**Лекция 6. Моделирование как основной метод исследование систем**

**Вопросы:**

1. Понятие моделирования и модели;
2. Классификация моделей и видов моделирования;
3. Принципы и подходы к построению математических моделей.
4. **Понятие моделирования и модели**

**Моделированием** называют процесс исследования реальной системы, включающей в себя следующие этапы:

1. Построение модели;
2. Изучение свойств модели;
3. Перенос полученных сведений на моделируемую систему.

**Цели** моделирования:

1. Оценка эффективности решения;
2. Поиск оптимальных или близких к ним решений;
3. Определение свойств системы и их чувствительности к изменению значений характеристик;
4. Установление взаимосвязей между характеристиками системы;
5. Перенос информации во времени. Моделирование позволяет исследовать либо давно прошедшие процессы, либо процессы, которые будут происходить в будущем.

**Общими функциями** моделирования являются:

1. Описание;
2. Объяснение;
3. Прогнозирование поведения реальной системы.

В наиболее общей научной формулировке под **МОДЕЛЬЮ** понимается объект, который имеет *некоторое сходство* с другим объектом (оригиналом, прототипом) и служит средством описания, объяснения или прогнозирования поведения прототипа. Важнейшей чертой модели является то, что она даёт упрощённый образ, которая отражает не все свойства прототипа, а только те, которые существенны для проводимого исследования.э

Сложные системы характеризуются выполняемыми ими функциями, структурами и поведением во времени. Для отражения всех этих аспектов в рассмотрение вводят различные виды моделей: **структурные**, **функциональные** и **поведенческие**. Функциональная модель описывает совокупностью выполняемых системой функций и характеризует состав функциональных подсистем. В качестве такой модели можно привести эталонная модель открытых систем OSI. Структурная модель показывает отношение между элементами в виде связей (например, принципиальная электрическая схема). Поведенческая модель (событийная) описывает динамику функционирования системы, в ней обычно фигурируют состояния, события, переход из одного состояния в другое, условия перехода и т. д (пример, блок-схема алгоритма).

Моделирование играет особо важную роль в тех случаях, когда натурный эксперимент нецелесообразен или невозможен по причине сложности, существенных материальных затрат, длительности и т. д. Кроме того, натурное испытание систем связано с их разрушением, негативным воздействием на среду и т. д. В самом общем случае выделяют три основные области применения моделей:

1. **Обучение**. Здесь при обучении с помощью моделей есть высокая наглядность, отображаются различные объекты и передача сведений о них. В основном такие модели способны описать и объяснить систему.
2. В **начуных исследованиях**. Модели служат средством получения, фиксации и упорячения новой информации, обеспечивая тем самым развития теории и практики. Здесь они должны обеспечивать описание, объяснение и прогнозирование.
3. В **управлении**. Используются для обоснования решений. Такие модели должны обеспечивать описание, объяснение и, самое главное, предсказание поведения системы.
4. **Классификация моделей и видов моделирования**

Многообразие и сложность реальных систем, процессов, явлений предполагает, что при их исследовании должны применяться различные модели. Провести полную классификацию моделей затруднительно, и мы ограничимся классификацией с точки зрения реализации моделей. Модели могут быть реализованы с помощью **физических объектов**, **абстрактных объектов**, или путём их **сочетания**.

Соответственно, различают **физические** или вещественные, **абстрактные** или изобразительные, а также **смешанные** (комбинированные) модели.

