

**ОСНОВЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИСПЫТАНИЯ
ДВИГАТЕЛЕЙ**

**Конспект лекций по курсу для студентов направления
«Энергомашиностроение» (бакалавриат)
Объем - 18 часов лекций**

Составитель: проф. Драгомиров С.Г.

Владимир- 2015

Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины - дать представление о современном уровне и методах проведения научных исследований, изучить технику и технологию испытания автотракторных поршневых двигателей.

Задачи дисциплины:

- дать понятие современной науки, техники и технологии, оценить значение науки в современном обществе;
- ознакомить студентов с методологией научного исследования;
- дать основы теории и практики проведения исследований;
- рассмотреть задачи испытания автотракторных двигателей;
- ознакомить студентов с характеристиками двигателей, определяемыми в процессе испытания;
- изучить оборудование и аппаратуру, применяемые при испытаниях двигателей;
- ознакомиться с техникой и технологией проведения специальных исследований двигателей.

Рекомендуемая литература.

Часть I. ОСНОВЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Наука – это:

- сфера человеческой деятельности, направленная на выработку и систематизацию новых знаний о природе, обществе и т.д.
- это результат деятельности, система полученных научных знаний
- это одна из форм общественного сознания – социальный институт (отрасль, занимающаяся изучением)

Цели науки:

1. Сбор, анализ, и обобщение фактов (совокупность данных).
2. Обнаружение законов движения природы, общества, мышления, сознания и т.д. (сбор знаний по отраслям).
3. Систематизация научных знаний (сбор решений по отраслям).
4. Объяснение сущности явлений и процессов (почему явления происходят именно так).
5. Прогнозирование явлений и процессов (построение моделей).
6. Установление направлений и форм практического использования полученных знаний (как применить полученные знания).

Структура науки.

В Средние века – наука наряду с истинными знаниями включала в себя неистинные данные.

- Ядро науки – достоверные, истинные данные, на которых базируется наука.
- История науки.
- Социология науки.

Современное деление науки как системы:

1. Теория.
2. Методология, методы и техника исследований.
3. Практическое внедрение.

Методология – самые общие представления о том, как делать.

Метод – конкретный набор инструкций, созданный на основе методологии.

Классификация наук:

1. Науки о природе – естественные науки.
2. Науки об обществе – гуманитарные и социальные.
3. Науки о мышлении и познании – логика, гносеология и т. д.

Методологические основы научных исследований

Научные исследования – это форма существования и развития науки; это деятельность, направленная на всестороннее изучение объекта, процесса, а также получение и внедрение в практику полезных для человека результатов.

Метод научного исследования – способ познания объективной действительности, который представляет собой определённую последовательность действий, приёмов, операций.

В зависимости от содержания объектов изучения, бывают методы естественные и социально-гуманитарного исследования. Также методы классифицируют по отраслям науки: математические, биологические, медицинские и т. д. В зависимости от уровня познания также выделяют методы эмпирического и теоретического уровней.

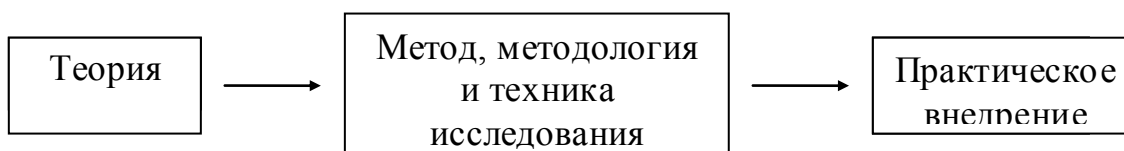
Техника научных исследований – совокупность специальных приёмов для использования того или иного метода.

Процедура исследований – определённая последовательность действий, способ организации исследований.

Результат исследования – отчёт и промышленный образец.

Методика – совокупность способов и приёмов познания.

Виды научных исследований:



По целевому назначению научные исследования делятся на:

1. Фундаментальное исследование – эксперимент или теоретическая деятельность, направленная на получение новых знаний об основных закономерностях строения, функционирования, развития.

2. Прикладные научные исследования – исследования, направленные преимущественно на применение новых знаний для достижения практических целей и решения конкретных задач.

3. Поисковые исследования – исследования, направленные на определение путей решения научных задач.

4. Разработка – исследования, которые направлены на внедрение в практику конкретных фундаментальных и прикладных исследований.

