Лекция № 6

Экспериментальные исследования при решении инженерных задач

Время проведения: 90 мин.

Учебные вопросы: 1 вопрос. Классификация экспериментальных

исследований.

2вопрос. Методика эксперимента.

1 вопрос. Современные методы расчёта и проектирования не позволяют создавать технический объект, полностью соответствующий замыслу разработчиков. Например, автомобиль, являясь сложным техническим объектом, характеризуется целым выбором показателей: производительность, экономичность, экологичность, надёжность и т.д. точно опредлить которые на стадии проектирования невозможно. Поэтому проводят испытания, под которыми в соответствии с ГОСТ 16504-81 «Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения» понимают экспериментальное определение количественных и (или) качественных характеристик свойств объекта испытаний как результат воздействия на него при его функционировании или моделировании.

Для сложных объектов или систем часто даже не существует теоретических методов, обеспечивающих определение их характеристик на стадии проектирования. Например, невозможно точно определить показатели работы проектируемого автотранспортного предприятия на месяц, квартал, год, пятилетку и т.д., поскольку на них одновременно влияет большое количество внешних и внутренних факторов. Тоже можно сказать о надёжности проектируемого автомобиля.

Проведение испытаний предполагает наличие не только объекта (или его модели), но и необходимых средств, методики и программы, которые будут учитывать условия проведения испытаний и обеспечивать требуемую точность. Решение многих задач можно выполнить на основе теории планирования эксперимента.

Под экспериментом понимают научно поставленный опыт с точно учитываемыми и управляемыми условиями. Цель эксперимента – выявление свойств исследуемых объектов, проверка справедливости гипотез и глубокое изучение на этой основе темы научного исследования.

Постановка и организация эксперимента определяются его назначением, областью применения, способом формирования условий, целями исследований, структурой и характером изучаемых объектов и явлений, количеством учитываемых и варьируемых факторов и т.д.

В зависимости от области (отрасли), в которой проводятся эксперименты, они подразделяются на химические, физические, биологические, социальные, психологические и т.д.

По способу формирования условий эксперимента, зависящему от условий существования объекта исследования, эксперименты подразделяются на естественные и искусственные. Естественный эксперимент предполагает проведение опытов в естественных условиях существования объекта (чаще биология, социология, психология, педагогика), а искусственный эксперимент предполагает формирование искусственных условий (широко применяются в естественных и технических науках).

По целям исследования бывают преобразующие, констатирующие, контролирующие, поисковые и решающие эксперименты.

По организации проведения эксперименты подразделяют на лабораторные и натурные. Лабораторный эксперимент проводится в условиях лаборатории с применением типовых приборов, специальных установок, стендов, оборудования и т.д. Такой эксперимент позволяет тщательно изучить влияние одних характеристик при варьировании других, получить необходимую научную информацию с минимальными затратами времени и ресурсов.

Натурный эксперимент проводится в естественных условиях и на реальных объектах. В зависимости от места проведения испытаний натурные эксперименты подразделяются на производственные, полевые, полигонные, полунатурные и т.д. Задачами натурного эксперимента являются:

- изучение характеристик воздействия среды на испытуемый объект;

- идентификация статистических и динамических параметров объекта;

- оценка эффективности работы объекта и проверка его на соответствие заданным требованиям.

Эксперименты также могут быть открытыми и закрытыми. Они широко распространены в педагогике и психологии. В открытом эксперименте его задачи открыто объясняются испытуемым, а в закрытом эти задачи скрываются с целью получения объективных данных. Закрытые эксперименты проводят, например, при хронометраже отдельных трудовых операций, когда осуществляется скрытое наблюдение за исполнителями работ по ТО и ремонту автомобилей в реальных условиях автотранспортного предприятия.

По структуре изучаемых объектов и явлений подразделяются на простые и сложные. Простой эксперимент используется для изучения объектов, не имеющих разветвлённой структуры, с небольшим количеством взаимосвязанных и взаимодействующих элементов, выполняющих простые функции.

В сложном эксперименте изучаются явления или объекты с разветвлённой структурой и большим количеством взаимосвязанных и взаимодействующих элементов. В очень сложном эксперименте изучается объект, состояние которого по тем или иным причинам до сих пор не удавалось подробно и точно описать.

