

ОСНОВЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

Лекция 4 (7-я неделя)

2. МЕТОДЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

2.1. Методы построения моделей систем

2.2. Методы эксперимента

2.3. Анализ экспериментальных данных




2.2. Методы эксперимента


В основе любого исследования лежит эксперимент.

Для построения модели объекта необходима информация о нем. Средством получения информации являются наблюдения за объектом исследования.

Наблюдения могут проводиться как с помощью пассивных способов их организации (то, что в философии называется простое созерцание), так и в процессе специально организованных исследований



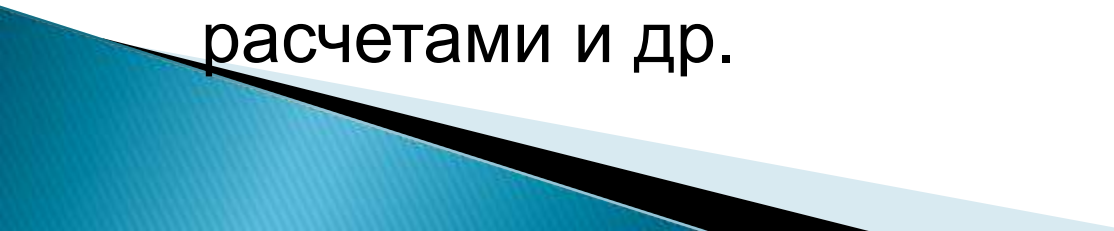
Термин «эксперимент» используется при:

- 1) целенаправленном наблюдении исследуемого явления в точно учитываемых условиях, позволяющих следить за ходом явления и воссоздавать его каждый раз при повторении этих условий;
 - 2) преднамеренных действиях или операциях, предпринятых целью установления неизвестных причин, их проверки или иллюстрации;
 - 3) воспроизведении объекта познания, организации особых условий его существования;
 - 4) наблюдении развития явления в естественных для него условиях.
- 

Общей чертой в характеристике эксперимента является то, что он определяется как осмысленная деятельность человека, связанная с различными целями, средствами и объектами познания.


Наиболее общей целью проведения экспериментов является получение новой информации об изучаемом явлении (процессе, объекте). Обобщенно эксперимент определяется как форма познания объективной действительности.

Он является одним из основных способов научного исследования наряду с теоретическим мышлением, наблюдением, математическими расчетами и др.




Отличительной особенностью эксперимента является использование при его проведении специальных средств исследования, позволяющих исследователю осуществлять вмешательство в явления и процессы внешнего мира, воспроизводить ход процесса, планомерно изменять различные условия в целях получения искомого результата.

Эксперимент характеризуется определенной направленностью и организованностью, что сводит к минимуму элемент случайности, неожиданности, хотя полностью его не исключает.



Таким образом, *эксперимент* – это совокупность действий исследователя, осуществляемая посредством материальных средств исследования с целью получения новой информации об изучаемом объекте (процессе, явлении) путем построения информационных (описательных) моделей, характеризующих различные его стороны и проявления.




Основные элементы эксперимента:

- ❑ экспериментатор и его деятельность как познающего субъекта;
- ❑ объект экспериментального исследования;
- ❑ средства экспериментального исследования.

Различают пассивный и активный эксперименты.

Пассивный эксперимент подразумевает сбор исходного статистического материала в режиме нормальной эксплуатации объекта наблюдения.

Активный эксперимент ставится по заранее составленному плану с использованием методов планирования эксперимента.

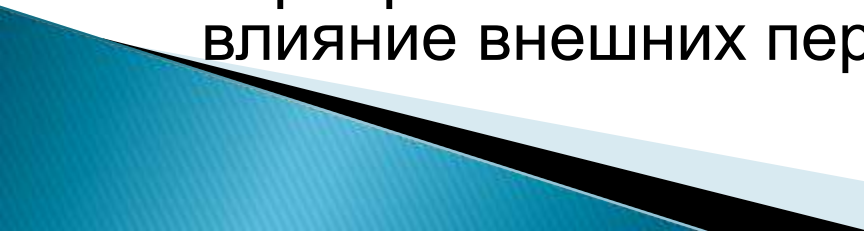


При этом предусматривается одновременное изменение всех параметров, влияющих на процесс, что приводит к сокращению общего числа опытов. Для проведения активного эксперимента требуются специальные установки.

Примерами таких установок могут служить термобарокамеры, вибростенды, аэродинамические трубы и пр.


Эксперимент может быть управляемым и неуправляемым.

Одним из основных принципов организации научных экспериментальных исследований является стремление к изоляции изучаемого объекта от влияния окружающей среды, т.е. проведение контролируемого активного эксперимента. В таком эксперименте независимые переменные могут варьироваться по желанию исследователя, а влияние внешних переменных исключается.