По своей длительности научные исследования делятся на:

1. Долгосрочные (несколько лет).
2. Краткосрочные (несколько месяцев).
3. Экспресс – исследования (не более 1.5 – 2 месяцев).

По источнику финансирования научные исследования делятся на:

1. Бюджетные (заказчик – государство; финансируется из бюджета).
2. Хоздоговорные (конкретное лицо, физическое или юридическое, на свои деньги заказывает исследования).
3. Инициативные (исследователь на свои собственные деньги проводит исследования).

Ход научных исследований:

1. Постановка проблемы.
2. Гипотеза (предполагаемое решение проблемы).
3. Теория (модель).
4. Эксперимент (либо решает проблему, либо нет) – при необходимости – возвращение на гипотезу или теорию.

Особенности научного труда:

1. Творческий характер.
2. Научный труд не поддается прямому регулированию.
3. Преемственность (существуют научные школы, работающие над решением конкретной научной проблемы долгое время).
4. Работа в коллективе.
5. Динамичность работы, мобильность кадров и организационных форм (человек изучает всё время не одно и то же).

Особенности научных исследований с точки зрения научного труда:

1. Вероятностный характер результата (исследование может получиться, а может и не получиться).
2. Уникальность (каждый человек или коллектив идёт по своему пути).
3. Сложность и комплексность (совокупность исследований, исторических данных и др.).
4. Масштабность и трудоёмкость (+ смежные области знаний).
5. Тесная связь науки и техники.

Личные свойства научных работников:

1. Организованность (соблюдение режима в работе).
2. Соблюдение системы исследований (последовательное выполнение системы).
3. Дисциплина научного труда (определённое чередование труда и отдыха).
4. Самостоятельность.

Приёмы организации научного труда.

Классификация научных исследований и их организация.

Все научные исследования проводятся по плану. План – таблица из 4-х граф:

1. Наименование работы – пишется, что это за работа.
 2. Срок исполнения – по какое число должен быть представлен результат работы.
 3. Объём затрат – планируют, сколько надо денег для данной работы.
 4. Ответственные исполнители – один или несколько человек; если группа, то пишется ФИО начальника группы.
- Итого: сколько денег, времени.

Типичный план научных исследований. (подходит для всех научных исследований).

1. Изучение литературы по теме исследований (составление литературного обзора) – необходимо для того, чтобы тот, кто запрашивает работу (не специалист) вошёл в курс дела и для того, чтобы если учёный, проводящий литературный обзор.
2. Закупка материалов и реактивов.
3. Аренда оборудования (зачастую оборудование легче не покупать, а арендовать. В серьёзной научной организации оформляются документы запроса и счёт):
 - 3.1. Для изготовления образцов.
 - 3.2. Для проведения исследований.
4. Наём персонала.
5. Приготовление образцов.
6. Проведение исследования.
7. Обработка результатов (+ отбор).
8. Составление отчёта – оформление, представление отчёта вместе с результатами научных исследований.

План научных исследований очень важен; в нём должны быть учтены все мелочи, так как по нему производится выплата средств на исследования (деньги выдаются предприятию, а не самим учёным). Если что-то изначально не учтено, то очень сложно получить у заказчика дополнительные средства.

Правила ведения индивидуальной рабочей документации.

Все исследования ведутся по программе, которую правительство утверждает на высшем уровне. Из правительства программа отправляется в Министерство, которое определяет, кого направить на исследования. Министерство распределяет программу по различным предприятиям. Составляется план. Работа приходит на предприятие, каждому отделу даётся свой подплан. Начальник отдела направляет план на лабораторию. Самый квалифицированный человек руководит, т. е. думает, куда направить исследование, как проводить его, как решать возникающие проблемы. Начальник работы распределяет работу по начальникам групп и уже они непосредственно каждому учёному ставят конкретную задачу.

У каждого учёного есть индивидуальный план и рабочий журнал (дневник). Индивидуальный план: в него записывается рабочая программа. Индивидуальный план – журнал с 4 графами (может быть и больше):

1. Дата получения задания.
2. Формула задания.
3. Срок, к которому надо предоставить результат.
4. Форма отчёта (подробно оговаривается, в каком виде представлять отчёт – кривые, таблицы, зависимости, чертежи, статья, макет образца).

Формулировка задания – рабочая программа.

Рабочая программа – изложение общей концепции исследования в соответствии с её целями и гипотезами (предполагает, что надо сделать).

