



*Филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования «Аст-
раханский государственный технический университет» в
Ташкентской области Республики Узбекистан*

Факультет высшего образования

Кафедра ВБиТ

**ПРАКТИКУМ
ОСНОВЫ ПРИКЛАДНЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

для обучающихся по направлению 19.04.03 Продукты питания животного происхождения,
направленность «Технология продуктов из сырья животного происхождения»

Ташкентская область, Кибрайский район – 2025

Составитель: Цибизова М.Е., д.т.н., проф. кафедры ВБиТ

Рецензент: Бредихина О.В., д.т.н., профессор кафедры ВБиТ

Практикум по дисциплине (модулю) «Основы прикладных научных исследований» для обучающихся по направлению 19.04.03 Продукты питания животного происхождения, направленность «Технология продуктов из сырья животного происхождения» утверждены на заседании кафедры ВБиТ (протокол от 21 февраля 2025 г. № 7).

Содержание

	Стр.
Введение	4
Практическая работа № 1. Введение в дисциплину, цель и задачи, решаемые данной дисциплиной. Система методов исследований	5
Практическая работа № 2. Организация научно-исследовательских и научно-производственных работ, постановка эксперимента	6
Практическая работа № 3. Результаты исследований и их обсуждение. Подходы и критерии оценки полученных результатов. Формирование списка использованной литературы	14
Практическая работа № 4. Статистические методы анализа результатов исследований, использование статистических пакетов программ (СПП)	19
Практическая работа № 5. Использование цифровых инструментов для представления результатов исследований: визуализация больших данных (диаграммы, графики, дашборды). Оформление результатов исследований	34
Рекомендованная литература	37

Введение

Практикум по дисциплине «Основы прикладных научных исследований» предназначен для обучающихся по направлению 19.04.03 Продукты питания животного происхождения, направленность «Технология продуктов из сырья животного происхождения».

Методические указания к практическим работам составлены на основании учебного плана и утвержденной рабочей программы дисциплины «Основы прикладных научных исследований». Индивидуальное задание обучающегося по каждой практической работе должно соответствовать предполагаемой теме магистерской диссертации или выбранному с научным руководителем общим направлением научно-исследовательской работы магистра.

Структура содержательной части практикума включает: цель работы, теоретическую часть (при наличии), задание, алгоритм выполнения задания (при наличии).

Основными методами обучения на практических занятиях является индивидуальная самостоятельная работа обучающегося под управлением преподавателя по овладению знаниями, умениями и навыками в области основ прикладных научных исследований.

Перед выполнением практических занятий обучающиеся должны самостоятельно изучить соответствующие темы дисциплины, что позволит им приобрести базовые знания, необходимые для выполнения заданий на практических занятиях.

Практические занятия по дисциплине «Основы прикладных научных исследований» реализуются в форме выполнения работ, соответствующих предполагаемым темам магистерских диссертаций, что позволяет развивать у обучающихся самостоятельность и способности к самоорганизации, живому творческому обсуждению по рассматриваемой тематике; углублять, систематизировать и закреплять знания, полученные ими на практических работах, в процессе самостоятельной работы; анализировать проблемные вопросы.

Преподаватель после выполнения практической работы подводит итог и дает оценку работы, выполненной каждым обучающимся, по результатам устного опроса и отчету по заданию.

Реализация дисциплины направлена на формирование следующей компетенции:

ОПК-5: Способен организовывать научно-исследовательские и научно-производственные работы для комплексного решения профессиональных задач.

В процессе освоения дисциплины обучающийся должен:

- Знать источники поиска научной и патентной литературы для комплексного решения профессиональных задач.
- Уметь проводить анализ научной и патентной литературы в области переработки сырья животного происхождения, водных биоресурсов и объектов аквакультуры и применять результаты анализа для постановки эксперимента.
- Владеть навыками организации научно-исследовательских и научно-производственных работ для решения профессиональных задач, обсуждения результатов исследований и визуализации полученных данных.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

Введение в дисциплину, цель и задачи, решаемые данной дисциплиной.

Система методов исследований

Цель работы: закрепить теоретические знания по изучаемой теме.

Средства обучения – рекомендуемая литература, ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, периодическая литература.

Форма текущего контроля успеваемости: опрос, отчет по практическому занятию.

Форма организации деятельности обучающегося – семинар.

Задание: изучить материалы по теме, подготовить письменные ответы на вопросы к практической работе в виде конспекта:

- 1) Дать характеристику цели и задачам, решаемым при изучении данной дисциплины.
- 2) Раскрыть систему методов исследований.
- 3) Раскрыть понятие «наука - как познавательная деятельность».
- 4) Дать определение «объект познания» и «субъект познания», «научные исследования».
- 5) Раскрыть классификацию научных исследований: по используемому методу исследований, сфере использования результатов научного исследования, составу используемых свойств объектов, стадиям исследований, месту проведения научных исследований, виду исследуемого объекта.
- 6) Охарактеризовать методы исследований: органолептический (сенсорный), экспериментальный метод (физический, химический, физико-химический, микробиологический, биологический), экспертный метод, социологический метод. Привести примеры методов исследований.
- 7) Профилограммы. Правила построения.
- 8) Сделать заключение о проделанной работе.

Рекомендуемая литература представлена в рабочей программе дисциплины и в методических указаниях к практическим работам.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

Организация научно-исследовательских и научно-производственных работ, постановка эксперимента

Цель работы: закрепить теоретические знания по изучаемой теме.

Средства обучения – рекомендуемая литература, ресурсы информационно- телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, периодическая литература.

Форма текущего контроля успеваемости: опрос, отчет по практическому занятию.

Форма организации деятельности обучающегося – семинар.

Выполнение практической работы осуществляется индивидуально, которое предполагает работу над магистерской диссертацией. Для реализации данного практического занятия обучающиеся должны согласовать с научным руководителем предполагаемую тему магистерской диссертации или общее направление будущей научно-исследовательской работы.

Теоретическая часть

Под термином «метод» понимается способ достижения какой-либо цели или решения конкретной задачи. Методология – это учение о методах и средствах научного исследования.

Алгоритм проработки научно-технической и патентной литературы

Сбор и обработка литературных данных с целью собрать, систематизировать и обработать известные и опубликованные данные по изучаемой проблеме. Просмотру подлежат как отечественная, так и зарубежная литература. Глубина просмотра литературы зависит от степени изученности решаемой проблемы и не должна быть менее 5 предшествующих лет.

В первую очередь следует ознакомиться с литературой, рекомендованной научным руководителем. Большую часть информации студент должен подобрать самостоятельно, просматривая рекомендуемую литературу и литературу, на которую даны в ней ссылки с указанием других авторов, обращая внимание на библиографические указатели в книгах, перечень статей за год, приведенных в последних номерах журналов: Хранение и переработка сельхозсырья, Пищевая промышленность, Известия вузов. Пищевая технология, Рыбное хозяйство, Вопросы питания, Вестник АГТУ серия «Рыбное хозяйство», Товароведение и технология инновационных пищевых продуктов и др. в соответствии с рекомендуемыми информационными источниками, проспекты и каталоги фирм.

Изученную литературу необходимо реферировать в форме краткого конспекта с указанием всех данных об издании. Наиболее рационально оформление записи в виде карточек или аннотаций, содержащих необходимую информацию по вопросам, связанным с темой дипломной работы. В каждой карточке необходимо обязательно указывать источник информации в следующем порядке: фамилия, инициалы автора, название работы (если статья в журнале или сборнике, то название статьи, а потом журнала или сборника), издательство и место издания, год издания и страницы, на которых был изложен материал, связанный с темой дипломной работы. Приведенные в выпускной работе цитаты должны сопровождаться указанием фамилии автора и года издания.

Делая записи при просмотре материала, следует оставлять поля для последующих замечаний или рекомендаций руководителя. Лучше всего вести записи на одной стороне карточки, либо страницы, чтобы иметь возможность впоследствии компоновать материал в разделах обзора литературы без дополнительного переписывания.

Одновременно с целью выявления новизны, технического уровня, конкурентоспособности и эффективности научной разработки выполняется патентный поиск. Источниками информации об изобретениях являются реферативное издание «Изобретения стран мира», официальные бюллетени Российского агентства по патентам и товарным знакам «Изобретения», «Изобретения Полезные модели», официальный бюллетень Российской Федерации по патентам и товарным знакам «Товарные знаки обслуживания и наименования мест происхождения товаров», описания изобретений, реферативные журналы ВИНТИ.

Различают два вида патентной документации: первичная и вторичная.

К первичной документации относятся полные описания к охраняемым документам (описания к заявкам на изобретения, патентные описания, описания полезных моделей, промышленных образцов, товарных знаков), а также извлечения из них, публикуемые в официальных бюллетенях и журналах патентных ведомств. Основная задача первичной патентной документации заключается в том, чтобы юридически строго определить границы и объем прав патентообладателя или заявителя и т.д.

Ко вторичной документации относятся материалы переработки первичной патентной документации (аннотации, рефераты, различные библиографические сведения, тематические подборки, обзоры, указатели).

Патентные описания - основной вид патентной документации. С точки зрения информации патентное описание - документ во многом идеальный, потому что он:

- имеет унифицированную логическую структуру, стандартное библиографическое описание, устойчивую лексику (используются стандартные словесные конструкции;
- содержит описание предшествующего уровня техники с оценкой известных прототипов;
- включает патентную формулу, которая является идеальной логической конструкцией, позволяющей выделить новизну информации;
- содержит в качестве составного элемента чертежи, схемы, химические формулы, что существенно повышает его информативность.

Патентные описания, публикуемые в различных странах, имеют специфические особенности, однако сущность изобретения в описании должна быть раскрыта так, чтобы, обеспечив юридическую защиту прав владельца данного изобретения, позволить специалисту в области техники и технологии, к которой относится изобретение, осуществить его, не прибегая к дополнительному изобретательскому творчеству.

Патентные исследования позволяют проанализировать последние достижения отечественной и зарубежной науки и техники в данной области, выявить основные технические направления в решении изучаемой проблемы, создают предпосылки к совершенствованию методологии исследования, уточнению схемы постановки эксперимента, способствуют получению результатов, выполненных на уровне изобретения.

Патентные исследования включают следующие виды работ:

- разработку регламента поиска,
- поиск и обзор патентной и другой научно-технической документации,
- систематизацию и анализ отобранной информации,
- обобщение результатов, выбор аналогов, составление справки о патентных исследованиях и введение материалов в обзор литературы.

Регламент поиска проводится в следующей последовательности:

- определение предмета поиска (объект в целом, его составные части);
- определение стран (фирм) поиска информации;
- определение видов информационных источников;
- классификация предметов поиска по международной классификации изобретений (МКИ), универсальной десятичной классификации (УДК), по национальным классификациям изобретений (НКИ);
- определение необходимой глубины поиска.

Предмет поиска определяют исходя из конкретных задач патентных исследований, категории объекта (устройство, способ, вещество и др.), а также из того, какие его элементы, параметры, свойства и другие характеристики предполагается исследовать. Если объектом патентного исследования является способ (технологический процесс), то предметом поиска могут быть: технологический процесс в целом или его этапы, исходные и промежуточные продукты, используемые при его осуществлении, а также конечные продукты и область их применения, оборудование, на базе которого реализуется данная технология (способ). Если объектом патентных исследований является вещество, то предметами поиска могут быть: исходные материалы, способ получения, качественный и количественный состав вещества.

Формулируют предмет поиска, используя терминологию, принятую в соответствующей

системе классификации.

При проведении патентных исследований пользуются патентной и научно-технической информацией. Правильный выбор источников информации существенно влияет на качество и, следовательно, достоверность патентных исследований, а также на трудозатраты при их проведении.

