

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна

Должность: проректор по учебной работе

Дата подписания: 03.02.2022 18:51:11

Уникальный программный ключ:

0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

МИНОБНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра фундаментальной химии и химической технологии

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

О.Г. Локтионова

« 17 » 01 2022 г.



ОСНОВЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Методические указания к выполнению лабораторных работ
по дисциплине «Основы научных исследований»
для студентов направления подготовки 04.04.01 Химия

Курск 2022

УДК 001.891

Составитель: Л.С. Агеева

Рецензент

Кандидат химических наук, доцент С.Д. Пожидаева

Основы научных исследований: методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Основы научных исследований» для студентов по направлению подготовки 04.04.01 Химия / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: Л.С.Агеева. Курск, 2022. 48 с.: Библиогр.: с. 9.

Представлены методические указания по выполнению лабораторных работ, входящих в учебно-методический комплекс дисциплины «Основы научных исследований».

Предназначены для студентов, обучающихся по направлению подготовки 04.04.01 Химия очной формы обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 17.01.2022. Формат 60x84 1/16

Усл. печ. л. 2,8. Уч.-изд. л. 2,5.

Тираж 100 экз. Заказ 643. Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Условия проведения лабораторных работ:

1. Предварительное ознакомление с правилами техники безопасности в химической лаборатории.
2. Предварительная защита теоретической части для получения допуска на выполнение работы.
3. Лабораторная работа оформляется в тетради для лабораторных работ.
4. Оформленные экспериментальные результаты лабораторной работы подтверждаются подписью преподавателя.
5. После проведения и оформления лабораторной работы обязательна ее защита.

Лабораторная работа № 1

Организация научных исследований

Цель - приобретение навыков ведения научных исследований. Разработка структуры организации научных исследований.

Задачи:

1. Ознакомиться с принципами ведения научных исследований.
2. Предложить структуру организации научных исследований.
3. Сделать выводы по результатам работы.
4. Подготовить и защитить отчет.

Краткая теория

Наука — это деятельность человека по получению, систематизации и проверке знаний. Только проверенное и обоснованное знание может считаться научным. Знание становится научным после достижения достаточно высокого развития, определенного порога научности.

Наука начинается с наблюдения событий, их описания, которые можно проверить. Для науки важно обнаружить

регулярность, воспроизводимость событий, так как это позволяет объяснить и предсказывать явления.

Связь обыденного знания с наукой, здравым смыслом и критическим, рациональным мышлением состоит в том, что научное мышление возникает на основе суждений здравого смысла, которые в дальнейшем уточняются, исправляются или замещаются другими положениями. В свою очередь, здравый смысл также подвержен изменениям, поскольку со временем включает в свой состав утвердившиеся в науке истины.

Наука хотя и начинается с анализа предположений здравого смысла, которые не отличаются необходимой обоснованностью и надежностью, в процессе развития подвергает их рациональной критике с использованием специфических, эмпирических и теоретических методов исследования, создавая тем самым прогресс в понимании и объяснении изучаемых явлений.

Оборудование

Специализированный компьютерный класс, оснащенный персональными компьютерами с выходом в интернет.

Содержание отчета

1. Цель лабораторной работы.
2. Порядок проведения лабораторной работы.
3. Полученные в ходе лабораторной работы данные и результат их обработки

Контрольные вопросы при защите работы

- Понятие истории науки
- Основные особенности науки: объект, предмет исследования
- Методология научных исследований

Лабораторная работа № 2

Информационное обеспечение научных исследований

Цель - приобретение навыков использования совокупности различных видов информации для обеспечения научных исследований.

Задачи:

1. Ознакомиться с видами информации и её свойствами.
2. Ознакомиться с видами источников информации.
3. Ознакомиться с информационными технологиями в научных исследованиях.
4. Сделать выводы по результатам работы.
5. Подготовить и защитить отчет.

Краткая теория

Основные виды информации по ее форме представления, способам ее кодирования и хранения, это: графическая или изобразительная, числовая – количественная мера объектов и их свойств в окружающем мире. Существуют также виды информации, для которых до сих пор не изобретено способов их кодирования и хранения. Это тактильная информация, передаваемая ощущениями, органолептическая, передаваемая запахами и вкусами и др. Для передачи информации на большие расстояния первоначально использовались кодированные световые сигналы, с изобретением электричества – передача закодированного определенным образом сигнала по проводам, позднее – с использованием радиоволн.

С появлением компьютеров вначале появилось средство для обработки числовой информации. В дальнейшем компьютеры стали использоваться для хранения, обработки, передачи и поиска текстовой, числовой, изобразительной, звуковой и видеоинформации. Хранение информации при использовании компьютеров осуществляется на магнитных дисках или лентах, на лазерных дисках (CD и DVD), специальных устройствах энергонезависимой памяти (флэш-память и пр.). Особым видом информации можно считать информацию, представленную в глобальной сети Интернет.

Дуализм - характерная отличительная особенность информации от других объектов природы и общества. На свойства информации влияют как свойства исходных данных, составляющих ее содержательную часть, так и свойства методов, фиксирующих эту информацию. Наиболее важные свойства информации это - объективность, достоверность, полнота, точность, актуальность, полезность, ценность, своевременность, понятность, доступность, краткость и другие.

Объективный – существующий вне и независимо от человеческого сознания. Объективную информацию можно получить с помощью исправных датчиков, измерительных приборов. Отражаясь в сознании конкретного человека, информация становится объективной, так как, преобразовывается в зависимости от мнения, суждения, опыта, знаний конкретного субъекта.

Информация достоверна, если она отражает истинное положение дел. Объективная информация всегда достоверна, но достоверная информация может быть как объективной, так и субъективной. Недостоверной информация может быть по следующим причинам: – преднамеренное искажение (дезинформация) или непреднамеренное искажение субъективного свойства: искажение в результате воздействия помех и недостаточно точных средств ее фиксации.

Информацию можно назвать полной, если ее достаточно для понимания и принятия решений. Неполная информация может привести к ошибочному выводу или решению. Точность информации определяется степенью ее близости к реальному состоянию объекта, процесса, явления и т.п.

Актуальность информации – важность для настоящего времени, злободневность, насущность. Только вовремя полученная информация может быть полезна.

Полезность может быть оценена применительно к нуждам конкретных ее потребителей и оценивается по тем задачам, которые можно решить с ее помощью. Самая ценная информация – объективная, достоверная, полная, и актуальная.

С течением времени количество информации растет, информация накапливается, происходит ее систематизация, оценка и обобщение.

Старение информации заключается в уменьшении ее ценности с течением времени. Старит информацию появление новой информации, которая уточняет, дополняет или отвергает полностью или частично более раннюю. Научно-техническая информация стареет быстрее, эстетическая – медленнее.

Наиболее важен документальный тип источников информации. Документ – это «материальный носитель записи с зафиксированной на нём информацией для передачи её во времени и пространстве».

По типу деятельности документ делятся на: 1. Государственно-административные; 2. Производственно-административные; 3. Общественно-политические; 4. Научные; 5. Нормативно-технические; 6. Справочно-информационные; 7. Художественные.

По сферам обращения выделяют: 1. Производственные; 2. Общественных организаций; 3. Бытовые. Под производственными документами имеется в виду совокупность текстов, которые обеспечивают информационное обслуживание производственной жизни трудовых коллективов, нужды управления в государственной и производственной сферах. Документы общественных организаций – тексты, обеспечивающие информационное обслуживание деятельности партий, движений, объединений разного рода. Бытовые документы – совокупность официальных и личных материалов, которая обеспечивает информационное обслуживание людей в быту.

Социология разработала следующее деление документов 1. По способу фиксирования информации (рукописные, печатные документы, кино и фотоплёнки, магнитные ленты). 2. По типу авторства. 3. По статусу документа (официальные и неофициальные документы). 4. По степени близости к эмпирическому материалу (первичные, вторичные). 5. По способу получения документа.

По целевому назначению информационные издания делят на библиографические, реферативные и обзорные. Библиографическое издание – представляет собой библиографическое пособие в форме неперiodического, серийного, периодического или продолжающегося издания. К библиографическим изданиям относят библиографические указатели, обзоры, списки,

информационные издания. Реферативные издания – содержат аннотации и рефераты. К реферативным изданиям относят – экспресс-информацию, реферативные журналы, реферативные сборники, информационные листки. Реферат – это краткое изложение содержания документа или его части, включающие основные фактические сведения и выводы, необходимые для первичного ознакомления с документом и определения целесообразности обращения к нему. Экспресс-информация – самый оперативный вид реферативных изданий, обработка первичных документов при их подготовке занимает не более 1–1,5 месяца, выпускаются с частой периодичностью. Каждый выпуск включает развернутые рефераты наиболее важных работ (отечественных и зарубежных) по закрепленной за данной серией тематике. Расширенные рефераты позволяют потребителю не обращаться к первичному документу.