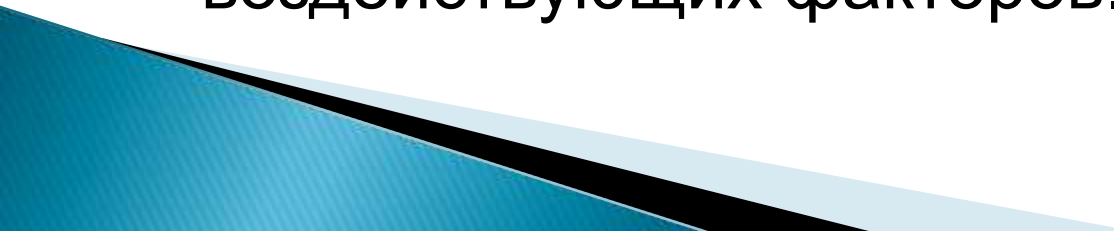
Управляемый эксперимент предполагает управляемость объекта исследований, которая определяется возможностью перевода объекта с наперед заданной точностью в любое из различных состояний, в котором он находится в течение требуемого промежутка времени.

При этом под состоянием объекта понимается все множество значений его характеристик и соотношений между ними, присущих ему в данный момент времени. В неуправляемом эксперименте наблюдатель пассивно фиксирует спонтанно протекающие процессы.



Различают также контролируемый и неконтролируемый эксперименты. В контролируемом эксперименте независимые переменные, воздействующие на объект исследования и называемые факторами, могут быть измерены с достаточно высокой точностью.


Неконтролируемый эксперимент характеризуется тем, что исследователь предполагает воздействие некоторых факторов внешней среды, но у него нет технической возможности произвести количественные измерения уровней воздействующих факторов.



В реальных условиях любой, даже самым тщательным образом организованный, эксперимент обладает свойствами неуправляемого неконтролируемого эксперимента. Никакая исследовательская установка не может быть полностью изолирована от воздействия факторов внешней среды.


Часть этих факторов может быть измерена, но сами факторы будут неуправляемы, другая же часть факторов не подлежит измерению и, таким образом, является неконтролируемой. К неконтролируемым факторам, как правило, относятся такие, как уровень солнечной радиации, естественный радиоактивный фон и магнитное поле Земли и т.п.

Данные факторы при проведении активных экспериментов, как правило, не учитываются.



Наличие неуправляемых и неконтролируемых факторов может привести к нарушению воспроизводимости результатов эксперимента в сериях – повторениях. *Воспроизводимость опыта* – одно из главных требований, предъявляемых при организации экспериментальных исследований.

Воспроизводимость означает, что в ходе проведения эксперимента различия в выходных результатах опытов, проводимых в условиях воздействия одних и тех же факторов на одних и тех же уровнях, обусловлены случайными факторами: погрешностью приборов, ошибками измерения, дрейфом параметров в экспериментальной установке.

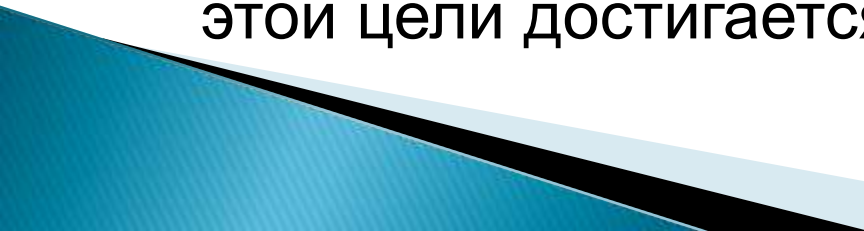


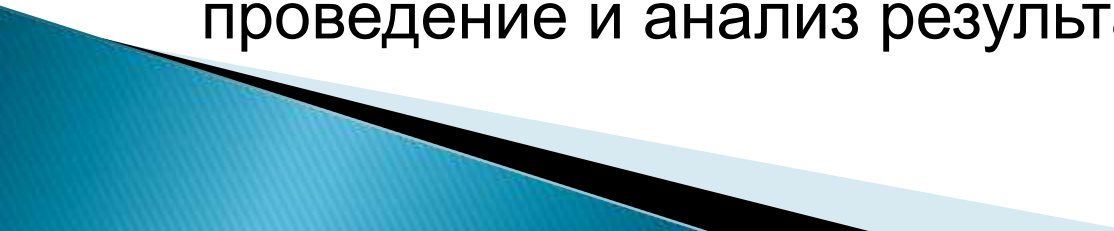
Если различия в выходных результатах велики и не объяснимы случайными воздействиями, это означает, что имеет место влияние неучитываемого фактора, которое ведет к нарушению воспроизводимости эксперимента.

Если неуправляемые факторы оказывают влияние на результат, получаемый в ходе эксперимента, то эксперимент будет активнопассивным.

Несмотря на большое разнообразие научно-технических экспериментов, отличающихся по физической природе, используемым техническим средствам и объему задач исследований, можно выделить их некоторые общие свойства.