Патентный поиск проводится по фондам патентной документации РФ и стран, являющихся ведущими в данной области, и другой научно-технической литературе с ретроспективой не менее 10 лет (как правило, 15-20 лет). В ходе поиска определяется современный уровень разработки, проводится прогнозирование развития данной области на основе анализа уровня промышленно освоенной технологии и техники.

Уровень промышленно освоенной технологии и техники определяют по базе информации, полученной из ретроспективного патентного фонда, данных научно-технической литературы, стандартов, спецификаций, рекламно-каталожных журналов, технических журналов и т.п., путем сопоставления отечественных и зарубежных решений, их технико-экономических показателей.

Уровень технических разработок определяют, сопоставляя результаты отечественных и зарубежных НИР и проектно-конструкторских разработок, защищенных авторскими свидетельствами и патентами за последние 10-15 лет и изложенных в отчетах НИР за последние 2-3 года. Особое внимание уделяют описанию авторских свидетельств и патентов за последние годы. Данный тип анализа позволяет выбрать технические решения - аналоги с наиболее высокими техническими и экономическими показателями. Уровень технического решения в перспективе определяют изучением новейших изобретений и патентов, что дает возможность прогнозировать уровень развития техники на 10-15 лет вперед и определить наиболее прогрессивные направления.

В результате патентного исследования фиксируется один или несколько путей решения поставленной задачи, определяется целесообразность и степень использования известных технических решений, оценивается вероятность обеспечения технического решения патентной чистоты.

По результатам патентных исследований составляется справка о поиске в виде таблицы и оформляется анализ с указанием необходимости использования найденного технического решения или об отсутствии необходимости с указанием конкретной причины.

Кроме того, необходимую оперативную информацию по теме научных исследований можно получать, обращаясь к ресурсам сети «Интернет»

Результаты анализа литературных данных позволяют спланировать схему постановки эксперимента, сформулировать цель и задачи исследования.

Актуальность работы отражает, какие задачи в данный момент стоят перед теорией и практикой в рамках выбранного направления, а также очень кратко может подводить итоги тому, что уже сделано предшественниками, с учетом имеющихся нераскрытых тем и возможных направлений развития тематики.

Как правило, с определения актуальности начинается любая научная работа, так как обоснование актуальности рассматриваемых вопросов служит своеобразным ориентиром для понимания того, стоит ли двигаться в выбранном направлении.

Сбор, накопление, систематизация и изучение необходимой научной информации, что подразумевает поиск, изучение и анализ литературных и других источников по теме исследования; проведение эмпирических исследований. Для сбора информации применяют разнообразные методы научного исследования. Их выбор зависит от цели и задач исследования. Все методы должны быть направлены на проверку убедительности выдвинутых в гипотезе предположений. Важную роль в подтверждении гипотезы играет эксперимент.

Эксперимент как составная часть научного исследования является одним из способов получения новых научных знаний. Главной целью эксперимента может быть выявления свойств исследуемых объектов, проверка справедливости гипотез и на этой основе всестороннее и глубокое изучение темы научного исследования.

Важным элементом исследования является его **гипотеза** — возможный (предвиденный)

ответ на вопрос, который ставит перед собой исследователь; научно обоснованное предположение о причине, которая вызывает следствие.

Составляется она из предвиденных связей между исследуемыми фактами. Формулирование гипотезы начинается во время раздумий над целью и задачами исследования. При формулировании гипотезы большую роль играет интуиция исследователя. Анализируя состояние избранной для исследования проблемы, исследователь размышляет над необходимостью выяснить прежде всего наиболее актуальные вопросы, сформировать предыдущее представления о связях, которые могут существовать между известными фактами. На этой основе постепенно возникает представление о гипотезе исследования.

По своей сущности гипотезы могут быть индуктивными и дедуктивными. Для *индуктивной гипотезы* характерно выделение отдельных фактов, на основе которых строят обобщающие заключения. Подпочва *дедуктивной гипотезы* образует общее положение, благодаря которому строят заключения о связях между частными явлениями.

Убедительность гипотезы определяют и доказывают экспериментально. *Гипотеза всегда должна проверяться*. Проверка состоит, во-первых, в установлении того, что следствие, вытекающее из гипотезы, действительно совпадает с наблюдаемыми явлениями; во-вторых, что вся совокупность наблюдаемых явлений с ее помощью находит достаточное объяснение, и, в-третьих, что данная гипотеза не противоречит тому, что считается в науке уже доказанным.

Эффективность гипотезы зависит от того, насколько она является рациональным предположением, а не поспешной догадкой, просто и четко сформулированной, адекватной относительно определенного вопроса. Гипотеза должна отвечать фактам, на основе которых она образована и для объяснения которых она предназначена; учитывать раньше открытые закономерности, но не противоречить известным результатам исследований; объяснять определенный круг явлений действительности; предусматривать новые факты, явления и связи между ними; быть доступной для эмпирической проверки. Гипотеза может и препятствовать процессу исследования, если она не учитывает специфики исследуемых явлений.

Выбор методов исследования, которые являются инструментами получения фактического материала, а также его теоретического обобщения, необходимым условием достижения поставленной цели.

Предварительное формулирование проблемы научного исследования не всегда является окончательным. Во время изучения избранной для исследования проблемы выясняются ее аспекты, рассмотренные и разрешенные раньше, что дает возможность конкретизировать вопросы, которые еще нуждаются в своем разрешении. Соответственно этому формулирование проблемы может суживаться или расширяться, а ее название – уточняться.

После уточнения проблемы составляют программу (план) исследования, цель которой заключается в обеспечении систематичности и последовательности работ в процессе исследования. Программа прежде всего предусматривает конкретную *методику исследования* — совокупность и взаимосвязь исследовательских способов, методов и приемов. В ней обосновываются выбор темы, раскрывают ее актуальность и научную новизну, определяют цель и задачу исследования, составляют календарный план работ, формулируют гипотезу исследования.

Рабочий план – составляет основу исследования, определяет его общую направленность и последовательность решения задач. Он может быть сложным и простым. Его сложность зависит от объема и сложности работы, фундаментальности заявленной в ней проблемы. Разрабатывают план, исходя из цели и задач исследования, его предмета и гипотезы. Он должен быть полностью адекватным задачам и они должны быть отражены в нем в полной мере. Необходимо придерживаться последовательности действий. Рабочий план может состоять из полностью сформулированных пунктов или рабочих тезисов.

Постановка эксперимента является необходимым атрибутом научно-исследовательской работы. Широкое применение экспериментальных методов привело к созданию теории эксперимента, которая позволяет более эффективно организовать исследовательскую работу и получить ответы на следующие вопросы:

- как организовать эксперимент, чтобы наилучшим образом решить поставленную задачу (в смысле затрат времени и средств или точности результатов);

- как обрабатывать результаты эксперимента, чтобы получить максимальное количество информации об исследуемом объекте;
- какие обоснованные выводы можно сделать об исследуемом объекте по результатам эксперимента.

Планирование эксперимента — это процедура выбора числа и условий проведения опытов, необходимых и достаточных для решения поставленной задачи с требуемой точностью.

Принципы, положенные в основу теории планирования эксперимента, направлены на повышение эффективности экспериментирования:

- стремление к минимизации общего числа опытов;
- одновременное варьирование всеми переменными, определяющими процесс, по специальным правилам — алгоритмам;
- использование математического аппарата, формализующего многие действия экспериментатора;
- выбор четкой стратегии, позволяющей принимать обоснованное решение после каждой серии экспериментов.

Задачи, для решения которых может использоваться планирование эксперимента:

- поиск оптимальных условий;
- построение интерполяционных формул;
- выбор существенных факторов;
- оценка и уточнение констант теоретических моделей;
- выбор наиболее приемлемых из некоторого множества гипотез о механизме явлений;
- исследование диаграмм свойство — фактор.

Постановка и организация эксперимента определяются его назначением. Эксперименты, которые проводятся в различных отраслях науки, являются: материаловедческими, химическими, биологическими, физическими, психологическими, социальными и т.д. Эксперименты различаются по 10 признакам:

- 1) способу формирования условий: естественные; искусственные;
- 2) целям исследования: преобразующие; констатирующие; контролирующие; поисковые; решающие;
- 3) организации проведения: лабораторные; натурные; полевые; производственные и т.д.;
- 4) структуре изучаемых объектов и явлений: простые; сложные;
- 5) характеру внешних воздействий на объект исследования: вещественные; энергетические; информационные;
- 6) характеру взаимодействия средства экспериментального исследования с объектом исследования: обычные; модельные;
- 7) типу моделей, исследуемых в эксперименте: материальные; мысленные;
- 8) контролируемыми величинами: пассивные; активные;
- 9) числу варьируемых факторов: однофакторные; многофакторные;
- 10) характеру изучаемых объектов или явлений: технологические; социометрические.

Для проведения эксперимента любого типа необходимо:

- 1) разработать гипотезу, подлежащую проверке;
- 2) создать программу экспериментальных работ;
- 3) определить способы и приемы воздействия на объект исследования;
- 4) создать условия для осуществления эксперимента;
- 5) обеспечить эксперимент необходимым обслуживающим персоналом;
- 6) разработать способ фиксирования хода и результатов эксперимента.

Особое значение для организации проведения эксперимента имеет правильно разработанная методика эксперимента.

Методика эксперимента — это совокупность мыслительных и физических операций, выстроенных в определенной последовательности. При разработке методик проведения эксперимента необходимо предусматривать:

- проведение предварительного наблюдения за изучаемым объектом или явлением с целью определения исходных данных и выбора варьирующих факторов;

- создание условий, в которых возможно экспериментирование;
- подбор объектов воздействия и устранение влияния случайных факторов;
- определение пределов измерений;
- организацию систематического наблюдения за ходом развития изучаемого явления;
- регистрацию измерений эксперимента, оценку и описание фактов различными средствами и способами;
- создание повторяющихся и усложненных ситуаций воздействия факторов на объект с целью подтверждения или опровержения ранее полученных данных;
- переход от эмпирического изучения к логическим обобщениям, к анализу и теоретической обработке полученного фактического материала.

Перед разработкой методики составляется *план эксперимента*, который включает:

- цель и задачи эксперимента;
- выбор варьирующих факторов;
- обоснование объема эксперимента, числа опытов;
- порядок реализации опытов, определение последовательности изменения факторов;
- выбор шага изменения факторов, т.е. задание интервалов между будущими экспериментальными точками;
- обоснование способов обработки и анализа результатов эксперимента.

применение теории эксперимента позволяет уже при планировании определенным образом оптимизировать объем экспериментальных исследований и повысить их точность.

Важным этапом подготовки эксперимента и разработки методики является выбор варьируемых факторов, т.е. необходимо установить основные и второстепенные факторы.

Правильный выбор основных и второстепенных факторов играет важную роль в эффективности организации эксперимента, поскольку эксперимент и сводится к нахождению зависимостей между этими факторами. Если не удастся сразу выявить роль основных и второстепенных факторов, то необходимо выполнить небольшой по объему предварительный поисковый эксперимент.

Таким образом, перед началом проведения научно-исследовательской работы необходимо провести значительную подготовительную работу.

Задание:

1. Провести поиск литературных источников по тематике ВКР или по общему направлению будущей научно-исследовательской работы (НИР). Обобщить результаты поиска литературы в виде списка литературных источников, включая иностранные. Проанализированные патенты представить не только в тексте анализа научной и патентной литературы, но и в виде таблицы. Количество источников научной и патентной литературы должно быть не менее 50.

2. Описать актуальность будущей ВКР или направления научно-исследовательской работы и проблематику, которая планируется к решению во время выполнения ВКР.

