

Лекция №10

Тема: Планирование и проведение научных экспериментов.

Цель лекции: ознакомить методами планирования и проведения научных экспериментов.

1. Классификация, типы и задачи эксперимента.

2. Метрологическое обеспечение экспериментальных исследований.

3. Рабочее место экспериментатора и его организация.

Основные понятия: виды экспериментов, метрологическая служба, методы измерений, измерительные приборы, рабочее пространство.

1. Классификация, типы и задачи эксперимента

Важнейшей составной частью научных исследований является эксперимент, основой которого является научно поставленный опыт с точно учитываемыми и управляемыми условиями. Само слово эксперимент происходит от лат. *experimentum* - проба, опыт. В научном языке и исследовательской работе термин «эксперимент» обычно используется в значении, общем для целого ряда сопряженных понятий: опыт, целенаправленное наблюдение, воспроизведение объекта познания, организация особых условия его существования, проверка предсказания. В это понятие вкладывается научная постановка опытов и наблюдение исследуемого явления в точно учитываемых условиях, позволяющих следить за ходом явлений и воссоздавать его каждый раз при повторении этих условий. Само по себе понятие «эксперимент» означает действие, направленное на создание условий в целях осуществления того или иного явления и по возможности наиболее частого, т. е. не осложняемого другими явлениями.

Основной целью эксперимента являются выявление свойств исследуемых объектов, проверка справедливости гипотез и на этой основе широкое и глубокое изучение темы научного исследования.

Постановка и организация эксперимента определяются его назначением.

Эксперименты, которые проводятся в различных отраслях науки, являются химическими, биологическими, физическими, психологическими, социальными и т.п. Они различаются по способу формирования условий (естественных и искусственных); по целям исследования (преобразующие, констатирующие, контролирующие, поисковые, решающие); по организации проведения (лабораторные, натурные, полевые, производственные и т.п.); по структуре изучаемых объектов и явлений (простые, сложные); по характеру внешних воздействий на объект исследования (вещественные, энергетические, информационные); по характеру взаимодействия средства экспериментального исследования с объектом исследования (обычный и модельный); по типу моделей, исследуемых в эксперименте (материальный и мысленный); по контролируемым величинам (пассивный и активный); по числу варьируемых факторов (однофакторный и многофакторный); по характеру изучаемых объектов или явлений (технологические, социометрические) и т. п. Конечно, для классификации могут быть использованы и другие признаки.

Из числа названных признаков естественный эксперимент предполагает проведение опытов в естественных условиях существования объекта исследования (чаще всего используется в биологических, социальных, педагогических и психологических науках).

Искусственный эксперимент предполагает формирование искусственных условий (широко применяется в естественных и технических науках). Преобразующий (созидательный) эксперимент включает активное изменение структуры и функций объекта исследования в соответствии с выдвинутой гипотезой, формирование новых связей и отношении между компонентами объекта или между исследуемым объектом и другими объектами. Исследователь в соответствии со вскрытыми тенденциями развития объекта исследования преднамеренно создает условия, которые должны способствовать формированию новых свойств и качеств объекта. Констатирующий эксперимент используется для проверки определенных предположений.

В процессе этого эксперимента констатируется наличие определенной связи между воздействием на объект исследования и результатом, выявляется наличие определенных факторов. **К о н т р о л и р у ю щ и й** эксперимент сводится к контролю за результатами внешних воздействий на объект исследования с учетом его состояния, характера воздействия и ожидаемого эффекта. **П о и с к о в ы й** эксперимент проводится в том случае, если затруднена классификация факторов, влияющих на изучаемое явление вследствие отсутствия достаточных предварительных (априорных) данных. По результатам поискового эксперимента устанавливается значимость факторов, осуществляется отсеивание незначимых. **Р е ш а ю щ и м** эксперимент ставится для проверки справедливости основных положений фундаментальных теорий в том случае, когда две или несколько гипотез одинаково согласуются со многими явлениями. Это согласие приводит к затруднению, какую именно из гипотез считать правильной.