РЖ (реферативные журналы) – охватывают с возможной полнотой как отечественные, так и зарубежные публикации, вышедшие по той или иной тематике. Срок подготовки РЖ – 3–4 месяца с момента получения первичного документа. Функции РЖ: 1. служит средством текущего оповещения о вышедшей в текущий момент литературе; 2. позволяет вести ретроспективный поиск; 3. позволяет преодолеть отрицательные последствия рассеяния публикаций; 4. позволяет снизить межъязыковые барьеры. Недостатки РЖ: 1. отсутствие фактографической информации; 2. субъективность процессов реферирования.

Обзорное издания – дают полное и квалифицированное освещение не отдельных работ, а целой темы в сжатом обобщенном виде.

Другой вид источника информации - «Интернет» Web-страницы. Сегодня это основной и наиболее распространенный тип информационных ресурсов в Сети. Этот ресурс представляет собой страницы гипертекста. Взаимосвязанная логически и посредством ссылок совокупность гипертекстовых страниц, расположенная в одном месте, представляет собой единицу, называемую сайтом. Кроме текста web-страница может также содержать информацию в произвольной форме: графической, звуковой, видео и т.д. Базы данных – также доступны через Сеть. Базы данных могут содержать произвольную информацию: публикации,

табулированные данные и т.д. Файловые серверы – традиционный способ хранения данных в Интернете. Представляет собой компьютеры, часть дискового пространства которых доступна по Сети. Телеконференции – способ общения людей, имеющих доступ в Сеть. Предназначены для обсуждения каких-либо вопросов или распространения информации. Все телеконференции разбиты по тематическому признаку на рубрики, или группы новостей. Информация, помещенная в телеконференцию, становится на определенное время, доступна всем желающим. Этот источник информации носит неофициальный характер. Чат – также, в определенной степени, является источником социологического порядка. Здесь можно выяснить общественное мнение по насущным вопросам или интересующей исследователя тематике.

По языковому признаку: в силу историко-географических причин основным языком в сети Интернет является английский, но практически все языки мира представлены в Сети. Многие сайты поддерживают несколько языков – на выбор пользователя. Российский сегмент Интернет называется «Рунет», казахстанский – «Казнет».

По территориальному признаку: произвольный информационный ресурс принадлежит какой-либо организации, осуществляющей свою деятельность на определенной территории, и может быть предназначен для аудитории, находящейся преимущественно в пределах другого региона.

По виду и характеру информация делится: тематическая информация, научные публикации – статьи, рефераты, обзоры и прочие публикации научного характера, хранящиеся в Интернете, рекламная информация, справочная информация – разнообразные справочные материалы, ссылки на web-сайты компаний, нормативные базы и т.д. Новости – эта информация легко доступна по Сети, представляет собой вид «сырой», необработанной информации, которая представляет ценность в контексте прочих событий или в динамике развития, и часто нуждается в последующей обработке и анализе.

Информационные технологии играют ключевую роль в процессе накопления, распространения и эффективного использования новых знаний. Традиционные методы информационной поддержки научных исследований

(компьютеризация математических расчетов, использование методов статистического моделирования) уже не удовлетворяют ученых. На смену приходят новые методы, базирующиеся на использовании быстро прогрессирующих возможностей средств информатики и перспективных информационных технологий.

Необходима фундаментальная разработка научных основ новых информационных технологий (НИТ) по следующим проблемам.

1. Системный анализ развития и внедрения НИТ, уточнение выбранных приоритетных направлений, прогнозирование и предупреждение возможных негативных тенденций;

2. Разработка новых принципов организации вычислительных процессов, методов представления, обработки и усвоения данных и знаний;

3. Разработка методов описания предметных областей и математического моделирования;

4. Проектирование и внедрение средств НИТ (интерактивные аудио- и видеосредства, компьютерные и телекоммуникационные среды).

Цель информатизации научно-исследовательской деятельности состоит в ускорении получения и углубления научных знаний о явлениях и закономерностях в природе, технике и обществе за счет использования НИТ на всех этапах научной работы.

Для этого необходимо, в частности, обеспечить решение следующих задач:

1. Проведение исследований в фундаментальных областях, определяющих методологическую базу новых информационных технологий в научных исследованиях;

2. Проведение исследований по перспективным программно-аппаратным средствам;

3. Обеспечение доступа к банкам данных и базам знаний ведущих научных центров высшей школы России и зарубежных стран с использованием телекоммуникаций;

4. Организация профилированных научно-учебных центров по информатизации научных исследований, переподготовка специалистов на базе этих центров.

Оборудование

Специализированный компьютерный класс, оснащенный персональными компьютерами с выходом в интернет.

Содержание отчета

1. Цель лабораторной работы.
2. Порядок проведения лабораторной работы.
3. Полученные в ходе лабораторной работы данные и результат их обработки.

Контрольные вопросы при защите работы

- Перечислить виды информации
- Перечислить основные свойства информации
- Перечислить носители информации
- Назвать основные документы – носители информации
- Сеть «Интернет» как носитель информации
- Особенности использования информации в научном исследовании

Лабораторная работа № 3

Порядок проведения эксперимента

Цель - приобретение навыков планирования и проведения эксперимента в ходе научных исследований.

Задачи:

1. Ознакомиться с понятием эксперимент и его видами.
2. Ознакомиться с особенностями проведения эксперимента.
3. Овладеть навыками планирования эксперимента.
4. Рассмотреть этапы проведения эксперимента.
5. Сделать выводы по результатам работы.
6. Подготовить и защитить отчет.

Краткая теория

Эксперимент – целенаправленное воздействие на объект исследования с целью получения достоверной информации. Он проводится на производстве, в лабораториях, на опытных полях и участках, в клиниках и т. д. Эксперимент может быть физическим, психологическим или модельным. Он может непосредственно проводиться на объекте или на его модели. Модель отличается от объекта масштабом, иногда природой. Главное требование к модели – достаточно точное описание объекта. Наряду с физическими моделями все большее распространение получают абстрактные математические модели. Планирование эксперимента напрямую связано с разработкой и исследованием математической модели объекта исследования.

Планирование эксперимента – процедура выбора числа и условий проведения опытов, необходимых и достаточных для решения поставленной задачи с требуемой точностью. Для этого необходимо минимизировать общее число опытов; одновременно варьировать всеми переменными, определяющими процесс, по специальным правилам – алгоритмам; использовать математический аппарат, формализующий действия экспериментатора; выбрать четкую стратегию, позволяющую принимать обоснованные решения после каждой серии экспериментов. К задачам, для решения которых может использоваться планирование эксперимента, относятся: поиск оптимальных условий, построение интерполяционных формул, выбор существенных факторов, оценка и уточнение констант теоретических моделей, выбор наиболее приемлемых гипотез о механизме явлений, исследование диаграмм состав – свойство и т. д. Поиск оптимальных условий является одной из наиболее распространенных научно-технических задач. Они возникают в тот момент, когда установлена возможность проведения процесса и необходимо найти наилучшие (оптимальные) условия его реализации. Такие задачи называются задачами оптимизации. Процесс их решения называется процессом оптимизации или просто оптимизацией. Выбор оптимального состава многокомпонентных смесей и сплавов, повышение производительности действующих установок, повышение качества

продукции, снижение затрат на ее получение – примеры задач оптимизации.

Выполнение исследований посредством планирования эксперимента требует соблюдения некоторых требований: воспроизводимости результатов эксперимента и управляемость эксперимента. Планирование эксперимента предполагает активное вмешательство в процесс и возможность выбора в каждом опыте тех уровней факторов, которые представляют интерес. Поэтому такой эксперимент называют активным. Объект, на котором возможен активный эксперимент, называется управляемым. На практике нет абсолютно управляемых объектов, так как на них действуют как управляемые, так и неуправляемые факторы. Неуправляемые факторы влияют на воспроизводимость эксперимента и являются причиной его нарушения. В этих случаях приходится переходить к другим методам исследования.

Методы планирования эксперимента позволяют минимизировать число необходимых испытаний, установить рациональный порядок и условия проведения исследований в зависимости от их вида и требуемой точности результатов. Если же число испытаний ограничено, то методы дают оценку точности, с которой в этом случае будут получены результаты. Методы учитывают случайный характер рассеяния свойств испытываемых объектов и характеристик используемого оборудования. Они базируются на методах теории вероятности и математической статистики.

Планирование эксперимента включает ряд этапов:

1. Установление цели эксперимента (определение характеристик, свойств и т. п.) и его вида (определяющий, контрольный, сравнительный, исследовательский).

2. Уточнение условий проведения эксперимента (имеющееся или доступное оборудование, сроки работ, финансовые ресурсы, численность и кадровый состав работников и т. п.). Выбор вида испытаний (нормальные, ускоренные, сокращенные в условиях лаборатории, на стенде, полигонные, натурные или эксплуатационные).

3. Выявление и выбор входных и выходных параметров на основе сбора и анализа предварительной (априорной) информации. Входные параметры (факторы) могут быть детерминированными, то есть регистрируемыми и управляемыми (зависимыми от наблюдателя), и случайными, то есть регистрируемыми, но неуправляемыми. Наряду с ними на состояние исследуемого объекта могут оказывать влияние нерегистрируемые и неуправляемые параметры, которые вносят систематическую или случайную погрешность в результаты измерений. Это ошибки измерительного оборудования, изменение свойств исследуемого объекта в период эксперимента, например, из-за старения материала или его износа, воздействие персонала и т. д.

