ), обусловленных другими причинами, независимо от регрессии (остаток II);
- 3) приведение фактических средних результативного признака  $Y$  к полной выравненности условий эксперимента по сопутствующему признаку  $X$ .

При проведении дисперсионного анализа используют следующие формулы для вычисления. Которые представлены в таблице

Таблица 176

Формулы, используемые на 1-м этапе при дисперсионном анализе

Дисперсия	Суммы квадратов отклонений и их произведений		
	$\sum (X_i - \bar{X})^2$	$\sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})$	$\sum (Y_i - \bar{Y})^2$
	$X^2$	$XY$	$Y^2$
Общая $C_y$	$X^2 - C$	$\sum XY - C$	$(\sum Y)^2 / N$
Повторений $C_p$	$P^2x / 1 - C$	$\sum P_x P_y / 1 - C$	$\sum P^2 Y / 1 - C$
Вариантов $C_v$	$V^2x / n - C$	$V_x V_y / n - C$	$V^2y / n - C$
Остатка $C_z$	$C_y - C_p - C_v$	$C_y - C_p - C_z$	$C_y - C_p - C_v$
	$C = (\sum X)^2 / N$	$C = (\sum X^x \sum Y) / N$	$C = (\sum Y)^2 / N$

На втором этапе следует воспользоваться формулами для вычисления коэффициента регрессии:  $b_{y/x} = \sum XY / \sum X^2$  и суммы квадратов отклонений, обусловленных регрессионной зависимостью  $Y/X$  между признаками:

$$C_b = (\sum XY)^2 / X^2.$$

Затем вычислить остаточную сумму квадратов отклонений, обусловленную случайными факторами:  $C_{dy/x} = C_z - C_b$ .

Третий этап проводится с использованием уравнения регрессии.

### Пример решения

Задание 1. В опыте с озимой пшеницей подсчитано число растений на каждой делянке перед уборкой ( $X$ ) и учтеный урожай ( $Y$ ).

Таблица

Густота стояния растений ( $X$ , тыс.шт./га) и урожайность ( $Y$ , т/га) сортов озимой пшеницы

Таблица 177

Таблица с данными ковариационного анализа

Вариант (l)		Повторение (n)			
Безенчукская 380	X	107	109	113	104
	Y	4,84	4,53	5,05	4,32
Московская	X	103	101	117	108
	Y	4,23	3,74	4,29	5,49
Дуплет	X	119	108	121	113
	Y	5,21	4,71	5,47	5,19
Торрилд	X	101	115	104	103
	Y	3,17	4,21	4,11	3,54

Провести ковариационный анализ по полученным данным и сделать вывод о зависимости урожайности озимой пшеницы от густоты стояния растений и существенности различий между сортами.

Порядок выполнения задания

1. Подсчитать суммы и средние по ряду X и ряду Y. Правильность проверить по соотношению  $\Sigma V_x = P_x = \Sigma X$  и  $\Sigma V_y = \Sigma P_y = \Sigma Y$ . Определить общий объем выборки (N) и вычислить средние по опыту ( $\bar{X}$  и  $\bar{Y}$ ).

Таблица 178

Таблица расчета ковариационного анализа

Вариант (I)		Повторение (n)				Суммы V <sub>x</sub> и V <sub>y</sub>	Средние Значения
		I	II	III	IV		
Безенчукская 380	X	107	109	113	104	433,0	108,3
	Y	4,84	4,53	5,05	4,32	18,7	4,7
Московская	X	103	101	117	108	429,0	107,3
	Y	4,23	3,74	4,29	5,49	17,8	4,4
Дуплет	X	119	108	121	113	461,0	115,3
	Y	5,21	4,71	5,47	5,19	20,6	5,1
Торрилд	X	101	115	104	103	423,0	105,8
	Y	3,17	4,21	4,11	3,54	15,0	3,8
Суммы	P <sub>x</sub>	430	433	455	428	$\Sigma X$ 1746	$\bar{X}$ 109,1
	P <sub>y</sub>	17,45	17,19	18,92	18,54	$\Sigma Y$ 72,1	$\bar{Y}$ 4,5

$N = l \cdot n = 4 \cdot 4 = 16$ ;  $\bar{X} = \Sigma X / N = 174,6 : 16 = 109,1$ ;  $\bar{Y} = 72,1 : 16 = 4,5$ .

2. Рассчитать суммы квадратов отклонений по ряду X и Y и суммы произведений XY

а) суммы квадратов отклонений по ряду X

Корректирующий фактор:  $C = (\Sigma X)^2 : N = 1746^2 : 16 = 190532,25$

Сумма квадратов отклонений для общей дисперсии:

$S_y = \Sigma X^2 - C = (107^2 + 109^2 + 113^2 + \dots + 103^2) - 190532,25 = 631,8$

Сумма квадратов отклонений для дисперсии по повторениям:

$S_p = \Sigma P_x^2 : l - C = (430^2 + 433^2 + 455^2 + 428^2) : 4 - 190532,25 = 117,3$

Сумма квадратов отклонений для дисперсии по вариантам

$S_v = \Sigma V_x^2 : n - C = (187489 + 184041 + 212521 + 178929) : 4 - 190532,25 = 212,8$

Сумма квадратов отклонений для остаточной дисперсии:

$S_z = S_y - S_p - S_v = 631,8 - 117,3 - 212,8 = 301,8$

б) суммы квадратов отклонений по ряду Y

Корректирующий фактор:  $C = (\sum Y)^2 : N = 72,1^2 : 16 = 324,9$

Сумма квадратов отклонений для общей дисперсии:

$C_y = \sum Y^2 - C = (4,84^2 + 4,53^2 + 5,05^2 + \dots + 4,32^2) - 324,9 = 7,0$

Сумма квадратов отклонений для дисперсии по повторениям:

$C_p = \sum P_Y^2 : l - C = (17,45^2 + 17,19^2 + 18,92^2 + 18,54^2) : 4 - 324,9 = 0,52$

Сумма квадратов отклонений для дисперсии по вариантам

$C_v = \sum V_Y^2 : n - C = (351,2 + 315,1 + 423,5 + 225,9) : 4 - 324,9 = 4,02$

Сумма квадратов отклонений для остаточной дисперсии:

$C_z = C_y - C_p - C_v = 7,0 - 0,52 - 4,02 = 2,5$

в) суммы произведений XY

$C = (\sum X \cdot \sum Y) : N = 1746 \cdot 72,01 : 16 = 7867,91$

$C_y = \sum XY - C = (107 \cdot 4,84 + 109 \cdot 4,53 + \dots + 103 \cdot 3,54) - 7867,91 = 45,33$

$C_p = \sum P_x \cdot \sum P_y : l - C = (430 \cdot 17,45 + 433 \cdot 17,19 + 455 \cdot 18,92 + 428 \cdot 18,54) : 4 - 7867,91 = 4,71$

$C_v = \sum V_x \cdot \sum V_y : n - C = (433 \cdot 18,7 + 429 \cdot 17,8 + 461 \cdot 20,6 + 423 \cdot 18,7) : 4 - 7894,91 = 25,64$

$C_z = C_y - C_p - C_v = 45,33 - 4,71 - 25,64 = 14,98$

Все вычисленные суммы квадратов отклонений и суммы произведений внести в таблицу и определяем коэффициент регрессии Y/X (by/x).

Таблица 179

*Результаты ковариационного анализа*

Дисперсия	Сумма квадратов и произведений, C			Степень свободы, v	Коэффициент регрессии, by/x	Средний квадрат S <sup>2</sup>	Критерии	
	X <sup>2</sup>	XY	Y <sup>2</sup>				F <sub>факт.</sub>	F <sub>05</sub>
Общая, C <sub>y</sub>	631,8	45,3	7,0	15		-		
Повторений, C <sub>p</sub>	117,3	4,71	0,523525	3		-		
Вариантов, C <sub>v</sub>	212,8	25,6475	4,021225	3		1,34	6,20	
Остатка I, C <sub>z</sub>	301,8	14,98	2,5	9		0,27		
Регрессии, C <sub>b</sub>	-	-	0,74	1	0,050	0,74	3,44	
Остатка II, C <sub>dy/x</sub>	-	-	1,7	8		0,22		

$by/x = \sum XY : \sum X^2 = 14,98 : 301,8 = 0,05$

Таким образом, при изменении густоты стояния растений на 1 тыс. шт./га, урожай в среднем изменяется на 0,05 т/га.

3. Вычислить сумму квадратов отклонений регрессии  $Y/X$ , т.е., обусловленную зависимостью между признаками.

$S_b = (\sum XY)^2 : \sum X^2 = 14,98^2 : 301,8 = 0,74$ , при  $v = 1$  (т.к. в изучении два признака).

4. Вычислить остаточную сумму квадратов отклонений, обусловленную случайными факторами.

$S_{dy/x} = S_z - S_b = 2,5 - 0,74 = 1,7$ , при  $v = 8$ .

5. Вычислить средние квадраты отклонений (дисперсии) по ряду  $Y$  по вариантам, остатку I, регрессии и остатку II. Для этого сумму квадратов отклонений по ряду  $Y$  соответствующей дисперсии разделить на соответствующую ей степень свободы:  $Y^2/v$ ,

$S^2_v = 4,021 : 3 = 1,34$  и так сделать для остальных значений

Таким образом, средний квадрат остатка II ( $1,7 : 8 = 0,22$ ), характеризующий ошибку опыта после внесения поправок, снизился почти в 1,27 раза:

$0,27 : 0,22 = 1,27$ .

6. Оценить существенность различий по вариантам и обусловленных регрессией, т.е., вычислить  $F_{\text{факт.}}$  и сравнить с  $F_{\text{теор.}}$

Критерий Фишера для оценки достоверности различий по вариантам равен:  $F_{\text{факт.}} = S_v^2 : S_{II}^2 = 1,34 : 0,22 = 6,20$ , а для оценки достоверности коэффициента регрессии:  $F_{\text{факт.}} = S_b^2 : S_{II}^2 = 0,74 : 0,22 = 3,44$ .

Теоретическое значение критерия находим по таблицам приложений при степенях свободы в первом случае (для вариантов)  $v_1/v_2 = 3/8$  и во втором случае  $v_1/v_2 = 1/8$  на 5% уровне значимости.

7. Так как в обоих случаях  $F_{\text{факт.}} > F_{0,05}$ , значит коэффициент регрессии достоверен, а различия по сортам существенны на 5% уровне значимости, следовательно, целесообразно привести средние урожаи по сортам к одинаковой густоте стояния и сравнить их со стандартом и между собой.

Таблица 180

*Итоговая таблица ковариационного анализа*

Сорт	$\bar{X}_1$	$\bar{x} - \bar{X}_1$	$by/x (\bar{x} - \bar{X}_1)$ 0,05	Урожайность	
				Фактическая, Y	Скорректированная $YI = Y + by/x(\bar{x} - \bar{X}_1)$
Безенчукская 380	108,3	0,9	0,04	4,7	4,73
Московская	107,3	1,9	0,09	4,4	4,53
Дуплет	115,3	-6,1	-0,30	5,1	4,84
Торрилд	105,8	3,4	0,17	3,8	3,93
Средняя	109,1	0,0	0	4,51	4,51

8. Для оценки существенности частных различий необходимо вычислить ошибку средней и ошибку разности, чтобы определить наименьшую существенную разность:

$$SY = \sqrt{\frac{0,05}{4}} = \sqrt{0,0125} = 0,11 \text{ т/га}$$

$$S_d = \sqrt{0,05} = 0,22 \text{ т/га}$$

$НСР_{05} = t_{0,5} \cdot S_d = 2,306 \cdot 0,17 = \pm 0,39 \text{ т/га}$  при  $\nu = 8$   $t_{0,5} = 2,306$ .

9. Сделать окончательный вывод.

Вывод: сорта Московская и Торрилд при одинаковой густоте стояния существенно уступают стандартному сорту Безенчукская 380, а сорт Дуплет находится на уровне с ним

### *Индивидуальное задание*

#### **Вариант № 1**

В опыте подсчитано число растений на каждой делянке перед уборкой (X) и учтенный урожай (Y). Проведите ковариационный анализ и по полученным данным и сделайте вывод о зависимости урожайности культуры от густоты стояния растений и существенности различий между сортами.

Таблица 181

*Данные для проведения ковариационного анализа*

Вариант (l)		Повторение (n)			
		I	II	III	IV
Сорт 1	X	108,2	110,3	109,4	106,5
	Y	6,07	5,81	5,32	6,82
Сорт 2	X	104,2	102,3	110,4	110,5
	Y	5,46	5,02	4,56	7,99
Сорт 3	X	115,2	109,3	119,5	115,5
	Y	6,44	5,99	5,74	7,69
Сорт 4	X	102,2	105,2	104,3	105,5
	Y	4,4	5,49	4,38	6,04

#### **Вариант № 2**

В опыте подсчитано число растений на каждой делянке перед уборкой (X) и учтенный урожай (Y). Проведите ковариационный анализ и по полученным данным и сделайте вывод о зависимости урожайности культуры от густоты стояния растений и существенности различий между сортами.

Таблица 182

*Данные для проведения ковариационного анализа*

Вариант (l)		Повторение (n)			
		I	II	III	IV
Сорт 1	X	105,8	107,8	111,8	102,8
	Y	4,5	4,3	4,8	4,1
Сорт 2	X	101,8	99,8	115,8	106,8
	Y	3,0	2,5	3,1	4,3
Сорт 3	X	117,8	106,8	119,8	111,8
	Y	4,0	3,5	4,3	4,0
Сорт 4	X	99,8	113,8	102,8	101,8
	Y	2,0	3,0	2,9	2,3

**Вариант № 3**

В опыте подсчитано число растений на каждой деланке перед уборкой(X) и учтеный урожай (Y). Проведите ковариационный анализ и по полученным данным и сделайте вывод о зависимости урожайности культуры от густоты стояния растений и существенности различий между сортами.

Таблица 183

*Данные для проведения ковариационного анализа*

Вариант (l)		Повторение (n)			
		I	II	III	IV
Сорт 1	X	118,2	109,0	113,0	104,0
	Y	4,8	4,5	5,1	4,3
Сорт 2	X	103,0	101,0	117,0	108,0
	Y	4,2	3,7	4,3	4,5
Сорт 3	X	119,0	118,6	121,0	113,0
	Y	5,2	4,7	5,5	5,2
Сорт 4	X	104,8	113,3	109,6	102,7
	Y	3,2	4,2	4,1	3,5

**Вариант № 4**

В опыте подсчитано число растений на каждой деланке перед уборкой(X) и учтеный урожай (Y). Проведите ковариационный анализ и по полученным данным и сделайте вывод о зависимости урожайности культуры от густоты стояния растений и существенности различий между сортами.