Л а б о р а т о р н ы й эксперимент проводится в лабораторных условиях с применением типовых приборов, специальных моделирующих установок, стендов, оборудования и т.д. Чаще всего в лабораторном эксперименте изучается не сам объект, а его образец. Этот эксперимент позволяет доброкачественно, с требуемой повторностью изучить влияние одних характеристик при варьировании других, получить хорошую научную информацию с минимальными затратами времени и ресурсов. Однако такой эксперимент не всегда полностью моделирует реальный ход изучаемого процесса, поэтому возникает потребность в проведении натурального эксперимента.

Н а т у р н ы й эксперимент проводится в естественных условиях и на реальных объектах. Этот вид эксперимента часто используется в процессе натуральных испытаний изготовленных систем. В зависимости от места проведения испытаний натурные эксперименты подразделяются на производственные, полевые, полигонные, полунатурные и т. п.

Эксперименты могут быть **о т к р ы т ы м и** и **з а к р ы т ы м и**, они широко распространены в психологии, социологии, педагогике.

В открытом эксперименте его задачи открыто объясняются испытуемым, в закрытом - в целях получения объективных данных эти задачи скрываются от испытуемого.

П р о с т о й эксперимент используется для изучения объектов, не имеющих разветвленной структуры, с небольшим количеством взаимосвязанных и взаимодействующих элементов, выполняющих простейшие функции.

В **с л о ж н о м** эксперименте изучаются явления или объекты с разветвленной структурой (можно выделить иерархические уровни) и большим количеством взаимосвязанных и взаимодействующих элементов, выполняющих сложные функции. Высокая степень связности элементов приводит к тому, что изменение состояния какого-либо элемента или связи влечет за собой изменение состояния многих других элементов системы.

И н ф о р м а ц и о н н ы й эксперимент используется для изучения воздействия определенной (различной по форме и содержанию) информации на объект исследования (чаще всего информационный эксперимент используется в биологии, психологии, социологии, кибернетике и т.п.). С помощью этого эксперимента изучается изменение состояния объекта исследования под влиянием сообщаемой ему информации.

В е щ е с т в е н н ы й эксперимент предполагает изучение влияния различных вещественных факторов на состояние объекта исследования. Например, влияние различных добавок на качество стали и т.п.

Э н е р г е т и ч е с к и й эксперимент используется для изучения воздействия различных видов энергии (электромагнитной, механической, тепловой и т.д.) на объект исследования. Этот тип эксперимента широко распространен в естественных науках.

О б ы ч н ы й (или классический) эксперимент включает экспериментатора как познающего субъекта; объект или предмет экспериментального исследования и средства

(инструменты, приборы, экспериментальные установки), при помощи которых осуществляется эксперимент.

В обычном эксперименте экспериментальные средства непосредственно взаимодействуют с объектом исследования. Они являются посредниками между экспериментатором и объектом исследования.

Модельный эксперимент в отличие от обычного имеет дело с моделью исследуемого объекта. Модель входит в состав экспериментальной установки, замещая не только объект исследования, но часто и условия, в которых изучается некоторый объект.

Модельный эксперимент при расширении возможностей экспериментального исследования одновременно имеет и ряд недостатков, связанных с тем, что различие между моделью и реальным объектом может стать источником ошибок и, кроме того, экстраполяция результатов изучения поведения модели на моделируемый объект требует дополнительных затрат времени и теоретического обоснования правомочности такой экстраполяции.

Различие между орудиями эксперимента при моделировании позволяет выделить мысленный и материальный эксперимент. Орудиями мысленного (умственного) эксперимента являются мысленные модели исследуемых объектов или явлений (чувственные образы, образно-знаковые модели, знаковые модели). Для обозначения мысленного эксперимента иногда пользуются терминами: *идеализированный* или *воображаемый* эксперимент.

Материальный эксперимент имеет аналогичную структуру. Однако в материальном эксперименте используются материальные, а не идеальные объекты исследования.

Основное отличие материального эксперимента от мысленного в том, что реальный эксперимент представляет собой форму объективной материальной связи сознания с внешним миром, между тем как мысленный эксперимент является специфической формой теоретической деятельности субъекта.

Пассивный эксперимент предусматривает измерение только выбранных показателей (параметров, переменных) в результате наблюдения за объектом без искусственного вмешательства в его функционирование.