4. Установление потребной точности результатов измерений (выходных параметров), области возможного изменения входных параметров, уточнение видов воздействий. Выбирается вид образцов или исследуемых объектов, учитывая степень их соответствия реальному изделию по состоянию, устройству, форме, размерам и другим характеристикам. На назначение степени точности влияют условия изготовления и эксплуатации объекта, при создании которого будут использоваться эти экспериментальные данные. Условия изготовления, то есть возможности производства, ограничивают наивысшую реально достижимую точность. Условия эксплуатации, то есть условия обеспечения нормальной работы объекта, определяют минимальные требования к точности. Точность экспериментальных данных также существенно зависит от объема (числа) испытаний: чем испытаний больше, тем (при тех же условиях) выше достоверность результатов. Для ряда случаев (при небольшом числе факторов и известном законе их распределения) можно заранее рассчитать минимально необходимое число испытаний, проведение которых позволит получить результаты с требуемой точностью.

5. Составление плана и проведение эксперимента – количество и порядок испытаний, способ сбора, хранения и документирования данных. Порядок проведения испытаний важен, если входные параметры (факторы) при исследовании одного и того же объекта в течение одного опыта принимают разные значения. Если систематически действующие параметры сложно

учесть и проконтролировать, то их преобразуют в случайные, специально предусматривая случайный порядок проведения испытаний (рандомизация эксперимента). Это позволяет применять к анализу результатов методы математической теории статистики. Порядок испытаний также важен: в зависимости от выбранной последовательности действий при экспериментальном поиске оптимального соотношения параметров объекта или какого-то процесса может потребоваться больше или меньше опытов. Эти экспериментальные задачи подобны математическим задачам численного поиска оптимальных решений. Наиболее хорошо разработаны методы одномерного поиска (однофакторные однокритериальные задачи), такие как метод Фибоначчи, метод золотого сечения.

б. Статистическая обработка результатов эксперимента, построение математической модели поведения исследуемых характеристик. Необходимость обработки вызвана тем, что выборочный анализ отдельных данных, вне связи с остальными результатами, или же некорректная их обработка могут не только снизить ценность практических рекомендаций, но и привести к ошибочным выводам.

Обработка результатов включает:

- определение доверительного интервала среднего значения и дисперсии величин выходных параметров (экспериментальных данных) для заданной статистической надежности;

- проверку на отсутствие ошибочных значений, с целью исключения сомнительных результатов из дальнейшего анализа. Проводится на соответствие одному из специальных критериев, выбор которого зависит от закона распределения случайной величины и вида выброса;

- проверку соответствия опытных данных ранее априорно введенному закону распределения. В зависимости от этого подтверждаются выбранный план эксперимента и методы обработки результатов, уточняется выбор математической модели.

Построение математической модели выполняется в случаях, когда должны быть получены количественные характеристики взаимосвязанных входных и выходных исследуемых параметров. Это задачи аппроксимации, то есть выбора математической

зависимости, наилучшим образом соответствующей экспериментальным данным. Для этих целей применяют регрессионные модели, которые основаны на разложении искомой функции в ряд с удержанием одного (линейная зависимость, линия регрессии) или нескольких (нелинейные зависимости) членов разложения (ряды Фурье, Тейлора). Одним из методов подбора линии регрессии является широко распространенный метод наименьших квадратов.

Для оценки степени взаимосвязанности факторов или выходных параметров проводят корреляционный анализ результатов испытаний. В качестве меры взаимосвязанности используют коэффициент корреляции: для независимых или нелинейно зависимых случайных величин он равен или близок к нулю, а его близость к единице свидетельствует о полной взаимосвязанности величин и наличии между ними линейной зависимости. При обработке или использовании экспериментальных данных, представленных в табличном виде, возникает потребность получения промежуточных значений. Для этого применяют методы линейной и нелинейной (полиномиальной) интерполяции (определение промежуточных значений) и экстраполяции (определение значений, лежащих вне интервала изменения данных).

7. Объяснение полученных результатов и формулирование рекомендаций по их использованию, уточнению методики проведения эксперимента.

Снижение трудоемкости и сокращение сроков испытаний достигается применением автоматизированных экспериментальных комплексов. Такой комплекс включает испытательные стенды с автоматизированной установкой режимов (позволяет имитировать реальные режимы работы), автоматически обрабатывает результаты, ведет статистический анализ и документирует исследования.

Оборудование

Специализированный компьютерный класс, оснащенный персональными компьютерами с выходом в интернет.

Содержание отчета

1. Цель лабораторной работы.
2. Порядок проведения лабораторной работы.
3. Полученные в ходе лабораторной работы данные и результат их обработки.

Контрольные вопросы при защите работы

- Перечислить виды эксперимента
- Что включает планирование эксперимента
- Какие требования необходимо выполнить при планировании эксперимента
- Какие задачи решаются проведением эксперимента
- На чем базируются методы проведения эксперимента
- Назовите этапы планирования эксперимента
- Что подразумевается под обработкой результатов эксперимента.

Лабораторная работа № 4

Изучение современных методов исследования свойств материалов и изделий

Цель – ознакомиться с современными методами исследования свойств материалов и изделий

Задачи:

1. Изучить применение электронной микроскопии для исследования свойств материалов.
2. Изучить применение рентгенофазового анализа для исследования свойств материалов.
3. Изучить применение дифференциально-термического анализа для исследования свойств материалов
4. Изучить применение спектрального анализа для исследования свойств материалов.
5. Сделать выводы по результатам работы.
6. Подготовить и защитить отчет.

Краткая теория

Для комплексного изучения свойств материалов применяют физико-химические и физические методы исследования. Использование таких методов позволяет углубленно изучать состав, структуру и свойства и изделий из них. Диагностика состава, структуры и свойств материала на разных этапах его изготовления и эксплуатации позволяет разрабатывать прогрессивные ресурсо- и энергосберегающие технологии.

Электронная микроскопия применяется для исследования тонкой структуры, кристаллического и аморфного строения материала. Современные электронные микроскопы имеют полезное увеличение до 300 000 раз, позволяя определять и исследовать частицы размером 0.3-0.5 нм. Такой уровень исследований обеспечивается использованием электронных лучей, волны которых во много раз короче видимого света. С помощью электронного микроскопа изучают:

- форму и размеры отдельных субмикроскопических кристаллов и аморфных частиц;
- процессы роста и разрушения частиц;
- процессы диффузии;
- фазовые превращения при воздействии температуры и охлаждении;
- механизм деформации и разрушения.

В настоящее время применяются растровые (сканирующие) электронные микроскопы, в основу которых положен телевизионный принцип развертки тонкого пучка электронов (или ионов) на поверхности исследуемого образца. Пучок электронов взаимодействует с веществом, вследствие чего возникает целый ряд физических явлений. Регистрируя датчиками излучения и подавая сигналы на кинескоп, получают рельефную картину изображения поверхности образца на экране.

Рентгенографический анализ — метод исследования строения и состава вещества путем экспериментального изучения дифракции рентгеновских лучей. Рентгеновские лучи представляют собой такие же поперечные электромагнитные колебания, как видимый свет, но с более короткими волнами (длина волны 0.05–0.25 нм).

Получают их в рентгеновской трубке в результате столкновений катодных электронов с анодами при большой разности потенциалов. Применение для исследования кристаллических веществ основано на том, что длина их волны сопоставима с межатомными расстояниями в кристаллической решетке, которая является естественной дифракционной решеткой для рентгеновских лучей. Каждое кристаллическое вещество характеризуется своим набором определенных линий на рентгенограмме. На этом принципе основан качественный рентгенофазовый анализ, задача которого состоит в определении (идентификации) природы кристаллических фаз, содержащихся в материале. Порошковая рентгенограмма полиминерального образца сравнивается либо с рентгенограммами составляющих минералов, либо с табличными данными. Рентгенофазовый анализ используется для контроля сырья и готовой продукции, для наблюдения технологических и процессов, а также для дефектоскопии.