3. Обосновать выбор объекта исследований, цели и задачи работы (будущей ВКР магистра или направления НИР).

4. Представить содержание планируемой ВКР или направления НИР.

5. Описать предполагаемую научную новизну, теоретическую и практическую значимость.

6. Описать постановку эксперимента и предлагаемые методы исследований.

Выполнение заданий:

1. Для поиска научной, технической и патентной литературы использовать ресурсы ЭБС Университета, научную электронную библиотеку (<https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>), профессиональные базы данных, указанные в рабочей программе дисциплины, и открытые ресурсы Интернета.

Таблица – Результаты патентного поиска

№ п/п	Предмет поиска, его составные части	Страна выдачи, вид и номер охран. документа, классификационный номер	Заявитель, страна, номер заявки, дата приоритета, дата публикации	Сущность заявляемого технического решения и цели его создания
1	2	3	4	5
Пример представления данных патента				
1	Биологически активные полисахариды на основе пектина	Россия Патент 2201938 7 С 08 В 37/06, А 23 L 1/0524	Заявка № 2000125635/04 (24) 11.10.2000 Янук С.Ф., Коновалов М.Е., Мищенко В.Я., Селютина И.И., КГТУ, г. Курск	<i>Способ получения пектина.</i> Способ получения пектина, включающий гидролиз растительного сырья соляной кислотой и экстракцию пектиновых веществ из растительного сырья, отличающийся тем, что процессы гидролиза и экстракции проводят с применением полигармонического вибрационного воздействия в диапазоне частот 15-50 Гц.

2. Представить описание актуальности.

Актуальность работы отражает, какие задачи в данный момент стоят перед теорией и практикой в рамках выбранного направления, а также очень кратко может подводить итоги тому, что уже сделано предшественниками, с учетом имеющихся нераскрытых тем и возможных направлений развития тематики.

3. Представить объект исследования – это процесс или явление, которое порождает проблемную ситуацию или требует получения более подробного знания.

Обоснование выбора объекта исследования представить с использованием профессиональных баз данных, которые включают в себя динамики добычи сырья, анализа рынка, потребительских предпочтений, объемов производимой продукции, данных пищевой ценности сырья, вспомогательных компонентов и т.д.. Правильность выбора объектов исследования во многом предопределяет степень достоверности экспериментальных данных. Объект должен быть стабильным по составу и свойствам, при работе следует строго соблюдать правила отбора проб и образцов. После обоснования объекта исследования необходимо представить сформулированную цель и задачи исследований.

4. Решение поставленных задач – это разделы и/или подразделы выпускной квалификационной работы или направления НИР. При формулировке разделов и подразделов работы необходимо стремиться к тому, чтобы формулировка каждой задачи исследования совпадала или была близка к названию раздела/подраздела.

5. На основании проведенного анализа научной, научно-технической и патентной литературы, сформулированных задач исследований представить предполагаемую научную новизну, теоретическую и практическую значимость исследования.

6. При описании постановки эксперимента использовать этапы проведения исследования с указанием используемых методов исследований и возможного лабораторного оборудования. Схема постановки эксперимента должна быть конкретна, информативна, отражать суть работы, ее основные этапы и их направленность.

7. Выбранные методы и средства измерения должны обеспечить точность и объективность результатов эксперимента.

Необходимо иметь в виду, что все методы исследования подразделяются на непосредственные и опосредованные, объективные (индивидуальные, биологические, биохимические и т.п.) и субъективные (органолептические), экспертные и социологические методы. При планировании эксперимента следует выбирать методы, имеющие наименьшую погрешность и коррелирующие между собой. При описании методов исследований использовать стандартные или модифицированные методики. При описании методов исследования указывать сущность метода, краткое изложение методики и расчетную формулу с расшифровкой каждой позиции формулы. При описании метода исследования обращать внимание на отбор проб и подготовку пробы к эксперименту.

8. Сделать заключение о проделанной работе.

Рекомендуемая литература представлена в рабочей программе дисциплины и в методических указаниях к практическим работам.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

Результаты исследований и их обсуждение. Подходы и критерии оценки полученных результатов. Формирование списка использованной литературы

Цель работы: закрепить знания по изучаемой теме.

Средства обучения – рекомендуемая литература, ресурсы информационно- телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, периодическая литература.

Форма текущего контроля успеваемости: опрос, отчет по практическому занятию.

Выполнение практической работы осуществляется индивидуально по предполагаемой теме магистерской диссертации.

Теоретическая часть

Основой эксперимента является научно поставленный опыт, в процессе какого изучения явлений происходит по помощи целесообразно выбранных или искусственно созданных условий. Они обеспечивают возникновение процессов, наблюдение за которыми необходимо для установление закономерных связей между явлениями. Понятие «эксперимент» означает действие, направленное на создание условий ради изучения определенного явления. В научном языке и в исследовательской деятельности экспериментом называют ряд родственных понятий: опыт, целенаправленное наблюдение, воспроизведение объекта познания, организацию особых условий его осуществления, проверку прогноза. Вообще экспериментом считают научно поставленный опыт, наблюдение исследуемого явления в специальных условиях, которые дают возможность воссоздавать его каждый раз при повторении этих условий.

Характеристика видов эксперимента

Эксперименты бывают:

1. По специфике поставленной задачи (научный (проверяется гипотеза, содержащая новые сведения научного характера, ещё не нашедшие своего достаточного подтверждения или вовсе ещё не доказанные) и практический (включает многочисленные процессы экспериментирования в маркетинге, например, совершенствование текстов рекламы, система сбыта, приемов мерчандайзинга),

2. По характеру логической структуры доказательства гипотезы (параллельные (исследование, в котором существует как экспериментальная, так и контрольная группы и в котором доказательство гипотезы опирается на сравнение состояния двух объектов наблюдения в одно и то же время) и последовательные (сравнивается один и тот же объект с самим собою до воздействия независимой переменной и после того как она работает),

3. По характеру экспериментальной ситуации (лабораторные (исследования в искусственной среде) и полевые (проводятся в реальных условиях). Многие виды полевого экспериментирования в маркетинге называют «пробным маркетингом» (test marketing). Тестирование рынка может быть стандартным (продукты и другие переменные комплекса маркетинга испытываются через обычные каналы сбыта товаров, используемые конкретным предприятием), контролируемым (проводится специализированными исследовательскими фирмами, которые реализуют товары через определенных дистрибьюторов, поощряемых за участие в проведении эксперимента), электронным (участники эксперимента получают специальные идентификационные карточки, которые они предъявляют при покупке товара).

Функции экспериментальных методов

К основным функциям экспериментальных методов относится, во-первых, экспериментально-исследовательская, познавательная. Она выражается в поиске, обнаружении, сравнении и экспериментальном анализе новых явлений, их свойств и связей. Научно поставленный эксперимент, как правило, обеспечивает получение новой информации об изучаемых объектах.

Во-вторых, экспериментальные методы выполняют и проверочную функцию. Научный эксперимент как важнейший элемент практики всегда выступает в качестве объективного критерия истинности эмпирических и теоретических знаний. Если в процессе эксперимента удастся воспроизвести описанные теми или иными знаниями объективные свойства и связи, то, следовательно, эти знания являются истинными, поскольку они правильно отражают объективные

стороны изучаемого объекта.

В-третьих, экспериментальным методам присуща также аналитическая функция, связанная с анализом результатов проведенного эксперимента. Основным направлением такого анализа является выяснение того, могут ли результаты проведенного эксперимента послужить основой для пересмотра прежних теоретических концепций или же они могут составить основу для дальнейшего развития этих концепций, либо даже для выдвижения новых научных гипотез.

В-четвертых, экспериментальные методы выполняют также иллюстративную, демонстрационную функцию. К ним обращаются тогда, когда нужно продемонстрировать в учебных или показательных целях какое-либо явление. Эксперименты такого рода ставятся в различных учебных заведениях, лабораториях и т.д.

Экспериментальные методы неразрывно связаны с наблюдением, измерением и сравнением, как неотъемлемыми сторонами любого эксперимента. Поэтому многие функции, выполняемые наблюдением, сравнением и измерением, присущи и экспериментальным методам.

Результаты экспериментов должны быть сведены в удобочитаемые формы записи — формулы, таблицы, графики, номограммы, позволяющие анализировать результаты. Все временные должны быть оценены в единой системе единиц физических величин.

Не существует единого метода планирования эксперимента, а есть некоторая методологическая концепция, определяющая порядок постановки эксперимента. Применение того или иного метода обусловлено задачами эксперимента и теми возможностями, которые есть в распоряжении исследователя.

Все разнообразие типовых задач многофакторного эксперимента (МФЭ) можно условно разделить на шесть групп:

1. Задачи сравнительного эксперимента, решаемые с помощью планов и алгоритмов дисперсионного анализа, путем сравнения двух и более вариантов с максимальной точностью.

2. Задачи элиминирующего (*исключающего*) эксперимента, решаемые с помощью комбинированных планов (латинских и частотных конфигураций), путем проведения сравнения указанных вариантов или построения многофакторной модели с одновременным исключением влияния «мешающих» факторов, снижающих точность многофакторной модели и результатов эксперимента.

3. Задачи отсеивающего эксперимента — выделение наиболее значимых существенных факторов среди множества потенциально влияющих факторов на выходной показатель (*методы случайного баланса, насыщенных планов, метод последовательного отсеивания*).

4. Задачи экстремального эксперимента — поиск оптимальных условий, обеспечивающих наилучшие экстремальные значения выходных показателей (*методы градиентный и симплексный*).

5. Изучение чувствительности объектов и построение адекватных статистических моделей в интересующей области осуществляют с помощью реальных и имитационных экспериментов.

6. Специальные задачи МФЭ — это робастное проектирование; многофакторные испытания систем и материалов с учетом порядковых эффектов и эффектов дрейфа.

Результаты экспериментов должны отвечать трем статистическим требованиям:

- 1) эффективности оценок, т.е. минимальности дисперсии отклонения относительно неизвестного параметра;
- 2) состоятельности оценок, т.е. при увеличении числа наблюдений оценка параметра должна стремиться к его истинному значению;
- 3) несмещенности оценок — отсутствие систематических ошибок в процессе вычисления параметров.

Основная цель эксперимента - проверка справедливости сформулированной рабочей гипотезы и оптимизация результатов исследований. Экспериментальная часть выполняется студентами самостоятельно с помощью консультаций научных руководителей и контрольной аттестацией в соответствии с календарным планом.

При проведении эксперимента ведется запись в рабочем журнале (дневнике) с пронумерованными страницами. Каждый эксперимент должен быть подробно описан и зарегистрирован.

Полученные в ходе эксперимента данные и наблюдения фиксируют в предварительно подготовленных таблицах. При необходимости записывают особые замечания, которые возникли при проведении эксперимента.

Как правило, экспериментальные исследования выполняют в два этапа: на первом - на модельных системах получают первичные данные (что позволяет провести уточнение либо корректировку программы работы), на втором этапе - на выбранных объектах получают основные результаты.

Экспериментальные данные должны приводиться в абсолютных или относительных величинах, однотипные показатели должны иметь одинаковую степень округления. Величины, имеющие физический смысл, должны иметь размерность и обозначение в соответствии с международной системой единиц (СИ). При выполнении экспериментальных исследований необходимо обращать внимание на получение достоверных результатов, что достигается проведением анализа несколькими параллельными опытами (3-4), обработкой результатов методами вариационной статистики. Систематизируя и обрабатывая таким образом полученные данные, исключают вероятность ошибочных выводов и заключений.

Обработка результатов исследования

Полученные экспериментальные данные подвергают статистической обработке, систематизации, анализу и обсуждению. Особое внимание должно быть уделено определению степени достоверности результатов на основании их обработки методами математической статистики. Результаты физических или химических измерений неизбежно включают некоторые ошибки или погрешности.