Примерами пассивного эксперимента является наблюдение: за интенсивностью, составом, скоростями движения транспортных потоков; за числом заболеваний вообще или какой-либо определенной болезнью; за работоспособностью определенной группы лиц; за показателями, изменяющимися с возрастом; за числом дорожно-транспортных происшествий и т. п.

Активный эксперимент связан с выбором специальных входных сигналов (факторов) и контролирует вход и выход исследуемой системы.

Однофакторный эксперимент предполагает: выделение нужных факторов; стабилизацию мешающих факторов; поочередное варьирование интересующих исследователя факторов.

Стратегия многофакторного эксперимента состоит в том, что варьируются все переменные сразу и каждый эффект оценивается по результатам всех опытов, проведенных в данной серии экспериментов.

Технологический эксперимент направлен на изучение элементов технологического процесса (производства, оборудования, деятельности работников и т.п.) или процесса в целом.

Социометрический эксперимент используется для измерения существующих межличностных социально-психологических отношений в малых группах с целью их последующего изменения. Кроме того, в зависимости от задач эксперимента различные его типы могут объединяться, образуя комплексный или комбинированный эксперимент. Для проведения эксперимента любого типа необходимо: разработать гипотезу, подлежащую проверке; создать программы экспериментальных работ; определить способы и приемы вмешательства в объект исследования; обеспечить условия для осуществления

процедуры экспериментальных работ; разработать пути и приемы фиксации хода и результатов эксперимента; подготовить средства эксперимента (приборы, установки, модели и т.п.); обеспечить эксперимент необходимым обслуживающим персоналом. Особое значение имеет правильная разработка методик эксперимента.

М е т о д и к а - это совокупность мыслительных и физических операций, размещенных в определенной последовательности, в соответствии с которой достигается цель исследования. При разработке методик проведения эксперимента необходимо предусматривать: проведение предварительного целенаправленного наблюдения над изучаемым объектом или явлением с целью определения исходных данных (гипотез, выбора варьирующих факторов); создание условий, в которых возможно экспериментирование (подбор объектов для экспериментального воздействия, устранение влияния случайных факторов); определение пределов измерений; систематическое наблюдение за ходом развития изучаемого явления и точные описания фактов; проведение систематической регистрации измерений и оценок фактов различными средствами и способами; создание повторяющихся ситуаций, изменение характера условий и перекрестные воздействия, создание усложненных ситуации с целью подтверждения или опровержения ранее полученных данных; переход от эмпирического изучения к логическим обобщениям, к анализу и теоретической обработке полученного фактического материала. Выбрав методику эксперимента, исследователь должен удостовериться в ее практической применимости. Это необходимо сделать даже в том случае, если методика давно апробирована практикой других лабораторий, так как она может оказаться неприемлемой или сложной в силу специфических особенностей климата, помещения, лабораторного оборудования, персонала, объекта исследований и т.п.

Перед каждым экспериментом составляется его **п л а н** (программа), 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, задание интервалов между будущими экспериментальными точками; обоснование средств измерения; описание проведения эксперимента; обоснование способов обработки и анализа результатов эксперимента.

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

Важным этапом подготовки к эксперименту является определение его целей и задач. Количество задач для конкретного эксперимента не должно быть слишком большим (лучше 3...4, максимально 8...10).

В методике подробно разрабатывается процесс проведения эксперимента, составляется последовательность (очередность) проведения операций измерений и наблюдений, детально описывается каждая операция в отдельности с учетом выбранных средств для проведения эксперимента, обосновываются методы контроля качества операций, обеспечивающие при минимальном (ранее установленном) количестве измерения высокую надежность и заданную точность. Разрабатываются формы журналов для записи результатов наблюдений и измерений.

Важным разделом методики является выбор методов обработки и анализа экспериментальных данных. **О б р а б о т к а** данных сводится к систематизации всех цифр, классификации, анализу. Результаты экспериментов должны быть сведены в удобочитаемые формы записи - таблицы, графики, формулы, номограммы, позволяющие быстро и доброкачественно сопоставлять полученное и проанализировать результаты. Все переменные должны быть оценены в единой системе единиц физических величин.