Дифференциально-термический анализ (ДТА) применяется для определения минерально-фазового состава строительных материалов. Основа метода заключается в том, что фазовые превращения, происходящие в материале, сопровождаются тепловыми эффектами. При физических и химических процессах превращения вещества энергия в виде теплоты может поглощаться или выделяться. С поглощением теплоты идут такие процессы, как дегидратация, диссоциация, плавление, которые называются эндотермическими процессами. Выделение теплоты сопровождает окисление, образование новых соединений, переход из аморфного состояния в кристаллическое — это экзотермические процессы. Приборами для проведения ДТА являются дериватографы, которые в процессе анализа записывают четыре кривых: простую и дифференциальную кривые нагревания и соответственно кривые потери массы. Суть ДТА в том, что поведение материала сравнивается с эталоном (веществом, не испытывающим никаких тепловых превращений). Эндотермические процессы наблюдаются на термограммах в виде впадины, а экзотермические — пика. Термический анализ позволяет исследовать термические эффекты фазовых превращений (полиморфные превращения, плавление и кипение, переход из аморфного или стекловидного состояния в кристаллическое). Реакции разложения, соединения и обмена,

восстановления и окисления также могут быть исследованы термографически. Сущность метода заключается в измерении температуры или интервала температур, при которой или в пределах которого происходит фазовое превращение или реакция. Термический анализ основан на регистрации процессов, протекающих при нагревании материала с выделением и поглощением тепла. Метод термического анализа основывается на определении следующих основных параметров: изменения энергии ДТА, массы, размеров образца, электропроводности. Дифференциально-термический анализ позволяет установить:

- наличие или отсутствие фазовых превращений;
- температуру начала и конца любого процесса, сопровождающегося изменением баланса энергии в системе;
- характер течения процесса во времени;
- смещение того или иного эффекта под действием внешних причин (давление, изменение состава окружающей среды).

Спектральный анализ — физический метод качественного и количественного анализа веществ, основанный на изучении их спектров. При изучении свойств материалов используется в основном инфракрасная (ИК) спектроскопия, основанная на взаимодействии исследуемого вещества с электромагнитным излучением в инфракрасной области. ИК-спектры связаны с колебательной энергией атомов и энергией вращения молекул и являются характерными для определения групп и сочетаний атомов. Для изучения строения и свойств молекул, а также природы и силы молекулярного взаимодействия применяют молекулярную спектроскопию. В основу метода положено изучение взаимодействия вещества с электромагнитным излучением в широком интервале частот, начиная с радиоволн и заканчивая γ -излучением, т.е. по всему электромагнитному спектру. По величине поглощаемых и излучаемых квантов выделяют ультрафиолетовую, видимую и инфракрасную области. Наиболее широко используют ИК-спектроскопию. Преимущества ИК-спектроскопии заключаются в возможности непрерывного наблюдения за аморфными, плохо идентифицируемыми рентгеновским методом веществами. Этот метод занимает мало времени (не более 1 ч) и не требует значительного количества

исследуемого материала, позволяя определять несвязанную воду, свободные и ассоциированные группы ОН.

Оборудование

Специализированный компьютерный класс, оснащенный персональными компьютерами с выходом в интернет.

Содержание отчета

1. Цель лабораторной работы.
2. Порядок проведения лабораторной работы.
3. Полученные в ходе лабораторной работы данные и результат их обработки

Контрольные вопросы при защите работы

- Какие физико-химические методы используются для исследования свойств материалов.
- Какие свойства материалов исследуются с помощью электронной микроскопии.
- Какие свойства материалов исследуются с помощью рентгенографического анализа.
- Какие задачи решаются с помощью дифференциально-термического анализа.
- Какие методы включает спектральный анализ.
- Какие свойства материалов исследуются с помощью спектрального анализа.

Лабораторная работа № 5

Решение ситуационных задач

Цель – ознакомиться с методологией решения ситуационных задач.

Задачи:

1. Ознакомиться с понятием «ситуационная задача»
2. Ознакомиться с функциями, которые выполняют ситуационные задачи.
3. Ознакомиться со спецификой ситуационной задачи

4. Ознакомиться с предметами оценивания с помощью ситуационных задач.
5. Сделать выводы по результатам работы.
6. Подготовить и защитить отчет.

Краткая теория

Ситуационная задача представляет собой описание ситуации, которую надо решить, ответив на вопросы, носящие проблемный характер и (или) выполнив задания, которые демонстрируют действенность знаний. Такие задания могут представлять собой проект, памятку, инструкцию, другой презентуемый практический результат выполнения задания. Для ситуационных заданий обычно подбираются названия, которые отражают либо основное содержание ситуации, либо проблему, на решение которой ситуация направлена. Ситуационные задачи для студентов могут выполнять несколько функций: актуализировать развитие отдельных функциональных умений, связанных, например, с освоением социальных ролей; формировать ключевые компетентности (информационную, коммуникативную). Многие ситуационные задачи предусматривают работу с текстами разных видов (справочными, популярными, научными, художественными), обсуждение и анализ которых развивает «грамотность чтения». Рекомендуется использовать набор взаимосвязанных ситуационных задач, вызывающих интерес, чувство сопереживания. В содержание ситуационных задач, как правило, включаются реальные, типичные современные сюжеты.

Специфика ситуационной задачи заключается в том, что она носит ярко выраженный практико-ориентированный характер. Ситуационные задачи осмысляются современными исследователями как ресурс повышения качества образования, так как способствуют реализации психологического закона усвоения знаний, согласно которому знания формируются в сознании субъекта обучения не до, а в процессе применения их на практике. Решение многих ситуационных задач связано с анализом конкретных ситуаций, отражающих происходящие в обществе изменения. Такие ситуации могут быть новыми не только для студентов, но и для преподавателя. В таких случаях преподаватель и студент выступают как равноправные партнеры, которые вместе

учатся решать проблемы. Характер их взаимоотношений меняется, преподаватель выступает не как источник верного ответа, а как помогающий поиску верного решения.

В отечественную практику ситуационные задачи были введены международной программой оценки образовательных достижений учащихся PISA (PISA, Programme for International Student Assessment), осуществляемой Организацией Экономического Сотрудничества и Развития (ОЭСР) с 2000 года. Задачи программы PISA предусматривают проверку востребованных в реальных жизненных ситуациях предметных знаний и умений по математическим, гуманитарным и естественно-научным дисциплинам. В зависимости от содержания заданий в программе PISA оцениваются такие уровни образованности, как «грамотность чтения», «математическая грамотность», «естественнонаучная грамотность»; межпредметный уровень образованности, обозначенный как «решение проблем». Идеология проекта предполагала объединение ситуационных задач по функциональным областям. Предметом оценивания в новых стандартах становится уровень социализации, степень готовности студентов к решению разного класса проблем. К существенным смысловым элементам новых образовательных стандартов, к его целям относятся повышение значимости образования, мотивации обучения.

Оборудование

Специализированный компьютерный класс, оснащенный персональными компьютерами с выходом в интернет.

Содержание отчета

1. Цель лабораторной работы.
2. Порядок проведения лабораторной работы.
3. Полученные в ходе лабораторной работы данные и результат их обработки.

Контрольные вопросы при защите работы

- Что представляет собой «ситуационная задача».
- В какой форме может быть представлено решение ситуационной задачи.

- Какие функции для студентов выполняют ситуационные задачи.
- Чему способствует решение ситуационных задач.
- Какая международная программа ввела в практику ситуационные задачи.
- Приведите примеры ситуационной задачи применительно к области химических наук.

Лабораторная работа № 6

Изучение свойств изобретательской деятельности

Цель – изучить документы, закрепляющие право на изобретение.

Задачи:

1. Ознакомиться с понятиями патент, полезная модель, промышленный образец
2. Изучить процесс патентирования.
3. Ознакомиться с пакетом документов, необходимых для подачи заявки на изобретение.
4. Ознакомиться с процедурой подачи заявки на изобретение.
5. Сделать выводы по результатам работы.
6. Подготовить и защитить отчет.

Краткая теория

Каждая инновация в сфере технологий помимо своего научного достижения обязана пройти специальную регистрационную процедуру, предусмотренную законодательством, чтобы закрепить права интеллектуальной собственности за конкретным автором. Такие действия должны соответствовать порядку, который обозначен в законах. Исключительно такие меры проведения регистрационного процесса должным образом закрепляют право новатора на его творение.

Такие действия имеют специальное название – патентирование, которое представляет собой систему шагов для получения документального подтверждения права интеллектуальной собственности на результат труда.

Патент на изобретение. С юридической точки зрения патент на изобретение рассматривают как право интеллектуальной собственности автора на созданный объект, который отличается мировой новизной.

При этом последний факт имеет решающее значение. Он обозначает уникальность такого творения, то есть отсутствие его ранее в мире технологий. Создание такого рода новшества требует правильного закрепления на государственном уровне. Для того чтобы подтвердить свое право над новаторством, нужно пройти процесс патентирования

Прежде чем оформить патент на изобретение, нужно убедиться том, что творение является именно изобретением. Так, в современной науке выделяют еще два понятия: промышленный образец и полезную модель. Оба явления имеют определенную сферу новаторства. Но если сравнивать их с изобретением, то стоит заметить, что такого рода технологии имеют характер усовершенствования, а не разработки полностью уникального предмета.

Промышленный образец. Это авторское решение по переработке внутреннего строения ранее существующего предмета. Здесь речь идет непосредственно о технических характеристиках и принципах работы механизма.

Если же говорить о *полезной модели*, то такое авторство регистрируется при изменении внешнего вида технологии. Работа проводится для смены дизайна, внесения каких-то новых визуально-наглядных элементов.

Чтобы решиться патентовать свое изобретение, необходимо выяснить, что оно не является усовершенствованием ранее использованной технологии. Кроме того, важным аспектом станет поиск идентичного материала. Он предполагает ознакомление с изобретениями, которые ранее уже были запатентованы. Проще всего в таком случае воспользоваться электронной системой государственного образца, которая содержит информацию обо всех зарегистрированных правах.