Таблица 184

*Данные для проведения ковариационного анализа*

Вариант (I)		Повторение (n)			
		I	II	III	IV
Сорт 1	X	116,6	105,6	118,6	110,6
	Y	5,21	4,71	5,51	5,21
Сорт 2	X	98,6	112,6	101,6	100,6
	Y	3,21	4,21	4,11	3,51
Сорт 3	X	104,6	106,6	110,6	101,6
	Y	5,78	5,58	6,08	5,38
Сорт 4	X	100,6	98,6	114,6	105,6
	Y	4,21	3,71	4,31	5,51

**Вариант № 5**

В опыте подсчитано число растений на каждой делянке перед уборкой(X) и учтеный урожай (Y). Проведите ковариационный анализ и по полученным данным и сделайте вывод о зависимости урожайности культуры от густоты стояния растений и существенности различий между сортами.

Таблица 185

*Данные для проведения ковариационного анализа*

Вариант (I)		Повторение (n)			
		I	II	III	IV
Сорт 1	X	117,1	111,3	120,6	118,8
	Y	6,34	5,54	6,06	6,18
Сорт 2	X	106,1	107,3	105,3	108,8
	Y	5,41	5,78	5,43	5,25
Сорт 3	X	112,2	112,3	110,5	109,8
	Y	8,11	8,21	8,37	8,1
Сорт 4	X	104,1	104,3	111,5	113,8
	Y	7,14	7,08	7,61	7,98

**Вариант № 6**

В опыте подсчитано число растений на каждой делянке перед уборкой(X) и учтеный урожай (Y). Проведите ковариационный анализ и по полученным данным и сделайте вывод о зависимости урожайности культуры от густоты стояния растений и существенности различий между сортами.

Таблица 186

*Данные для проведения ковариационного анализа*

Вариант (I)		Повторение (n)			
		I	II	III	IV
Сорт 1	X	108,4	110,8	112,3	105,2
	Y	4,82	4,55	5,04	4,32
Сорт 2	X	105,1	102,6	115,4	110,1
	Y	4,21	3,76	4,37	4,59
Сорт 3	X	118,2	109,3	120,1	114,5
	Y	5,23	4,69	5,44	5,16
Сорт 4	X	100,2	110,4	105,9	102,4
	Y	3,19	4,2	4,09	3,54

**Вариант № 7**

В опыте подсчитано число растений на каждой делянке перед уборкой(X) и учтеный урожай (Y). Проведите ковариационный анализ и по полученным данным и сделайте вывод о зависимости урожайности культуры от густоты стояния растений и существенности различий между сортами.

Таблица 187

*Данные для проведения ковариационного анализа*

Вариант (I)		Повторение (n)			
		I	II	III	IV
Сорт 1	X	109,42	111,82	113,32	106,22
	Y	5,84	5,57	6,06	5,34
Сорт 2	X	106,12	103,62	116,42	111,12
	Y	5,23	4,78	5,39	5,61
Сорт 3	X	119,22	110,32	121,12	115,52
	Y	6,25	5,71	6,46	6,18
Сорт 4	X	101,22	111,42	106,92	103,42
	Y	4,21	5,22	5,11	4,56

**Вариант № 8**

В опыте подсчитано число растений на каждой делянке перед уборкой(X) и учтеный урожай (Y). Проведите ковариационный анализ и по полученным данным и сделайте вывод о зависимости урожайности культуры от густоты стояния растений и существенности различий между сортами.

Таблица 188

*Данные для проведения ковариационного анализа*

Вариант (I)		Повторение (n)			
		I	II	III	IV
Сорт 1	X	103,11	113,31	108,81	105,31
	Y	6,1	7,11	7,01	6,45
Сорт 2	X	108,01	105,51	118,31	113,01
	Y	7,12	6,67	7,28	7,5
Сорт 3	X	121,11	112,21	123,01	117,41
	Y	8,14	7,6	8,35	8,07
Сорт 4	X	111,31	113,71	115,21	108,11
	Y	7,73	7,46	7,95	7,23

**Вариант № 9**

В опыте подсчитано число растений на каждой делянке перед уборкой(X) и учтеный урожай (Y). Проведите ковариационный анализ и по полученным данным и сделайте вывод о зависимости урожайности культуры от густоты стояния растений и существенности различий между сортами.

Таблица 189

*Данные для проведения ковариационного анализа*

Вариант (I)		Повторение (n)			
		I	II	III	IV
Сорт 1	X	121,69	112,79	123,59	117,99
	Y	8,72	8,18	8,93	8,65
Сорт 2	X	108,59	106,09	118,89	113,59
	Y	7,7	7,25	7,86	8,08
Сорт 3	X	103,69	113,89	109,39	105,89
	Y	6,68	7,69	7,58	7,03
Сорт 4	X	111,89	114,29	115,79	108,69
	Y	8,31	8,04	8,53	7,81

**Вариант № 10**

В опыте подсчитано число растений на каждой делянке перед уборкой(X) и учтеный урожай (Y). Проведите ковариационный анализ и по полученным данным и сделайте вывод о зависимости урожайности культуры от густоты стояния растений и существенности различий между сортами.

Таблица 190

*Данные для проведения ковариационного анализа*

Вариант (I)		Повторение (n)			
		I	II	III	IV
Сорт 1	X	113,1	115,5	117	109,9
	Y	7,53	7,26	7,75	7,03
Сорт 2	X	103,8	114	109,5	106
	Y	6,78	7,79	7,68	7,13
Сорт 3	X	121,1	112,2	123	117,4
	Y	8,14	7,6	8,35	8,07
Сорт 4	X	108,6	106,1	118,9	113,6
	Y	7,68	7,23	7,84	8,06

### **Вариант № 11**

В опыте подсчитано число растений на каждой делянке перед уборкой(X) и учтеный урожай (Y). Проведите ковариационный анализ и по полученным данным и сделайте вывод о зависимости урожайности культуры от густоты стояния растений и существенности различий между сортами.

Таблица 191

*Данные для проведения ковариационного анализа*

Вариант (I)		Повторение (n)			
		I	II	III	IV
Сорт 1	X	111,7	114,1	115,6	108,5
	Y	8,12	7,85	8,34	7,62
Сорт 2	X	108,4	105,9	118,7	113,4
	Y	7,51	7,06	7,67	7,89
Сорт 3	X	103,5	113,7	109,2	105,7
	Y	6,49	7,5	7,39	6,84
Сорт 4	X	121,5	112,6	123,4	117,8
	Y	8,53	7,99	8,74	8,46

### **Вариант № 12**

В опыте подсчитано число растений на каждой делянке перед уборкой(X) и учтеный урожай (Y). Проведите ковариационный анализ и по полученным данным и сделайте вывод о зависимости урожайности культуры от густоты стояния растений и существенности различий между сортами.

Таблица 192

*Данные для проведения ковариационного анализа*

Вариант (I)		Повторение (n)			
		I	II	III	IV
Сорт 1	X	120,5	111,6	122,4	116,8
	Y	7,53	6,99	7,74	7,46
Сорт 2	X	117,4	114,9	117,7	112,4
	Y	6,51	6,06	6,67	6,89
Сорт 3	X	102,5	112,7	108,2	104,7
	Y	5,49	6,5	6,39	5,84
Сорт 4	X	110,7	113,1	114,6	107,5
	Y	7,12	6,85	7,34	6,62

**Вариант № 13**

В опыте подсчитано число растений на каждой делянке перед уборкой(X) и учтеный урожай (Y). Проведите ковариационный анализ и по полученным данным и сделайте вывод о зависимости урожайности культуры от густоты стояния растений и существенности различий между сортами.

Таблица 193

*Данные для проведения ковариационного анализа*

Вариант (I)		Повторение (n)			
		I	II	III	IV
Сорт 1	X	106,52	110,5	116,82	111,52
	Y	5,63	5,18	5,79	6,01
Сорт 2	X	119,62	110,72	121,52	115,92
	Y	6,65	6,11	6,86	6,58
Сорт 3	X	110,8	112,22	113,72	106,62
	Y	6,24	5,97	6,46	5,74
Сорт 4	X	101,62	111,82	107,32	103,82
	Y	4,61	5,62	5,51	4,96

**Вариант № 14**

В опыте подсчитано число растений на каждой делянке перед уборкой(X) и учтеный урожай (Y). Проведите ковариационный анализ и по полученным данным и сделайте вывод о зависимости урожайности культуры от густоты стояния растений и существенности различий между сортами.

Таблица 194

*Данные для проведения ковариационного анализа*

Вариант (I)		Повторение (n)			
		I	II	III	IV
Сорт 1	X	101,6	111,8	107,3	103,8
	Y	4,61	5,62	5,51	4,96
Сорт 2	X	119,6	110,7	121,5	115,9
	Y	6,65	6,11	6,86	6,58
Сорт 3	X	110,8	112,2	113,7	106,6
	Y	6,24	5,97	6,46	5,74
Сорт 4	X	106,5	110,5	116,8	111,5
	Y	5,63	5,18	5,79	6,01

**Вариант № 15**

В опыте подсчитано число растений на каждой делянке перед уборкой(X) и учтеный урожай (Y). Проведите ковариационный анализ и по полученным данным и сделайте вывод о зависимости урожайности культуры от густоты стояния растений и существенности различий между сортами.

Таблица 195

*Данные для проведения ковариационного анализа*

Вариант (I)		Повторение (n)			
		I	II	III	IV
Сорт 1	X	100,5	110,7	106,2	102,7
	Y	3,52	4,53	3,59	3,87
Сорт 2	X	108,7	111,1	112,6	105,5
	Y	5,15	5,88	5,37	4,65
Сорт 3	X	118,5	109,6	120,4	114,8
	Y	5,56	5,02	5,77	5,04
Сорт 4	X	105,4	102,9	115,7	110,4
	Y	4,54	4,09	4,7	4,92

**Вариант № 16**

В опыте подсчитано число растений на каждой делянке перед уборкой(X) и учтеный урожай (Y). Проведите ковариационный анализ и по полученным данным и сделайте вывод о зависимости урожайности культуры от густоты стояния растений и существенности различий между сортами.

Таблица 196

*Данные для проведения ковариационного анализа*

Вариант (I)		Повторение (n)			
		I	II	III	IV
Сорт 1	X	119,2	110,3	121,1	115,5
	Y	6,22	5,24	6,43	6,15
Сорт 2	X	106,1	103,6	116,4	111,1
	Y	5,2	5,14	5,36	5,58
Сорт 3	X	105	111,4	106,9	103,4
	Y	5,18	5,19	5,08	5,13
Сорт 4	X	124	132	129	116
	Y	5,81	5,54	6,03	5,31

**Вариант № 17**

В опыте подсчитано число растений на каждой делянке перед уборкой(X) и учтеный урожай (Y). Проведите ковариационный анализ и по полученным данным и сделайте вывод о зависимости урожайности культуры от густоты стояния растений и существенности различий между сортами.

Таблица 197

*Данные для проведения ковариационного анализа*

Вариант (I)		Повторение (n)			
		I	II	III	IV
Сорт 1	X	117,9	109	119,8	114,2
	Y	4,92	4,38	5,13	4,85
Сорт 2	X	104,8	102,3	115,1	109,8
	Y	4,8	3,45	4,06	4,28
Сорт 3	X	99,89	110,1	105,6	102,1
	Y	2,88	3,89	3,78	3,23
Сорт 4	X	108,1	110,5	112	104,9
	Y	4,51	4,24	4,73	4,01

**Вариант № 18**

В опыте подсчитано число растений на каждой делянке перед уборкой(X) и учтеный урожай (Y). Проведите ковариационный анализ и по полученным данным и сделайте вывод о зависимости урожайности культуры от густоты стояния растений и существенности различий между сортами.

Таблица 198

*Данные для проведения ковариационного анализа*

Вариант (I)		Повторение (n)			
		I	II	III	IV
Сорт 1	X	109,1	111,5	113	105,9
	Y	5,61	5,34	5,83	5,47
Сорт 2	X	105,8	103,3	116,1	110,8
	Y	5,28	4,55	5,16	5,38
Сорт 3	X	100,9	111,1	106,6	103,1
	Y	4,98	4,99	4,88	4,33
Сорт 4	X	127	130	120,8	115,2
	Y	6,02	6,78	6,23	5,95

**Вариант № 19**

В опыте подсчитано число растений на каждой делянке перед уборкой(X) и учтеный урожай (Y). Проведите ковариационный анализ и по полученным данным и сделайте вывод о зависимости урожайности культуры от густоты стояния растений и существенности различий между сортами.

Таблица 199

*Данные для проведения ковариационного анализа*

Вариант (I)		Повторение (n)			
		I	II	III	IV
Сорт 1	X	120,5	111,6	122,4	116,8
	Y	7,53	7,99	7,74	7,46
Сорт 2	X	107,4	104,9	117,7	112,4
	Y	6,51	6,06	6,67	6,27
Сорт 3	X	119	112,7	128	129
	Y	5,49	5,54	5,42	5,84
Сорт 4	X	110,7	113,1	114,6	128
	Y	6,12	6,85	6,37	6,62

**Вариант № 20**

В опыте подсчитано число растений на каждой делянке перед уборкой(X) и учтеный урожай (Y). Проведите ковариационный анализ и по полученным данным и сделайте вывод о зависимости урожайности культуры от густоты стояния растений и существенности различий между сортами.

*Данные для проведения ковариационного анализа*

Вариант (l)		Повторение (n)			
		I	II	III	IV
Сорт 1	X	119,3	110,4	121,2	115,6
	Y	5,36	5,82	6,57	6,29
Сорт 2	X	106,2	103,7	116,5	111,2
	Y	5,34	5,89	5,5	5,72
Сорт 3	X	101,3	111,5	107	103,5
	Y	4,32	5,33	5,22	4,67
Сорт 4	X	120,4	111,9	113,4	106,3
	Y	5,95	6,68	6,17	5,45
	Y	119,3	110,4	121,2	115,6

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Статистика – одна из древнейших отраслей знаний, возникшая на базе хозяйственного учета. Статистика и анализ данных – незаменимая часть практически любой современной области знаний, один из главных критериев их научности. Но всегда ли статистическим данным можно доверять? Сейчас довольно тяжело представить ситуацию, когда научное знание может быть признано обществом, научным сообществом, институтами без доказанного статистического бэкграунда.