Рабочая программа состоит из 2-х разделов:

- | | |
|--|---|
| <ol style="list-style-type: none">1. Методологический:<ul style="list-style-type: none">- формулировка проблемы или темы- определение объекта и предмета исследования- формулировка рабочих гипотез2. Процедурный:<ul style="list-style-type: none">- принципиальный план исследования (часть плана для каждого человека) | <ul style="list-style-type: none">- определение цели и постановка задач исследования- интерпретация основных понятий- изложение основных процедур сбора и анализа эмпирического материала |
|--|---|

Рабочий журнал (дневник) – в него заносят все данные и результаты исследования, выписки из литературы, свои идеи, мысли. Рабочий журнал необходим для последующего составления отчёта.

Рабочий журнал отличается от дневника тем, что в последнем всё фиксируется более кратко (ход работы и этапы выполнения).

Теория планирования эксперимента.

Необходима для того, чтобы проводить многофакторные эксперименты с минимальными затратами времени и средств. Как правило, эту теорию применяют в 2-х случаях:

1. Когда исследуют что-либо не исследуемое ранее
2. Когда исследуется явление, зависящее от многих факторов

Теория планирования эксперимента собирает все известные факторы, влияющие на ход эксперимента и все входные и выходные параметры и делит их на:

- основные (важные) параметры;
- второстепенные (несущественные).

По результатам исследования строят специальную таблицу, где записана последовательность действий, фактор и влияние его на результаты опыта.

Деление на существенные и несущественные проводится по величине влияния фактора на результат данного эксперимента. Существуют различные формулы:

y – результат эксперимента – для него существуют воздействия

$$y = a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n$$

x – фактор, воздействующий на эксперимент

a – весовые коэффициенты, показывающие насколько данный фактор значим

Теория планирования эксперимента позволяет не проводить большое количество опытов (они могут быть дорогостоящими или их невозможно провести).

Подготовка к исследованию. Сбор и получение информации.

Источники информации и методы работы с ними.

Источник информации – это документ, содержащий какие-либо сведения, предназначенные для распространения содержащейся в нём информации, прошедший редакционно-издательскую обработку; полиграфически самостоятельно оформленный, имеющий выходные сведения.

Выходные сведения – это заглавие, авторы, издающая организация, год издания, аннотация, выпускные данные (сколько бумаги, печатных листов, шрифт, гарнитура) и т.д.

К источникам информации относятся:

- а) первичные
- б) вторичные

Первичные – статьи, результаты исследований, непосредственно описывающие проведение исследования.

Вторичные – обработка (обзор каких-нибудь статей).

Издания классифицируются по:

1. Целевому назначению (официальные, научные, справочные).
2. Степени аналитико-систематической переработки информации (информационная, обзорная, библиографическая, реферативная).
3. Материальным конструкциям (книга, журнал, листовка, газета).
4. Знаковой природе информации (текст, ноты, карты и др.).
5. Объёму (листовка (1-4 стр.), брошюра (5-40 стр.), книга (свыше 40 листов)).
6. Периодичности (непериодическое, сериальное, периодическое, продолжающееся).
7. Составу основного текста (монограммы и сборники).
8. Структуре (серия, 1 том, многотомник, собрание сочинений и т. д.).

Для учебно-научной деятельности нужны научные, учебные, справочные, информационные издания.

Научные издания:

1. Монография (то, что написано одним человеком или коллективом от начала и до конца).
2. Автореферат диссертации.
3. Препринт (предварительное издание – научное издание, содержащее материалы научного характера и публикуется до издания, в котором они появятся).

4. Сборник научных трудов (сборник, содержащий научные материалы какого-либо учреждения).

5. Материалы научной конференции.

6. Тезисы доклада конференции (краткое изложение материала доклада конференции).

7. Научно-популярное издание (содержит сведения об исследованиях в какой-либо области, которые специально изложены в форме, понятной неспециалисту).

Научным считается издание, содержащее результаты теоретических и/или экспериментальных исследований.

Учебное издание – издание, содержащее систематизированные сведения научного или прикладного характера, изложенные в форме, удобной для преподавания и обучения и рассчитанная на учащихся разного возраста и степени обучения. Виды учебных изданий: учебник, учебное пособие и учебно-методическое пособие.

Учебник – учебное издание, содержащее систематическое изложение учебной дисциплины или её части, соответствующее учебной программе и официально утверждённое.

Учебное пособие – издание, дополняющее или частично заменяющее учебник, официально утверждённое в качестве данного вида издания.