Такой сервис представляет собой перечень технологий, где объясняются их внутренние и внешние характеристики, способы приспособления.

После того, как будет проверено соответствие предмета разработки условиям уникальности, можно приступать к процессу патентования. Для этого необходимо осуществить несколько шагов:

- сбор документов;
- их подача в соответствующий государственный орган;
- получение патента.

Процедуру патентирования осуществляет исключительно одна государственная инстанция. Ни один другой субъект не имеет право на такого рода действия. На сегодняшний день в России за выдачу патентов отвечает подразделение права интеллектуальной собственности – Роспатент. Это специализированный орган, который наделен государством правами на проведение регистрационного процесса изобретений, промышленных образцов и полезных моделей. Только Роспатент имеет право выдавать патенты.

Следует заметить, что для удобства обращения граждан подразделение по правам интеллектуальной собственности имеет широкую систему отделений. Они закрепляются по территориальному принципу: в зависимости от административного деления по всей территории Российской Федерации располагаются представительства Роспатента.

Заявка на патент на изобретение. Наверное, самым главным в оформлении права интеллектуальной собственности на изобретение является формирование заявки.

Патентная заявка – совокупность документов, которые определены государством как обязательные. На ее основании открывается дело о начале регистрации права на изобретение, проводится анализ необходимых материалов и вносятся все ведомости в единые базы данных государственного уровня. В такой комплекс входят следующие документы:

- специальное заявление государственного образца;
- описание предмета права интеллектуальной собственности;
- формула изобретения, которая раскрывает суть инновации;
- схематическое изображение внутреннего и внешнего строения изобретения;
- реферат, поясняющий суть инновации.

Отдельно можно подать заявление на возможность использования предмета права интеллектуальной собственности как объекта отчуждения – такой документ позволит продавать свое изобретение в дальнейшем.

Первые пять документов являются обязательными. Их необходимо предоставить государственному регистратору, поскольку отсутствие хотя бы одного из них послужит причиной в отказе патентования. Если же говорить о последнем заявлении, то его подача зависит от собственного решения автора. В законах такой документ не предусмотрен как обязательный. Помимо того что весь перечень предоставляется в печатном виде, необходимо подавать еще и электронную копию всех документов. При этом нужно иметь подтверждение идентичности бумажного и электронного вариантов.

Все документы, кроме заявления, могут создаваться на иностранных языках. Стоит понимать, что для принятия их государственным регистратором необходимо будет приложить их официальный перевод в письменном виде.

Существует также перечень вспомогательных документов, которые сами по себе не объясняют сущность или строение изобретения.

К ним относят:

- документ, подтверждающий уплату пошлины за осуществление регистрационных действий государственным органом;
- документ, подтверждающий уплату пошлины в меньшем размере или освобождение от уплаты.

Кроме того, существует специальная инструкция, которая детально регламентирует все положения по поводу составления заявки патентного образца для регистрации изобретения.

Заявление на патент изобретения – один из обязательных документов на регистрацию права интеллектуальной собственности. Каждый автор обязан предоставить его в правильной форме и со всей нужной информацией. Заявление имеет специальную форму, которая разработана государственными органами. Она является обязательной по всей территории России. Составление заявления вручную по собственному образцу станет причиной отказа в

проведении патентования. Бланк можно взять непосредственно в самом отделении органа по правам интеллектуальной собственности либо воспользоваться электронными ресурсами – найти заявление можно на официальном сайте Роспатента. Информация вносится в предложенные графы заявления. Если существует необходимость указать данные, а места в документе специально не отведено, можно воспользоваться приложениями, наличие которых нужно обязательно указать в заявлении. Верхние специально отведенные места для проставления даты заявителем не заполняются. Соответствующие отметки ставит непосредственно сам государственный орган при начале рассмотрения дела о патентовании. Кроме того, очень важно понимать разницу между автором и заявителем, поскольку в заявлении необходимо указать и того, и другого. Автор – непосредственно сам разработчик изобретения, лицо, которое претендует на получения права интеллектуальной собственности. К тому же, авторов может быть несколько, ведь достаточно много разработок создается совместной работой нескольких людей. Заявитель – лицо, которое непосредственно предоставляет саму заявку в орган по вопросам прав интеллектуальной собственности. Им может быть как автор, так и третье лицо, которое действует от имени создателя на основе доверенности. Заявитель может быть только один. Если эти два лица представляются разными людьми, то подписывать заявление необходимо им обоим. Заполнять форму необходимо аккуратно и внимательно. Если в документе будут иметься исправления, то государственный орган откажет вам в его принятии – перечеркивать и исправлять информацию в заявлении не допускается. Заполняется такой документ при помощи черной ручки. Все данные вписываются печатным шрифтом и заглавными буквами. Проще всего вносить информацию на компьютере и потом распечатывать, но заполнение от руки не запрещается.

Документы на патент на изобретение включают в себя специальное описание. Оно представляет собой объяснение сути изобретения, которое должно в полной мере раскрыть особенности и принципы работы технологии. Такие пояснения в обязательном порядке должны быть понятными для специалиста в сфере, в которой планируется использование такого изобретения.

Само описание можно поделить на несколько разделов, где будет предоставляться информация:

- о разделе технологии, к которой относится предмет изобретения;
- уровне технологии;
- самой сути нововведения;
- перечне схем и чертежей, если такие имеются в заявке;
- данных, которые подтверждают возможность использования изобретения в жизни.

Такая информация не может иметь отсылочный характер, нельзя ссылаться на литературные источники, ранее запатентованные модели. Все данные должны быть полными и логично изложенными.

Формула изобретения, которая раскрывает суть инновации, служит показателем, на основе которого государственным органом определяется уровень правовой охраны изобретения. Формула должна выражать суть самого предмета инновации. Это краткое изложение описания, о котором говорилось выше. Основным условием ее составления становится лаконичность и точность. Такая формула может выражаться в двух формах:

- однозвенная;
- содержащая два и более звена.

Первый вариант применяется при описании единого изобретения, не имея при этом пояснений по применению в частных случаях. Два и больше пункта обозначают характеристику предмета со всей совокупностью его составляющих, но при этом такое пояснение касается тоже единственного изобретения. Основным требованием к составлению формулы является необходимость указания тех частей, в которых предмет имеет наибольшую схожесть с аналогами, и те моменты, которые станут отличительными.

Схематическое изображение внутреннего и внешнего строения изобретения, как правило, представляет собой чертежи или схемы. Их наличие должно быть указано в обязательном порядке в описании. Создание схематического изображения предоставляет государственному регистратору возможность

ознакомиться с внутренним строением изобретения. Это помогает определить уникальность.

Наглядное ознакомление с принципом работы предмета права интеллектуальной собственности становится одним из факторов, который влияет на определение уровня правовой защиты патентованного изобретения.

Основная задача таких документов состоит в доказательстве уникальности авторского творения: изображая изобретение схематично, раскрывается его сущность и мировая новизна, которая в таком виде более заметна.

Еще одним из основных документов является *реферат*. Он представляет собой достаточно краткое описание сути предмета изобретения, его принципа работы и сферы использования. Законодательством рекомендуется не превышать тысячи печатных знаков. Составляя такой документ, необходимо лаконично излагать всю информацию. Такой порядок обеспечивает краткое ознакомление с основными нюансами разработки.

К второстепенному перечню документов относят *документ об уплате пошлины* и, при наличии льгот, свидетельство о предоставлении права на использование упрощения уплаты государственной пошлины за осуществления регистрационных действий. Патентование – сложный процесс, который требует определенных затрат государством. Для того чтобы компенсировать такие расходы с каждого лица, которое подает заявку на патентование, взимается государственная пошлина. Без этого факта ни одно отделение права интеллектуальной собственности не примет у вас документы на проведение регистрационного процесса. На сегодняшний день существует несколько услуг, которые нужно будет оплатить:

- непосредственно само принятие экспертизы;
- проведение формальной экспертизы;
- после того как будет принято положительное решение в первоначальной экспертизе, заявка принимается на рассмотрение и проведение рассмотрения уникальности по сути. За проведение такого рода экспертизы нужно уплатить пошлину.

Осуществить уплату пошлины можно в любом банке.

Существует несколько способов подачи пакета документов. Наиболее распространенный из них на сегодняшний день – личное посещение Роспатента и передача всего пакета документов государственному регистратору. В рабочее время заявитель идет в соответствующий орган и на основании паспорта и, при необходимости, доверенности предоставляет заявку регистратору, который проводит начальный анализ и либо принимает документы, либо отказывает в регистрации. Вторая форма – отправка по почте. В таком случае нужно посетить любое почтовое отделение и заказным письмом отправить заявку по адресу государственного органа по правам интеллектуальной собственности с описью вложения в конверт. Также можно воспользоваться электронным отправлением: на официальном сайте государственного органа размещена система, которая проводит передачу заявки от автора к Роспатенту. В этом случае кроме всех ранее перечисленных документов нужно иметь электронную подпись. Ее необходимо приобрести в специальных лицензированных компаниях. Последний вариант – факс. Заявка факсовым отправлением предоставляется органу регистрации. Заявитель имеет ровно месяц, чтобы предоставить оригиналы документов, иначе весь процесс остановится.