Все сложнее становится провести границу между современной биологией, математикой и информатикой. Применение математической обработки во всех науках никогда не являлось и не является самоцелью, а диктуется необходимостью их дальнейшего развития. В сельском хозяйстве применение математической обработки обусловлено в первую очередь требованием оценки достоверности результатов экспериментов, сравнения показателей и достоверности выводов и гипотез. Статистика необходима специалистам для того, чтобы была возможность принимать решения в условиях стохастики, анализировать элементы сельскохозяйственного процесса.

В результате выявления статистических закономерностей можно выявить взаимосвязи в сельскохозяйственном полевом эксперименте, изучить динамику его развития, сопоставить международные результаты и в конечном итоге принять эффективные решения на всех уровнях управления.

Можно сказать, что статистика отвечает на один общий вопрос: если наша нулевая гипотеза верна, то какова вероятность получить такие же результаты или еще более выраженные, т. е. насколько хорошо наблюдаемая эмпирическая реальность согласуется с нулевой гипотезой? Это основополагающее определение того, как статистика проверяет вопросы окружающего мира. Полная и достоверная статистическая информация – то необходимое основание, на котором базируется процесс управления качеством почв.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Агрочвоведение. Под ред. В. Д. Мухи – М.: КолосС, 2004. – 528 с. - ISBN5-9532-0047-1.
2. Агрохимия. Учебник / В. Г. Минеев, В. Г. Сычев, Г. П. Гамзиков и др.; под ред. В. Г. Минеева. - М.: Изд-во ВНИИА им. Д. Н. Прянишникова, 2017. - 854 с.
3. Айвазян А. М. Прикладная статистика и основы эконометрики: учебник / А. М. Айвазян, В. С. Мхитарян. - М.: ЮНИТИ, 1998. - 1022 с.
4. Алексеев О.А., Коровин Ю.И. Руководство по выполнению и обработке результатов количественного анализа. - М.: Атомиздат, 1972, - 72 с.
5. Алямкина, Е. А..Практикум по статистике : Е. А. Алямкина, Т. Н. Ларина ; М-во сельского хозяйства РФ, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования "Оренбургский гос. аграрный ун-т". - Москва : Омега-Л ; Оренбург : Издательский центр ОГА, 2014. - 308 с.; см.; ISBN 978-5-370-03156-4
6. Баврин И. И. Высшая математика. - М.: Академия, 2002. - 616 с.
7. Балинова В. С. Статистика в вопросах и ответах: Учеб. пособие. - М.: ТК. Велби, Изд-ео Проспект, 2004. - 344 с.
8. Бейли Н. Статистические методы в биологии. - М.: Иностран. литра, 1962. - 260 с.
9. Большее Л. И., Смирнов Н. В. Таблицы математической статистики. - М: Наука, 1965. - 464 с.
10. Боровиков В. П. Статистический анализ и обработка данных в среде Windows / В. П. Боровиков, И. П. Боровиков. - М.: Филин, 1998. - 608 с.
11. Боровко Н. Н. Статистический анализ пространственных геоло-гических закономерностей-Л.: Недра, 1971. - 174 с.
12. Василевич В. И. Статистические методы в геоботанике / В. И. Василевич. - М.: Наука, 1969. - 136 с.
13. Гавришин А. И. Пособие по основам статистического анализа геолого-геохимической информации - Свердловск: Изд-во НТО, 1969. - 150 с.

14. Гавришин А.И. Сборник задач по математической статистике для геологов, - Новочеркасск: Изд-во НПИ, 1983. - 88 с.
15. Гайдышев И. Анализ и обработка данных. - СПб.: Питер, 2001. - 752 с.
16. Гланц С. Медико-биологическая статистика / С. Гланц. - М.: Практика, 1998. - 459 с.
17. Гласс Дж. Статистические методы в педагогике и психологии / Дж. Гласс, Дж. Стенли. – М.: Прогресс, 1976. – 496 с.
18. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие для вузов / В. Е. Гмурман. – М.: Высш. шк. 2003. – 479 с.
19. Гринин А. С. Математическое моделирование в экологии: учеб. пособие / А. С. Гринин, Н. А. Орехов, В. Н. Новиков. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. - 269 с.
20. Добредав Н.Л., Маковская Н.С. Применение вероятностно-статистических методов в геологии.- Новосибирск: НГУ, 1976 - 122 с.
21. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. - Москва: Колос, 2011.
22. Заварина Е. С. Основы региональной статистики: учебник / Е. С. Заварина, К. Г. Чобану; под ред. Е. С. Завариной. - М.: Финансы и статистика, 2009, 416 с. ,
23. Земледелие. Учебник для вузов / Г. И. Баздырев, В. Г. Лошаков, А. И. Пупонин и др. - М.: Издательство «Колос», 2000. - 551 с.
24. Ивантер, Э. В. Элементарная биометрия / Э. В. Ивантер, А. В. Коросов. - Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2010.
25. Кидин, В.В. Практикум по агрохимии / В.В. Кидин. – М.: КолосС, 2008. – 599 с.
26. Кобзаренко, В. И. Методика полевого и вегетационного опытов / В. И. Кобзаренко, В. Ф. Волобуева, И. В. Серегина, А. Ф. Слипчик, И. Н. Батура. – М.: МСХА, 2004. – 44 с.
27. Количественные методы в почвенной зоологии. - М.: Наука, 1987. - 288 с.
28. Корчагин, А. А. Физика почв: лабораторный практикум / А. А. Корчагин. – Изд-во Владимирского гос. ун-та, 2011. – 211 с.
29. Костылева, Л. М. Лабораторный практикум по дисциплине «Математические методы в генетике, селекции и семеноводстве»: учебное пособие / Л. М. Костылева. - Зерноград: АЧГАА, 2009.

30. Костылева, Л. М. Математические методы в селекции и генетике с.-х. культур: курс лекций / Л. М. Костылева, П. И. Костылев. - Зерноград: АЧГАА, 2005.

31. Лакин Г. Ф. Биометрия: учеб. пособие / Г. Ф. Лакин. - М.: Высшая школа, 1980. - 293 с.

32. Матерой Ж. Основы прикладной геостатистики. - М.: Мир, 1968. - 408 с.

33. Методика опытного дела: учебное пособие предназначено для аспирантов, обучающихся по направлению 35.06.01 Сельское хозяйство / С. Н. Зудилин, С. Н. Шевченко, В. Г. Кутилкин. - Кинель : РИО СГСХА, 2016. - 146 с.

34. Методы исследований в агрохимии: краткий курс лекций для аспирантов направления подготовки 35.01.06 Сельское хозяйство / Сост.: Е.А.Нарушева // ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2014. – с. 91.

35. Минеев, В. Г. Агрохимия: учебник / В. Г. Минеев. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : КолосС;

36. Никифорова Ю. Ю. Статистические методы в экологии и природопользовании: учеб. пособие / Ю. Ю. Никифорова; под. общ. ред. И. С. Белюченко. - Краснодар: КубГАУ, 2019. - 88 с.

37. Новиков Д. А. Статистические методы в медико-биологическом эксперименте (типовые случаи) / Д. А. Новиков, В. В. Новочадов. – Волгоград: Изд-во ВГМУ, 2005. – 84 с.

38. Новиков Д. А. Статистические методы в педагогических исследованиях (типовые случаи) / Д. А. Новиков. – М.: МЗ-Пресс, 2004. – 67 с.

39. Организация государственной статистики в России / Госкомстат России. – М., 2004. – М., 2004

40. Организация статистики за рубежом: Научно-популярное издание / Л. И. Нестеров. М.: ИИЦ «Статистика России», 2006, - 155 с.

41. Основы вариационной статистики в применении к лесоводству / А. В. Тюрин, проф. д-р с.-х. наук. - Москва; Ленинград: Гослесбумиздат, 1961. - 103 с.

42. Основы научных исследований в агрономии: электронный учебно-методический комплекс [Электронный ресурс]. – Режим

доступа: [http://www.kgau.ru/distance/agro\\_02/belousov\\_oni-110201/index.html](http://www.kgau.ru/distance/agro_02/belousov_oni-110201/index.html). – Дата доступа: 01. 11. 2021.

43. Павловский З. Введение в математическую статистику. - М.: Статистика, 1967. - 288 с.

44. Песенко Ю. А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. - М.: Наука, 1982. - 288 с.

45. Пискунов, А. С. Методы агрохимических исследований / А. С. Пискунов. – М.: КолосС, 2004. – 312 с. ISBN 5-9532-0145-1.

46. Плохинский Н. А. Биометрия. - М.: МГУ, 1970. - 367 с.

47. Положение о Федеральной службе государственной статистики, утвержденное Постановлением Правительства Российской Федерации № 420 от 2 июня 2008 г.

48. Практикум по земледелию / И. П. Васильев, А. М. Туликов, Г. И. Баздырева. – М.: КолосС, 2005. – 424 с. - ISBN 5-9532-0141-9.

49. Регламент Федеральной службы государственной статистики, утвержденный приказом Росстата N 186 от 5 декабря 2005 года.

50. Родионов Д. А. Статистические решения в геологии. - М.: Недра, 1981-232 с.

51. Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика. - Минск: Высшая школа, 1973. - 320 с.

52. Снедекор Д. У. Статистические методы в применении к исследованиям в сельском хозяйстве и биологии. - М.: Сельхоз. лит. , 1961. - 503 с.

53. Суринов А. Е. Официальная статистика в России: проблемы реформирования. – ИИЦ «Статистика России», 2002

54. Теория статистики. – Учебник/ под редакцией проф. Г. Л. Громыко. - 2-е изд. , перераб. и доп. - М.: ИНФРА–М, 2005 г. - 476 с.

55. Терентьев П. В., Ростова Н. С. Практикум по биометрии. - Л. : ЛГУ. - 1977. - 152 с.

56. Терпелец, В. И. Учебно-методическое пособие по агрофизическим и агрохимическим методам исследования почв / В. И. Терпелец, В.Н. Слюсарев. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – 65 с.

57. Тьюки Дж. Анализ результатов наблюдений. - М.: Мир, 1981. - 693 с.

58. Тюрин П. Н., Макаров А. В. Анализ данных на компьютере-М.: Феникс, 1995. - 385 с.

59. Урбах В. Ю. Биометрические методы. - М.: Наука, 1964. - 416 с.
60. Федеральный закон Об официальном статистическом учете и системе государственной статистики в Российской Федерации № 282-ФЗ от 9 ноября 2007 года.
61. Федин, М. А. Статистические методы генетического анализа / М. А. Федин, Д. Я. Силис, А. В. Смиряев. - Москва: Колос, 1980.
62. Федоров А. И. Методы математической статистики в биологии и опытной работе. - Алма-Ата: Казгосиздат, 1957. - 150 с.
63. Фишер Р. А. Статистические методы для исследователей. - М. : Госстатиздат, 1958. - 268 с.
64. Цифровая трансформация сельского хозяйства России: офиц. изд. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 80 с
65. Шаратов И. П. Применение математической статистики в геологии. - М.: Недра, 1970 - 260 с.
66. Шилова З. В. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие / З. В. Шилова, О. И. Шилова. – Киров: Изд-во ВГГУ, 2015. – 158 с.
67. Щеглов, Д. И. Методы исследования физических свойств почв / Д. И. Щеглов, Ю. И. Дудкин,
68. Щеглов, Д. И. Физико-химические методы исследования почв / Д. И. Щеглов, Ю. И. Дудкин, Х. А. Джувеликян. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2007. – 31 с.
69. Экономическая статистика: Учебник. – 3-е издание, перераб. и доп. / Под ред. Проф. Ю. Н. Иванова. – Мю: ИНФРА-М, 2008.
70. Электронный учебник по статистике. - Москва, StatSoft Inc., 1999. <http://www.statsoft.ru/home/textbook/default.htm>
71. Ягодин, Б. А. Вегетационный метод исследования / Б. А. Ягодин, Ю. П. Жуков, В. Ф. Волобуева, О. Л. Янишевская. – М.: МСХА, 2007. – 71 с.

## ГЛОССАРИЙ

**Variation ratio** - «доля» объектов, не попадающих в модальную категорию.

**Альтернативная гипотеза ( $H_1$ )** - гипотеза с утверждением о том, что в действительности между генеральными совокупностями есть различие.

**Аналитическая группировка** - группировка, выявляющая взаимосвязи между изучаемыми явлениями и их признаками.

**Аналитическая статистика** - это процедуры оценки характеристик совокупности по данным выборок.

**Ассиметрия ( $A_s$  - коэффициент асимметрии)** - характерное отклонение от нормального распределения данных, когда наблюдается чрезмерно увеличенное количество вариантов выборки, числовое значение которых меньше среднего арифметического (правосторонняя асимметрия) и, наоборот, больше среднего арифметического (левосторонняя асимметрия).

**Атрибутивный ряд распределения** - ряд, построенный по качественному признаку.

**Бесповторный отбор** - процесс формирования выборочной совокупности, при котором попавшая в выборку единица в дальнейшей процедуре отбора не участвует.

**Биометрия** - (лат. *bios* - жизнь, *metron* - мера) - наука о статистическом анализе массовых явлений в биологии.

**Бисериальный коэффициент ( $r_{bs}$ )** - показатель связи, который устанавливают корреляцию между качественными признаками и непрерывно варьирующими количественными признаками.

**Вариант признака** - возможное значение признака у единицы статистической совокупности.

**Варианта ( $x_i$ )** - отдельное числовое значение варьирующего признака.

**Варианты** - отдельные значения признака, которые он принимает в вариационном ряду.

**Варианты ( $x_i$ ;  $y_i$ )** - отдельно взятый член вариационного ряда или числовое значение варьирующего признака.

**Вариационный ряд** - двойной ряд чисел, который показывает, с какой частотой встречаются те или иные значения признака.

**Вариационный ряд** - ряд ранжированных значений признака, в котором указана повторяемость или частота отдельных значений (вариант) в данной совокупности.

**Вариационный ряд распределения** - ряд, построенный по количественному признаку.

**Вариация** - это колеблемость, многообразие, изменяемость значения признака у отдельных единиц совокупности явлений.

**Вариация** - колебания величины одного и того же признака, наблюдаемые в общей массе его числовых значений.

**Вариация** - колеблемость, изменение значений признака в статистической совокупности.

**Варьирование** - отклонение от чего-либо, наиболее общая форма проявления изменчивости варьирования признака для совокупности, имеющей определенную среднюю величину  $\bar{x}$ , которое учитывает отклонение каждой варианты от средней  $\bar{x}$ . Выражается в абсолютных единицах измерения какого-либо признака.