Особое внимание в методике должно быть уделено математическим методам обработки и анализу опытных данных, например, установлению эмпирических зависимостей, аппроксимации связей между варьирующими характеристиками, установлению критериев и

доверительных интервалов и др. Диапазон чувствительности (нечувствительности) критериев должен быть стабилизирован (эксплицирован).

2. Метрологическое обеспечение экспериментальных исследований

Важное место в экспериментальных исследованиях занимают измерения. Суть измерения составляет сравнение измеряемой величины с известной величиной, принятой за единицу (эталон).

Теорией и практикой измерения занимается метрология - наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности. К основным проблемам метрологии относятся: общая теория измерений; единицы физических величин (величины, которым по определению присвоено числовое значение, равное единице) и их системы (совокупность основных и производных единиц, образованная в соответствии с некоторыми принципами, например, Международная система единиц - СИ); методы и средства измерений (к методам относят совокупность приемов использования принципов и технических средств, применяемых при измерениях и имеющих нормирование метрологических свойств); методы определения точности измерений; основы обеспечения единства измерений, при которых результаты измерения выражены в узаконенных единицах, а погрешности измерений известны с заданной вероятностью, что возможно при единообразии средств измерения (средства измерения должны быть прогнанированы в узаконенных единицах и их метрологические свойства соответствуют нормам).

Важнейшие значения в метрологии отводятся эталонам и образцовым средствам измерений. К эталонам относятся средства измерений (или комплекс средств измерений), обеспечивающих воспроизведение и хранение единицы с целью передачи ее размера нижестоящим средствам измерения. Передача размеров единиц от эталонов или образцовых средств измерений рабочим средствам осуществляется государственными и ведомственными метрологическими органами, составляющими метрологическую службу, их деятельность обеспечивает единство измерений и единообразие средств измерений в стране.

Метрологическая служба связана со всей системой стандартизации в стране, поскольку метрология сама является по существу стандартизацией измерений и одной из основ стандартизации, так как обеспечивает достоверность, сопоставимость показателей качества, закладываемых в стандарты, дает методы определения и контроля таких показателей.

Основоположником метрологии как науки был великий русский ученый Д. И. Менделеев, создавший в 1893 г. главную Палату мер и весов, которой проведена, в частности, большая работа по внедрению метрической системы в СССР (1918-1927).

Функциями органов ведомственной службы являются надзор за состоянием всех средств измерений, находящихся в применении, хранящихся в местах выдачи и на складах; правильным применением измерительных и испытательных устройств; всеми средствами поверки, которые в большинстве случаев находятся в непосредственном ведении органов ведомственной метрологической службы, а также разработка методов поверки средств измерений с максимальным приближением условий поверки к условиям эксплуатации, контроль за соблюдением стандартов на методы измерений и разработка этих стандартов. Эти же службы осуществляют метрологический контроль операций по испытанию готовой продукции и совершенствованию методов контроля и испытаний в целях обеспечения повышения качества продукции и др.

Методы измерения можно подразделить на прямые и косвенные. При прямых измерениях искомую величину устанавливают непосредственно из опыта, при косвенных - функционально от других величин, определенных прямыми измерениями, например $b = f(a)$, где b - величина, найденная с помощью косвенных измерений.

Различают также абсолютные и относительные измерения. **Абсолютные** - это прямые измерения в единицах измеряемой величины; **относительные** измерения представляют собой отношение измеряемой величины к одноименной величине, играющей роль единицы или измерения этой величины по отношению к одноименной, принимаемой за исходную. Например, влажность воздуха принимается в относительных единицах (процентах) по отношению к полному его водонасыщению.

В исследованиях применяются совокупные и совместные измерения. При **совокупных** измерениях одновременно измеряются несколько одноименных величин, а искомую величину при этом находят путем решения системы уравнений. При **совместных** измерениях - одновременно проводят измерения неоднородных величин для нахождения зависимости между ними.

Выделяется несколько основных методов измерения.