Различают систематические или случайные ошибки измерений. Систематическими называют такие, величина которых может быть установлена и в результате определения внесено соответствующее исправление. Случайные ошибки - это беспорядочные отклонения измеряемых значений от истинного значения. Такие ошибки могут быть обусловлены, например, невозможностью точно фиксировать положение стрелки на шкале прибора и т.д. Ошибки этого типа поддаются обработке путем статистического анализа.

В соответствии с рекомендациями руководителя полученные данные оформляют в виде таблиц, графических зависимостей, диаграмм, рисунков.

Большой объем цифровых данных лучше представлять в сводных таблицах, давая их абсолютные значения или же для более удобного сравнения в процентах (%).

При оформлении статистически обработанных данных в виде таблиц следует привести усредненный доверительный интервал для всего представленного материала в целом.

Для наглядной иллюстрации динамики какого-либо процесса экспериментальные данные (абсолютные или процентные) можно изобразить графически в виде кривых либо диаграмм.

Если в результате выполненной работы получены важные закономерности общего характера, их следует выразить в виде математических зависимостей (в виде уравнений регрессии), используя метод наименьших квадратов.

При оформлении результатов исследований в начале приводятся систематизированные результаты, которые иллюстрируются сводными таблицами, графиками, диаграммами, фотографиями и описываются проведенные опыты и полученные данные. Затем дается анализ полученных результатов, который предлагает сопоставление данных эксперимента с теоретическими предпосылками, при этом необходимо интерпретировать (раскрыть смысл, объяснить) полученные результаты. Обсуждая экспериментальные данные, не следует пересказывать содержание таблиц. Если в работе использовались методы математического планирования эксперимента, то приводятся данные по проверке адекватности математической модели. Дается авторская трактовка полученных результатов, они сравниваются с данными, полученными ранее другими исследователями, при наличии расхождений объясняются их причины, приводятся убедительные доказательства.

Формулирование выводов и рекомендации

На заключительном этапе экспериментальной работы следует обсудить, детально проанализировать, обосновать и объяснить полученные данные. На результирующем этапе обобщается вся собранная и обработанная должным образом информация, подводятся итоги ее анализа в

виде логически связанных и последовательных выводов и предложений, формулируются методологические, методические и/или практико-ориентированные рекомендации.

Теоретические и практические выводы по результатам исследования должны соответствовать целям и задачам, вытекать из собранных теоретических, статистических и эмпирических материалов, являясь логическим следствием их анализа, обобщения и интерпретации, быть последовательными и всесторонне аргументированными, обобщать итоги исключительно собственных исследований.

Выводы необходимо писать в виде тезисов, т.е. кратко и четко сформулированных и пронумерованных отдельных предложений. При этом следует соблюдать принцип: в выводах надо идти от менее общих к более общим и важным положениям. Содержание выводов должно базироваться на экспериментальных данных, строго соответствовать установленным фактам, отражать их теоретическое и практическое значение. Выводы могут содержать также рекомендации научно-практического характера. Таким образом, выводы, сформулированные по результатам исследования, могут быть оценочными (содержать оценку фактического состояния изучаемых объектов, явлений и процессов) и прогнозными (характеризовать возможные изменения объектов, явлений, процессов в будущем).

Прогнозные выводы обычно строятся на основе анализа ретроспективных данных, оценки их тенденций и экстраполирования на будущее. Прогнозные выводы всегда носят вероятностный характер с учетом нестабильности и неопределенности внешней и внутренней среды жизнедеятельности.

Рекомендации носят системный и обобщающий, но при этом конкретный и доступный характер. Они должны базироваться на прочном теоретическом фундаменте и неоднократно проверенных экспериментальных данных, излагаться четко и понятно с отражением возможных ограничений их использования.

Рекомендации разрабатываются в соответствии с принципами технологичности (последовательность операций, обеспечивающих их реализацию); выполнимости (перечень и объем необходимых материальных, трудовых, информационных, финансовых ресурсов); результативности (ожидаемый экономический эффект с определением параметров изменения объекта под воздействием соответствующих рекомендаций); адресности (конкретизация исполнителей, способных реализовать рекомендации).

Обязательным условием формулирования рекомендаций, направленных на преобразование исследуемого объекта (явления, процесса), является валидность, т.е. истинность, достоверность, полноценность выводов.

Исследование будет признано валидным, а полученные результаты заслуживающими доверия, если оно:

- имеет программу, которая предварительно тщательно продумана и соответствует всем требованиям;
- теоретически обосновано: содержит критический анализ, интерпретацию и обобщение различных точек зрения на исследуемую проблему, содержательно объясняет природу изучаемых процессов, содержательно объясняет природу изучаемых процессов, явлений, объектов;
- включает все необходимые этапы и процедуры, последовательно, полноценно и качественно реализованные;
- проведено с использованием методик

Оформление списка использованной литературы (списка информационных источников)

Рекомендуется список источников литературы составлять в алфавитном порядке, однако, допускается их расположение в порядке появления ссылок в тексте выпускной квалификационной работы. Но в ВКР принято расположение источников литературы по алфавиту. Иностранные источники и ссылки на Интернет-ресурсы располагаются в конце списка литературы.

После фамилии и инициалов автора приводится точное название источника с указанием номера тома, части выпуска, издательства, года издания, страниц и других сведений.

После названия каждого источника ставится **ТОЧКА**.

Примеры оформления источников следующие:

1. Абрамова Л.С. Инновационная технология малосоленой продукции на основе филе сельди тихоокеанской / Л.С. Абрамова, В.В. Гершунская, Е.П. Гофербер, С.В. Добренкова, Л.Х. Вафина // Рыбное хозяйство.- 2017.-№ 1. - С. 91-96.
2. Асфондьярова И.В. Анализ потребительских предпочтений на рынке рыбных пресервов / И.В. Асфондьярова, А.И. Химичева // Сборник статей X Международной научно-практической конференции «Научные исследования молодых ученых». – Пенза, 2021. – С. 68-72.
3. ГОСТ 814-2019 Рыба охлажденная. Технические условия - Введ. 2020-07-01. - М.: Стандартинформ, 2019. - 10 с.
4. Пат. 2040189 Российская Федерация, МПК6 A23L1/325, A23B4/023 Способ приготовления малосоленого кремообразного продукта из гидробионтов / Н.М. Купина, М.В. Кудряшова; заявитель и патентообладатель Тихоокеанский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии; заявл. 27.12.1991; опубл. 25.07.1995.
5. Сборник технических нормативов. Сборник рецептов на продукцию общественного питания для предприятий общественного питания / Под ред. М. П. Могильного – М.: ДеЛи плюс, 2013. - 1008 с.
6. ТР ЕАЭС 040/2016 Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции» - URL: <http://www.consultant.ru/>.

Задание:

1. Представить макет проведения исследований с представлением возможных таблиц, рисунков, графических материалов.
2. Сформулировать выводы и рекомендации.
3. Привести список используемых в работе информационных источников.
4. Сделать заключение о проделанной работе.

Контрольные вопросы для самопроверки:

1. Что такое научный и промышленный эксперимент?
2. Какие задачи необходимо решать при постановке эксперимента?
3. Какие виды эксперимента вы знаете?
4. Каковы общие черты и признаки эксперимента?
5. В чем заключается организация эксперимента?
6. Назовите отличительные признаки активного и пассивного эксперимента?
7. Какие задачи решают сравнительный, элиминирующий, отсеивающий, экстремальный, имитационный эксперименты?
8. Что является обязательным условием формулирования рекомендаций-предложений, направленных на преобразование изученного объекта?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4

Статистические методы анализа результатов исследований, использование статистических пакетов программ (СПП)

Цель работы: закрепить теоретические знания по изучаемой теме.

Средства обучения – рекомендуемая литература, ресурсы информационно- телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, периодическая литература.

Форма текущего контроля успеваемости: опрос, отчет по практическому занятию.

Форма организации деятельности обучающегося – семинар.

Теоретическая часть

Особенностью методов статистического анализа является их комплексность, обусловленная многообразием форм статистических закономерностей, а также сложностью процесса статистических исследований.

Статистическое исследование может проводиться посредством следующих методик:

- Статистическое наблюдение;
- Сводка и группировка материалов статистического наблюдения;
- Абсолютные и относительные статистические величины;
- Вариационные ряды;
- Выборка;
- Корреляционный и регрессионный анализ;
- Ряды динамики.

Статистическое наблюдение

Статистическое наблюдение является планомерным, организованным и в большинстве случаев систематическим сбором информации, направленным, главным образом, на явления социальной жизни. Реализуется данный метод через регистрацию предварительно определенных наиболее ярких признаков, цель которой состоит в последующем получении характеристик изучаемых явлений.

Статистическое наблюдение должно выполняться с учетом некоторых важных требований:

- Оно должно полностью охватывать изучаемые явления;
- Получаемые данные должны быть точными и достоверными;
- Получаемые данные должны быть однообразными и легко сопоставимыми.

Также статистическое наблюдение может иметь две формы:

- Отчетность – это такая форма статистического наблюдения, где информация поступает в конкретные статистические подразделения организаций, учреждений или предприятий. В этом случае данные вносятся в специальные отчеты.
- Специально организованное наблюдение – наблюдение, которое организуется с определенной целью, чтобы получить сведения, которых не имеется в отчетах, или же для уточнения и установления достоверности информации отчетов. К этой форме относятся опросы (например, опросы мнений людей), перепись населения и т.п.

Кроме того, статистическое наблюдение может быть категоризировано на основе двух признаков: либо на основе характера регистрации данных, либо на основе охвата единиц наблюдения. К первой категории относятся опросы, документирование и прямое наблюдение, а ко второй – наблюдение сплошное и несплошное, т.е. выборочное.

Для получения данных при помощи статистического наблюдения можно применять такие способы как анкетирование, корреспондентская деятельность, самоисчисление (когда наблюдаемые, например, сами заполняют соответствующие документы), экспедиции и составление отчетов.

Сводка и группировка материалов статистического наблюдения

Говоря о втором методе, в первую очередь следует сказать о сводке. Сводка представляет собой процесс обработки определенных единичных фактов, которые образуют общую совокуп-

ность данных, собранных при наблюдении. Если сводка проводится грамотно, огромное количество единичных данных об отдельных объектах наблюдения может превратиться в целый комплекс статистических таблиц и результатов. Также такое исследование способствует определению общих черт и закономерностей исследуемых явлений.

С учетом показателей точности и глубины изучения можно выделить простую и сложную сводку, но любая из них должна основываться на конкретных этапах:

- Выбирается группировочный признак;
- Определяется порядок формирования групп;
- Разрабатывается система показателей, позволяющих охарактеризовать группу и объект или явление в целом;
- Разрабатываются макеты таблиц, где будут представлены результаты сводки. Важно заметить, что есть и разные формы сводки:
- Централизованная сводка, требующая передачи полученного первичного материала в вышестоящий центр для последующей обработки;
- Децентрализованная сводка, где изучение данных происходит на нескольких ступенях по восходящей.

Выполняться же сводка может при помощи специализированного оборудования, например, с использованием компьютерного программного обеспечения или вручную.

Абсолютные и относительные статистические величины

Абсолютные величины считаются самой первой формой представления статистических данных. С ее помощью удастся придать явлениям размерные характеристики, например, по времени, по протяженности, по объему, по площади, по массе и т.д.

Если требуется узнать об индивидуальных абсолютных статистических величинах, можно прибегнуть к замерам, оценке, подсчету или взвешиванию. А если нужно получить итоговые объемные показатели, следует использовать сводку и группировку. Нужно иметь в виду, что абсолютные статистические величины отличаются наличием единиц измерения. К таким единицам относят стоимостные, трудовые и натуральные.