**Величина** - количественное выражение всего, что можно измерить и исчислить.

**Величина интервала** - разность между верхней и нижней границами интервала.

**Величина средняя** - обобщенная количественная характеристика признака в статистической совокупности в конкретных условиях места и времени.

**Вероятность** - мера объективной возможности ожидаемого результата.

**Вероятность** - числовая мера объективной возможности появления случайного события.

**Вероятность доверительная** - уровень вероятности, который считается достаточным для суждения о достоверности статистических показателей, получаемых на основе выборочных данных (в селекционно-генетических исследованиях используют 95, 99, и 99,9% у. в.)

**Верхняя граница интервала** - наибольшее значение признака в нем.

**Взаимодействие генотип-среда** - эффект, отражающий несходство реакции генотипов (по величине признака) на одинаковые изменения условий выращивания.

**Вторичная группировка** - операция по образованию новых групп на основе ранее построенной группировки.

**Выборка** - часть генеральной совокупности, отбираемая специальным образом и исследуемая с целью получения репрезентативных выводов о свойствах генеральной совокупности.

**Выборка** ( $n$  - объем выборки) - часть генеральной совокупности или количество случаев (вариант), взятых для наблюдения, изучения.

**Выборочная доля** - доля единиц в выборочной совокупности, обладающих определенным вариантом или вариантами изучаемого признака.

**Выборочная совокупность** - часть генеральной, отобранная для совместного изучения.

**Выборочное наблюдение** - вид несплошного наблюдения, основанный на принципе случайного отбора тех единиц изучаемой совокупности, которые должны быть подвергнуты наблюдению.

**Выборочный метод** - метод при изучении статистических совокупностей, основанный на изучении выборки.

**Выключка** - часть учётной делянки, исключённая из учёта, вследствие случайных повреждений или ошибок, допущенных во время работы.

**Генеральная совокупность** - бесконечно большое множество относительно однородных единиц, составляющих ее содержание.

**Генеральная совокупность** - исходная совокупность или абсолютное количество объектов, которая существует в наличии вообще.

**Генеральная совокупность** (*population*) - полная совокупность изучаемых объектов.

**Гистограмма** - изображение вариационного ряда в виде столбиковой диаграммы, в которой высоты прямоугольников соответствуют частотам разрядов.

**Гистограмма** - изображение интервального вариационного ряда в виде столбиковой диаграммы. Показывает зависимость между классами и частотой встречаемости в них соответствующих значений признака.

**Гомеостатичность** - способность сортов сочетать высокую **урожайность** в благоприятных условиях выращивания с минимальным ее снижением в неблагоприятных.

**Градации** - отдельные значения изучаемого фактора в эксперименте (уровни фактора). Бывают фиксированные, случайные и иерархические.

**Группировка** - первичная обработка неупорядоченного набора чисел, полученного в ходе экспериментальной работы.

**Группировка** - расчленение множества единиц изучаемой совокупности на группы по определенным, существенным для них признакам.

**Группировка данных** - процесс систематизации первичных данных в целях извлечения полученной информации и обнаружения закономерностей.

**Группировка статистическая** - расчленение множества единиц изучаемой совокупности на группы по определенным, существенным для них признакам.

**Группировочный признак** - признак, по которому производится разбиение единиц совокупности на отдельные группы.

**Данные** - это результаты наблюдений, испытаний, накапливаемые с целью последующего изучения и анализа.

**Децили** - варианты, делящие ранжированный ряд на десять равных частей.

**Дискретные величины** - величины, принимающие только отдельные значения из некоторого ряда чисел.

**Дискретный вариационный ряд** - распределение единиц совокупности по дискретному признаку.

**Дисперсионный анализ** - метод анализа результатов эксперимента, заключающийся в разложении общей изменчивости признака на составляющие компоненты, соответствующие изменчивости по вариантам, повторениям и в результате действия случайной ошибки. Существенность влияния различных факторов на результативный признак оценивают с помощью F и HCP.

**Дисперсия** - средняя величина квадратов отклонений индивидуальных значений признака от их средней величины.

**Дисперсия** - это среднее арифметическое квадратов разностей полученных значений переменной и ее средним значением.

**Дисперсия** ( $G^2$  - генеральная дисперсия  $S^2$  - выборочная дисперсия) - средний квадрат отклонения значений признака от среднего арифметического.

**Дисперсия** (от лат. *dispersio* - рассеивание) или **варианса** - средний квадрат отклонений вариант от их средней величины в данной совокупности.

**Доверительный интервал** - промежуток между границами, называемыми доверительными, в котором с той или иной вероятностью содержится параметр, оцениваемый по данным выборочного наблюдения.

**Документальный способ наблюдения** -- основан на использовании в качестве источника статистической информации различного рода документов, как правило, учетного характера.

**Доля признака** - это отношение численности каждого из членов ряда  $n_1, n_2, n_3$  и т. д. к общему объему совокупности  $n$ .

**Достоверность** - уверенность, с которой судят о генеральных параметрах по результатам выборочных наблюдений.

**Единица наблюдений** - отдельный элемент биологического объекта.

**Единица наблюдения** - составной элемент объекта, являющийся носителем признаков, подлежащих регистрации.

**Единица наблюдения** - составной элемент объекта, являющийся носителем признаков, подлежащих регистрации.

**Единица совокупности** - индивидуальный составной элемент статистической совокупности, являющийся носителем изучаемых признаков.

**Единица статистической совокупности** - это каждый отдельно взятый элемент данного множества, обладающий определенными признаками.

**Единовременное обследование** - сведения даются о количественных характеристиках какого-либо явления или процесса в момент его исследования.

**Задача статистического исследования** - это получение обобщающих показателей и выявление закономерностей социально-экономических явлений и процессов в конкретных условиях места и времени.

**Закономерность** - повторяемость, последовательность и порядок изменений в явлениях.

**Закрытые интервалы** - интервалы, у которых обозначены обе границы.

**Индекс детерминации ( $\eta^2$ )** - показатель, характеризующий долю варьирования признака  $Y$ , которая обусловлена степенью колебания признака  $X$ , т. е. определяет процент вариации результативного признака  $Y$  под влиянием факториального  $X$  при нелинейной связи.

**Индексируемая величина** - признак, изменение которого изучается.

**Интервал** - значения варьирующего признака, лежащие в определенных границах.

**Интервальный вариационный ряд** - ряд, который отражает непрерывную вариацию признака.

**Интерполяция** - приближенный расчет недостающих уровней, лежащих внутри исходного ряда динамики, но почему-либо неизвестных.

**Исследование статистическое** - процесс познания социально-экономических, технических, биологических и прочих объектов и явлений посредством системы статистических методов.

**Квартили** - делят распределение на четыре части так, что в каждой из них оказывается поровну значений.

**Квартили** - значение признака, делящие ранжированную совокупность на четыре равновеликие части.

**Классификация** - систематическое распределение явлений и объектов на определенные группы, классы, разряды на основании их сходства и различия.

**Ковариационный анализ** - распространение методов дисперсионного анализа на случай нескольких переменных, а также корреляционного и регрессионного анализа на общие схемы полевых, вегетационных, лабораторных экспериментов.

**Ковариация (cov)** - среднее произведение отклонений значений одного признака на соответствующие отклонения значений другого признака от их средних арифметических (ковариация в узком смысле).

**Корреляционная решётка** - вспомогательная таблица, в которой указываются диапазоны классов двух признаков с частотой их встречаемости и проводятся вычисления всех вспомогательных значений для определения коэффициента корреляции.

**Корреляционное отношение ( $\eta$ )**- показатель, характеризующий тесноту криволинейной связи.

**Корреляционные плеяды** - сложная сеть корреляционных связей, имеющих разную тесноту.

**Корреляционный анализ** - количественное определение тесноты связи между двумя признаками (при парной связи) и между результативным и множеством факторных признаков (при многофакторной связи).

**Корреляция** - взаимозависимость между варьирующими признаками.

**Корреляция** - статистическая зависимость между случайными величинами, не имеющая строго функционального характера, при которой изменение одной из случайных величин приводит к изменению математического ожидания другой.

**Корреляция** (лат. correlatio - соотношение, связь) - взаимосвязь между признаками, когда определённому значению одного признака соответствует не одно, а целый вариационный ряд числовых значений другого признака. Наблюдается только на групповых объектах.

**Коэффициент асимметрии** - мера отклонения распределения частоты от симметричного (нормального) распределения.

**Коэффициент асимметрии** ( $A_s$ ) - показатель изменчивости признака, характеризующий скошенность (асимметричность) кривой распределения вправо (правосторонняя асимметрия) или влево (левосторонняя асимметрия). Используется для оценки нормальности распределения.

**Коэффициент вариации** - относительный показатель изменчивости признака, характеризующий степень варьирования признака.

**Коэффициент вариации**  $v$  - отношение стандартного отклонения к среднему арифметическому, выраженное в %.

**Коэффициент детерминации** ( $r^2$ ) - показатель, характеризующий долю (или процент) тех изменений одного признака, которые в данном явлении линейно зависят от другого изучаемого признака.

**Коэффициент корреляции** ( $r$ ) - показатель связи, характеризующий тесноту (силу) и направление линейной связи.

**Коэффициент ранговой корреляции** (коэффициент Спирмена,  $r_s$ ) - показатель, характеризующий связь между рангами (порядковыми номерами значений признаков). Позволяет измерять

степень сопряженности между признаками независимо от закона распределения и формы связи.

**Коэффициент регрессии** ( $R_{x/y}$ ,  $R_{y/x}$ ) - показатель связи, характеризующий насколько, в среднем, величина одного признака ( $Y$ ) изменяется при изменении на единицу меры другого признака ( $X$ ), связанного с  $Y$  корреляционно.

**Коэффициент эксцесса** - характеризует степень островершинности распределения.

**Коэффициент эксцесса** ( $E_x$ ) - показатель изменчивости признака, характеризующий отклонение эмпирического распределения от нормального, на графике выражено плоско-, круто- или многовершинностью.

**Криволинейная корреляция** - неравномерные изменения одного признака в ответ на изменения другого.

**Критерий** - показатель, позволяющий судить о надежности выводов относительно принятой гипотезы, ожидаемого результата.

**Критерий** (от греч. *kriterion* - мерило, средство суждения) - показатель, позволяющий судить о надежности выводов относительно принятой гипотезы, ожидаемого результата и т. д.

**Критический момент** (дата) - день года, час дня, по состоянию на который должна **быть** проведена регистрация признаков по каждой единице исследуемой совокупности.

**Лимиты** - крайние значения ранжированного ряда, характеризующие минимальное и максимальное значение изучаемого признака в выборке, указывающие на амплитуду вариации.

**Малая выборка** - выборочное наблюдение, численность единиц которого не превышает 30.

**Математическое ожидание** ( $\mu$ ) - среднее значение случайной величины,

**Медиана** - «середина» распределения. Значение, которое делит распределение пополам: половина значений больше медианы, половина - меньше.

**Медиана** - значение признака, приходящееся на середину ранжированной совокупности.

**Медиана** ( $Me$ ) - варианта, которая делит вариационный ряд на две части (середина ряда), одна из которых имеет меньшие значения

по сравнению с медианой, а другая - большие. Относится к непараметрическим показателям средних величин.

**Мода** - значение изучаемого признака, повторяющееся с наибольшей частотой.

**Мода** - наиболее часто встречающееся значение переменной.

**Мода (Mo)** - это непараметрический показатель средних величин, характеризующий наиболее часто встречаемую варианту в совокупности.

**Модальный класс** - группа (класс) вариационного ряда, в котором находится мода. Частота встречаемости значений признака в этом классе максимальна.

**Монографическое наблюдение** - представляет собой вид несплошного наблюдения, при котором тщательному обследованию подвергаются отдельные единицы изучаемой совокупности, обычно представители каких-либо новых типов явлений.

**Наблюдение выборочное** - вид несплошного наблюдения, основанный на принципе случайного отбора тех единиц изучаемой совокупности, которые должны быть подвергнуты наблюдению.

**Наблюдение статистическое** - планомерный, научно организованный сбор данных об изучаемых явлениях и процессах путем регистрации по заранее разработанной программе существенных признаков.

**Наследуемость** - доля (часть) генетических различий в общей фенотипической изменчивости в популяции. Определяется с помощью коэффициента наследуемости ( $H^2$ ,  $h^2$ ).

**Непосредственное наблюдение** - регистраторы путем непосредственного замера, взвешивания, подсчета или проверки работы и так далее устанавливают факт, подлежащий регистрации, и на этом основании производят записи в формуляре наблюдения.

**Непрерывные величины** - величины, принимающие любые значения в определенном интервале.

**Несплошное наблюдение** - обследованию подлежит лишь часть единиц изучаемой совокупности.

**Нижняя граница интервала** - наименьшее значение признака в нем.

**Нормированное отклонение (t)** - показатель разнообразия признака, характеризующий отдельную варианту (или группу

вариант). Оно представляет выраженное в долях  $\sigma$  отклонение той или иной варианты от средней арифметической.

**Нулевая гипотеза ( $H_0$ )** - статистическая гипотеза, исходящая из предположения об отсутствии разницы между параметрами сравниваемых совокупностей.

**Нулевая гипотеза ( $H_0$ )** - гипотеза, основанная на утверждении, что между двумя генеральными совокупностями нет ожидаемого различия.

**Общая теория статистики** - отрасль статистической науки о наиболее общих принципах, правилах и законах цифрового освещения социально - экономических явлений, объединяемых для совместного изучения в одинаковых условиях.

**Объект наблюдения** -- статистическая совокупность, в которой протекают исследуемые социально-экономические явления и процессы.

**Объем выборки** - число единиц выборочной совокупности.

**Описательная (дескриптивная) статистика** - это получение статистических показателей, с помощью которых обобщаются характеристики только наблюдаемой совокупности. Задача ее заключается в том, чтобы дать сжатую и концентрированную характеристику изучаемого явления, определяемое как сумма произведений всех ее возможных значений, умноженных на вероятности этих значений.

**Опрос** - способ наблюдения, при котором наблюдаемые сведения получают со слов респондента.

**Опрос** - способ наблюдения, при котором наблюдаемые сведения получают со слов респондента.

**Основная рыночная цена** - это цена, получаемая производителем за единицу реализуемого продукта или услуги без налога на продукты, но с включением субсидий на продукты.