Метод непосредственной оценки соответствует определению значения величины непосредственно по отсчетному устройству измерительного прибора прямого действия (например, измерение массы на циферблатных весах). При использовании **метода сравнения с мерой** измеряемую величину сравнивают с величиной, воспроизводимой мерой (например, измерение массы на рычажных весах с уравновешиванием гирями). При **методе противопоставления** осуществляется сравнение с мерой (измеряемая величина и величина, воспроизводимая мерой, одновременно воздействуют на прибор, с помощью которого устанавливается соотношение между этими величинами, как, например, при измерении массы на равноплечных весах с помещением измеряемой массы и гирь на двух противоположных чашках весов).

При **дифференциальном методе** на измерительный прибор воздействует разность измеряемой и известной величины, воспроизводимой мерой (например, измерения, выполняемые при проверке мер длины сравнением с образцовой мерой на ораторе). При **нулевом методе** результирующий эффект воздействия величины на прибор доводят до нуля (например, измерение электрического сопротивления мостом с полным его уравновешиванием). При **методе замещения** измеренную величину замещают известной величиной, воспроизводимой мерой (например, взвешивание с поочередным помещением измеряемой массы и гири на одну и ту же чашку весов).

При **методе совпадений** разность между измеряемой величиной и величиной воспроизводимой мерой измеряется с использованием совпадения отметок шкал или плавных сигналов.

Неотъемлемой частью экспериментальных исследований являются **средства измерений**, т. е. совокупность технических средств, имеющих нормированные погрешности, которые дают необходимую информацию для экспериментатора.

Измерительным прибором называют средство измерения, предназначенное для получения определенной информации об изучаемой величине в удобной для экспериментатора форме. В этих приборах измеряемая величина преобразуется в показание или сигнал. Они состоят из двух основных узлов: воспринимающего сигнал и преобразующего в показание. Приборы классифицируют, например, по способу отсчета значения измеряемой величины на показывающие и регистрирующие.

Диапазоном измерений называют ту часть диапазона показаний прибора, для которой установлены погрешности прибора (если известны погрешности прибора, то диапазон измерений и показаний прибора совпадает). Диапазон измерений является важной характеристикой прибора. Если шкала измерений изменяется от 0 до N, то в характеристике на прибор диапазон указывают в пределах 0...N.

Разность между максимальным и минимальным показаниями прибора называют *размахом*. Если эта величина непостоянная, т. е. если при обратном ходе имеется увеличение или уменьшение хода, то эту разность называют - *вариацией показаний W*.

Основной характеристикой прибора является его **точность**. Она характеризуется суммарной погрешностью.

Средства измерения делятся на классы точности. Класс точности - это обобщенная характеристика, определяемая пределами основной и дополнительных допускаемых погрешностей, влияющих на точность.

Стабильность (воспроизводимость прибора) - это свойство отсчетного устройства обеспечивать постоянство показаний одной и той же величины. Со временем в результате старения материалов стабильность показаний приборов нарушается. Стабильность прибора определяется вариацией показания.

Поэтому при установлении стабильности нормируют величину допускаемой вариации W_d . Поскольку вариация принимается с одним знаком, а допускаемая погрешность имеет положительные или отрицательные значения, то $W_d = 0,5b_d$, где b_d - допустимая относительная погрешность прибора.

На все измерительные приборы в той или иной мере действует *магнитное поле*. Поэтому ряд электроизмерительных приборов должен быть защищен от действия магнитного поля, а также электростатических явлений. В специальной метрологической литературе разработаны схемы защит I (более высокая) и II категорий.

На высокоточные измерительные средства государственные метрологические организации выдают специальное свидетельство, в котором после поверки указывают номинальные значения измеряемой величины, класс точности, предельную допускаемую погрешность, результаты поверки погрешности прибора в виде таблиц, вариации измерений. Для приборов меньшей ответственности свидетельство может не выдаваться и заменяться лишь указанием о том, что прибор удовлетворяет требованиям стандарта или инструкции. Вместо инструкции прибор (или футляр) снабжают клеймом поверки.

Измерительные приборы и установки различных организаций подвергают обязательной государственной поверке раз в 1...2 года. При хорошем обращении с приборами этого срока вполне достаточно для гарантированной эксплуатации. Однако в ряде случаев вследствие небрежного обращения с приборами их эксплуатационно-измерительные характеристики могут нарушаться и тогда поверка требуется раньше.