Относительные величины выражают количественные соотношения, касающиеся явлений социальной жизни. Чтобы их получить, одни величины всегда делятся на другие. Показатель, с которым сравнивают (это знаменатель), называют основанием сравнения, а показатель, которой сравнивают (это числитель), называют отчетной величиной.

Относительные величины могут быть разными, что зависит от их содержательной части. Например, существуют величины сравнения, величины уровня развития, величины интенсивности конкретного процесса, величины координации, структуры, динамики и т.д..

Чтобы изучить какую-то совокупность по дифференцирующим признакам, в статистическом анализе применяются средние величины – обобщающие качественные характеристики совокупности однородных явлений по какому-либо дифференцирующему признаку.

Крайне важным свойством средних величин является то, что они говорят о значениях конкретных признаков во всем их комплексе единым числом. Независимо от того, что у отдельных единиц может наблюдаться количественная разница, средние величины выражают общие значения, свойственные всем единицам исследуемого комплекса. Получается, что при помощи характеристики чего-то одного можно получить характеристику целого.

Следует иметь в виду, что одним из самых важных условий применения средних величин, если проводится статистический анализ социальных явлений, считается однородность их комплекса, для которого и нужно узнать среднюю величину. Но от такого, как именно будут представлены начальные данные для исчисления средней величины, будет зависеть и формула ее определения.

Вариационные ряды

В некоторых случаях данных о средних показателях тех или иных изучаемых величин может быть недостаточно, чтобы провести обработку, оценку и глубокий анализ какого-то явления или процесса. Тогда во внимание следует брать вариацию или разброс показателей отдельных единиц, который тоже представляет собой важную характеристику исследуемой совокупности. На индивидуальные значения величин могут воздействовать многие факторы, а сами

изучаемые явления или процессы могут быть очень многообразны, т.е. обладать вариацией (это многообразие и есть вариационные ряды), причины которой следует искать в сущности того, что изучается. Вышеназванные абсолютные величины находятся в непосредственной зависимости от единиц измерения признаков, а значит, делают процесс изучения, оценки и сравнения двух и более вариационных рядов более сложным. Относительные показатели нужно вычислять в качестве соотношения абсолютных и средних показателей.

Выборка

Смысл выборочного метода (или проще – выборки) состоит в том, что по свойствам одной части определяются численные характеристики целого (это называется генеральной совокупностью). Основной выборочного метода является внутренняя связь, объединяющая части и целое, единичное и общее.

Метод выборки отличается рядом существенных преимуществ перед остальными, т.к. благодаря уменьшению количества наблюдений позволяет сократить объемы работы, затрачиваемые средства и усилия, а также успешно получать данные о таких процессах и явлениях, где либо нецелесообразно, либо просто невозможно исследовать их полностью.

Соответствие характеристик выборки характеристикам изучаемого явления или процесса будет зависеть от комплекса условий, и в первую очередь от того, как вообще будет реализовываться выборочный метод на практике. Это может быть как планомерный отбор, идущий по подготовленной схеме, так и непланомерный, когда выборка производится из генеральной совокупности.

Но во всех случаях выборочный метод должен быть типичным и соответствовать критериям объективности. Данные требования нужно выполнять всегда, т.к. именно от них будет зависеть соответствие характеристик метода и характеристик того, что подвергается статистическому анализу.

Таким образом, перед обработкой выборочного материала необходимо провести его тщательную проверку, избавившись тем самым от всего ненужного и второстепенного. Одновременно с этим, составляя выборку, в обязательном порядке нужно обходить стороной любую самодеятельность. Это означает, что ни в коем случае не следует делать выборку только из вариантов, кажущихся типичными, а все другие – отбрасывать.

Эффективная и качественная выборка должна составляться объективно, т.е. производить ее нужно так, чтобы были исключены любые субъективные влияния и предвзятые побуждения. И чтобы это условие было соблюдено должным образом, требуется прибегнуть к принципу рандомизации или, проще говоря, к принципу случайного отбора вариантов из всей их генеральной совокупности.

Представленный принцип служит основой теории выборочного метода, и следовать ему нужно всегда, когда требуется создать эффективную выборочную совокупность, причем случаи планомерного отбора исключением здесь не являются.

Корреляционный и регрессионный анализ

Корреляционный анализ и регрессионный анализ – это два высокоэффективных метода, позволяющие проводить анализ больших объемов данных для изучения возможной взаимосвязи двух или большего количества показателей.

В случае с корреляционным анализом задачами являются:

- Измерить тесноту имеющейся связи дифференцирующихся признаков;
- Определить неизвестные причинные связи;
- Оценить факторы, в наибольшей степени воздействующие на окончательный признак.

В случае с регрессионным анализом задачи следующие:

- Определить форму связи;
- Установить степень воздействия независимых показателей на зависимый;
- Определить расчетные значения зависимого показателя.

Чтобы решить все вышеназванные задачи, практически всегда нужно применять и корреляционный и регрессионный анализ в комплексе.

Ряды динамики

Посредством этого метода статистического анализа очень удобно определять интенсивность или скорость, с которой развиваются явления, находить тенденцию их развития, выделять колебания, сравнивать динамику развития, находить взаимосвязь развивающихся во времени явлений.

Ряд динамики – это такой ряд, в котором во времени последовательно расположены статистические показатели, изменения которых характеризуют процесс развития исследуемого объекта или явления.

Ряд динамики включает в себя два компонента:

- Период или момент времени, связанный с имеющимися данными;
- Уровень или статистический показатель.

В совокупности эти компоненты представляют собой два члена ряда динамики, где первый член (временной период) обозначается буквой «t», а второй (уровень) – буквой «у».

Исходя из длительности временных промежутков, с которыми взаимосвязаны уровни, ряды динамики могут быть моментными и интервальными. Интервальные ряды позволяют складывать уровни для получения общей величины периодов, следующих один за другим, а в моментных такой возможности нет, но этого там и не требуется.

Ряды динамики также существуют с равными и разными интервалами. Суть же интервалов в моментных и интервальных рядах всегда разная. В первом случае интервалом является временной промежуток между датами, к которым привязаны данные для анализа (удобно использовать такой ряд, например, для определения количества действий за месяц, год и т.д.). А во втором случае – временной промежуток, к которому привязана совокупность обобщенных данных (такой ряд можно использовать для определения качества тех же самых действий за месяц, год и т.п.). Интервалы могут быть равными и разными, независимо от типа ряда.

Естественно, чтобы научиться грамотно применять каждый из методов статистического анализа, недостаточно просто знать о них, ведь, по сути, статистика – это целая наука, требующая еще и определенных навыков и умений. Но чтобы она давалась проще, можно и нужно тренировать свое мышление и улучшать когнитивные способности.

Простейшую математико-статистическую обработку полученного вариационного ряда проводят в следующей последовательности:

- на первом этапе определяют среднее арифметическое значение вариационного ряда:

$$\bar{x} = \sum x_i / n, \quad (1)$$

где $\sum x_i$ - сумма всех вариантов совокупности;

n - число вариантов (чем больше, тем больше достоверность);

$\bar{x}$ - среднеарифметическая, является обобщающей величиной и дает свободную характеристику данного признака.

Для оценки достоверности полученного результата находят величину дисперсии:

$$S^2 = C / (n - 1), \quad (2)$$

где (n - 1) - число степеней свободы;

C - сумма квадратов отклонений;

$$C = \sum x^2 - (\sum x)^2 / n, \quad (3)$$

Зная дисперсию, можно определить величину среднеквадратичного отклонения от среднеарифметической:

$$S_x = \sqrt{S^2 / n}, \quad (4)$$

Достоверность полученных $\bar{x}$ и S_x можно определить простейшим способом по коэффициенту вариации:

$$V = (S_x / \bar{x}) \cdot 100 (\%) \quad (5)$$

Коэффициент вариации показывает, какой % от $\bar{x}$ составляет S_x ; чем более однороден вариантный ряд, тем меньше окажется коэффициент вариации. В однородном биологическом материале чаще всего он составляет 5-10 %, но не более 15 %. Значения $\bar{x}$, S_x и V - называют

параметрами совокупности.

Так как коэффициент вариации дает невысокую надежность оценки (около 65%), рекомендуется рассчитывать доверительный интервал (умножая коэффициент вариации на критерий Стьюдента).

Результаты измерения всегда выражают приближенными числами. Погрешность - величина, которая алгебраически складывается с истинными значениями измеряемой величины.

Классификация и выявление погрешностей

Как известно, ошибки подразделяют по способу выражения (вычисления) на абсолютные (например, средняя квадратичная ошибка) и относительные (например, коэффициент вариации), по характеру причин - на промахи, систематические и случайные ошибки.

В зависимости от способов расчета для оценки случайных ошибок используют среднюю арифметическую, среднюю квадратичную, среднюю вероятную ошибки, каждой из которых отвечает своя, несколько отличная ширина интервала вариации и соответствующая доверительная вероятность.

В зависимости от характера оцениваемой величины ошибка может быть отнесена к единичному измерению, среднему нескольких параллельных определений, к серии однотипных измерений или к методу анализа в целом (ошибка метода). Промахи или грубые ошибки - явные огрехи анализа, допущенные из-за небрежности или некомпетентности аналитика.

Абсолютные погрешности недостаточно характеризуют качество измерений, поэтому для оценки результатов используют *относительную среднюю квадратичную ошибку* (относительное стандартное отклонение). Она представляет собой отношение абсолютной ошибки к наиболее вероятному значению измеряемой величины и выражается в процентах.

Известными постоянными причинами вызываются *систематические ошибки*. Их можно установить при детальном рассмотрении процедуры анализа. Каждая такая ошибка однозначна и постоянна по величине. Систематические ошибки могут быть вызваны конструктивными недостатками измерительной аппаратуры, использованием неправильно приготовленных реактивов, неправильной подготовкой проб к анализу, влиянием сопутствующих веществ, искажающих данные определения, и т.д. Систематические ошибки должны быть обнаружены и исключены при определении. Наиболее просто обнаружить их по следующим признакам:

- если разность сумм остаточных вероятнейших погрешностей для первой и второй половин ряда, состоящего из достаточного числа измерений, заметно отличается от нуля;
- если для состоящего из достаточно большого числа измерений ряда значение средней арифметической погрешности, вычисленной по формуле Петерса:

$$\eta = \frac{\sum \Delta X}{n(n-1)} \quad (6)$$

где X - вероятнейшие ошибки; n - число произведенных измерений.

Если полученное значение η заметно отличается от значения, вычисленного по формуле $\eta = 0,7979 \cdot \sigma$, где 0,7979 – коэффициент, найденный экспериментально; σ — квадратичная погрешность, то в этом ряду можно предполагать наличие систематической погрешности.

Случайные ошибки в отличие от систематических не имеют видимой причины. Они не определены по природе и величине. В появлении каждой случайной ошибки не наблюдается какой-либо закономерности.

Общая случайная ошибка непостоянна ни по абсолютной величине, ни по знаку, не может быть исключена опытным путем, но ее можно вычислить с помощью метода математической статистики.

Как известно, критериями эффективности химического анализа являются точность и воспроизводимость показаний. Точность - мера общей ошибки анализа безотносительно к ее природе. «Кучность» отдельных результатов, степень их близости к среднему значению характеризует воспроизводимость анализа. Воспроизводимость - мера случайной ошибки анализа.

Свойство случайных ошибок и параметры их распределения

Как известно, центральным понятием в математической статистике является понятие случайной величины, точное значение которой в каждом отдельном случае неизвестно, но из-

вестны, во-первых, область ее изменения, во-вторых, вероятности, с которыми ее значения попадают в тот или иной промежуток внутри этой области. Обозначим через X истинное значение измеряемой физической величины. При измерении получают не число X , а некоторое число A , обычно весьма близкое к X .