**Открытые интервалы** - интервалы, у которых указана только одна граница.

**Отчетная единица** - субъект, от которого поступают данные о единице наблюдения.

**Отчетность** - основная форма статистического наблюдения, с помощью которой статистические органы в определенные сроки получают от предприятий, учреждений и организаций необходимые

данные в виде установленных в законном порядке отчетных документов, скрепляемых подписями лиц, ответственных за их предоставление и достоверность собираемых сведений.

**Отчетность** - это основная форма статистического наблюдения, с помощью которой статистические органы в определенные сроки получают от предприятий, учреждений и организаций необходимые данные в виде установленных в законном порядке отчетных документов, скрепляемых подписями лиц, ответственных за их предоставление и достоверность собираемых сведений. Таким образом, отчетность - это официальный документ, содержащий статистические сведения о работе предприятия, учреждения, организации и т. п.

**Ошибка выборки** - отклонение характеристик выборочной совокупности от характеристик генеральной совокупности.

**Ошибка наблюдения** - расхождение между расчетным и действительным значением изучаемых величин

**Ошибка наблюдения** - расхождение между расчетным и действительным значением изучаемых величин.

**Ошибка репрезентативности** - это мера отклонения выборочного показателя от показателя генеральной совокупности, т. е. погрешность за счет несоответствия отобранной для анализа выборки из общей совокупности.

**Парная регрессия** - аналитическое выражение связи двух признаков.

**Перепись** - специально организованное наблюдение проводится с целью получения сведений, отсутствующих в отчетности, или для проверки ее данных. Наиболее простым примером такого наблюдения является перепись. Российская практическая статистика проводит переписи населения, материальных ресурсов, многолетних насаждений, неустановленного оборудования, строек незавершенного строительства, оборудования и др.

**Перепись** - специально организованное наблюдение, повторяющееся, как правило, через равные промежутки времени, с целью получения данных о численности, составе и состоянии объекта статистического наблюдения по ряду признаков.

**Плотность распределения** - это частота, рассчитанная на единицу ширины интервала, т. е. сколько единиц в каждой группе приходится на единицу величины интервала.

**Полигон** (кривая распределения) - графическое изображение безинтервального вариационного ряда. Поликорический показатель связи (коэффициент взаимной сопряженности Пирсона или коэффициент контингенции,  $C$ ) - устанавливает связь между несколькими качественными признаками.

**Понятие статистики** - это общественная наука, имеющая целью сбор, упорядочивание, анализ и сопоставление данных, относящихся к самым разнообразным массовым явлениям.

**Правило трех сигм ( $3\sigma$ )** - почти все варианты (99,7%) определенной совокупности, подчиняющейся нормальному распределению, укладываются в интервале  $x \pm 3\sigma$ .

**Предмет статистики** - количественная сторона качественно определенных массовых социально - экономических явлений и процессов, отображаемых посредством статистических показателей.

**Предмет статистики** - это количественная сторона качественно определенных массовых социально-экономических явлений и процессов, отображаемая посредством статистических показателей.

**Признак** - характеристика единицы статистической совокупности, которая может быть определена или измерена.

**Признак** - это общее свойство, характерная черта или иная особенность единиц совокупности, которые могут быть наблюдаемы или измерены.

**Признак альтернативный** - признак, имеющий только два варианта значений.

**Признак качественный** - признак, отдельные варианты которого выражаются в виде понятий или наименований.

**Признак количественный** - признак, отдельные варианты которого имеют количественное выражение.

**Программа наблюдения** - перечень признаков (или вопросов), подлежащих регистрации в процессе наблюдения.

**Размах** - разница между наибольшим и наименьшим значениями в распределении (между мин и макс).

**Ранг** - порядковый номер значения признака, расположенного в порядке возрастания или убывания величин.

**Ранг** - порядковый номер ранжированных значений признака.

**Ранг ( $R_i$ )** - порядковый номер ранжированных значений признака.

**Ранжирование** - расположение числовых значений признака в порядке их возрастания или убывания.

**Распределение** - совокупность случайных значений признака и соответствующих им вероятностей.

**Регистровое наблюдение** - форма непрерывного статистического наблюдения за долговременными процессами, имеющими фиксированное начало, стадию развития и фиксированный конец.

**Регистровое наблюдение** - это форма непрерывного статистического наблюдения за долговременными процессами, имеющими фиксированное начало, стадию развития и фиксированный конец. Оно основано на ведении статистического регистра. Регистр представляет собой систему, постоянно следящую за состоянием единицы наблюдения и оценивающую силу воздействия различных факторов на изучаемые показатели. В регистре каждая единица наблюдения характеризуется совокупностью показателей. Одни из них остаются неизменными в течение всего времени наблюдения и регистрируются один раз; другие показатели, периодичность изменения которых неизвестна, обновляются по мере изменения; третьи - представляют собой динамические ряды показателей с заранее известным периодом обновления.

**Регрессия** (от лат. *regressus* - обратное движение) - количественное изменение функции в зависимости от изменения одного или нескольких аргументов.

**Репрезентативность** (от лат. *represento* - представляю) - степень соответствия выборочных характеристик их параметрам в генеральной совокупности.

**Репрезентативность выборки** - это свойство выборки отражать генеральную совокупность с определенной погрешностью (ошибкой выборки).

**Ряд динамики** (временной, хронологический ряд) - последовательность изменяющихся во времени значений

статистического показателя, расположенных в хронологическом порядке.

**Ряд распределения** - упорядоченное распределение единиц совокупности на группы по определенному варьирующему признаку.

**Сводка** - комплекс последовательных операций по обобщению конкретных единичных факторов для выявления типичных черт и закономерностей, присущих изучаемому явлению в целом.

**Случайная переменная** - величина любого варьирующего признака.

**Совокупность выборочная** - совокупность единиц, отобранных по определенным правилам из генеральной совокупности для статистического наблюдения.

**Совокупность генеральная** - вся совокупность реально существующих единиц, из которой тем или иным способом формируется совокупность выборочная.

**Совокупность однородная** - статистическая совокупность, единицы которой сходны между собой по существенным для данного исследования признакам или относятся к одному и тому же типу.

**Совокупность статистическая** - это множество единиц, обладающих массовостью, однородностью, определенной ценностью, взаимозависимостью состояний отдельных единиц и наличием вариации.

**Сплошное наблюдение** - получение информации о всех единицах исследуемой совокупности.

**Средневзвешенная**  $\bar{x}$  - показатель уровня ряда, результат усреднения средних арифметических нескольких совокупностей. Применяется для определения средней величины в неоднородной общей совокупности.

**Среднее** - сумма всех значений, отнесенная к общему числу наблюдений.

**Среднее арифметическое** - среднее значение признака, сумма отклонений от которого выборочных значений признака равна нулю (с учетом знака отклонения).

**Среднеквадратическое или стандартное отклонение** - мера разброса значений признака около среднего арифметического значения.

**Средняя геометрическая**  $\bar{G}$  - показатель средних величин, используемый при изучении признаков во времени (в динамике). Применяется в асимметричных рядах.

**Средняя квадратическая**  $\bar{K}$  - показатель средних величин, используемый при изучении мер площади.

**Средняя кубическая**  $\bar{K}_3$  - показатель средних величин, используемый при изучении мер объема.

**Срок (период) наблюдения** - время, в течение которого происходит заполнение статистических формуляров.

**Стандартная ошибка** - определяется как стандартное отклонение, деленное на квадратный корень из объема выборки.

**Стандартное отклонение** ( $G$  - генеральное стандартное отклонение;  $S$  - выборочное стандартное отклонение) - положительный корень квадратный из дисперсии.

**Статистика** - общественная наука, имеющая целью сбор, упорядочение, анализ и сопоставление данных, относящихся к самым разнообразным массовым явлениям.

**Статистическая методология** - система приемов, способов и методов, направленных на изучение количественных закономерностей, проявляющихся в структуре, динамике и взаимосвязи социально - экономических явлений.

**Статистическая совокупность** - совокупность единиц наблюдений,

**Статистическая совокупность** - это множество единиц, обладающих массовостью, однородностью, определенной целостностью, взаимозависимостью состояний отдельных единиц и наличием вариации.

**Статистический показатель** - это обобщающая количественная характеристика социально-экономических явлений в конкретных условиях места и времени.

**Статистический формуляр** - документ единого образца, содержащий программу и результаты наблюдения.

**Статистическое наблюдение** - массовое, планомерное, научно организованное наблюдение за явлениями социальной и экономической жизни, которое заключается в регистрации признаков, отобранных у каждой единицы совокупности.

**Статистическое наблюдение** - массовое, планомерное, научно организованное наблюдение за явлениями социальной и экономической жизни, которое заключается в регистрации признаков, отобранных у каждой единицы совокупности.

**Степень свободы (f)** - числа, показывающие количество свободно варьирующих элементов статистической совокупности, способных принимать любые произвольные значения.

**Структурная группировка** - разделение однородной совокупности на группы, характеризующие ее структуру по какому-либо варьирующему признаку.

**Текущее наблюдение** - наблюдение, когда изменения в отношении изучаемых явлений фиксируются по мере их наступления.

**Текущее наблюдение** - наблюдение, когда изменения в отношении изучаемых явлений фиксируются по мере их наступления.

**Территориальные индексы** - индексы, которые отражают изменение явления во времени.

**Тетрахорический показатель связи** (коэффициент ассоциации,  $га$ ) - показатель, который измеряет связь между качественными альтернативными признаками.

**Типологическая группировка** - разделение исследуемой качественно разнородной совокупности на классы, социально-экономические типы, однородные группы единиц в соответствии с правилами научной группировки.

**Точность статистического наблюдения** - степень соответствия величин какого-либо показателя, определяемого по материалам статистического наблюдения, действительной его величине.

**Уровень вероятности (P)** - площадь под кривой распределения, отграниченная от среднего на  $\pm t$  стандартных отклонений ( $\mu \pm t\sigma$ ). Выражается в процентах.

**Уровень значимости (P1)** - величина, которой можно пренебречь в данном исследовании или явлении. Указывает вероятность отклонения, от установленных пределов варьирования случайной величины.

**Формуляр статистический** - это документ единого образца, содержащий программу и результаты наблюдения.

**Цель наблюдения** - получение достоверной информации для выявления закономерностей развития явлений и процессов.

**Частость** - частоты, выраженные в долях единицы или в процентах к итогу.

**Частость** - относительная частота отдельных вариантов, выражаемая в долях единицы или в процентах к общему числу наблюдений.

**Частота** - количество наблюдений, в которых признак принимает определенное значение или находится в определенном интервале.

**Частота** - абсолютная частота отдельных вариантов, показывающая, как часто они встречаются в данной совокупности.

**Частотное** распределение признака - закономерность встречаемости разных его значений.

**Частоты** - выраженные в долях единицы или в процентах к итогу значения изучаемого признака.

**Шаговая регрессия** - последовательное включение факторов в уравнение регрессии и последующая проверка их значимости.

**Шкала** - правило, определяющее, каким образом в процессе измерения каждому изучаемому объекту ставится в соответствие некоторое число или символы.

**Экстраполяция** - нахождение уровней за пределами изучаемого ряда, т. е. продление ряда на основе выявленной закономерности изменения уровней в изучаемый отрезок времени.

**Эксцесс** ( $E_x$  - коэффициент эксцесса) - крайнее проявление чего-либо, нарушение какого-либо нормального хода событий.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение 1

#### Описание функций в EXCEL

Функция	Описание
Функции совместимости	
БЕТАРАСП	Возвращает интегральную функцию бета-распределения.
БЕТАОБР	Возвращает обратную интегральную функцию указанного бета-распределения.
БИНОМРАСП	Возвращает отдельное значение вероятности биномиального распределения.
ХИ2РАСП	Возвращает одностороннюю вероятность распределения хи-квадрат.
ХИ2ОБР	Возвращает обратное значение односторонней вероятности распределения хи-квадрат.
ХИ2ТЕСТ	Возвращает тест на независимость.
СЦЕПИТЬ	Соединяет несколько текстовых строк в одну строку.
ДОВЕРИТ	Возвращает доверительный интервал для среднего значения по генеральной совокупности.
КОВАР	Возвращает ковариацию, среднее произведений парных отклонений.
КРИТБИНОМ	Возвращает наименьшее значение, для которого интегральное биномиальное распределение меньше заданного значения или равно ему.
ЭКСПРАСП	Возвращает экспоненциальное распределение.
ФРАСП	Возвращает F-распределение вероятности.
ФРАСПОБР	Возвращает обратное значение для F-распределения вероятности.
ОКРВНИЗ	Округляет число до ближайшего меньшего по модулю значения.
ПРЕДСКАЗ	Вычисляет, или прогнозирует, будущее значение по существующим значениям.
ФТЕСТ	Возвращает результат F-теста.
ГАММАРАСП	Возвращает гамма-распределение.
ГАММАОБР	Возвращает обратное значение интегрального гамма-распределения.
ГИПЕРГЕОМЕТ	Возвращает гипергеометрическое распределение.

ЛОГНОРМОБР	Возвращает обратное значение интегрального логарифмического нормального распределения.
ЛОГНОРМРАСП	Возвращает интегральное логарифмическое нормальное распределение.
МОДА	Возвращает значение моды набора данных.
ОТРБИНОМРАСП	Возвращает отрицательное биномиальное распределение.
НОРМРАСП	Возвращает нормальное интегральное распределение.
НОРМОБР	Возвращает обратное значение нормального интегрального распределения.
НОРМСТРАСП	Возвращает стандартное нормальное интегральное распределение.
НОРМСТОБР	Возвращает обратное значение стандартного нормального интегрального распределения.
ПЕРСЕНТИЛЬ	Возвращает k-ю перцентиль для значений диапазона.
ПРОЦЕНТРАНГ	Возвращает процентную норму значения в наборе данных.
ПУАССОН	Возвращает распределение Пуассона.
КВАРТИЛЬ	Возвращает квартиль набора данных.
РАНГ	Возвращает ранг числа в списке чисел.
СТАНДОТКЛОН	Оценивает стандартное отклонение по выборке.
СТАНДОТКЛОНП	Вычисляет стандартное отклонение по генеральной совокупности.
СТЬЮДРАСП	Возвращает t-распределение Стьюдента.
СТЬЮДРАСПОБР	Возвращает обратное t-распределение Стьюдента.
ТТЕСТ	Возвращает вероятность, соответствующую проверке по критерию Стьюдента.
ДИСП	Оценивает дисперсию по выборке.
ДИСПР	Вычисляет дисперсию по генеральной совокупности.
ВЕЙБУЛЛ	Возвращает распределение Вейбулла.
ЗТЕСТ	Возвращает одностороннее P-значение z-теста.