В периоды между государственными поверками осуществляется *в е д о м с т в е н н а я* п о в е р к а средств измерений, которая по объему работ иногда мало чем отличается от государственных поверок, но, как правило, проводится по сокращенной программе.

Такие поверки более оперативны (чем государственные) и проводятся по специальному графику, разработанному для данной организации.

Р а б о ч а я п о в е р к а средств измерений проводится в низовых звеньях каждым экспериментатором непосредственно в организациях перед началом измерений и наблюдений. В процессе рабочей поверки приходится производить различные операции: определять диапазон измерений, вариации измерений и др. В отдельных случаях выполняют регулировку и градуировку средств измерений.

П о д р е г у л и р о в к о й п р и б о р а понимают операции, направленные на снижение систематических ошибок до величины, меньшей допустимой погрешности. Измерительные приборы обычно снабжены двумя узлами для регулировки нуля и чувствительности. Регулировка нуля предназначена для устранения систематических ошибок в диапазоне нижнего предела измерений.

Важным моментом в организации эксперимента является выбор средств измерений. Средства измерения должны максимально соответствовать тематике, цели и задачам НИР; обеспечивать высокую производительность труда экспериментальных работ; обеспечивать требуемое качество экспериментальных работ (т. е. заданную степень точности при минимальном количестве измерений, высокую воспроизводимость и надежность); в наибольшей степени исключать систематические ошибки (желательно максимально использовать средства измерений с автоматической записью); иметь высокую экономическую эффективность (т.е. минимум затрат людских, денежных и материальных ресурсов); обеспечивать эргономические требования эксперимента (антропометрические, санитарно-

гигиенические, психофизиологические и др.); обеспечивать требования техники безопасности и пожарной профилактики.

Таким образом, метрологическое обеспечение научных исследований и особенно обеспечение единства измерений и однообразия средств измерения является важнейшим фактором успешного проведения научных исследований. Без успешного развития метрологии невозможен прогресс в развитии науки и, наоборот, без успешного развития науки невозможен прогресс в метрологии.

3. Рабочее место экспериментатора и его организация

Рабочим местом называется часть рабочего пространства, на которое распространяется непосредственное воздействие экспериментатора в процессе исследования. Рабочее пространство - это часть лабораторного или производственного помещения, оснащения необходимыми экспериментальными средствами и обслуживаемая одним или группой последователей. Рабочее пространство может быть стационарным (в лабораториях, научно-исследовательских учреждениях, полигонах и т. п.); условно-стационарным (в передвижных лабораториях, временных полигонах); мобильным (в ходовых лабораториях).

Лаборатория представляет собой специально оборудованное помещение, в котором производятся экспериментальные исследования.

В соответствии с особенностями рабочего пространства можно выделять три типа исследовательских лабораторий: *стационарные, передвижные и ходовые.*

Рабочее место стационарной лаборатории комплектуется специальным рабочим столом.

В зависимости от назначения лаборатории каждый лабораторный стол кроме воды, электричества и газа может дополнительно обеспечиваться подводкой пара, сжатого воздуха и общего вакуума. На столах размещаются также штепсели для включения электромоторчиков, настольных ламп, вычислительных машинок, нагревательных приборов (паяльники, плитки), размещаемых на кусках толстого листового асбеста.

Особое внимание надо уделять освещенности рабочего места.

Оборудование передвижных лабораторий близко к стационарным, но несколько уступает им из-за нехватки площадей.

Передвижные лаборатории вместо лабораторных столов оснащаются рабочей поверхностью (откидной столик) для ведения необходимых записей в процессе проведения эксперимента.

Исследователь (экспериментатор) в лаборатории выполняет ответственную работу, от которой часто зависит правильность решения теоретической или практической задачи в целом. Точность при выполнении предписаний методики, аккуратность, тщательность подготовки эксперимента, внимательность при его проведении - главнейшие условия эффективности экспериментальной работы. Приступая к проведению эксперимента, исследователь должен еще раз обдумать и уточнить методику, подготовить всю необходимую документацию (акты, лабораторные тетради, журналы), которая предназначена для регистрации хода и результатов опытов.