Разность $X - A = \Delta X$ является истинной абсолютной ошибкой, она является также случайной ошибкой (при условии исключения промахов и систематических ошибок). Если повторим измерение n раз, получим ряд чисел $X_1, X_2, X_j, \dots, X_n$ - результаты отдельных измерений. Из большого числа равноточных измерений (выполненных в одинаковых условиях) вытекают следующие четыре свойства случайных ошибок:

- число положительных ошибок почти равно числу отрицательных;
- мелкие ошибки встречаются чаще, чем крупные;
- величина наибольших ошибок не превосходит некоего предела, зависящего от точности измерений. Самая большая ошибка называется предельной;
- частное от деления алгебраической суммы всех случайных ошибок на общее их количество близко к нулю и тем ближе к нему, чем больше проделано измерений.

Распределение случайной величины требует для своего описания нескольких параметров, наиболее важные из которых определяют средний уровень значений - математического ожидания $M(X)$ и дисперсии $D(X)$ случайной величины X . Эти величины характеризуются генеральной и выборочной совокупностями. Для исследуемого материала берется некоторое число проб и производится их анализ. Среднее количество исследуемого компонента, найденное при анализе, считается мерой содержания этого компонента во всей партии. Отобранная для анализа часть исследуемого материала является выборкой и выборочной совокупностью, совокупность всей партии исследуемого материала - генеральной совокупностью. Выборка, очевидно, должна быть близка к генеральной совокупности.

Параметры выборочной совокупности M_n и D_n незначительно отличаются от соответствующих генеральных параметров M_r и D_r , приближаясь к ним по мере увеличения числа определений. В практических расчетах принимают, что уже при $n \geq 30$ выборочные параметры совпадают с генеральными. Математическое ожидание для конечнозначной случайной величины:

$$M(X) = \sum_{i=1}^n X_i p_i \quad (7)$$

где n - число значений; X_i и p_i - отдельные значения и соответствующие им вероятности случайной величины.

В частном случае равномерно распределенной случайной величины, имеющей n значений,

$$M(X) = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} = \bar{X}_n \quad (8)$$

т.е. математическое ожидание совпадает с обыденным понятием среднего арифметического.

В общем случае, когда $p_1 \neq p_2 \neq \dots \neq p_n$, математическое ожидание равно средневзвешенному значению дискретной случайной величины, в которой при усреднении учтена разнoverоятность отдельных значений. Дисперсией случайной величины называют величину математического ожидания случайной величины $[X - M(X)]^2$.

Для конечнозначной случайной величины:

$$D(X) = \sum_{i=1}^n p_i (X_i - \bar{X})^2 \quad (9)$$

Дисперсию выборочной совокупности, содержащей n равновероятных значений случайной величины, вычисляют по формуле:

$$D_n(X) = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1} \quad (10)$$

Эта величина называется выборочной дисперсией. Величина $(n - 1)$ в знаменателе уравнения носит название числа степеней свободы статической выборки.

Дисперсия является удобной мерой рассеивания, в равной мере учитывает отклонение отдельных результатов от среднего как в большую, так и в меньшую сторону и одновременно усредняет их по всем результатам. Если в качестве меры рассеивания брать среднее арифметическое всех отклонений, отклонения разных знаков компенсируют друг друга и результат будет равен нулю. Дисперсия всегда положительна или равна нулю $D(X) \geq 0$.

Выборочную совокупность результатов можно представить как выборочную равномерно распределенную совокупность отдельных результатов, часть которых не различается по величине. Математическое ожидание такой выборочной совокупности совпадает со средним арифметическим всех результатов. Следовательно, среднее арифметическое ряда параллельных анализов наилучшим образом характеризует центр рассеивания полученных результатов и отягощено минимальной случайной ошибкой. Естественно, конечные результаты химического и биохимического анализов по данным ряда параллельных определений в качестве оптимальной оценки должны содержать именно среднее арифметическое.

Дисперсия является удобной мерой интенсивности рассеивания случайной величины, но равномерность дисперсии соотносится с равномерностью абсолютных отклонений как квадрат величины с ее первой степенью.

Чтобы привести в метрологическое соответствие оценки отдельных значений (математического ожидания) результатов анализа с абсолютными величинами отклонений, используют величину среднего квадратичного отклонения σ или стандарта распределения случайной величины ($\sigma = \pm\sqrt{D_n}$), которая имеет ту же размерность, что и сама случайная величина X и ее математическое ожидание $M(X)$.

Поскольку выборочная дисперсия D_n не совпадает с дисперсией генеральной D_r бесконечнозначной генеральной совокупности, величины соответствующих средних квадратичных отклонений также не совпадают:

$$S_n = \sqrt{D_n} \neq \sqrt{D_r} = S_r = \sigma \text{ по } \lim_{n \rightarrow \infty} S_n = \sigma \quad (11)$$

Величины $S_n = \sigma$ и $S_r = \sigma$ являются соответственно выборочным и генеральным стандартами. Оба эти понятия применимы к интерпретации данных анализа и служат объективной мерой отклонения результатов от среднего значения, т. е. характеризуют величину случайных ошибок.

Хорошей характеристикой точности проведенных измерений служит стандартное отклонение ω_n , которое является относительной оценкой средней квадратичной ошибки:

$$\omega_n = \frac{S_n}{\bar{X}} 100 \quad (12)$$

Среднее арифметическое многократного анализа лучше характеризует результаты определений, чем отдельные значения, но это среднее является не постоянной, а случайной величиной, поскольку колеблется в зависимости от числа параллельных анализов.

$$M(\bar{X}) = M \frac{(X_1 + X_2 + \dots + X_n)}{n} = \frac{nM(X)}{n} = M(X) \quad (13)$$

$$\begin{aligned} D(\bar{X}) &= D \frac{(X_1 + X_2 + \dots + X_n)}{n} = \frac{1}{n^2} D(X_1 + X_2 + \dots + X_n) = \\ &= \frac{1}{n^2} nD(X) = \frac{D(X)}{n} \end{aligned} \quad (14)$$

$$S_{\bar{X}} = \frac{S_n}{\sqrt{n}} \quad (15)$$

Среднее арифметическое значение отклоняется в ту или иную сторону от своего матема-

тического ожидания, совпадающего с математическим ожиданием единичных результатов анализа, а дисперсия среднего результата в несколько раз меньше дисперсии единичного результата анализа.

Случайные ошибки количественного анализа и сами результаты анализа, как правило, распределены по нормальному закону Гаусса.

Для оценки результатов анализа предпочтительно использовать среднюю квадратичную ошибку, поскольку она является параметром функции распределения и в равной мере пригодна для описания генеральных и выборочных совокупностей. Среднюю квадратичную ошибку рассчитывают по следующей формуле:

$$S = \pm \sqrt{\frac{\Delta X_1^2 + \Delta X_2^2 + \dots + \Delta X_n^2}{n - 1}} \quad (16)$$

где $\Delta X_1, \Delta X_2, \dots, \Delta X_n$ — случайные ошибки единичных определений.

Результаты многократных химических и биохимических анализов и сопутствующие им случайные ошибки принято характеризовать с помощью двузначных статистических критериев - ширины доверительного интервала, внутри которого могут лежать результаты отдельных анализов, и доверительной вероятности α того, что они не выпадают из этого интервала. При исследовании находят не точное значение генеральной средней, а определенный интервал - доверительный интервал около выборочной средней, в котором она может быть заключена.

Доверительный интервал ε_x рассчитывают по формуле:

$$\varepsilon_x = \pm t_{\alpha f} \frac{S_n}{\sqrt{n}} \quad (17)$$

где $t_{\alpha f}$ - коэффициент распределения Стьюдента (таблица 1);

α - доверительная вероятность;

f - число степенной свободы.

Таблица 1 - Коэффициенты распределения Стьюдента

f	α						
	0,80	0,90	0,95	0,98	0,99	0,995	0,999
1	3,08	6,31	12,71	31,82	63,66	127,32	636,62
2	1,89	2,92	4,30	6,97	9,93	14,09	31,60
3	1,64	2,35	3,18	4,54	5,84	7,45	12,94
4	1,53	2,13	2,78	3,75	4,60	5,60	8,61
5	1,48	2,02	2,57	3,37	4,03	4,77	6,86
6	1,44	1,94	2,45	3,14	3,71	4,32	5,96
7	1,42	1,90	2,37	3,00	3,50	4,03	5,41
8	1,40	1,86	2,31	2,90	3,36	3,83	5,04
9	1,38	1,83	2,26	2,82	3,25	3,69	4,78
10	1,37	1,81	2,23	2,76	3,17	3,58	4,59
11	1,36	1,80	2,20	2,72	3,11	3,50	4,44
12	1,36	1,79	2,18	2,68	3,06	3,43	4,32
13	1,35	1,77	2,16	2,65	3,01	3,37	4,22
14	1,34	1,76	2,15	2,62	2,98	3,33	4,14
15	1,34	1,75	2,13	2,60	2,95	3,29	4,07
16	1,34	1,75	2,12	2,58	2,92	3,25	4,02
17	1,33	1,74	2,11	2,57	2,90	3,22	3,97
18	1,33	1,73	2,10	2,55	2,88	3,20	3,92

19	1,39	1,70	2,09	2,54	2,86	3,17	3,88
20	1,39	1,70	2,09	2,50	2,85	3,15	3,85

Из формулы видно, что доверительный интервал связан со значением S_n - выборочным стандартом случайных величин. По этому стандарту определяют предельную случайную ошибку. В математической теории случайных ошибок выведены формулы, позволяющие выразить предельную случайную погрешность через среднюю квадратичную ошибку. Эти формулы показывают, что случайные ошибки располагаются по отношению к средней квадратичной ошибке того же самого ряда равнооточных измерений следующим образом:

- 68,3% всех случайных ошибок меньше σ ;
- 95,7% всех случайных ошибок меньше 2σ ;
- 98,7% всех случайных ошибок меньше $2,5\sigma$;
- 99,7% всех случайных ошибок меньше 3σ ;

Из приведенных данных видно, что только 0,3% ошибок (одна ошибка из 333) имеет величину больше 3σ . Это значит, что маловероятно наличие такой ошибки, ею можно пренебречь и для всякого рода равнооточных измерений принять предельную случайную ошибку $\delta = 3\delta$.

Из математической теории случайных ошибок следует также, что значения доверительных вероятностей того, что случайная ошибка не превышает величины $\pm\delta$; $\pm 2\delta$ и $\pm 3\delta$, соответственно равны 0,683; 0,957 и 0,997.

В биохимических исследованиях доверительная вероятность 0,957 считается достаточно надежной, но при точных экспериментальных исследованиях ее принимают равной 0,997. Для оценки точности проведенных исследований большое значение имеет доверительный интервал. Он показывает, в каких пределах колеблется точная величина исследуемого компонента в сравнении с генеральным средним значением. Иначе говоря, истинные значения искомой величины A находятся в пределах $X + \varepsilon_x$ и $X - \varepsilon_x$, где X - генеральное среднее значение, ε_x - доверительный интервал.

Результаты исследований считают достоверными, если результаты эксперимента не выходят за пределы доверительного интервала.