Учебно-методическое пособие – издание, содержащее материалы по методике преподавания.

Справочно-информационные издания:

1. Справочное издание – издание, содержащее краткие сведения научного или прикладного характера, расположенные в порядке, удобном для быстрого отыскания и не предназначенное для сплошного чтения (словари, справочники и т.д.).

2. Информационное издание – издание, содержащее систематизированные сведения о документах либо результат анализа и обобщения сведений, представленных в первоисточнике.

3. Библиографическое издание – содержит упорядоченную совокупность библиографических записей.

Изучение литературы

1. Изучение литературы начинается с подбора и составления списка

2. 3 вида каталогов:

а) алфавитный (по названию, автору)

б) систематический (по отдельным отраслям знаний в порядке, определяемом библиографической классификацией)

с) предметный (названия размещены по определённым предметам, темам исследований)

3. Изучение целесообразно начинать с реферативных изданий, сборников научных трудов по данной теме.

4. После определения и взятия нужной литературы необходимо бегло ознакомиться с книгами в общих чертах.

В обязательном порядке записываются выходные сведения книги (потом в своей работе делаются ссылки на книги и статьи, использованные ранее).

Существует два способа работы с книгой:

1. Быстрый просмотр.
2. Тщательная проработка текста.

Очень полезно после работы с книгой составить карточку реферата/аннотацию работы по данной статье. Также краткие рефераты используются для написания собственного обзора: они удобнее самой книги.

Патентно-информационное обеспечение научных исследований

Термины и понятия патентной информации.

Открытие – установление неизвестных ранее объективно существующих закономерностей, свойств, явлений материального мира, вносящих коренные изменения в уровень познания.

Каждое открытие имеет объект. Их бывает 3:

1. Явление – форма проявления сущности объекта
2. Свойство – качественная сторона объекта материального мира
3. Закономерность – устойчивая связь между явлениями и их свойствами.

Каждое открытие регистрируется и авторам выдаётся диплом, удостоверяющий его юридические права.

Автор открытия – тот, кто раньше других оповестил об открытии

Открытие, как правило, содержит теоретическое обоснование, но обоснование теорией не всегда является принципом открытия. Открытием не считаются научные догадки, гипотезы, не базирующиеся на точном расчёте и веских доказательствах. Приоритет открытия определяется по дате, когда было впервые сформулировано научное положение, заявление в качестве открытия или по дате опубликования данного положения в печати.

Служебное открытие – открытие, сделанное в связи с выполнением служебного задания. Права на данное открытие имеет заказчик, а тот, кто сделал открытие, имеет документ об открытии.

Изобретение – новое и обладающее существенными отличиями решение задачи в какой-либо области, дающее положительный эффект. Изобретение обладает приоритетом.

Главная особенность изобретения – патентоспособность, т. е. свойство технического решения, без которого оно не может быть признано изобретением и зарегистрировано по закону в установленном порядке.

Виды изобретений:

1. Изобретения-аналоги – сходны по полученному эффекту.
2. Изобретения-прототипы – изобретения, ранее известные, наиболее близкие к используемому решению (указываются при написании заявки на патент).
3. Изобретения-эквиваленты – такие изобретения, когда какие-либо их составные части заменяются другими, выполняющими те же функции.

Положительный эффект – польза, приносимая данным изобретением.

Изобретение от открытия отличается тем, что изобретение – решение технической задачи, а открытие – решение научной задачи.

Объект изобретения – устройство, способ делания чего-либо, вещество, штамм микробов.

Виды изобретений:

1. Основное – изобретение, юридически не связанное с какими-либо другими изобретениями, и может быть применено само по себе.

2. Дополнительное – усовершенствование другого изобретения в целом или в части, которое не может быть применено само по себе.

3. Комбинационное – соединение уже известных конструкций, материалов, веществ, которое в результате даёт качественно новый эффект.

Изобретение называется пионерным, если ему не предшествовал ранее прототип или аналог. Крупным считается изобретение, если оно открывает перспективу дальнейшего ускорения развития техники и дающее крупный экономический эффект. Служебное изобретение выполнено на рабочем месте при выполнении служебного задания.

Правовая защита прав на изобретение

Автор изобретения по своему выбору может получить патент или авторское свидетельство. Авторское свидетельство закрепляет за изобретателем авторские права и приоритет, передавая права на пользование результатом изобретения другому лицу.