По характеру воздействий на объект исследований эксперименты делятся на информационные, вещественные и энергетические.

Информационный эксперимент используется для изучения воздействия определённой ( различной по форме и содержанию) информации на объект исследования. Такие эксперименты проводятся в биологии, психологии, социологии, кибернетике и т. д.

Вещественный эксперимент предполагает изучение влияния различных вещественных факторов на состояние объекта исследования. Например, влияние различных примесей на качество стали, влияние регулировочных параметров автомобильного двигателя на его мощностные, экологические и экономические показатели и т.д.

Энергетический эксперимент используется для изучения воздействия энергии различных видов (электромагнитной, механической, тепловой и т. д.). Он широко распространён в естественных науках.

По характеру взаимодействия средства и объекта исследования эксперименты подразделяются на обычные и модельные.

По типу исследуемых эксперименты подразделяются на мысленные и материальные. Орудиями мысленного эксперимента являются мысленные модели исследуемых объектов или явлений. Структура мысленного эксперимента включает:

- построение мысленной модели объекта исследования, идеализированных условий эксперимента и воздействий на объект;

- сознательное и планомерное изменение, комбинирование условий эксперимента и воздействий на объект;

- сознательное и точное применение на всех стадиях эксперимента объективных законов науки, благодаря чему исключается абсолютный произвол.

В результате такого эксперимента формируются выводы.

Материальный эксперимент имеет аналогичную структуру. Однако в нём используются материальные, а не идеальные объекты исследования. Основное отличие материального эксперимента от мысленного заключается в том, что реальный эксперимент представляет собой форму объективной материальной связи сознания с внешним миром, тогда, как мысленный эксперимент это специфическая форма теоретической деятельности субъекта.

Таким образом, мысленный эксперимент, заменяя реальный, расширяет границы познания, поскольку обеспечивает получение такой информации, которую иными средствами иногда добыть невозможно.

По контролируемым величинам все эксперименты подразделяются на пассивные и активные.

Пассивный эксперимент предусматривает измерение только выбранных показателей (факторов, параметров, переменных) в результате наблюдения за объектом без искусственного вмешательства в его функционирование. По сути пассивный эксперимент является наблюдением, которое сопровождается инструментальным измерением выбранных показателей состояния объекта исследования.

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

По характеру изучаемых объектов эксперименты подразделяются на технологические и социометрические. Технологический эксперимент направлен на изучение элементов технологического процесса (продукции, оборудования, деятельности работников и т.п.) или процесса в целом.

Социометрический эксперимент используется для изучения существующих в малых группах межличностных социально- психологических отношений с целью их последующего изменения.

По количеству варьируемых факторов эксперименты подразделяются на однофакторные и многофакторные.

Однофакторный эксперимент предполагает выделение нужных факторов, стабилизацию мешающих факторов, очерёдность варьирования интересующих исследователя факторов.

Стратегия многофакторного эксперимента состоит в том, что одновременно варьируются все переменные по определённому плану, а каждый эффект оценивается по результатам всех опытов, проведённых в данной серии экспериментов.

Приведённая классификация экспериментальных исследований не может быть признана полной, поскольку с расширением научных знаний расширяется и область применения экспериментальных методов. Поэтому для классификации могут использоваться и другие признаки. 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 программу экспериментальных исследований;

- определить способы и приёмы вмешательства в объект исследования;

- обеспечить условия осуществления процедуры экспериментальных работ;

- разработать пути и приёмы фиксирования хода и результатов эксперимента;

- подготовить средства эксперимента( приборы, установки, модели);

- обеспечить эксперимент необходимым обслуживающим персоналом.

2 вопрос. Методика эксперимента.

Методика – это совокупность мыслительных и физических операций, выполняемых в определённой последовательности в соответствии с которой достигается цель исследования.

При разработке методик необходимо предусматривать:

- предварительного целенаправленного наблюдения за изучаемым объектом или явлением с целью определения исходных данных;

- создание условий, в которых возможно экспериментирование;

- определение пределов измерений;

- систематической наблюдение за ходом развития изучаемого явления и точное описание факторов;

- проведение систематической регистрации измерений и оценок фактов различными средствами и способами.