Функции кубов	
КУБЭЛЕМЕНТКИП	Возвращает свойство ключевого показателя эффективности (КПЭ) и отображает его имя в ячейке. КПЭ представляет собой количественную величину, такую как ежемесячная валовая прибыль или ежеквартальная текучесть кадров, используемой для контроля эффективности работы организации.
КУБЭЛЕМЕНТ	Возвращает элемент или кортеж из куба. Используется для проверки существования элемента или кортежа в кубе.
КУБСВОЙСТВОЭЛЕМЕНТА	Возвращает значение свойства элемента из куба. Используется для подтверждения того, что имя элемента внутри куба существует, и для возвращения определенного свойства для этого элемента.
КУБПОРЭЛЕМЕНТ	Возвращает n-й, или ранжированный, элемент в множестве. Используется для возвращения одного или нескольких элементов в множестве, например лучшего продавца или 10 лучших студентов.
КУБМНОЖ	Определяет вычисленное множество элементов или кортежей путем пересылки установленного выражения в куб на сервере, который формирует множество, а затем возвращает его в Microsoft Office Excel.
КУБЧИСЛОЭЛМНОЖ	Возвращает число элементов в множестве.
КУБЗНАЧЕНИЕ	Возвращает агрегированное значение из куба.
Функции для работы с базами данных	
ДСРЗНАЧ	Возвращает среднее значение выбранных записей базы данных.
БСЧЁТ	Подсчитывает количество числовых ячеек в базе данных.
БСЧЁТА	Подсчитывает количество непустых ячеек в базе данных.
БИЗВЛЕЧЬ	Извлекает из базы данных одну запись, удовлетворяющую заданному условию.
ДМАКС	Возвращает максимальное значение среди выделенных записей базы данных.

ДМИН	Возвращает минимальное значение среди выделенных записей базы данных.
БДПРОИЗВЕД	Перемножает значения определенного поля в записях базы данных, удовлетворяющих условию.
ДСТАНДОТКЛ	Оценивает стандартное отклонение по выборке из выделенных записей базы данных.
ДСТАНДОТКЛП	Вычисляет стандартное отклонение по генеральной совокупности из выделенных записей базы данных.
БДСУММ	Суммирует числа в поле для записей базы данных, удовлетворяющих условию.
БДДИСП	Оценивает дисперсию по выборке из выделенных записей базы данных.
БДДИСПП	Вычисляет дисперсию по генеральной совокупности для выделенных записей базы данных.
Инженерные функции	
БЕССЕЛЬ. I	Возвращает модифицированную функцию Бесселя $I_n(x)$ .
БЕССЕЛЬ. J	Возвращает функцию Бесселя $J_n(x)$ .
БЕССЕЛЬ. K	Возвращает модифицированную функцию Бесселя $K_n(x)$ .
БЕССЕЛЬ. Y	Возвращает функцию Бесселя $Y_n(x)$ .
ДВ. В. ДЕС	Преобразует двоичное число в десятичное.
ДВ. В. ШЕСТН	Преобразует двоичное число в шестнадцатеричное.
ДВ. В. ВОСЬМ	Преобразует двоичное число в восьмеричное.
БИТ. И	Возвращает результат операции поразрядного И для двух чисел.
БИТ. СДВИГЛ	Возвращает число со сдвигом влево на указанное число бит.
БИТ. ИЛИ	Возвращает результат операции поразрядного ИЛИ для двух чисел.
БИТ. СДВИГП	Возвращает число со сдвигом вправо на указанное число бит.
БИТ. ИСКЛИЛИ	Возвращает побитовое "исключающее или" двух чисел.
КОМПЛЕКСН	Преобразует коэффициенты при вещественной и мнимой частях комплексного числа в комплексное число.

ПРЕОБР	Преобразует число из одной системы счисления в другую.
ДЕС. В. ДВ	Преобразует десятичное число в двоичное.
ДЕС. В. ШЕСТН	Преобразует десятичное число в шестнадцатеричное.
ДЕС. В. ВОСЬМ	Преобразует десятичное число в восьмеричное.
ДЕЛЬТА	Проверяет равенство двух значений.
ФОШ	Возвращает функцию ошибки.
ФОШ. ТОЧН	Возвращает функцию ошибки.
ДФОШ	Возвращает дополнительную функцию ошибки.
ДФОШ. ТОЧН	Возвращает дополнительную функцию ФОШ, проинтегрированную в пределах от $x$ до бесконечности.
ПОРОГ	Проверяет, не превышает ли данное число пороговое значение.
ШЕСТН. В. ДВ	Преобразует шестнадцатеричное число в двоичное.
ШЕСТН. В. ДЕС	Преобразует шестнадцатеричное число в десятичное.
ШЕСТН. В. ВОСЬМ	Преобразует шестнадцатеричное число в восьмеричное.
МНИМ. ABS	Возвращает абсолютную величину (модуль) комплексного числа.
МНИМ. ЧАСТЬ	Возвращает коэффициент при мнимой части комплексного числа.
МНИМ. АРГУМЕНТ	Возвращает значение аргумента комплексного числа (тета) - угол, выраженный в радианах.
МНИМ. СОПРЯЖ	Возвращает комплексно-сопряженное комплексного числа.
МНИМ. COS	Возвращает косинус комплексного числа.
МНИМ. COSH	Возвращает гиперболический косинус комплексного числа.
МНИМ. COT	Возвращает котангенс комплексного числа.
МНИМ. CSC	Возвращает косеканс комплексного числа.
МНИМ. CSCH	Возвращает гиперболический косеканс комплексного числа.
МНИМ. ДЕЛ	Возвращает частное от деления двух комплексных чисел.
МНИМ. EXP	Возвращает экспоненту комплексного числа.

МНИМ. LN	Возвращает натуральный логарифм комплексного числа.
МНИМ. LOG10	Возвращает десятичный логарифм комплексного числа.
МНИМ. LOG2	Возвращает двоичный логарифм комплексного числа.
МНИМ. СТЕПЕНЬ	Возвращает комплексное число, возведенное в степень с целочисленным показателем.
МНИМ. ПРОИЗВЕД	Возвращает произведение от 2 до 255 комплексных чисел.
МНИМ. ВЕЩ	Возвращает коэффициент при вещественной (действительной) части комплексного числа.
МНИМ. SEC	Возвращает секанс комплексного числа.
МНИМ. SECH	Возвращает гиперболический секанс комплексного числа.
МНИМ. SIN	Возвращает синус комплексного числа.
МНИМ. SINH	Возвращает гиперболический синус комплексного числа.
МНИМ. КОРЕНЬ	Возвращает значение квадратного корня из комплексного числа.
МНИМ. РАЗН	Возвращает разность двух комплексных чисел.
МНИМ. СУММ	Возвращает сумму комплексных чисел.
МНИМ. ТАН	Возвращает тангенс комплексного числа.
ВОСЬМ. В. ДВ	Преобразует восьмеричное число в двоичное.
ВОСЬМ. В. ДЕС	Преобразует восьмеричное число в десятичное.
ВОСЬМ. В. ШЕСТН	Преобразует восьмеричное число в шестнадцатеричное.
Информационные функции	
ЯЧЕЙКА	Возвращает сведения о формате, расположении или содержимом ячейки.
ТИП. ОШИБКИ	Возвращает числовой код, соответствующий типу ошибки.
ИНФОРМ	Возвращает сведения о текущей операционной среде. Примечание. Эта функция недоступна в Excel в Интернете.
ЕПУСТО	Возвращает значение ИСТИНА, если аргумент является ссылкой на пустую ячейку.
ЕОШ	Возвращает значение ИСТИНА, если аргумент ссылается на любое значение ошибки, кроме #Н/Д.

ЕОШИБКА	Возвращает значение ИСТИНА, если аргумент ссылается на любое значение ошибки.
ЕЧЁТН	Возвращает значение ИСТИНА, если значение аргумента является четным числом.
ЕФОРМУЛА	Возвращает значение ИСТИНА, если имеется ссылка на ячейку с формулой.
ЕЛОГИЧ	Возвращает значение ИСТИНА, если аргумент ссылается на логическое значение.
ЕНД	Возвращает значение ИСТИНА, если аргумент ссылается на значение ошибки #Н/Д.
ЕНЕТЕКСТ	Возвращает значение ИСТИНА, если значение аргумента не является текстом.
ЕЧИСЛО	Возвращает значение ИСТИНА, если аргумент ссылается на число.
ЕНЕЧЁТ	Возвращает значение ИСТИНА, если значение аргумента является нечетным числом.
ЕССЫЛКА	Возвращает значение ИСТИНА, если значение аргумента является ссылкой.
ЕТЕКСТ	Возвращает значение ИСТИНА, если значение аргумента является текстом.
Ч	Возвращает значение, преобразованное в число.
НД	Возвращает значение ошибки #Н/Д.
ЛИСТ	Возвращает номер листа, на который имеется ссылка.
ЛИСТЫ	Возвращает количество листов в ссылке.
ТИП	Возвращает число, обозначающее тип данных значения.
Логические функции	
И	Возвращает значение ИСТИНА, если все аргументы имеют значение ИСТИНА.
ЛОЖЬ	Возвращает логическое значение ЛОЖЬ.
ЕСЛИ	Выполняет проверку условия.
ЕСЛИОШИБКА	Возвращает введенное значение, если вычисление по формуле вызывает ошибку; в противном случае возвращает результат вычисления.
ЕСНД	Возвращает значение, которое задается, если выражение принимает значение #Н/Д. В противном случае возвращает результат выражения.

Функция УСЛОВИЯ	Проверяет соответствие одному или нескольким условиям и возвращает значение для первого условия, принимающего значение ИСТИНА.
НЕ	Меняет логическое значение своего аргумента на противоположное.
ИЛИ	Возвращает значение ИСТИНА, если хотя бы один аргумент имеет значение ИСТИНА.
ПЕРЕКЛЮЧ	Сравнивает выражение со списком значений и возвращает результат, соответствующий первому совпадающему значению. Если совпадений не выявлено, может возвращаться указанное значение по умолчанию.
ИСТИНА	Возвращает логическое значение ИСТИНА.
ИСКЛИЛИ	Возвращает логическое исключающее ИЛИ всех аргументов.
Функции ссылки и поиска	
АДРЕС	Возвращает ссылку на отдельную ячейку листа в виде текста.
ОБЛАСТИ	Возвращает количество областей в ссылке.
ВЫБОР	Выбирает значение из списка значений.
СТОЛБЕЦ	Возвращает номер столбца, на который указывает ссылка.
ЧИСЛСТОЛБ	Возвращает количество столбцов в ссылке.
Функция ФИЛЬТР	Фильтрует диапазон данных на основе условий, которые вы определяете
Ф. ТЕКСТ	Возвращает формулу в заданной ссылке в виде текста.
ПОЛУЧИТЬ. ДАННЫЕ. СВОДНОЙ. ТАБЛИЦЫ	Возвращает данные, хранящиеся в отчете сводной таблицы.
ГПР	Выполняет поиск в первой строке массива и возвращает значение указанной ячейки.
ГИПЕРССЫЛКА	Создает ссылку, открывающую документ, который находится на сервере сети, в интранете или в Интернете.
ИНДЕКС	Использует индекс для выбора значения из ссылки или массива.
ДВССЫЛ	Возвращает ссылку, заданную текстовым значением.
ПРОСМОТР	Ищет значения в векторе или массиве.

ПОИСКПОЗ	Ищет значения в ссылке или массиве.
СМЕЩ	Возвращает смещение ссылки относительно заданной ссылки.
СТРОКА	Возвращает номер строки, определяемой ссылкой.
ЧСТРОК	Возвращает количество строк в ссылке.
ДРВ	Получает данные реального времени из программы, поддерживающей автоматизацию COM.
Функция СОРТ	Сортирует содержимое диапазона или массива
Функция СОРТПО	Сортирует содержимое диапазона или массива на основе значений в соответствующем диапазоне или массиве
ТРАНСП	Возвращает транспонированный массив.
Функция УНИК	Возвращает список уникальных значений в списке или диапазоне
ВПР	Ищет значение в первом столбце массива и возвращает значение из ячейки в найденной строке и указанном столбце.
Функция ПРОСМОТРХ	Выполняет поиск в диапазоне или массиве и возвращает элемент, соответствующий первому найденному совпадению. Если совпадение отсутствует, функция ПРОСМОТРХ может вернуть ближайшее (приблизительное) совпадение.
Функция ПОИСКПОЗХ	Возвращает относительную позицию элемента в массиве или диапазоне ячеек.
Математические и тригонометрические функции	
ABS	Возвращает модуль (абсолютную величину) числа.
ACOS	Возвращает арккосинус числа.
ACOSH	Возвращает гиперболический арккосинус числа.
ACOT	Возвращает арккотангенс числа.
ACOTH	Возвращает гиперболический арккотангенс числа.
АГРЕГАТ	Возвращает агрегированное выражение списка или базы данных.
АРАБСКОЕ	Преобразует римские числа в арабские в виде числа.
ASIN	Возвращает арксинус числа.

ASINH	Возвращает гиперболический арксинус числа.
ATAN	Возвращает арктангенс числа.
ATAN2	Возвращает арктангенс для заданных координат $x$ и $y$ .
ATANH	Возвращает гиперболический арктангенс числа.
ОСНОВАНИЕ	Преобразует число в текстовое представление с данным основанием (базой).
ОКРВВЕРХ	Округляет число до ближайшего целого или кратного.
ОКРВВЕРХ. МАТ	Округляет число в большую сторону до ближайшего целого или кратного.
ОКРВВЕРХ. ТОЧН	Округляет число до ближайшего целого или кратного. Число округляется до большего значения вне зависимости от его знака.
ЧИСЛКОМБ	Возвращает количество комбинаций для заданного числа объектов.
ЧИСЛКОМБА	Возвращает количество комбинаций с повторами для заданного числа элементов.
COS	Возвращает косинус числа.
COSH	Возвращает гиперболический косинус числа.
COT	Возвращает котангенс угла.
COTH	Возвращает гиперболический котангенс числа.
CSC	Возвращает косеканс угла.
CSCH	Возвращает гиперболический косеканс угла.
ДЕС	Преобразует текстовое представление числа в заданном основании в десятичное число.
ГРАДУСЫ	Преобразует радианы в градусы.
ЧЁТН	Округляет число до ближайшего четного целого.
EXP	Возвращает число $e$ , возведенное в указанную степень.
ФАКТР	Возвращает факториал числа.
ДВФАКТР	Возвращает двойной факториал числа.
ОКРВНИЗ	Округляет число до ближайшего меньшего по модулю значения.
ОКРВНИЗ. МАТ	Округляет число в меньшую сторону до ближайшего целого или кратного.
ОКРВНИЗ. ТОЧН	Округляет число в меньшую сторону до ближайшего целого или кратного. Число округляется в меньшую сторону независимо от знака.