Патент и авторское свидетельство охраняют право на пользование изобретением определённое время (обычно – 25 лет). В течение этого срока патентообладатель платит государству за охрану патента.

Автор в любой момент может отказаться от охраны патента (данное изобретение может пользоваться любой); обычно так действуют, если изобретение устарело. На патент можно взять лицензию, т. е. право на пользование патентом (получает предприятие у патентообладателя). Человек имеет право пользоваться любым патентом в личных целях (не зарабатывать деньги). По истечении определённого количества времени становится можно получать прибыль.

Рационализаторское предложение – техническое решение, являющееся новым и полезным для той организации, в которой оно было подано и предусматривающее изменение конструкции изделий, технологии производства и т. д.

Промышленный образец, на который распространяется правовая охрана – это новое художественно-конструктивное решение изделия, определяющее его внешний вид. Пригоден к изготовлению промышленным способом и даёт положительный эффект.

Товарный знак – зарегистрированное в установленном порядке обозначение, служащее для отличия товаров одних предприятий от однородных товаров других предприятий.

Патентный поиск

Это разновидность информационного поиска, осуществляемого преимущественно в фондах патентной документации, с целью установления:

1. Уровня технического решения.
2. Границ прав владельца патентного документа.
3. Условий реализации этих прав (для получения лицензии на изделие).

Международная классификация изобретений (МКИ).

Необходима для быстрого нахождения изобретений.

Международная патентная классификация (МПК).

Индексы МПК:

A 61 K 35/00

A – раздел

61 – класс

K – подкласс

35/00 – основная группа

Существует 8 разделов:

A – удовлетворение жизненных потребностей человека.

B – различные технологические процессы.

C – химия и металлургия.

D – текстиль и бумага.

E – строительство.

F – военная продукция.

G – техническая физика.

H – электричество.

Существует очень большое число классов.

Каждому изобретению присваивается код.

Регламент патентного поиска:

1. Составление задания, в котором чётко формулируется предмет поиска в соответствии с применяемой в технике терминологией.

2. Определяется организация, по фондам которой будет проводиться этот поиск и глубина предметного поиска.

3. Определение классификационных рубрик – по каким кодам МПК надо проводить поиск: для определённых кодов МПК необходимо использовать специальные программы.

4. Проведение патентного поиска

Можно искать в фондах библиотек и в Интернете.

Сайты в Интернете:

1. Патенты США и Японии: www.freepatentsonline.com

2. Все патенты Евросоюза: <http://ep.espacenet.com>

Для российских патентов: <http://ru.espacenet.com>

3. Российское федеральное агентство по защите авторских прав и интеллектуальной собственности: www.fips.ru

В конце поиска составляется отчёт о патентных исследованиях.

Виды патентного поиска:

1. Тематический (предметный).
2. Именной – по имени изобретателя, по названию фирмы, по дате приоритета и т. д.
3. Нумерационный – по номеру, по датам, по названию классификации.
4. По виду документов – патент, авторское свидетельство и т. д.

Разработка гипотез

Гипотеза – требующее проверки и доказательства предположение о причине, которая вызывает определённые следствия по структуре последующих объектов и характеру внутренних и внешних связей структурных элементов.

Гипотеза – это научно обоснованное предположение о причинах или закономерностях связей каких-либо явлений или событий природы, общества, мышления.

Новое знание всегда возникает первоначально в форме гипотезы.

Научная гипотеза должна отвечать следующим требованиям:

1. Относимость к фактам, на которых она построена.
2. Проверимость опытным путём, сопоставимость с данными наблюдений, экспериментов.
3. Совместимость с существующим научным знанием.

Пример: существует гипотеза о торсионных полях, но с современными представлениями она не совместна.

4. Обладание объяснительной силой.
5. Простота.

Гипотезы:

1. Описательная – предположение о существующих свойствах объектов, характере связей между отдельными элементами изучаемых объектов (например, строение атома: он состоит из протонов, нейтронов, электронов, между ними существуют взаимодействия).
2. Объяснительная – предположение о причинно-следственных зависимостях.
3. Прогнозная – предположение о тенденциях и закономерностях развития объекта исследования.

Конкурирующие гипотезы – когда одно и то же явление описывают несколько гипотез (несколько гипотез свечения солнца).

Общая гипотеза – описывает большую совокупность фактов или закономерностей, как правило, при подтверждении превращается в теорию.

Частная гипотеза – в общей гипотезе – часть объекта, общей совокупности.

Единичная гипотеза – объединение каких-либо единичных фактов.