1) Процесс экспериментальных исследований обязательно связан с непосредственным участием человека-исследователя и диктуется его интересами. Исследователь формулирует постановку задачи системного анализа, определяет план его проведения, разрабатывает алгоритм обработки результатов исследования и принимает решение о дальнейших действиях, т.е. человек определяет ход системных исследований на каждом из этапов его проведения.

- 2) Специфической особенностью экспериментов любой разновидности является наличие неопределенности, обусловленной уровнем априорной информации об исследуемом объекте и степенью ее достоверности. Основной целью проведения экспериментов является получение новых знаний, новой информации и соответственно понижение степени неопределенности.
 - 3) Результаты каждого эксперимента всегда имеют некоторый элемент неопределенности, который вносится ограниченностью экспериментального материала. Его оценка проводится путем статистического анализа результатов наблюдений. Если целью эксперимента является построение модели исследуемого процесса, то выполнение этой цели достигается с определенной точностью.
- 

- 4) Любой научно-технический эксперимент ведет к определенным действиям исследователя принятию решения по продолжению или прекращению исследований и заканчивается представлением результатов, формулировкой выводов, выдачей рекомендаций. Процесс принятия решений в экспериментальных исследованиях не удастся полностью формализовать даже в самых простых ситуациях.
- 5) Сложность объекта исследования определяется числом различных состояний, в которых он может находиться. Сложность объекта характеризуется уровнем его организации, степенью детерминированности. Какими бы сложными ни были те или иные эксперименты, по форме организации они мало различаются и включают в себя этапы планирования эксперимента, его проведение и анализ результатов.
- 

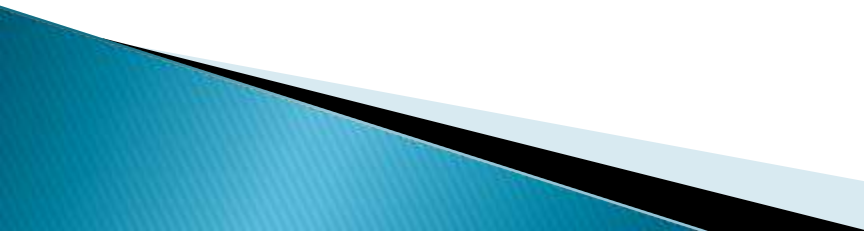
6) Общий принцип организации экспериментальных исследований системный подход. Элементами такой организации должны стать планирование эксперимента, исключение или учет случайных воздействий окружающей среды, анализ получаемых результатов с оценкой ошибок и их совокупного влияния, проверка приемлемости результатов и их интерпретация, представление полученных данных упорядоченном и наглядном виде. Повышению эффективности именно этих сторон процесса экспериментальных исследований должна способствовать его автоматизация.

2.3. Анализ экспериментальных данных

Результаты любого эксперимента фиксируют в той или иной форме, затем их используют с целью обработки. Операции сбора и обработки в одних случаях могут быть совмещены во времени, в других случаях обработка экспериментальных данных является самостоятельным этапом.

Практически совмещенными во времени сбор и обработка данных являются в автоматизированных системах управления научными исследованиями и комплексными испытаниями, проводимыми в реальном масштабе времени.


Отдельным этапом работ обработка данных выступает при проведении учебных экспериментов, на этапе обобщения результатов научных исследований, при проведении системного анализа.




Методы обработки экспериментальной информации зависят от того, какова модель, для уточнения которой проводится эксперимент. Фактически обработка экспериментальных данных это преобразование информации к виду, удобному для использования, перевод результатов наблюдений с языка измерений на язык уточняемой модели.

Модель, в свою очередь, может принадлежать к одному из двух типов: классификационным или числовым моделям. Тип моделей зависит от знаний об объекте, для которого строится модель.

Знания могут быть как первоначальными, приближенными, так и достаточно полными, хорошо структурированными, хотя и требующими уточнения. Классификационная модель носит качественный характер, хотя ней могут участвовать и количественные переменные. Например, классифицируют состояние объекта «работоспособен неработоспособен» по результатам численных измерений параметров.



Числовые модели отличаются от классификационных рядом особенностей:

- ❑ целевые признаки x_0 измеряются в числовых шкалах;
 - ❑ числа x_0 представляют собой функционалы или функции признаков переменных, которые не обязательно имеют числовые выражения;
 - ❑ в числовых моделях переменные могут зависеть от времени.
- 

Если в задаче классификации для получения экспериментальной информации необходимо организовывать наблюдения за группой однотипных объектов, то в задаче построения числовых моделей в качестве первичной информации могут присутствовать результаты длительных наблюдений за одним объектом или небольшой по объему группой однотипных объектов.

Числовые модели могут задавать связь между переменными как в виде параметрических, так и в виде непараметрических зависимостей.

Типичными задачами для числовых моделей являются задачи косвенных измерений и поиска экстремума.