НОД	Возвращает наибольший общий делитель.
ЦЕЛОЕ	Округляет число до ближайшего меньшего целого.
ISO. ОКРВВЕРХ	Округляет число в большую сторону до ближайшего целого или кратного.
НОК	Возвращает наименьшее общее кратное.
Функция "LET"	Присваивает имена результатам вычислений, что позволяет сохранять промежуточные расчеты, значения и определять имена в формуле
LN	Возвращает натуральный логарифм числа.
LOG	Возвращает логарифм числа по заданному основанию.
LOG10	Возвращает десятичный логарифм числа.
МОПРЕД	Возвращает определитель матрицы массива.
МОБР	Возвращает обратную матрицу массива.
МУМНОЖ	Возвращает матричное произведение двух массивов.
ОСТАТ	Возвращает остаток от деления.
ОКРУГЛТ	Возвращает число, округленное с требуемой точностью.
МУЛЬТИНОМ	Возвращает мультиномиальный коэффициент множества чисел.
МЕДИН	Возвращает матрицу единицы или заданный размер.
НЕЧЁТ	Округляет число до ближайшего нечетного целого.
ПИ	Возвращает число пи.
СТЕПЕНЬ	Возвращает результат возведения числа в степень.
ПРОИЗВЕД	Возвращает произведение аргументов.
ЧАСТНОЕ	Возвращает целую часть частного при делении.
РАДИАНЫ	Преобразует градусы в радианы.
СЛЧИС	Возвращает случайное число в интервале от 0 до 1.
Функция СЛУЧМАССИВ	Возвращает массив случайных чисел в интервале от 0 до 1. Но вы можете указать количество заполняемых строк и столбцов, минимальное и максимальное значения, а также какие значения необходимо возвращать: целые или десятичные.

Функция СЛУЧМЕЖДУ	Возвращает случайное число в интервале между двумя заданными числами.
РИМСКОЕ	Преобразует арабские числа в римские в виде текста.
ОКРУГЛ	Округляет число до указанного количества десятичных разрядов.
ОКРУГЛВНИЗ	Округляет число до ближайшего меньшего по модулю значения.
ОКРУГЛВВЕРХ	Округляет число до ближайшего большего по модулю значения.
SEC	Возвращает секанс угла.
SECH	Возвращает гиперболический секанс угла.
РЯД. СУММ	Возвращает сумму степенного ряда, вычисленную по формуле.
Функция ПОСЛЕД	Создает список последовательных чисел в массиве, например 1, 2, 3, 4.
ЗНАК	Возвращает знак числа.
SIN	Возвращает синус заданного угла.
SINH	Возвращает гиперболический синус числа.
КОРЕНЬ	Возвращает положительное значение квадратного корня.
КОРЕНЬПИ	Возвращает квадратный корень из значения выражения (число * пи).
ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ. ИТОГИ	Возвращает промежуточный итог в списке или базе данных.
СУММ	Суммирует аргументы.
СУММЕСЛИ	Суммирует ячейки, удовлетворяющие заданному условию.
Функция СУММЕСЛИМН	Суммирует ячейки в диапазоне, удовлетворяющие нескольким условиям.
СУММПРОИЗВ	Возвращает сумму произведений соответствующих элементов массивов.
СУММКВ	Возвращает сумму квадратов аргументов.
СУММРАЗНКВ	Возвращает сумму разностей квадратов соответствующих значений в двух массивах.
СУММСУММКВ	Возвращает сумму сумм квадратов соответствующих элементов двух массивов.
СУММКВРАЗН	Возвращает сумму квадратов разностей соответствующих значений в двух массивах.
TAN	Возвращает тангенс числа.

TANH	Возвращает гиперболический тангенс числа.
ОТБР	Отбрасывает дробную часть числа.
Статистические функции	
СРОТКЛ	Возвращает среднее арифметическое абсолютных значений отклонений точек данных от среднего.
СРЗНАЧ	Возвращает среднее арифметическое аргументов.
СРЗНАЧА	Возвращает среднее арифметическое аргументов, включая числа, текст и логические значения.
СРЗНАЧЕСЛИ	Возвращает среднее значение (среднее арифметическое) всех ячеек в диапазоне, которые удовлетворяют заданному условию.
Функция СРЗНАЧЕСЛИМН	Возвращает среднее значение (среднее арифметическое) всех ячеек, которые удовлетворяют нескольким условиям.
БЕТА. РАСП	Возвращает интегральную функцию бета-распределения.
БЕТА. ОБР	Возвращает обратную интегральную функцию указанного бета-распределения.
БИНОМ. РАСП	Возвращает отдельное значение вероятности биномиального распределения.
БИНОМ. РАСП. ДИАП	Возвращает вероятность пробного результата с помощью биномиального распределения.
БИНОМ. ОБР	Возвращает наименьшее значение, для которого интегральное биномиальное распределение меньше заданного значения или равно ему.
ХИ2. РАСП	Возвращает интегральную функцию плотности бета-вероятности.
ХИ2. РАСП. ПХ	Возвращает одностороннюю вероятность распределения хи-квадрат.
ХИ2. ОБР	Возвращает интегральную функцию плотности бета-вероятности.
ХИ2. ОБР. ПХ	Возвращает обратное значение односторонней вероятности распределения хи-квадрат.
ХИ2. ТЕСТ	Возвращает тест на независимость.
ДОВЕРИТ. НОРМ	Возвращает доверительный интервал для среднего значения по генеральной совокупности.
ДОВЕРИТ. СТЬЮДЕНТ	Возвращает доверительный интервал для среднего генеральной совокупности, используя t-распределение Стьюдента.

КОРРЕЛ	Возвращает коэффициент корреляции между двумя множествами данных.
СЧЁТ	Подсчитывает количество чисел в списке аргументов.
СЧЁТЗ	Подсчитывает количество значений в списке аргументов.
СЧИТАТЬПУСТОТЫ	Подсчитывает количество пустых ячеек в диапазоне.
СЧЁТЕСЛИ	Подсчитывает количество ячеек в диапазоне, удовлетворяющих заданному условию.
СЧЁТЕСЛИМН	Подсчитывает количество ячеек внутри диапазона, удовлетворяющих нескольким условиям.
КОВАРИАЦИЯ. Г	Возвращает ковариацию, среднее произведений парных отклонений.
КОВАРИАЦИЯ. В	Возвращает ковариацию выборки - среднее попарных произведений отклонений для всех точек данных в двух наборах данных.
КВАДРОТКЛ	Возвращает сумму квадратов отклонений.
ЭКСП. РАСП	Возвращает экспоненциальное распределение.
Ф. РАСП	Возвращает F-распределение вероятности.
Ф. РАСП. ПХ	Возвращает F-распределение вероятности.
Ф. ОБР	Возвращает обратное значение для F-распределения вероятности.
Ф. ОБР. ПХ	Возвращает обратное значение для F-распределения вероятности.
Ф. ТЕСТ	Возвращает результат F-теста.
ФИШЕР	Возвращает преобразование Фишера.
ФИШЕРОБР	Возвращает обратное преобразование Фишера.
ПРЕДСКАЗ	Возвращает значение линейного тренда.
	В Excel 2016 эта функция заменена функцией ПРЕДСКАЗ. ЛИНЕЙН из нового набора функций прогнозирования. Однако эта функция по-прежнему доступна в целях обеспечения совместимости с предыдущими версиями.
ПРЕДСКАЗ. ETS	Возвращает будущее значение на основе существующих (ретроспективных) данных с использованием версии AAA алгоритма экспоненциального сглаживания (ETS).
ПРЕДСКАЗ. ETS. ДОВИНТЕРВАЛ	Возвращает доверительный интервал для прогнозной величины на указанную дату.

ПРЕДСКАЗ. ETS. СЕЗОННОСТЬ	Возвращает длину повторяющегося фрагмента, обнаруженного программой Excel в заданном временном ряду.
ПРЕДСКАЗ. ETS. СТАТ	Возвращает статистическое значение, являющееся результатом прогнозирования временного ряда.
ПРЕДСКАЗ. ЛИНЕЙН	Возвращает будущее значение на основе существующих значений.
ЧАСТОТА	Возвращает распределение частот в виде вертикального массива.
ГАММА	Возвращает значение функции гамма.
ГАММА. РАСП	Возвращает гамма-распределение.
ГАММА. ОБР	Возвращает обратное значение интегрального гамма-распределения.
ГАММАНЛОГ	Возвращает натуральный логарифм гамма-функции, $\Gamma(x)$ .
ГАММАНЛОГ. ТОЧН	Возвращает натуральный логарифм гамма-функции, $\Gamma(x)$ .
ГАУСС	Возвращает значение на 0,5 меньше стандартного нормального распределения.
СРГЕОМ	Возвращает среднее геометрическое.
РОСТ	Возвращает значения в соответствии с экспоненциальным трендом.
СРГАРМ	Возвращает среднее гармоническое.
ГИПЕРГЕОМ. РАСП	Возвращает гипергеометрическое распределение.
ОТРЕЗОК	Возвращает отрезок, отсекаемый на оси линией линейной регрессии.
ЭКСЦЕСС	Возвращает эксцесс множества данных.
НАИБОЛЬШИЙ	Возвращает k-ое наибольшее значение в множестве данных.
ЛИНЕЙН	Возвращает параметры линейного тренда.
ЛГРФПРИБЛ	Возвращает параметры экспоненциального тренда.
ЛОГНОРМ. РАСП	Возвращает интегральное логарифмическое нормальное распределение.
ЛОГНОРМ. ОБР	Возвращает обратное значение интегрального логарифмического нормального распределения.
МАКС	Возвращает наибольшее значение в списке аргументов.
МАКСА	Возвращает наибольшее значение в списке аргументов, включая числа, текст и логические значения.

Функция МАКСЕСЛИ	Возвращает максимальное значение из заданных определенными условиями или критериями ячеек.
МЕДИАНА	Возвращает медиану заданных чисел.
МИН	Возвращает наименьшее значение в списке аргументов.
МИНА	Возвращает наименьшее значение в списке аргументов, включая числа, текст и логические значения.
Функция МИНЕСЛИ	Возвращает минимальное значение из заданных определенными условиями или критериями ячеек.
МОДА. НСК	Возвращает вертикальный массив наиболее часто встречающихся или повторяющихся значений в массиве или диапазоне данных.
МОДА. ОДН	Возвращает значение моды набора данных.
ОТРБИНОМ. РАСП	Возвращает отрицательное биномиальное распределение.
НОРМ. РАСП	Возвращает нормальное интегральное распределение.
НОРМ. ОБР	Возвращает обратное значение нормального интегрального распределения.
НОРМ. СТ. РАСП	Возвращает стандартное нормальное интегральное распределение.
НОРМ. СТ. ОБР	Возвращает обратное значение стандартного нормального интегрального распределения.
ПИРСОН	Возвращает коэффициент корреляции Пирсона.
ПРОЦЕНТИЛЬ. ИСКЛ	Возвращает k-ю процентиль значений в диапазоне, где k может принимать значения от 0 до 1, исключая границы.
ПРОЦЕНТИЛЬ. ВКЛ	Возвращает k-ю процентиль для значений диапазона.
ПРОЦЕНТРАНГ. ИСКЛ	Возвращает ранг значения в наборе данных как процентную долю набора (от 0 до 1, исключая границы).
ПРОЦЕНТРАНГ. ВКЛ	Возвращает процентную норму значения в наборе данных.
ПЕРЕСТ	Возвращает количество перестановок для заданного числа объектов.

ПЕРЕСТА	Возвращает количество перестановок для заданного числа объектов (с повторами), которые можно выбрать из общего числа объектов.
ФИ	Возвращает значение функции плотности для стандартного нормального распределения.
ПУАССОН. РАСП	Возвращает распределение Пуассона.
ВЕРОЯТНОСТЬ	Возвращает вероятность того, что значение из диапазона находится внутри заданных пределов.
КВАРТИЛЬ. ИСКЛ	Возвращает квартиль набора данных на основе значений процентиля из диапазона от 0 до 1, исключая границы.
КВАРТИЛЬ. ВКЛ	Возвращает квартиль набора данных.
РАНГ. СР	Возвращает ранг числа в списке чисел.
РАНГ. РВ	Возвращает ранг числа в списке чисел.
КВПИРСОН	Возвращает квадрат коэффициента корреляции Пирсона.
СКОС	Возвращает асимметрию распределения.
СКОС. Г	Возвращает асимметрию распределения на основе заполнения: характеристика степени асимметрии распределения относительно его среднего.
НАКЛОН	Возвращает наклон линии линейной регрессии.
НАИМЕНЬШИЙ	Возвращает k-ое наименьшее значение в множестве данных.
НОРМАЛИЗАЦИЯ	Возвращает нормализованное значение.
СТАНДОТКЛОН. Г	Вычисляет стандартное отклонение по генеральной совокупности.
СТАНДОТКЛОН. В	Оценивает стандартное отклонение по выборке.
СТАНДОТКЛОНА	Оценивает стандартное отклонение по выборке, включая числа, текст и логические значения.
СТАНДОТКЛОНПА	Вычисляет стандартное отклонение по генеральной совокупности, включая числа, текст и логические значения.
СТОШУХ	Возвращает стандартную ошибку предсказанных значений $y$ для каждого значения $x$ в регрессии.
СТЮДРАСП	Возвращает процентные точки (вероятность) для $t$ -распределения Стьюдента.
СТЮДЕНТ. РАСП. 2X	Возвращает процентные точки (вероятность) для $t$ -распределения Стьюдента.
СТЮДЕНТ. РАСП.	Возвращает $t$ -распределение Стьюдента.

ПХ	
СТЬЮДЕНТ. ОБР	Возвращает значение $t$ для $t$ -распределения Стьюдента как функцию вероятности и степеней свободы.
СТЬЮДЕНТ. ОБР. 2Х	Возвращает обратное $t$ -распределение Стьюдента.
СТЬЮДЕНТ. ТЕСТ	Возвращает вероятность, соответствующую проверке по критерию Стьюдента.
ТЕНДЕНЦИЯ	Возвращает значения в соответствии с линейным трендом.
УРЕЗСРЕДНЕЕ	Возвращает среднее внутренности множества данных.
ДИСП. Г	Вычисляет дисперсию по генеральной совокупности.
ДИСП. В	Оценивает дисперсию по выборке.
ДИСПА	Оценивает дисперсию по выборке, включая числа, текст и логические значения.
ДИСПРА	Вычисляет дисперсию для генеральной совокупности, включая числа, текст и логические значения.
ВЕЙБУЛЛ. РАСП	Возвращает распределение Вейбулла.
Z. ТЕСТ	Возвращает одностороннее значение вероятности $z$ -теста.