Рабочая гипотеза – предположение, выдвигаемое на первых этапах исследования (обычно выдвигают ряд рабочих гипотез – версий, по-разному объясняющих одно и то же событие).

Этапы развития гипотез:

1. Выделение группы фактов, которые не укладываются в прежние теории или гипотезы и должны быть объяснены.

2. Формулировка гипотезы, т.е. положений, которые объясняют данные факты (такие гипотезы называют рабочими).

3. Выделение из данной гипотезы всех вытекающих следствий.

4. Сопоставление выведенных следствий с имеющимися наблюдениями и результатами экспериментов, с научными законами.

5. Превращение гипотезы в достоверное знание или научную теорию, если подтверждаются все выведенные из гипотезы следствия и не возникает противоречия с ранее известными фактами.

Требования к гипотезе:

Гипотеза считается состоятельной, если она удовлетворяет следующим требованиям:

1. Гипотеза должна быть непротиворечивой, т. е. предположение не должно противоречить исходному экспериментальному базису.

2. Гипотеза должна быть принципиально проверяемой.

Пример: иногда гипотезы бывают принципиально непроверяемыми – например, гипотеза о происхождении Вселенной.

3. Гипотеза считается состоятельной, если она эмпирически и теоретически обоснована, т. е. её можно доказать теорией или экспериментом.

Способы подтверждения гипотез:

1. Обнаружение предполагаемого объекта или явления (самый действенный).

2. Выведение следствий и их верификация (основной способ).

3. Опровергаются все ложные гипотезы, и остаётся только одна, которая не опровергается, она правильная (косвенный способ).

Гипотеза окончательно опровергается, если обнаруживаются какие-то факты или явления, обстоятельства, которые противоречат вытекающим из данной гипотезы следствиям.

Рабочее планирование - подробное описание операций, экспериментов с указанием сроков исполнения, объёмов предполагаемых затрат и ответственных исполнителей. Этот рабочий план обязательно согласуется с заказчиком, потом подписывается официальный договор. Оговариваются затраты, премии за досрочное выполнение и штрафы за задержку.

Контроль проведения исследований

Совместно с заказчиком создаётся комиссия, которая оценивает ход проведения работы (на основе экспертных оценок); часто крупные заказчики создают на предприятии своё отделение – представительство заказчика.

Как правило, любая работа разбивается на этапы и завершается изготовлением какого-либо материального свидетельства (опытный образец, опытная партия, оборудование, макет). По завершении каждого этапа составляется отчёт по этапу и представляется заказчику, который делает вывод по результатам работы.

Методика научных исследований – это совокупность конкретных форм, методов и средств теоретических и прикладных исследований в определённой области знаний.

Рассмотрим самую распространённую методику научных исследований.

1. Запрос практики (социальный заказ) – проблема, которую надо решать, на этом этапе происходит постановка проблемы.
2. Формулировка удобной для проведения исследований темы, обоснование её актуальности (заказ выдают не специалисты, поэтому необходимо правильно охарактеризовать тему).
3. Информационный поток (обзор литературы, ресурсы Интернета).
4. Научный поиск (теоретические и экспериментальные исследования).
5. Формулировка научного результата и внедрение его в практику.

Обработка результатов эксперимента

В конце представляется отчёт; для представления отчёта по теме проводятся эксперименты; данные должны быть в виде формул, экспериментальные данные необходимо обработать. Смысл обработки в том, чтобы выяснить, правильно ли проведён эксперимент.

Существует 2 этапа обработки результата:

1. Выявление связей параметров. Проводится выявление наличия зависимости одного фактора от другого (входные воздействия и отклики). Как правило, общий вид закономерности известен из литературы. Когда имеется много воздействий, проводится специальный вид анализа – корреляционный анализ.

2. Определение погрешностей.

Способ обработки результатов эксперимента:

1. Запись результатов измерения .

2. Вычисление среднего значения из N измерений

$$a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_i$$

3. Определение погрешности отдельных измерений

$$V_i = a - a_i$$

4. Вычисление квадратичной погрешности отдельных измерений V_i^2

5. Если несколько измерений резко отличаются от остальных, следует проверить, не являются ли они промахами. Эти промахи исключаются и повторяются пункты 1-4

6. Определяется среднеквадратичная погрешность результата серии измерений:

$$S_a = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N V_i^2}{N(N-1)}}$$

7. Задаётся значение коэффициента надёжности α .