Оборудование

Специализированный компьютерный класс, оснащенный персональными компьютерами с выходом в интернет.

Содержание отчета

1. Цель лабораторной работы.
2. Порядок проведения лабораторной работы.
3. Полученные в ходе лабораторной работы данные и результат их обработки.

Контрольные вопросы при защите работы

- Что представляет собой патент.
- В какой форме регистрируется изобретение.
- Как оформляется заявление на изобретение и кто его подает.
- Что включается в заявление на изобретение.

- Какие разделы обязательны для включения в специальное описание изобретения.
- Что представляет собой формула изобретения.
- Для чего составляется реферат в описании изобретения.
- Состав вторичных документов для подачи заявления.
- Какие платежи необходимо осуществить в форме пошлин при подаче заявления на изобретение.

Лабораторная работа № 7

Обработка экспериментальных данных

Цель – Ознакомиться с методикой проведения многофакторных экспериментальных исследований с использованием теории планирования эксперимента.

Задачи:

1. Получить значения коэффициентов уравнения регрессии, оценить адекватность полученной математической модели
2. Сделать выводы по результатам работы.
3. Подготовить и защитить отчет.

Краткая теория

Планирование эксперимента – процедура выбора числа и условий проведения опытов, необходимых и достаточных для решения поставленной задачи с требуемой точностью. При этом существенно следующее:

- 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 обоснованные решения после каждой серии экспериментов.

Задачи, для решения которых может использоваться планирование эксперимента, чрезвычайно разнообразны. Это 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 состав – свойство и т.д. При решении всех этих задач используются математические модели объекта исследований.

Для описания объекта исследований удобно пользоваться представлением о кибернетической системе, которую часто называют «черным ящиком»:



Для проведения эксперимента необходимо иметь возможность воздействовать на поведение «черного ящика». Все способы такого воздействия обычно обозначают буквой x и называют факторами. Стрелки справа изображают численные характеристики целей исследования. Их обозначают буквой y и называют, в зависимости от решаемой задачи, критериями оптимизации, целевой функцией, откликом, выходом «черного ящика» и т. д.

Исходя из этого, под математической моделью понимают уравнение, связывающее параметр оптимизации с факторами:

$$y = \varphi(x_1, x_2, \dots, x_k).$$

Такая функция называется функцией отклика или уравнением регрессии.

Каждый фактор может принимать в опыте одно из нескольких значений. Такие значения называют уровнями.

При планировании эксперимента важна независимость факторов, то есть возможность установления факторов на любом уровне вне зависимости от уровней других факторов.

В качестве функции отклика предпочтительно выбирать степенные ряды, а точнее алгебраические полиномы.

Таким образом, неизвестная функция отклика представляется полиномом той или иной степени. При этом следует начинать с низшей степени и постепенно повышать ее до тех пор, пока не найдется адекватная модель. Операция замены одной функции другой, эквивалентной, называется *аппроксимацией*.

При поиске функции отклика перед проведением первой серии опытов необходимо выбрать локальную область факторного пространства. Установление области связано с тщательным анализом априорной информации об изменении функции отклика и о кривизне поверхности отклика.

Локальная область проведения эксперимента выбирается в два этапа: определение основного уровня и интервалов варьирования.

Основной (нулевой) уровень – многомерная точка в факторном пространстве, задаваемая комбинацией уровней факторов.

Построение плана эксперимента сводится к выбору экспериментальных точек, симметричных относительно основного уровня.

При выборе интервалов варьирования факторов для каждого из них определяется два уровня, на которых он варьируется в эксперименте. Один из уровней – *верхний*, а другой – *нижний*.

Интервалом варьирования называется некоторое число (свое для каждого фактора), прибавление которого к основному уровню дает верхний, а вычитание – нижний.

Для упрощения записи условий эксперимента и обработки экспериментальных данных масштабы по осям выбираются так, чтобы верхний уровень соответствовал +1, нижний –1, а основной – нулю. Для факторов с непрерывной областью определения это всегда можно сделать с помощью преобразования j :

$$x_j = \frac{\tilde{x}_j - \tilde{x}_{j0}}{J_j}$$

где x_j – кодированное значение фактора;

\tilde{x}_j – натуральное значение фактора;

\tilde{x}_{j0} – натуральное значение основного уровня;

J_j – интервал варьирования;

j – номер фактора

На выбор интервалов варьирования накладываются ограничения снизу (он не может быть меньше ошибки фиксирования уровня фактора) и сверху (верхний или нижний уровни не должны выходить за область определения).

После выбора вида функции отклика и кодирования факторов переходят к построению плана экспериментов. Эксперимент, в котором реализуются все возможные сочетания уровней, называется полным факторным экспериментом. Если число факторов равно двум, то это полный факторный эксперимент типа 2^2 . Условия эксперимента представляют в виде таблицы – матрицы планирования, где строки соответствуют различным опытам, а столбцы – значениям факторов (табл. 1).

По результатам эксперимента вычисляются коэффициенты уравнения регрессии. Значения коэффициентов указывают на силу влияния соответствующих факторов. Эффект фактора численно равен удвоенному коэффициенту.

Таблица 1 – Матрица планирования эксперимента 2^2

Опыт	X_1	X_2	Y
№ 1	-1	-1	Y_1
№ 2	+1	-1	Y_2
№ 3	-1	+1	Y_3
№ 4	+1	+1	Y_4

Обработка результатов. Имея реализованную матрицу полного факторного эксперимента, можно получить уравнение регрессии в виде неполного квадратичного уравнения для случая двухфакторного эксперимента:

$$y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_{12}X_1X_2$$

Значения коэффициентов регрессии вычисляются по формулам:

$$b_0 = \frac{\sum_{i=1}^N y_i}{N}$$

$$b_j = \frac{\sum_{i=1}^N y_i x_{ij}}{N}$$

$$b_{uj} = \frac{\sum_{i=1}^N y_i x_{ij} x_{ui}}{N},$$

где y_i – значения откликов в i -м опыте (строке);

i – номер опыта (строки);

$u, j = 1, 2, 3, \dots, k$ – номера факторов, $u \neq j$.

После вычисления коэффициентов модели проводится проверка адекватности (пригодности).

В статистике разработан критерий для оценки адекватности модели, который называется F -критерием Фишера и определяется по формуле

$$F = S_{\text{ад}}^2 / S_{\{y\}}^2$$

где $S_{\text{ад}}^2$ – дисперсия адекватности;

$S_{\{y\}}^2$ – дисперсия воспроизводимости.

Для определения дисперсии адекватности можно воспользоваться выражением:

$$S_{\text{ад}}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N n_i (\bar{y}_1 - \hat{y}_j)}{f_1},$$

где n_i – число параллельных опытов (повторностей) в i -м опыте (строке);

– среднее арифметическое из n_i параллельных опытов;

\bar{y}_1 – рассчитанное по уравнению значение;

\hat{y}_j

f_1 – число степеней свободы: $f_1 = N - (k - 1)$,

где k – число коэффициентов, которые вычислены по результатам опытов.

Дисперсию воспроизводимости можно найти по формуле:

$$S_{\{y\}}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{1}^n (\hat{y}_{iq} - \bar{y}_1)}{f_2}$$

где y_{iq} – значение отклика в каждой повторности параллельных опытов; f_2 – число степеней свободы: $f_2 = N(n - 1)$.

Удобство использования критерия Фишера состоит в том, что проверку гипотезы можно свести к сравнению с табличным значением (табл. 2).