*Приложение 2*

**Значение критерия t для отбраковки выпадающих вариантов при  
разных уровнях значимости (p)**

n/p	0,05	0,01	0,001
5	3,04	5,04	9,43
6	2,78	4,36	7,41
7	2,62	3,96	6,37
8	2,51	3,71	5,73
9	2,43	3,54	5,31
10	2,37	3,41	5,01
11	2,33	3,31	4,79
12	2,29	3,23	4,62
13	2,26	3,17	4,48
14	2,24	3,12	4,37
15	2,22	3,08	4,28
16	2,20	3,04	4,20
17	2,18	3,01	4,13
18	2,17	2,98	4,07
21	2,145	2,932	3. 979
25	2,105	2,852	3,819
30	2,079	2,802	3,719
35	0,061	2,768	3,652
40	2,048	2,742	3,602
45	2,038	2,722	3. 565
50	2,030	2,707	3,532
60	2,018	2,683	3,492
70	2,009	2,677	3,462
80	2,003	2,655	3,423
90	1,998	2,646	3,409
100	1,994	2,639	3,291
∞	1,960	2,576	

*Приложение 3*

**Критические значения критерия  $t$  для 5 %-го и 1 %-го уровня значимости**

n	Уровень значимости P1	
	0,05	0,01
4	0,955	0,991
5	0,807	0,916
6	0,689	0,805
7	0,610	0,740
8	0,554	0,683
9	0,512	0,635
10	0,477	0,597
11	0,450	0,566
12	0,428	0,541
14	0,395	0,502
16	0,369	0,472
18	0,349	0,449
20	0,334	0,430
22	0,320	0,414
24	0,309	0,400
26	0,299	0,389
28	0,291	0,378
30	0,283	0,369

*Приложение 4*

**Минимальные значения t-критерия Стьюдента для оценки  
существенности различий в зависимости от объёма выборок  
(числа пар)**

Число Степеней свободы, $\nu$	Уровень значимости P1			
	0,30	0,10	0,05	0,01
1	0,727	6,314	12,706	63,657
2	0,617	2,920	4,303	9,925
3	0,584	2,353	3,182	5,841
4	0,569	2,132	2,776	4,604
5	0,559	2,015	2,571	4,032
6	0,553	1,943	2,447	3,707
7	0,549	1,895	2,365	3,499
8	0,546	1,859	2,306	3,355
9	0,543	1,833	2,262	3,250
10	0,542	1,812	2,228	3,169
11	0,540	1,796	2,201	3,106
12	0,539	1,782	2,179	3,054
13	0,538	1,771	2,160	3,012
14	0,537	1,761	2,145	2,977
15	0,536	1,753	2,131	2,947
16	0,535	1,746	2,120	2,921
17	0,534	1,740	2,110	2,898
18	0,534	1,734	2,101	2,878
19	0,533	1,729	2,093	2,861
20	0,533	1,725	2,086	2,845
21	0,532	1,721	2,080	2,831
22	0,532	1,717	2,074	2,819
23	0,532	1,714	2,069	2,807
24	0,531	1,711	2,064	2,797
25	0,531	1,708	2,059	2,787
26	0,531	1,706	2,056	2,779
27	0,531	1,703	2,052	2,771
28	0,530	1,701	2,048	2,763

29	0,530	1,699	2,045	2,756
30	0,530	1,697	2,042	2,750
40	0,529	1,684	2,021	2,704
50	0,528	1,676	2,009	2,678
60	0,527	1,671	2,000	2,660
80	0,527	1,664	1,990	2,639
100	0,526	1,660	1,984	2,626
500	0,525	1,648	1,965	2,586
$\infty$	0,524	1,645	1,960	2,576

Значения критерия  $\omega$  (по Н. Ф. Деревецкому)

Число степеней свободы	Уровень значимости P1	
	0,05	0,01
2	1,41	1,41
3	1,64	1,72
4	1,76	1,92
5	1,81	2,05
6	1,85	2,14
7	1,87	2,21
8	1,88	2,25
9	1,90	2,29
10	1,90	2,32
11	1,91	2,34
12	1,92	2,35
13	1,92	2,38
14	1,92	2,39
15	1,92	2,41
16	1,93	2,42
17	1,93	2,43
18	1,93	2,44
19	1,93	2,45
20	1,93	2,45
21	1,93	2,46
22	1,93	2,46
23	1,94	2,47
24	1,94	2,47
25	1,94	2,48
26	1,94	2,48
27	1,94	2,49
28	1,94	2,49
29	1,94	2,50
30	1,94	2,50
35	1,94	2,50
40	1,94	2,51
50	1,95	2,53
60	1,95	2,54
120	1,96	2,55
$\infty$	1,96	2,58

*Приложение 6*

**Критические значения коэффициента асимметрии ( $A_s$ ),  
используемого для проверки гипотезы о нормальности  
распределения**

Объем выборки n	Уровень значимости P1	
	0,05	0,01
25	0,711	1,061
30	0,661	0,982
35	0,621	0,921
40	0,587	0,869
45	0,558	0,825
50	0,533	0,787
60	0,492	0,723
70	0,459	0,673
80	0,432	0,631
90	0,409	0,596
100	0,389	0,567
125	0,350	0,508
150	0,321	0,464
175	0,298	0,430
200	0,280	0,403
250	0,251	0,360
300	0,230	0,329
350	0,213	0,305
400	0,200	0,285
450	0,188	0,269
500	0,179	0,255
550	0,171	0,243
600	0,163	0,233
650	0,157	0,224
700	0,151	0,215
750	0,146	0,208
800	0,142	0,202
850	0,138	0,196
900	0,134	0,190
950	0,130	0,185
1000	0,127	0,180

*Приложение 7*

**Критические значения коэффициента эксцесса ( $E_x$ ),  
используемого для проверки гипотезы о нормальности  
распределения**

Объем выборки $n$	Уровень значимости $P1$		
	0,1	0,05	0,01
11	0,890	0,907	0,936
16	0,873	0,888	0,914
21	0,863	0,877	0,900
26	0,857	0,869	0,890
31	0,851	0,863	0,883
36	0,847	0,858	0,877
41	0,844	0,854	0,872
46	0,841	0,851	0,868
51	0,839	0,848	0,865
61	0,835	0,843	0,859
71	0,832	0,840	0,855
81	0,830	0,838	0,852
91	0,828	0,825	0,848
101	0,826	0,834	0,846
201	0,818	0,823	0,832
301	0,814	0,818	0,826
401	0,812	0,816	0,822
501	0,810	0,814	0,820

*Приложение 8*

**Значения критерия F на 5% уровне значимости**

Степени свободы знамена теля,	Число степеней свободы для большей дисперсии (числителя)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	50	100	$\infty$
1	161	199	216	225	230	234	237	239	241	242	246	248	252	253	254
2	18,5	19,0	19,2	19,2	19,3	193	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,5	19,5	19,5
3	10,1	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,89	8,85	8,81	8,79	8,70	8,66	8,58	8,56	8,53
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,09	6,04	6,00	5,96	5,86	5,80	5,70	5,66	5,63
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,88	4,82	4,77	4,74	4; 62	4,56	4,44	4,40	4,37
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,21	4,15	4,10	4,06	3,94	3,87	3,75	3,71	3,67
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,79	3,73	3,68	3,64	3,51	3,44	3,32	3,28	3,23
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,50	3,44	3,39	3,35	3,22	3,15	3,03	2,98	2,93
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,29	3,23	3,18	3,14	3,01	2,94	2,80	2,76	2,71
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,14	3,07	3,02	2,98	2,85	2,77	2,64	2,59	2,54
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	3,01	2,95	2,90	2,85	2,72	2,65	2,50	2,45	2,40
15	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,71	2,64	2,59	2,54	2,40	2,33	2,18	2,12	2,07
20	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,51	2,45	2,39	2,35	2,20	2,12	1,96	1,90	1,84
30	4,17	3,32	2,92	2,69	2,53	2,42	2,33	2,27	2,21	2,16	2,01	1,93	1,76	1,69	1,62
50	4,03	3,18	2,79	2,56	2,40	2,29	2,20	2,13	2,07	2,02	1,92	1,78	1,60	1,52	1,51
100	3,94	3,09	2,70	2,46	2,30	2,19	2,10	2,03	1,97	1,92	1,75	1,68	1,51	1,39	1,25
$\infty$	3,84	3,00	2,60	2,37	2,21	2,10	2,01	1,94	1,88	1,83	1,67	1,57	1,40	1,24	1,01

**Значения критерия F на 1% уровне значимости**

	Число степеней свободы для дисперсии числителя,														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	50	100	$\infty$
1	4052	4999	5403	5625	5764	5889	5928	5981	6022	6056	6157	6208	6302	6334	6366
2	98,5	99,0	99,2	99,2	99,3	99,3	99,3	99,4	99,4	99,4	99,4	99,4	99,5	99,5	99,5
3	34,1	30,8	29,4	28,7	28,2	27,9	27,7	27,5	27,3	27,2	26,9	26,7	26,4	26,2	26,1
4	21,2	18,0	16,7	16,0	15,5	15,2	15,0	14,8	14,7	14,5	14,2	14,0	13,7	13,6	13,5
5	16,3	13,3	12,1	11,4	10,9	10,7	10,4	10,3	10,2	10,0	9,72	9,55	9,24	9,13	9,02
6	13,7	10,9	9,78	9,15	8,75	8,47	8,26	8,10	7,98	7,87	7,56	7,39	7,09	6,99	6,88
7	12,2	9,5	8,45	7,85	7,46	7,19	7,00	6,84	6,71	6,62	6,31	6,15	5,85	5,75	5,65
8	11,3	8,65	7,59	7,01	6,63	6,37	6,19	6,03	5,91	5,82	5,52	5,36	5,06	4,96	4,86
9	10,6	8,02	6,99	6,42	6,06	5,80	5,62	5,47	5,35	5,26	4,96	4,80	4,51	4,41	4,31
10	10,0	7,56	6,55	5,99	5,64	5,39	5,21	5,06	4,95	4,85	4,56	4,41	4,12	4,01	3,91
11	9,65	7,20	6,22	5,67	5,32	5,07	4,88	4,74	4,63	4,54	4,25	4,10	3,80	3,70	3,60
15	8,68	6,36	5,42	4,89	4,56	4,32	4,14	4,00	3,89	3,80	3,57	3,36	3,07	2,97	2,87
20	8,10	5,85	4,94	4,43	4,10	3,87	3,71	3,56	3,45	3,37	3,09	2,94	2,63	2,53	2,42
30	7,56	5,39	4,51	4,02	3,70	3,47	3,30	3,17	3,06	2,98	2,70	2,55	2,24	2,13	2,01
50	7,17	5,06	4,20	3,72	3,41	3,18	3,02	2,88	2,78	2,70	2,42	2,26	1,94	1,82	2,68
100	6,90	4,82	3,98	3,51	3,20	2,99	2,82	2,69	2,59	2,51	2,22	2,06	1,73	1,59	1,43
$\infty$	6,64	4,60	3,78	3,32	3,02	2,80	2,64	2,51	2,41	2,32	2,04	1,87	1,52	1,36	1,00

Соотношение между величиной  $r$  и  $z$

Десятые доли ( $r$ )	Сотые доли ( $r$ )									
	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
	значения $z$									
0,0	0,000	0,010	0,020	0,030	0,040	0,050	0,060	0,070	0,080	0,090
0,1	0,100	0,110	0,121	0,131	0,141	0,151	0,161	0,172	0,182	0,192
0,2	0,203	0,213	0,224	0,234	0,245	0,255	0,266	0,277	0,288	0,299
0,3	0,309	0,321	0,332	0,343	0,354	0,365	0,377	0,388	0,400	0,412
0,4	0,424	0,436	0,448	0,460	0,472	0,485	0,498	0,510	0,523	0,536
0,5	0,549	0,563	0,576	0,590	0,604	0,618	0,633	0,648	0,663	0,678
0,6	0,693	0,709	0,725	0,741	0,758	0,776	0,793	0,811	0,829	0,848
0,7	0,867	0,887	0,908	0,929	0,951	0,973	0,996	1,020	1,045	1,071
0,8	1,099	1,127	1,157	1,188	1,221	1,256	1,293	1,333	1,376	1,422
0,9	1,472	1,527	1,589	1,658	1,738	1,832	1,946	2,092	2,298	2,647

*Приложение 11*

**Критические значения коэффициента корреляции  $r$**

$\nu$	Уровень значимости $P1$		$\nu$	Уровень значимости $P1$	
	0,05	0,01		0,05	0,01
5	0,75	0,87	27	0,37	0,47
6	0,71	0,83	28	0,36	0,46
7	0,67	0,80	29	0,36	0,46
8	0,63	0,77	30	0,35	0,45
9	0,60	0,74	35	0,33	0,42
10	0,58	0,71	40	0,30	0,39
11	0,55	0,68	45	0,29	0,37
12	0,53	0,66	50	0,27	0,35
13	0,51	0,64	60	0,25	0,33
14	0,50	0,62	70	0,23	0,30
15	0,48	0,61	80	0,22	0,28
16	0,47	0,59	90	0,21	0,27
17	0,46	0,58	100	0,20	0,25
18	0,44	0,56	125	0,17	0,23
19	0,43	0,55	150	0,16	0,21
20	0,42	0,54	200	0,14	0,18
21	0,41	0,53	300	0,11	0,15
22	0,40	0,52	400	0,10	0,13
23	0,40	0,51	500	0,09	0,12
24	0,39	0,50	700	0,07	0,10
25	0,38	0,49	900	0,06	0,09
26	0,37	0,48	1000	0,06	0,09

*Учебное электронное издание*

РАГИМОВ Александр Олегович  
МАЗИРОВ Михаил Арнольдович

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ  
В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Учебно-практическое пособие

*Издается в авторской редакции*

**Системные требования:** Intel от 1,3 ГГц; Windows XP/7/8/10; Adobe Reader;  
дисковод CD-ROM.

**Тираж 25 экз.**

Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых  
Изд-во ВлГУ  
rio.vlgu@yandex.ru

Кафедра почвоведения, агрохимии и лесного дела  
k.vlgu@yandex.ru