$\alpha = 0,9; 0,95; 0,99$.

8. По надёжности определяется коэффициент Стьюдента $t_\alpha(n)$.

9. Находятся границы доверительного интервала

$$\Delta X = t_{\alpha}(n)S_a$$

10. Если величина погрешности результата ΔX оказывается сравнима с величиной приборной погрешности, то в качестве границы доверительного интервала следует взять величину:

$$\Delta \delta = \sqrt{t_{\alpha}^2(n)S_a + \left(\frac{t_{\alpha}(\infty)}{3}\right)^2 \delta^2}$$

11. Записывается окончательный результат.

$$X = a \pm \Delta X$$

12. Считается относительная погрешность:

$$S = \frac{\Delta \delta}{\delta} 100\%$$

Смысл такой проверки в том, что если измерение проведено корректно, то существует какое-то среднее значение, около которого по Гауссовой кривой и будут распределяться значения результата.

Большинство измерений (с определённым α) будут находиться в интервале $\pm \Delta X$. Если во время измерений не учтена погрешность, то график кривой будет деформирован. Если же построение корректно, то все отклонения значения от истинного значения будут носить случайный характер и распределяется по нормальному закону.

Если сделан вывод, что результат корректен, то можно переходить к следующему этапу – построению регрессионных моделей.

Регрессия – описание экспериментальных данных некоторой зависимостью (формулой) для нахождения численных коэффициентов, которые характеризуют некоторые параметры протекающих в образце процессов. Т.о. экспериментальную кривую мы пытаемся описать какой-то простой кривой.

Измерения бывают прямые и косвенные.

Прямые – на выходе получается измерительный параметр – измерение путём сравнения с образцом.

Косвенные – измерение искомого параметра путём измерения сопутствующего параметра. Косвенные измерения содержат больше ошибок и погрешностей.

У цифрового прибора последняя цифра всегда неверна (она не определяется, а отбрасывается).

Ошибки (погрешности):

1. Систематические – обусловлены какими-либо дефектами прибора или постоянными внешними воздействиями; они присутствуют в приборе всегда; все измерительные периодически проходят поверку; есть специальные правила, нормы, таблицы по данному прибору – о времени поверки и др.

2. Случайные – возникают из-за множества причин; такие ошибки в прямом эксперименте невозможно устранить. Но если число измерений увеличивается в N раз, то погрешность уменьшается в \sqrt{N} раз. Т. о. случайные ошибки можно свести к нулю.

3. Промахи (грубые ошибки).

Самые точные приборы – стрелочные – по ним поверяют цифровые приборы, так как микросхемы могут ошибаться, могут стареть, могут получать дефекты, а в стрелочных используются дискретные элементы, их легко проверить, они более механически прочные.

Обычно у стрелочных приборов первая 1/3 и последняя 1/10 шкалы более неточные. Там результаты такие, что необходимо переключать прибор на другие пределы измерений. Такие значения нужно перемеривать, чтобы исключить ошибки. Поверку приборов проводит специальный отдел – ОГМЕТР.

Систематические и грубые ошибки можно устранить, а случайные свести к нулю путём увеличения числа измерений.

Свойства случайных ошибок:

1. Число отклонений в большую сторону равно числу отклонений в меньшую сторону.

2. Мелкие отклонения встречаются гораздо чаще, чем крупные (Гауссова кривая).

3. Величина самых крупных отклонений ограничена по размеру и её, как правило, называют предельной ошибкой.

4. Если просуммировать все случайные ошибки, то сумма равна нулю при большом числе измерений.

Регрессия – это когда массив данных описывается какой-то математической кривой. Когда строится зависимость, то все влияние всех несущественных параметров отбрасывается. Сложная зависимость сводится к более простой.

Аппроксимация – описание массива данных какой-либо известной формулой, которая ставит целью определение численных коэффициентов. Главное отличие аппроксимации от регрессии – то, что формула имеет какой-то физический смысл, по полученным коэффициентам можно судить о протекающих внутри чего-либо процессах.

Одним из самых эффективных методом регрессии считается сплайн-регрессия – между соседними точками строятся отрезки степенной функции (кубическая сплайн-регрессия, полиномы от 2-й до N-й степени, сплайн бывает параболическим).

Способы аппроксимации:

1. Графический способ – самый старый – строится график функции и его сравнивают с набором заранее построенных кривых, шаблонов. Недостаток этого метода – субъективность, поэтому все построения нужно проводить с использованием специальных компьютерных программ.