- создание повторяющихся ситуаций;

- изменение характера условий и перекрёстные воздействия;

- создание усложнённых ситуаций с целью подтверждения или опровержения ранее полученных данных;

- переход от эмпирического изучения к логическим обобщениям, анализу и теоретической обработке полученного фактического материала.

Перед каждым экспериментом составляется его план (программа), который включает:

- цель и задачи эксперимента;

- выбор варьируемых факторов;

- обоснование объёма эксперимента, количества опытов;

- порядок реализации опытов, определение последовательности изменения факторов;

- выбор шага изменения факторов, задание интервалов между будущими экспериментальными точками;

- обоснование применяемых средств измерений;

- описание проведения эксперимента;

- обоснование способов обработки и анализа результатов эксперимента.

Применение математической теории эксперимента позволяет уже при планировании определённым образом оптимизировать объём 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, но не более 8-10).

Перед экспериментом надо выбрать варьируемые факторы, т.е. установить основные и второстепенные характеристики, влияющие на исследуемый процесс, проанализировать расчётные (теоретические) схемы процесса. На основании этого анализа все факторы классифицируют и составляют из них убывающий по важности ряд. Правильный выбор основных факторов играет важную роль, поскольку эксперимент и сводится к нахождению зависимостей между этими факторами.

Необходимо также обосновать выбор средств измерений – приборов, средств, аппаратов и др. оборудования. В отдельных случаях возникает потребность в создании новых уникальных приборов, установок, стендов, машин. Их разработка, конструирование должны быть обоснованы теоретическими расчётами .

В методике подробно разрабатывается процесс проведения эксперимента, определяется последовательность проведения операций измерений и наблюдений, детально описывается каждая операция в отдельности с учётом выбранных средств эксперимента, обосновываются методы контроля качества операций, обеспечивающие при минимальном количестве измерений высокую надёжность и заданную точность.

Важным разделом методики является выбор методов обработки и анализа экспериментальных данных. Она сводится к систематизации всех результатов, их классификации и анализу. Результаты экспериментов должны быть сведены в различные удобные формы записи – таблицы, графики, формулы, позволяющие быстро и качественно сопоставлять и анализировать результаты. Все переменные должны быть оценены в единой системе измерения физических величин.

Особое внимание должно быть уделено математическим методам обработки и анализу опытных данных, например, установлению эмпирических зависимостей, установлению критериев и доверительных интервалов и т.п.

Результаты экспериментов должны отвечать трём статистическим требованиям:

- эффективность оценок, т.е. минимальность дисперсии отклонения относительно неизвестного параметра;

- состоятельность оценок, т.е. при увеличении числа наблюдений оценка параметра должна стремиться к его истинному значению;

- отсутствие систематических ошибок в процессе вычисления параметров.

После разработки и утверждения методики устанавливают объём и трудоёмкость экспериментальных исследований. Они зависят от глубины теоретических разработок и степени точности используемых средств измерений.

После установления объёма экспериментальных работ определяется объём необходимых материалов, составляется перечень нужных средств измерений, список исполнителей, календарный план и смета расходов.

Такой план-программа эксперимента должен рассматриваться в научном коллективе и утверждаться в установленном порядке. При разработке плана-программы всегда необходимо стремиться к его упрощению и наглядности без потери точности и достоверности.

В современных условиях научные исследования должны проводится на основе автоматизации ввода экспериментальных данных непосредственно в компьютер, расчёта результирующих показателей и с автоматическим управлением хода эксперимента.

Контрольные вопросы:

1. Что такое эксперимент?

2. Какие бывают эксперименты по целям исследования?

3. Какие бывают эксперименты по организации проведения?

4. Какие мероприятия необходимы для проведения эксперимента?

5. Что такое методика?

6. Что необходимо предусмотреть при разработке методики эксперимента?

7. Что содержит план эксперимента?

Д.з. 1. Проработать конспект лекции.

2. Сформировать план эксперимента технического направления.

Доцент кафедры

Канд.техн.наук, доц. Е.В.Малая