Пример. В результате определения декстриногенной активности (ДАк) очищенного ферментного препарата получены следующие значения (ед/г) в шести параллельных анализах ($n = 6$):

1	2	3	4	5	6	(среднее значение)
2580	2570	2425	2420	2560	2445	2500

Находим в каждом анализе среднее значение отклонения от средней величины и возводим эти отклонения в квадрат:

80	70	-75	-80	60	-55
6400	4900	5625	6400	3600	3025

Рассчитываем среднюю квадратичную ошибку:

$$S = \pm \sqrt{\frac{6400 + 4900 + 5625 + 6400 + 3600 + 3025}{5}} = \pm 77,3$$

Устанавливаем доверительный интервал. Для этого находим значение коэффициента Стьюдента $t_{\alpha f}$ по табл. 1 при доверительной вероятности $\alpha = 0,95$ и степени свободы $f = n - 1$; $f = 6 - 1 = 5$. $t_{\alpha f}$ оказался равным 2,57. Тогда значение доверительного интервала

$$\varepsilon_x = \pm \frac{2,57 \cdot 77,3}{\sqrt{6}} = \pm 81,1$$

Определив доверительный интервал, равный $\pm 81,1$, устанавливаем, что истинное значение активности исследуемого препарата заключено в пределах ДАк = 2500 $\pm$ 81,1 ед/г; ДАк = 2419-

2581 ед/г. Как видно из данных анализа, результаты экспериментов не выходят за пределы доверительного интервала (максимальное значение активности 2581 и минимальное 2419), что указывает на достоверность данных анализа.

Критерии значимости

Минимальная величина вероятности ($\alpha = 1 - P_d$, где P_d - доверительная вероятность) того, что ошибка при исследованиях не превзойдет некоторого предельного (критического) значения $\pm \Delta X_{кр}$ т. е. такого значения, при котором появление этой ошибки можно рассматривать как следствие значимой (неслучайной) причины, является уровнем значимости. Соответственно событие, которое вызвало действие этой причины и привело к появлению такой ошибки, следует считать значимым, а не случайным.

Уровень значимости характеризует долю результатов, выпадающих из интервала заданной величины $\beta = 0,05$; $\beta = 5\%$. Для заданной выборки при известном характере распределения между величинами $\Delta X_{кр}$ и β существует однозначное соответствие, опосредствованное через выборочные параметры S_n , N .

Основанием для выбора того или иного значения уровня значимости могут служить соображения утилитарного характера, например, степень риска при практическом использовании исследуемых образцов, подвергнутых анализу. Если в очищенном ферментном препарате твердо установлена предельно допустимая концентрация какого-либо «вредного» компонента, выше которой риск применения образца становится слишком ощутимым, в конечном счете именно выбор того или иного значения $\beta = 1 - P_d$ решает вопрос о том, считать или не считать данный образец браком.

Выборка результатов

Среди результатов химического или биохимического анализа ($X_1 X_2, \dots, X_n$) иногда имеются один или несколько результатов, сильно отличающихся от среднего значения. Тогда возникает вопрос, не являются ли эти результаты следствием промаха в работе аналитика или следствием каких-либо иных значимых причин. Ответ на этот вопрос зависит, с одной стороны, от характера распределения (нормальное распределение, t -распределение и т. д.), с другой - от выбранного уровня значимости $\beta = 1 - P_d$, $\beta = 1 - 2\alpha$. Оценка полученных результатов должна носить статистический (вероятностный) характер. Для конечнозначных выборок из результатов химического (биохимического) анализа необходимо использовать t -распределения Стьюдента. Величину β выбирают субъективно-произвольно. При этом чем меньше значение β , которое принимает исследователь в качестве критической величины, тем строже, с точки зрения статистики, он относится к своим результатам. Выражение для оценки критических значений результатов анализа по выборочной совокупности имеет вид:

$$\tau_{кр} = \frac{X_{кр} - \bar{X}_n}{S_n} = \frac{\Delta X_{кр}}{S_n} = f\beta_n \quad (18)$$

где $\tau_{кр}$ - критический параметр ($\tau_{кр} = X_{кр} - \bar{X}_n = \tau_{кр} \cdot S_n$), идентичный параметру t в распределении Стьюдента, но определенный не через доверительную вероятность P (2α), а через дополнительную к ней величину уровня значимости β и представительность выборки n .

Рассчитываем стандарт (квадратичную ошибку):

$$S_{10} = \pm \sqrt{\frac{0,0016 + 0,0036 + 0,0001 + 0,00121 + 0,0001 + 0,0625 + 0,0025 + 0,0016 + 0,0121}{9}} = \pm 0,103$$

Таблица 2 - Критические значения максимального относительного отклонения

n	Уровень значимости, β			
	0,100	0,050	0,025	0,010
3	1,41	1,41	1,41	1,41
4	1,65	1,69	1,71	1,72
5	1,79	1,87	1,92	1,96

n	Уровень значимости, β			
	0,100	0,050	0,025	0,010
6	1,89	2,00	2,07	2,13
7	1,97	2,09	2,18	2,27
8	2,04	2,17	2,27	2,37
9	2,10	2,24	2,35	2,46
10	2,15	2,29	2,41	2,54
11	2,19	2,34	2,47	2,61
12	2,23	2,39	2,52	2,66
13	2,26	2,43	2,56	2,71
14	2,30	2,46	2,60	2,76
15	2,33	2,49	2,64	2,80
16	2,35	2,52	2,67	2,84
17	2,38	2,55	2,76	2,87

Задаем уровень значимости $\beta = 0,05$ и по табл. 2 найдем, что $\tau_{кр} = 2,29$ для $n = 10$. Тогда $\Delta X_{кр} = 0,103 \cdot 2,29 = 0,24$. Все значения X_i , лежащие за интервалом $6,49 \pm 0,24$, необходимо квалифицировать, как промахи. Из приведенных данных в их число попадает единственный результат $X_7 = 6,75$. Следовательно, этот результат можно исключить и не принимать в расчет при оценке среднего значения и дисперсии. Естественно, погрешности при этом уменьшаются и при помощи среднего результата, дисперсии и стандарта можно с большей достоверностью оценить результаты анализа $X_9 = 6,455$, $S_9 = 0,058$. Особенно заметно уменьшение величины выборочного стандарта, что, в свою очередь, существенно повышает доверительную вероятность. В технических анализах промахами часто считают результаты, величина которых превышает значения 3σ .

Оценка результатов анализа

При проведении различных исследовательских работ часто бывает необходимо не только определить искомую величину, но и установить достоверность разности между найденными величинами, характеризующими отдельные результаты анализа. Например, рассчитывают содержание несброженных углеводов в спиртовых бражках, полученных при использовании для осахаривания крахмала различных проб солода. Необходимо вычислить достоверность разности между средними значениями содержания несброженных углеводов в бражках.

Чтобы оценить, насколько существенно различие между двумя средними величинами, вычисляют средний стандарт по результатам двух серий анализов по формуле:

$$S_{AB} = \sqrt{\frac{(n_A - 1)S_A^2 + (n_B - 1)S_B^2}{n_A + n_B - 2}} \quad (19)$$

Затем с помощью стандарта S_{AB} рассчитывают величину так называемого t_{AB} -критерия, который определяют по формуле:

$$t_{AB} = \frac{\bar{X}_A - \bar{X}_B}{S_{AB}} \sqrt{\frac{n_A n_B}{n_A + n_B}} \quad (20)$$

Если полученное значение t_{AB} окажется больше коэффициента Стьюдента t_{af} на выбранном уровне значимости $\beta = 1 - 2\alpha$ для числа степеней свободы объединенной выборки $t_{AB} = n_A + n_B - 2$, расхождение следует считать значимым.

Пример.3. Два аналитика (А и В) определяли ферментативную активность культур гриба и получили следующие результаты:

	А	В
n – число параллельных анализов	5	4
$\bar{X}$ – средний результат, ед/г	7,32	7,44
S_i – выборочный стандарт, ед/г	0,130	0,105

Следует установить, значимо ли расхождение средних результатов у двух аналитиков для доверительной вероятности 0,95 ($\beta = 0,05$).

Находим величину средневзвешенного стандарта S_{AB} и t_{AB} критерия по формулам 19 и 20:

$$S_{AB} = \sqrt{\frac{(5-1) \cdot 0,13^2 + (4-1) \cdot 0,105^2}{5+4-2}} = 0,12$$

$$t_{AB} = \frac{7,44 - 7,32}{0,12} \sqrt{\frac{5 \cdot 4}{5+4}} = 1,49$$

Поскольку коэффициент Стьюдента t_{af} для доверительной вероятности 0,95 и числа степеней свободы $f = 7$ равен 2,37 (см. табл.1), и, следовательно, $t_{AB} < t_{af}$ ($1,49 < 2,37$), расхождение средних результатов у двух аналитиков незначимо, значит, величины активности культур, определенные ими, колеблются примерно в одинаковых пределах.

Обработка результатов анализа

При обработке результатов анализа приходится иметь дело с цифрами различного порядка и все полученные данные необходимо математически обработать: отбросить незначащие цифры, округлить данные анализа.

Часто проводят несколько определений и в результат анализа входят ошибки каждого из них. В зависимости от того, как вычисляют результаты анализа, эти ошибки складываются по-разному и неодинаково влияют на ошибки результата. Во многих случаях ошибки отдельных измерений могут частично компенсировать друг друга, и результат получается точнее, чем отдельное измерение, и будет тем точнее, чем больше было проведено параллельных определений. Следовательно, как и было указано выше, $S(\bar{X}) = \frac{S_n}{\sqrt{n}}$. В большинстве практических задач все измерения и вычисления приходится вести с предельной относительной ошибкой порядка 1-5%. В некоторых случаях определение проводят с погрешностью до 10%, а при точных исследованиях ошибка может быть в пределах 0,5%.

Если величина ошибки приближенного числа не приводится, следует считать, что абсолютная предельная ошибка данного числа равна половине последней значащей цифры. Ориентировочно ошибку измерений необходимо знать для того, чтобы правильно выбрать точность измерения.

Например, если относительная погрешность метода составляет 1%, то при взвешивании пробы в количестве 1 г можно ограничиться точностью 0,01, так как следующая цифра будет находиться за пределами точности метода.

Верными значениями называют те цифры, за точность которых ручаются. Например, при колориметрическом анализе в растворе было определено содержание углеводов 1,25% при допустимой ошибке 2%. В данном случае сомнительными являются $(2 \cdot 1,25)/100 = 0,025\%$. Могут быть получены значения 1,275 и 1,225%. Целые и десятые являются верными цифрами, а последние ненадежны. Поскольку точность определения лежит в третьем знаке и влияет на второй, результаты анализа следует в окончательном виде давать с тремя знаками после запятой. Ошибка не должна содержать более двух значащих цифр, а среднее $\bar{X}$ должно иметь такое же число десятичных знаков, как и ошибка. Например, влажность солода 42,254%, ошибка 0,4642%. Результат следует записать $42,25 \pm 0,46\%$.

При вычислении результатов по имеющимся экспериментальным данным на каждой стадии вычислений число значащих чисел должно быть на два больше их количества в окончательном ответе. Если после вычисления ошибки результата окажется, что среднее имеет недостаточное число знаков, вычисление среднего и его ошибки повторяют. При анализе и расчете всегда получают цифры, имеющие четыре или даже пять знаков, и их следует округлять.

Большие и малые числа удобно записывать в виде произведений числа на 10 в степени, обозначающей порядок величины.

Так, $358 = 3,58 \cdot 10^2$; $35\,800 = 3,58 \cdot 10^4$; $0,0000358 = 3,58 \cdot 10^{-5}$.

Такой способ позволяет одновременно фиксировать число верных цифр. Если в числе 4

480 000 две верные цифры, его следует записать так: $4,5 \cdot 10^6$, три - $4,48 \cdot 10^6$ и четыре - $4,480 \cdot 10^6$. Число 0,00058 записывается $5,8 \cdot 10^{-3}$, если в нем две верные цифры, и $5,80 \cdot 10^{-4}$, если три значащие цифры.