1. **Физические модели**. Они находятся в отношении физического подобия к прототипам. Исторически этот тип появился первым. При физическом моделировании воспроизводят изучаемый оригинал с сохранением его физической природы. Физическое моделирование в чём-то напоминает, но имеет преимущество перед натурным экспериментом. Преимущество в том, что условия реализации моделей могут существенно отличаться от условий реализации прототипа. Кроме того, при физическом моделировании нет необходимости сохранять размеры сооружений, нагрузки на элементы конструкций. А это даёт выигрыш во времени и в стоимости исследования. Целесообразно использовать при исследовании сложных систем, для которых нет возможности получить математической описание с требуемой точностью, а получение необходимых характеристик порой невозможно. Среди физических моделей выделяют модели геометрического подобия и аналоговые модели. Объекты считаются геометрически подобными, если при соответствующем расположении можно добиться их совпадения за счёт одинаковой деформации линейных размеров. Такие модели отличаются от оригинала только масштабом, характеризуются большой конкретностью и наглядностью, но для сложных систем требуют больших затрат на создание.
2. **Аналоговые модели**. В таких моделях набор одних физических свойств используются для отображения наборов других физических свойств. Например, электрические процессы в колебательных контурах являются аналогом механических процессов в маятнике и наоборот. Для аналоговых моделей характерна меньшая специфичность, ими легче оперировать. Однако им присуща, как и моделям геометрического подобия, ограниченность исследования и невысокая точность получения результата. А попытки расширения возможности таких моделей приводят к их существенному усложнению.
3. **Абстрактные модели**. Для их построения используют знаки, входящие в алфавиты естественных и искусственных языков. Преимущества абстрактных моделей над физическими: их более простая реализация. Эти модели выступают удобным и компактным средством передачи информации во времени. Весь класс абстрактных моделей можно представить следующими подклассами: словестные модели, графические модели, математические модели.

Словестные модели подразумевают обычное описание. Универсальность, доступность, неоднозначность восприятия. Такие модели используются на начальном этапе исследования систем.

К графическим моделям относят графики, диаграммы. Как правило, они отражают количественные соотношение и дают возможность вести прогнозирование изменений параметров.

Математические модели представляют собой совокупность математических соотношений, описывающих изучаемую систему и позволяющих вести исследования математическими методами. Для построения таких моделей могут использоваться любые математические средства. Например, дифференциально-интегральное исчисление, теоряи множеств, теория вероятностей, математическая статистика и т. д. При исследовании систем они выполняют роль основного инструмента по количеству обоснованию решений. Они позволяют как оценивать решение, так и обеспечивают поиск оптимальных решений. Такие модели позволяют получать результаты, обладащие высокой точностью. И в последнее десятилетие эти модели всё чаще и чаще используются в практике и заняли доминирующее положение среди остальных в связи с ростом производительности вычислительной техники. Классификация математические моделей может проводиться по следующим признакам:

**Характер связи между входными и выходными данными.**

По этому признаку модели делят на детерминированные, вероятностные, неопределённые.

**По возможностям.**

Выделяют оценочные и оптимизационные модели. В оценочных моделях оценивается эффективность решения. Поиск оптимального решения возможен, но только методом итеративного синтеза. Примером оценочной модели может быть система массового обслуживания. Оптимизационные модели позволяют находить как оценку эффективности, так и оптимальный вариант системы. В частности, это модели математического программирования.

**По способу воспроизведения.**

Аналитические и статистические (имитационные). В аналитических моделях зависимости между параметрами системы и критериями эффективности имеют аналитический вид. Решение на основе такой модели получается в результате однократного выполнения действий без относительно к конкретных значениям характеристик (в общем виде). Удобно для выявления закономерностей. Однако такие модели удаётся строить для относительно простых систем. В случае усложнения моделируемых объектов резко усложаётся модель, либо приходится вносить упрощения. В имитационных моделях многократно воспроизводятся последовательность элементарных операций системы с использованием случайных выборок значений переменных в соответствии с их законами распределения. По ним проводится многократное определение выходных характеристик, а затем осуществляется статистическая обработка результатов. Эти модели позволяют учитывать большее число факторов, чем аналитические, не требуют грубых упрощений, однако их сложно стандартизовать.

**По учёту движения времени в модели.**

Выделяют статические и динамические модели. В первых не учитывается изменение параметров в зависимости от времени. Динамические модели строятся с учётом изменения параметров во времени.

**По типу параметров** модели могут быть дискретными и непрерывными.

**По применяемым математическим методам.**

Выделяют модели массового обслуживания, сетевые модели, игровые модели (теория игр), модели математического программирования.

1. **Смешанные** модели представляют собой сочетание физических и абстрактных моделей. Если система не поддаётся математическому описанию, она моделируется физически (качественно). Выбор типа модели для проведения исследования определяется целями исследования, характером исходных данных, уровнем изученности объекта и возможностями практчиеской реализации модели.

В настоящее время из всех типов моделей наиболее широкое применение находят математические модели.

1. **Принципы и подходы к построению математических моделей**