2. Способы приведения сложных кривых к линейному виду:

Пример: способ функциональных шкал (вместо y на шкале ставится $\ln(y)$ или a/y (a – коэффициент)). Функциональные шкалы используют для того, чтобы привести зависимость сложного вида к линейному виду.

3. Аналитические методы:

Пример: компьютерный подбор; в MathCAD – «Регрессия общего вида». Заключается в том, что в ЭВМ вводится массив исходных данных – координаты экспериментальных точек по x и по y , и аналитическая зависимость (формула с

неизвестными коэффициентами). Компьютер путём подбора неизвестных коэффициентов пытается наиболее точно описать массив исходных данных.

Для того чтобы ускорить подбор коэффициентов строится пространство коэффициентов, показывается разница между реальным и вычисленным компьютером значениями. В зависимости от положения точек относительно экспериментальных значений определяется, в какую сторону изменять подбираемые коэффициенты для уменьшения погрешностей (существует много алгоритмов на ЭВМ).

Трудность аналитических методов.

Один и тот же набор экспериментальных точек может быть описан какой-либо кривой с различным набором коэффициентов, т. е. компьютеру всё равно, какие коэффициенты подобрать, а физического смысла нет, значит, начальную кривую надо задавать так, чтобы компьютер выдавал результат, имеющий физический смысл.

Технология творчества в научно-исследовательской работе и изобретательстве

Алгоритм решения изобретательской задачи:

1. Определение типа задачи (все задачи делятся на 2 типа: изобретательские и исследовательские).

Изобретательская задача – когда есть цель или проблема, которую надо достичь или преодолеть, но готовые решения в данных условиях неприменимы и стоит вопрос «Как быть?»

Исследовательская задача – происходят некоторые явления и их необходимо объяснить, выявить причины и спрогнозировать результаты, т. е. стоит вопрос «Как и почему происходит?»

2. После того, как определён тип задачи, формулируется противоречие и идеальный конечный результат.

Противоречие – формулирование противоречия позволяет лучше понять корень проблемы и найти её точное решение.

Пример: Данная часть системы должна обладать свойством A , чтобы выполнять нужную функцию и обратным свойством \bar{A} , чтобы удовлетворять ограничениям и требованиям.

Способы разрешения противоречий:

1. Разрешение противоречий во времени.

Пример: В интервале времени t_1 рассматриваемая система обладает свойством A , а в t_2 – свойством \bar{A} .

2. Разрешение противоречий в пространстве или структуре

Пример: одна часть системы обладает свойством A , а другая – \bar{A} .

3. Разрешение противоречий в воздействии.

Пример: при воздействии 1 система обладает свойством A , а при воздействии 2 – свойством \bar{A} .

Идеальный конечный результат (ИКР) – это ситуация, когда система сама за счёт внутренних ресурсов выполняет нужные действия и при этом не допускает нежелательных эффектов.

КИ – коэффициент идеальности – сумма полученных функций, делённая на затраты и нежелательный эффект.

(степень приближения к идеальному результату).

Правила формулирования ИКР.

Существует 3 основных формулировки ИКР:

1. Система сама выполняет нужную функцию.
2. Системы нет, а функция выполняется.
3. Функция не нужна.

Пример 1 ИКР: рекламы нет, а СМИ и общественность говорят о продукции (пиво Windows 99).

Пример 2 ИКР: производитель специально нарываясь на скандал для рекламы своей продукции.

Ресурсы – всё, что может быть полезно или быть использовано при решении той или иной задачи.

Ресурсы:

1. Материальные (деньги, предметы).
2. Информационные.
3. Времени.
4. Пространства.
5. Энергетические (электричество, тепловая энергия).
6. Человеческие (люди, их рабочая сила, их интеллект, желания и т. д.).

Если нет необходимого ресурса, то можно преобразовать имеющийся ресурс.

Пример: человеческий ресурс взамен энергетического – взвод солдат копает траншею.

Алгоритм использования ресурсов:

1. Сформулировать задачу.
2. Определить необходимые ресурсы и их количество.
3. Провести анализ ресурсов и разделить их на категории (легкодоступные, труднодоступные, какие использовать в первую очередь, какие позже и т. д.).
4. Оценить каждый ресурс и определить оптимальные точки его применения.
5. Определить, каким образом применить ресурс (найти оптимальное применение).

По окончании решения задачи, необходимо проводить анализ его на идеальность.