Порядок обработки результатов исследований для оценки ошибок измерений заключается в следующем.

1. Получают ряд значений при определении изучаемой величины: $X_1, X_2, \dots, X_n$.
2. Устанавливают, все ли значения равнозначны.
3. Исключают систематические ошибки.
4. Рассчитывают среднюю арифметическую величину:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} \quad (21)$$

5. Находят значения наиболее вероятных ошибок каждого определения:

$$\Delta X_1 = X_1 - \bar{X}; \Delta X_2 = X_2 - \bar{X}; \Delta X_n = X_n - \bar{X} \quad (22)$$

6. Вычисляют среднюю абсолютную ошибку отдельных определений:

$$\eta = \frac{\Delta X_1 + \Delta X_2 + \dots + \Delta X_n}{n} \quad (23)$$

7. Возводят в квадрат каждую ошибку единичных определений: $\Delta X_1^2, \Delta X_2^2, \dots, \Delta X_n^2$.
8. Находят среднее квадратичное отклонение или стандарт:

$$S_n = \pm \sqrt{\frac{\sum \Delta X_n^2}{n-1}} \quad (24)$$

9. Рассчитывают относительное стандартное отклонение:

$$\omega_n = \frac{S_n}{\bar{X}} 100 \quad (25)$$

10. Находят предельную относительную квадратичную ошибку:

$$\delta_{\text{пр}} = 3\omega_n = \frac{3S_n}{\bar{X}} \quad (26)$$

11. Отбрасывают определения с грубыми ошибками (более 3σ).
12. Вновь рассчитывают среднюю арифметическую величину, вероятнейшие ошибки, их квадрат, квадратичную, среднюю и предельную погрешности.

13. Находят среднюю квадратичную ошибку окончательного результата:

$$S(\bar{X}) = \frac{S_n}{\sqrt{n}} \quad (27)$$

14. Выбирают уровень доверительной вероятности (0,999; 0,99 или 0,95).

15. Определяют число степеней свободы $f = n - 1$.

16. Находят коэффициент распределения Стьюдента t .

17. Рассчитывают величину доверительного интервала, в котором с заданной вероятностью заключено искомое значение результата определений:

$$\varepsilon_x = \pm \frac{t_{af} S_n}{\sqrt{n}}; A = \bar{X} \pm \varepsilon_x \quad (28)$$

Вычисление коэффициента корреляции

Известно, что когда между переменными существует строго пропорциональная зависимость, такая связь является функциональной ($Y = f(X)$). Но иногда приходится иметь дело с такими переменными величинами, между которыми также существует зависимость, но эта зависимость не вполне определенная. Каждому значению одной из величин (например, X) соответствует некоторая совокупность значений другой (например, Y_1, Y_2), причем распределение Y меняется определенным образом при изменении X . В этом случае связь, существующую между переменными X, Y , называют корреляционной. При задании значения одной переменной устанавливают не одно значение другой переменной, а вероятности различных ее значений. Корреляционную связь устанавливают на основе статистических методов анализа. Она является про-

межуточной между функциональной связью и полной независимостью переменных. Наилучшим показателем корреляционной связи служит коэффициент корреляции r .

Абсолютная величина коэффициента корреляции всегда меньше единицы. Когда она равна единице, X и Y связаны функциональной линейной связью. Значение коэффициента корреляции всегда заключено между $+1$ и -1 . Чем ближе r к единице, тем точнее и теснее прямолинейная корреляционная связь между X и Y . Она ослабевает с приближением r к нулю. Корреляционная связь считается значимой, если вычисленный коэффициент корреляции превышает его табличное значение (таблица 3), соответствующее имеющимся степеням свободы и заданному доверительному уровню.

Таблица 3 - Предельные значения коэффициента корреляции

f	Доверительная вероятность			f	Доверительная вероятность		
	0,950	0,990	0,999		0,950	0,990	0,999
2	0,950	0,990	0,999	11	0,553	0,684	0,801
3	0,878	0,959	0,991	12	0,532	0,661	0,780
4	0,811	0,917	0,974	13	0,514	0,641	0,760
5	0,754	0,875	0,951	14	0,497	0,623	0,742
6	0,707	0,834	0,925	15	0,482	0,606	0,725
7	0,666	0,798	0,898	16	0,468	0,590	0,708
8	0,632	0,765	0,872	17	0,436	0,575	0,693
9	0,602	0,735	0,847	18	0,444	0,561	0,679
10	0,576	0,708	0,823	19	0,433	0,549	0,665
				20	0,423	0,537	0,652

Коэффициент корреляции вычисляют по формуле:

$$r = \frac{\sum \Delta X \Delta Y}{\sqrt{\sum \Delta X^2} \sqrt{\sum \Delta Y^2}} \quad (29)$$

где $\Delta X = X - \bar{X}$ – отклонения от средних значений переменной X ; $\Delta Y = Y - \bar{Y}$ – отклонения от средних значений переменной Y .

Вероятную ошибку коэффициента корреляции при большом значении определяют по формуле:

$$\eta = \frac{0,6475 \cdot (1 - r^2)}{4} \quad (30)$$

Коэффициент корреляции используют тогда, когда, например, необходимо установить точность применяемого метода по сравнению с контрольным, сравнить, коррелируют ли данные определения каких либо показателей, полученных двумя различными методами, найти зависимость между двумя показателями и т. д.

Коэффициент корреляции может иметь положительный и отрицательный знаки. В последнем случае при увеличении одной переменной, другая уменьшается.

Задание:

- 1) Изучить представленный теоретический материал.
- 2) Представить результаты математической обработки результатов исследований в соответствии с порядком обработки результатов исследований для оценки ошибок измерений (использовать формулы с 21 по 28).
- 3) Рассчитать коэффициент корреляции и вероятную ошибку коэффициента корреляции по данным определения химического состава объектов исследования.
- 4) Сделать заключение о проделанной работе.

Контрольные вопросы:

1. С помощью каких методик могут проводиться статистическое исследование?
2. Дайте краткую характеристику каждого метода.
3. Дайте определение абсолютным и относительным величинам.
4. Что такое выборка? В чем преимущества метода выборки?
5. Дайте определение корреляционному и регрессионному анализу.
6. Дайте определение абсолютным и относительным ошибкам измерений.
7. Как рассчитать относительное стандартное отклонение?
8. Чем могут быть вызваны систематические ошибки?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5

Использование цифровых инструментов для представления результатов исследований: визуализация больших данных (диаграммы, графики, дашборды). Оформление результатов исследований

Цель работы: закрепить теоретические знания по изучаемой теме.

Средства обучения – рекомендуемая литература, ресурсы информационно- телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, периодическая литература.

Форма текущего контроля успеваемости: опрос, отчет по практическому занятию.

Форма организации деятельности обучающегося – семинар.

Теоретическая часть

Для оформления результатов исследований имеется достаточное программ, позволяющих наглядно представлять полученные результаты исследований. Аналитические данные показываються разными виджетами от таблицы и диаграммы до стрелочных индикаторов. Некоторые инструменты позволяют реализовать требуемую визуализацию вплоть до анимацией, видео или произвольной инфографики. Сами аналитические данные представляют из себя сгруппированные и агрегированные исходные данные. Есть возможность применить фильтры и сортировки на разных уровнях, отсекаать данные по топовым значениям, создавать вычисляемые поля практически любой сложности.

Основные понятия аналитических дашбордов:

- 1) **группировка** — способ объединения схожих данных (по какому-то общему признаку, например по первой букве слова или имени человека);
- 2) **агрегация** (сумма, минимум, максимум, количество и т.д.) — способ отображения колонки фактов из исходной базы данных (например уникальное количество посетителей сайта, или сумма расходов на продукты);
- 3) **сортировка** — упорядочивание уже сгруппированных данных по заданному признаку (кроме алфавита, можно отсортировать фамилии менеджеров по их наибольшим продажам за месяц и т.п.);
- 4) **фильтрация** — исключение данных по заданному признаку или сложной формуле;
- 5) **вычисляемая колонка** — способ получения новых данных и знаний с использованием методов работы с датами, строками, математических функций (например отображение имени и фамилии, вычисление возраста согласно дате рождения и текущей дате);
- 6) **топовые (лучшие) значения** — способ отобразить указанное количество максимальных или минимальных значений данной группировки (например, возраст трёх самых молодых сотрудников крупной компании, или пять менеджеров, обеспечивающих максимальные продажи);
- 7) **виджеты** (таблицы, диаграммы, карты и т.п.) — собственно способ визуализации вышеуказанных понятий.

Дашборды, как правило, позволяют подключаться к обширному списку источников данных, начиная от Excel-файла и заканчивая многомиллионными источниками больших данных BigData.

Google Таблицы разработаны с учетом потребностей организаций, для которых важна гибкость рабочих процессов. Технологии на базе искусственного интеллекта помогают получать точные данные, необходимые для принятия верных бизнес-решений. Облачная инфраструктура позволяет работать совместно с коллегами на любом устройстве и в любом месте. Благодаря совместимости со сторонними системами, в том числе Microsoft Office, в Таблицах можно обрабатывать данные из множества источников.

MS Excel для многих являлся основным средством анализа данных. Кроме Excel, есть еще один программный продукт – Visio, который позволяет преобразовать сложный текст и таблицы, которые трудно понять, в наглядные схемы, которые позволяют быстро донести информацию. Существует множество типов схем Visio, в том числе организаций, схемы сети, рабочий процесс, планы для дома и офиса. Данную программу можно использовать для представления

схемы проведения исследований, формирования технологических схем. Начало работы с Visio можно обобщить в три основных этапа: использование шаблона, организация и соединение фигур, а также изменение фигур с текстом.

Оформление таблиц

Расположение таблицы в тексте – **по ширине.**

Ширина таблицы **не должна быть больше** полосы набора текста.

Название таблицы набирается шрифтом 14 кегля, 1,5 интервал без отступа первой строки.

Кегль шрифта текста в таблице – 12, одинарный интервал.

Первая колонка – расположение текста по левому краю без отступа первой строки.

Вторая и последующие колонки – расположение текста по середине.

До названия таблицы строка не пропускается, а после таблицы пропускается строка.

Ссылки на таблицы в тексте обязательны.

Оформление таблицы следующее (пример):

Текст текст текст текст (таблица 1).

Таблица 1 – Рецепт формулированного рыбного продукта, наполняемая в оболочки

Наименование компонента	Содержание, масс. %
Рыбное сырье	60,5-61,2
Вкусовые добавки (соль, специи)	1,6-1,8
Комплексная добавка (созреватели)	0,5-0,6
Морская капуста	20,0-20,0
Структурообразующая добавка	0,4-0,4
Желатин (15%-ный раствор)	17,0-16,0.

Пропуск строчки

Представленные в таблице 1 данные..... ИЛИ Согласно данным (таблица 1).

Оформление рисунка, графика

Допускаются только четкие рисунки, выполненные средствами компьютерной графики. Ширина рисунка не должна быть больше полосы набора текста. Обозначения на рисунках должны четко читаться. До рисунка пропуски строки не делаются. После рисунка и его номера – название рисунка через тире, выравнивание по центру. Названия рисунков 14 кеглем. Все рисунки должны быть пронумерованы и иметь подрисуночные подписи. Ссылки на рисунки в тексте обязательны.

Пример оформления рисунка/графики

Текст, текст, текст (рисунок 1).



Рисунок 1 - Схема проведения исследований

Пропуск строки

Данные на рисунке 1 показывают.....

Задание:

- 1) Представить результаты исследований с использованием диаграмм, графиков, дашбордов.
- 2) Оформить результаты исследований в соответствии с рекомендациями.

Рекомендуемая литература представлена в рабочей программе дисциплины