Таблица 2 – Таблица значений F-критерия Фишера при уровне значимости $\alpha = 0,05$

$k_1 \backslash k_2$	1	2	3	4	5	6	8	12	24	∞
1	161,5	199,5	215,7	224,6	230,2	233,9	238,9	243,9	249,0	254,3
2	18,51	19,00	19,16	19,25	19,30	19,33	19,37	19,41	19,45	19,50
3	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,84	8,74	8,64	8,53
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,04	5,91	5,77	5,63
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,82	4,68	4,53	4,36
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,15	4,00	3,84	3,67
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,73	3,57	3,41	3,23
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,44	3,28	3,12	2,93
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,23	3,07	2,90	2,71
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,07	2,91	2,74	2,54
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	2,95	2,79	2,61	2,40
12	4,75	3,88	3,49	3,26	3,11	3,00	2,85	2,69	2,50	2,30
13	4,67	3,80	3,41	3,18	3,02	2,92	2,77	2,60	2,42	2,21
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,70	2,53	2,35	2,13
15	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,64	2,48	2,29	2,07
16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,59	2,42	2,24	2,01
17	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,55	2,38	2,19	1,96
18	4,41	3,55	3,16	2,93	2,77	2,66	2,51	2,34	2,15	1,92
19	4,38	3,52	3,13	2,90	2,74	2,63	2,48	2,31	2,11	1,88
20	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,45	2,28	2,08	1,84
21	4,32	3,47	3,07	2,84	2,68	2,57	2,42	2,25	2,05	1,81
22	4,30	3,44	3,05	2,82	2,66	2,55	2,40	2,23	2,03	1,78
23	4,28	3,42	3,03	2,80	2,64	2,53	2,38	2,20	2,00	1,76

Окончание табл. 2

$k_1 \backslash k_2$	1	2	3	4	5	6	8	12	24	∞
24	4,26	3,40	3,01	2,78	2,62	2,51	2,36	2,18	1,98	1,73
25	4,24	3,38	2,99	2,76	2,60	2,49	2,34	2,16	1,96	1,71
26	4,22	3,37	2,98	2,74	2,59	2,47	2,32	2,15	1,95	1,69
27	4,21	3,35	2,96	2,73	2,57	2,46	2,30	2,13	1,93	1,67
28	4,20	3,34	2,95	2,71	2,56	2,44	2,29	2,12	1,91	1,65
29	4,18	3,33	2,93	2,70	2,54	2,43	2,28	2,10	1,90	1,64
30	4,17	3,32	2,92	2,69	2,53	2,42	2,27	2,09	1,89	1,62
35	4,12	3,26	2,87	2,64	2,48	2,37	2,22	2,04	1,83	1,57
40	4,08	3,23	2,84	2,61	2,45	2,34	2,18	2,00	1,79	1,51
45	4,06	3,21	2,81	2,58	2,42	2,31	2,15	1,97	1,76	1,48
50	4,03	3,18	2,79	2,56	2,40	2,29	2,13	1,95	1,74	1,44
60	4,00	3,15	2,76	2,52	2,37	2,25	2,10	1,92	1,70	1,39
70	3,98	3,13	2,74	2,50	2,35	2,23	2,07	1,89	1,67	1,35
80	3,96	3,11	2,72	2,49	2,33	2,21	2,06	1,88	1,65	1,31
90	3,95	3,10	2,71	2,47	2,32	2,20	2,04	1,86	1,64	1,28
100	3,94	3,09	2,70	2,46	2,30	2,19	2,03	1,85	1,63	1,26
125	3,92	3,07	2,68	2,44	2,29	2,17	2,01	1,83	1,60	1,21
150	3,90	3,06	2,66	2,43	2,27	2,16	2,00	1,82	1,59	1,18
200	3,89	3,04	2,65	2,42	2,26	2,14	1,98	1,80	1,57	1,14
300	3,87	3,03	2,64	2,41	2,25	2,13	1,97	1,79	1,55	1,10
400	3,86	3,02	2,63	2,40	2,24	2,12	1,96	1,78	1,54	1,07
500	3,86	3,01	2,62	2,39	2,23	2,11	1,96	1,77	1,54	1,06
1000	3,85	3,00	2,61	2,38	2,22	2,10	1,95	1,76	1,53	1,03
∞	3,84	2,99	2,60	2,37	2,21	2,09	1,94	1,75	1,52	1

Если рассчитанное значение F -критерия не превышает табличного, то, с соответствующей доверительной вероятностью, модель можно считать адекватной.

Далее проводится проверка значимости каждого коэффициента уравнения.

Ее можно осуществить двумя равноценными способами: проверкой по t -критерию Стьюдента или построением доверительного интервала. Для этого, прежде всего, находят дисперсию коэффициента регрессии $S_{\{b_j\}}^2$:

$$S_{\{b_j\}}^2 = \frac{S_{\{y\}}^2}{N}$$

Зная $S_{\{b_j\}}^2$, можно определить доверительный интервал v_j интервала:

$$\Delta_{b_j} = \pm \frac{t \sqrt{S_{\{y\}}^2}}{\sqrt{N}}$$

где t – табличное значение критерия Стьюдента при числе степеней свободы k_2 .

Коэффициент значим, если его абсолютная величина больше доверительного интервала.

Для проверки значимости по t -критерию находят его величину:

$$t = |v_j| / S\{v_j\}.$$

Вычисленное значение сравнивается с табличным (табл. 3) при заданном уровне значимости и соответствующем числе степеней свободы. Если оно не превышает табличное, то коэффициент значим.

Таблица 3 – Значения t -критерия Стьюдента при 5 %-м уровне значимости

Число степеней свободы, f	Значение t -критерия Стьюдента при $p = 0,05$
1	12.706
2	4.303

3	3.182
4	2.776
5	2.571
6	2.447
7	2.365
8	2.306
9	2.262
10	2.228
11	2.201
12	2.179
13	2.160
14	2.145
15	2.131

Убедившись в адекватности модели и значимости коэффициентов с целью дальнейшего использования полученного уравнения регрессии, необходимо произвести раскодирование факторов. Для этого уравнение вместо кодированных факторов подставляют выражение (4) с соответствующими значениями основного уровня и интервала варьирования и проводят необходимые вычисления.

При обработке полученных экспериментальных данных удобно воспользоваться табл. 4.

Таблица 4 – Обработка экспериментальных данных

№	x_0	x_1	x_2	x_{12}	y_1	y_2	y_3	\bar{y}	$\sum (y_i - \bar{y})^2$	\hat{y}	$\sum (\bar{y} - \hat{y})^2$
1	+	-	-	+							
2	+	+	-	-							
3	+	-	+	-+							
4	+	+	+								
									Σ		Σ

Оборудование

Специализированный компьютерный класс, оснащенный персональными компьютерами с выходом в интернет.

Содержание отчета

1. Цель лабораторной работы.
2. Порядок проведения лабораторной работы.
3. Полученные в ходе лабораторной работы данные и результат их обработки.

Контрольные вопросы при защите работы

1. При решении каких задач используется теория планирования многофакторного эксперимента?
2. Что понимается под функцией отклика или уравнением регрессии?
3. Каким образом осуществляется кодирование факторов?
4. По каким формулам определяются значения коэффициентов уравнения регрессии?
5. Какой критерий используется для оценки адекватности модели?
6. Каким образом проводится проверка значимости каждого коэффициента уравнения?
7. Поясните, что означает «черный ящик».
8. Что означает функция отклика?
9. Что означают коэффициенты регрессии?
10. Как вычислить коэффициенты регрессии?
11. Как проверить адекватность модели?
12. Как определить доверительный интервал?

Лабораторная работа № 8

Изучение основных положений теории и практики научного исследования и оформления данных эксперимента

Цель – изучить этапы проведения научного исследования, рассмотреть вопросы поиска, накопления и обработки научной информации для разработки инновационного проекта, систематизировать требования к структуре и составу научных работ, правила подготовки научного доклада.

Задачи:

1. Ознакомиться с понятиями научное исследование.
2. Уяснить цель и задачи научного исследования.

3. Рассмотреть основные этапы выполнения научного исследования.
4. Ознакомиться с основными критериями научного исследования.
5. Ознакомиться с процессом проведения НИР, постановкой эксперимента и обработки его результатов.
6. Сделать выводы по результатам работы.
7. Подготовить и защитить отчет.

Краткая теория

Научное исследование – это процесс выработки новых научных знаний, форма реализации и развития науки, осуществление оценки влияния на объекты разных факторов и наряду с этим изучение взаимодействия между явлениями с целью получения убедительно доказанных и полезных для науки и практики решений.

Цель научного исследования – нахождение определенного объекта, изучение его структуры, характеристик, связей на фундаменте разработанных в науке позиций и приемов познания, а также получение важных для деятельности человека результатов.

Гипотеза – научное утверждение, представляющее собой вероятное решение проблемы, предположение, истинное значение которого не очевидно, т.е. требуются какие-то доказательства, которые являются целью исследования.

Процесс выполнения исследовательской работы включает в себя *шесть этапов*:

I этап – выбор темы;

II этап – определение цели и задач исследования;

III этап – теоретические исследования;

IV этап – экспериментальные исследования;

V этап – реализация научных исследований.

Критерии научности – множество признаков, определяющих научное знание; ряд требований, которым наука должна удовлетворять.

Подтверждаемость – это качество научной концепции, которое означает, что возможно проведение каких-либо

специфических экспериментов с таким оригинальным результатом, который подтвердит концепцию.

Основные критерии научности:

1. Объективность, или принцип объективности: научное знание сведено к раскрытию природных элементов, полученных «самих по себе», как «вещи в себе» (не в кантовском понимании, а как еще не познанных, но познаваемых). К тому же происходит отклонение как от интересов индивида, так и от всего сверхприродного. Природу необходимо постичь из нее самой, она признается в этом смысле самодостаточной. Предметы и их отношения также должны быть познаны такими, какие они есть, безусловно, без посторонних добавлений и привнесения в них чего-то субъективного или сверхприродного.

2. Рациональность, рационалистическая обоснованность, доказательность. В научном же знании не просто что-то сообщается, а приводятся необходимые основания, подтверждающие его истинность. Здесь работает принцип достаточного основания, который гласит: «Ни одно явление не может оказаться истинным или действительным, ни одно утверждение – справедливым без достаточного основания, почему дело обстоит именно так, а не иначе». Судьей в вопросах истины служит разум, а способом ее достижения – критичность и рациональные принципы познания.