Все анализы, определения и наблюдения необходимо записывать в специальный журнал, форма которого должна наилучшим образом соответствовать исследуемому процессу с максимальной фиксацией всех фактов и условий их появления. При получении в одном статистическом ряду результатов, резко отличающихся от соседних измерений, исполнитель должен, тем не менее, записать все данные без искажений и указать обстоятельства, сопутствующие указанному измерению. Это потом позволит установить причины отклонений (искажений) и соответствующим образом квалифицировать такие измерения. Если в процессе измерения необходимы простейшие расчеты, то они должны быть внесены в журнал или в отдельную тетрадь с указанием дня или месяца проведения опыта, номера и серии опытов.

Лабораторные журналы и тетради - важные документы. Поэтому они должны содержаться в порядке и обеспечивать возможность легкой проверки. Нужно стремиться не допускать исправлений, а в случае необходимости они должны делаться так, чтобы не происходило путаницы при расчетах. Каждое исправление должно сопровождаться подписью экспериментатора и краткой справкой о причинах исправлений. Никаких записей или пометок, не относящихся к делу, в лабораторных журналах и тетрадях делать нельзя.

При проведении эксперимента исполнитель должен непрерывно следить за средствами измерений, устойчивостью аппаратов и установок, правильностью их показаний, характеристикой окружающей среды, не допускать посторонних лиц и рабочую зону. Исполнитель обязан систематически проводить поверку средств измерений.

Одновременно с производством последующих измерений исполнитель должен проводить предварительную обработку результатов и их анализ. Здесь особо должны проявляться его творческие особенности. Такой анализ позволяет контролировать исследуемый процесс, корректировать эксперимент, улучшать методику и повышать эффективность эксперимента.

В процессе экспериментальных работ необходимо соблюдать требования инструкций по промсанитарии, технике безопасности, пожарной профилактики. Особое внимание следует уделять задаче уменьшения шума при эксперименте, состоянию газовых кранов и электрооборудованию. Все электроприборы должны быть заземлены. Газовые краны должны периодически проверяться на утечку газа специалистами.

Особо тщательно необходимо соблюдать перечисленные требования при выполнении производственных экспериментов. Вследствие больших объемов работ и значительной их трудоемкости ошибки, допущенные в процессе эксперимента, могут существенно увеличить продолжительность исследований и уменьшить их точность.

Вначале результаты измерений сводят в таблицы по варьирующим характеристикам для различных изучаемых вопросов, тщательно изучают сомнительные цифры, резко отличающиеся от статистического ряда наблюдений, от средних значений. При анализе цифр необходимо установить точность, с которой нужно производить обработку опытных данных (точность обработки не должна быть выше точности измерений).

Особое место принадлежит анализу эксперимента. Это завершающая часть, на основе которой делают вывод о подтверждении гипотезы научного исследования. Анализ эксперимента - это творческая часть исследования.

Иногда за цифрами трудно четко представить физическую сущность процесса. Поэтому требуется особо тщательное сопоставление фактов, причин, обуславливающих ход того или иного процесса, и установление адекватности гипотезы и эксперимента.

Вопросы для самопроверки

1. Охарактеризуйте типы эксперимента.
2. В каких областях науки используется естественный и искусственный эксперименты?
3. В чем заключается суть метрологического обеспечения экспериментальных исследований?
4. Как осуществляется поверка средств измерений?
5. Как осуществляется правильная организация рабочего места экспериментатора?

Список литературы:

1. Новиков А.М., Новиков Д.А. Методология научного исследования. – М.: Либроком. – 2010. – 280 с. <http://www.mtas.ru/upload/library/mni.pdf>
2. Овчаров А.О., Овчарова Т.Н. Методология научного исследования. – М.: ИНФРА-М. – 2019. – 304 с. <https://znanium.com/read?id=327846>
3. Космин В.В. Основы научных исследований. – М.: РИОР. ИНФРА – М. – 2019. – 238 с. <https://znanium.com/read?id=357975>
4. <http://library.atu.kz>
5. <http://methodolog.ru/books.htm>