3. Эссенциалистская направленность – нацеленность на воспроизведение сущности, закономерностей элемента (отображение систематических, но несущественных свойств объекта тоже подчинено этой цели).

4. Особая организация, особая системность знания – не просто упорядоченность, как в обыденном знании, а упорядоченность по осознанным принципам, организованность в форме теории и развернутого теоретического понятия.

5. Проверимость – обращение к научному наблюдению, к практике, испытание логикой. Научная истина определяет знания, которые в принципе проверяемы и в конечном счете оказываются подтвержденными. Проверимость научных истин, их воспроизводимость через практику придает им свойство общезначимости (и в этом смысле «интерсубъективности»).

Научная новизна (вклад в науку) – одно из основных требований к теме научной работы – состоит в оригинальности заложенной в тему основной идеи, обеспечивающей углубление или обновление сложившихся в науке представлений. Элементы новизны, которые должны быть приведены в научной работе:

- новая сущность задачи, т. е. такая задача поставлена впервые;
- новая постановка известных проблем или задач;
- новый метод решения;
- новое применение известного метода или решения;
- новые результаты и следствия.

Объект исследования – система, процесс или явление, порождающие проблемную ситуацию, избранные для изучения. Получение знаний об объекте, необходимых для решения конкретной проблемы, поставленной в исследовании, осуществляется посредством изучения результатов целенаправленного научного воздействия на отдельные части объекта, называемые предметами исследования.

Предмет исследования – это множество устойчивых взаимосвязанных характеристик объекта, связанных также с конкретными целями, проблемами и задачами исследования, т. е. это какой-либо из аспектов объекта исследования. Предмет исследования является носителем группы существенных свойств, связей, признаков изучаемого объекта и служит средством его научного познания.

Метод исследования – средство приобретения научных знаний, умений, практических навыков и данных в каких-либо сферах деятельности. В работах по общественным наукам в качестве методов исследования применяются как общенаучные методы (сравнение, анализ и синтез, индукция дедукция, исторический и логический методы, позитивный и нормативный анализ), так и специальные (горизонтальный и вертикальный анализ, коэффициентный анализ, моделирование социально-экономических процессов, метод нечеткой логики и т. д.).

Научно-исследовательская работа (НИР) в рамках настоящей дисциплины преследует следующие цели. Первое – это процесс подготовки магистрантов к научно-исследовательской

деятельности и обучения их основам методологии проведения научных исследований. Второе – это комплекс теоретических и экспериментальных исследований, проводимых с целью получения обоснованных исходных данных, изыскания принципов и путей создания продукции, часто по техническому заданию (ТЗ) заказчика, или работ в ходе выполнения заданий для получения грантов по конкурсу.

Процесс выполнения НИР в общем случае состоит из следующих этапов:

- выбор направления исследований – определение оптимального направления исследований; проводится на основе анализа состояния исследуемой проблемы, в том числе результатов патентных исследований, сравнительной оценки вариантов возможных решений с учетом результатов прогнозных исследований, проводившихся по аналогичным проблемам;
- теоретические и экспериментальные исследования – проводятся с целью получения достаточных теоретических и достоверных экспериментальных результатов исследований, необходимых для решения поставленных перед НИР задач;
- обобщение и оценка результатов исследований – оценка эффективности полученных результатов в сравнении с современным научно-техническим уровнем (в том числе оценка возможности создания конкурентоспособной продукции и услуг).

Структурные элементы отчета о НИР:

- титульный лист;
- список исполнителей;
- реферат;
- содержание;
- нормативные ссылки;
- определения;
- обозначения и сокращения;
- введение;
- основная часть;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения.

Проведение эксперимента. Обработка результатов.
Эксперимент – это способ познания, с помощью которого в контролируемых и управляемых условиях анализируется явление действительности. Инженерный эксперимент (ИЭ) – это совокупность опытов, объединенных одной целью и одной системой ограничений в пространстве и во времени.

Классификация ИЭ:

1. качественный – осуществляется для установления наличия или отсутствия у объекта определенных свойств или характеристик;
2. измерительный – ИЭ, главной целью которого является выявление количественных характеристик исследуемого объекта;
3. пассивный – это традиционный метод, использующийся при большой серии опытов с чередующейся вариативностью влияющих факторов;
4. активный – проводится по заранее сформулированному плану с одновременным изменением всех параметров, влияющих на процесс.

Лабораторные эксперименты – это изучение общих закономерностей разных явлений и процессов, проверка научных гипотез и теорий в лабораторных условиях. Лабораторный эксперимент характеризуется небольшим числом измерительных и управляющих каналов, минимальными энергетическими затратами экспериментальной установки, малым штатом обслуживающего персонала.

Стендовые исследования проводят для изучения конкретного процесса, протекающего в исследуемом объекте, который обладает определенными физическими, химическими и другими свойствами.

Сложный исследовательский эксперимент – это разновидность стендовых исследований. Сложные экспериментальные установки для исследовательского эксперимента – ускорители, реакторы.

Промышленный эксперимент проводится при создании нового изделия или организации технологического процесса по данным

лабораторных или стендовых исследований, при оптимизации технологического процесса, проведении контрольно-выборочных испытаний для проверки качества выпускаемой продукции.

Каждый эксперимент можно разбить на *четыре основных этапа*:

- 1) формулировка задачи эксперимента;
- 2) составление плана эксперимента;
- 3) организация и проведение эксперимента;
- 4) обработка и оценка результатов эксперимента, выводы и предложения.

Процедура выбора числа и последовательности постановки опытов, необходимых и достаточных для достижения цели эксперимента с требуемой точностью, называется *планированием эксперимента*.

Общая последовательность проведения эксперимента:

1. Формулирование цели.
2. Выдвижение гипотезы об исследуемом объекте.
3. Планирование эксперимента.
4. Проведение эксперимента.
5. Обработка и анализ результатов эксперимента.
6. Проверка правильности выдвинутой гипотезы.
7. Окончание эксперимента.

Краткая схема изложения результатов:

1. Описать зависимость, в которой выявлены результаты значимых эффектов.

Сопоставить однотипные зависимости при отличии некоторых параметров; оценить качественные изменения вида зависимости и величины эффекта при изменении данного параметра.

2. Сравнить взаимосвязи зависимостей, которые были получены различными методами, изучить последовательность.

3. Определить качественные и количественные соответствия, противоречия и выделить действительно новый материал.

5. Обсудить, проанализировать варианты, сравнить с теорией, выдвинуть гипотезы о природе явлений и причинах вновь обнаруженных зависимостей.

Оборудование

Специализированный компьютерный класс, оснащенный персональными компьютерами с выходом в интернет.

Содержание отчета

1. Цель лабораторной работы.
2. Порядок проведения лабораторной работы.
3. Полученные в ходе лабораторной работы данные и результат их обработки.

Контрольные вопросы при защите работы

1. Что представляет собой научное исследование.
2. Критерии научности и новизны научного исследования.
3. Основные этапы научного исследования.
4. Объект, предмет и метод исследования. Их взаимосвязь.
5. Этапы выполнения НИР.
6. Структурные элементы отчета о НИР.
7. Классификация инженерного эксперимента.
8. Основные этапы постановки эксперимента.
9. Обработка и краткое изложение результатов эксперимента.

Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения тем лабораторных работ

Основная литература:

1. Мокий, М. С. Методология научных исследований: учебник для магистров / М.С. Мокий, А.Л. Никифоров, В.С. Мокий; под ред. М.С. Мокия ; Гос. ун-т упр.; Рос. экон. ун-т им. Г.В. Плеханова. - М.: Юрайт, 2014. - 255 с.
2. Кошурников, А. Ф. Основы научных исследований: учебное пособие / А. Ф. Кошурников. – Пермь: Прокрость, 2014. – 317 с.

Дополнительная литература

1. Хожемпо, В.В. Азбука научно-исследовательской работы студента: учебное пособие / В.В. Хожемпо, К.С. Тарасов, М.Е. Пухлянко. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Российский университет дружбы народов, 2010. - 108 с.
2. Половинкин, А. И. Основы инженерного творчества / А. И. Половинкин. – Москва: Машиностроение, 2007. – 361 с.
3. Муштаев, В. И. Основы инженерного творчества / В. И. Муштаев, В. Е. Токарев. – Москва: Дрофа, 2005. – 254 с.
4. Коптелов, В. В. Основы научных исследований и патентования / В. В. Коптелов. – Москва: Колос, 2000. – 254 с.
5. Суздальцев, А. И. Основы инженерного творчества и патентования: учебное пособие для вузов. В 2-х частях. Основы инженерного творчества / А. И. Суздальцев. – Орел: ОрелГТУ, 2009. – 311 с.
6. Журавлев, С. Ю. Методика оформления заявки на изобретение: методические указания / С. Ю. Журавлев; Красноярский государственный аграрный университет. – Красноярск: КрасГАУ, 2010. – 60 с.