



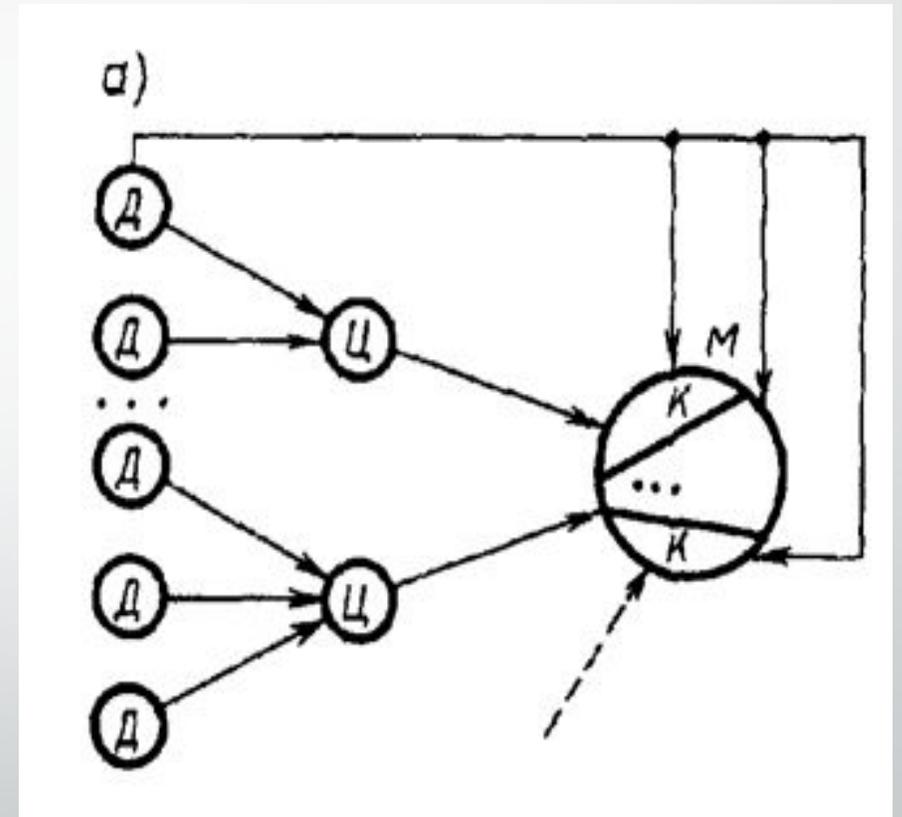
МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

Лекция №1

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ТЕОРИИ МОДЕЛИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

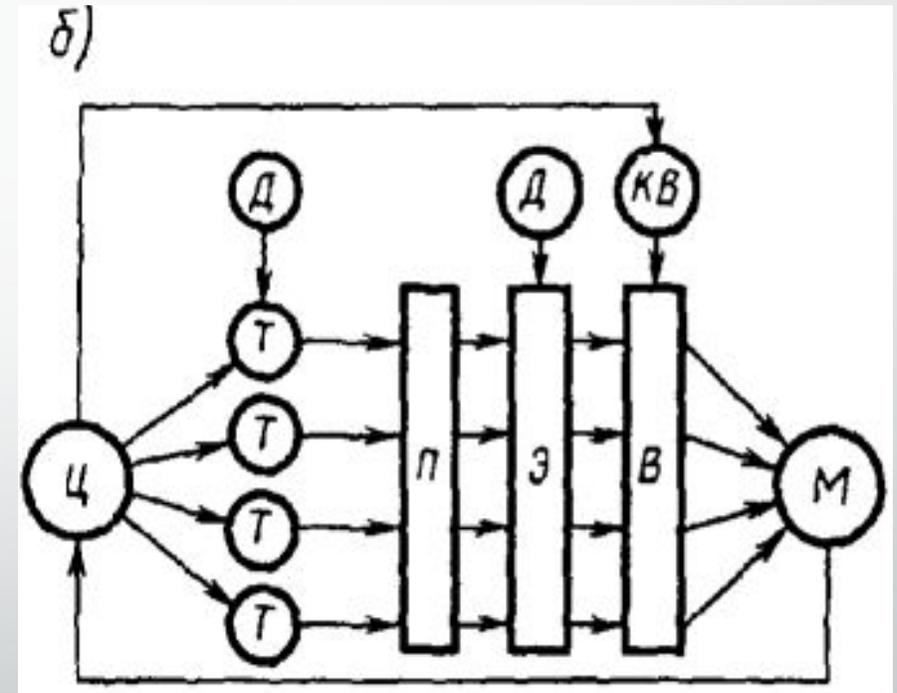
ПРИНЦИПЫ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА В МОДЕЛИРОВАНИИ СИСТЕМ

При *классическом* подходе реальный объект, подлежащий моделированию, разбивается на отдельные подсистемы, т. е. выбираются исходные данные D для моделирования и ставятся цели C , отображающие отдельные стороны процесса моделирования. По отдельной совокупности исходных данных D ставится цель моделирования отдельной стороны функционирования системы, на базе этой цели формируется некоторая компонента K будущей модели. Совокупность компонент объединяется в модель M (рис. 1.1а).



ПРИНЦИПЫ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА В МОДЕЛИРОВАНИИ СИСТЕМ

При *системном* подходе на основе исходных данных D , которые известны из анализа внешней системы, тех ограничений, которые накладываются на систему сверху либо исходя из возможностей ее реализации, и на основе цели функционирования формулируются исходные требования T к модели системы S . На базе этих требований формируются ориентировочно подсистемы $П$, элементы $Э$ и осуществляется наиболее сложный этап синтеза — выбор $В$ составляющих системы, для чего используются специальные критерии выбора $КВ$ (рис. 1.16).



ПРИНЦИПЫ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА В МОДЕЛИРОВАНИИ СИСТЕМ

Структурой системы называется совокупность связей между элементами системы, отражающих их взаимодействие. Существует ряд подходов к исследованию структуры системы с ее свойствами:

- при **структурном** подходе выявляются состав выделенных элементов системы S и связи между ними;
- при **функциональном** подходе оцениваются функции, которые выполняет система, причем под функцией понимается свойство, приводящее к достижению цели.

ОСНОВНЫЕ СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

1) на стадии *макропроектирования*:

- строится модель внешней среды;
- выявляются ресурсы и ограничения для построения модели системы S ;
- выбирается модель системы и критерии, позволяющие оценить адекватность модели M ;
- выбирается оптимальная стратегия управления.

ОСНОВНЫЕ СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

1) на стадии *микропроектирования*:

- обеспечивается создание информационного, математического, технического и программного обеспечений системы моделирования;
- устанавливаются основные характеристики созданной модели;
- оценивается время работы с системой;
- оцениваются затраты ресурсов для получения заданного качества соответствия модели процессу функционирования системы.

ПРИНЦИПЫ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА

- 1) пропорционально-последовательное продвижение по этапам и направлениям создания модели;
- 2) согласование информационных, ресурсных, надежности и других характеристик;
- 3) правильное соотношение отдельных уровней иерархии в системе моделирования;
- 4) целостность отдельных обособленных стадий построения модели.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМ

Эксперимент - некоторая процедура организации и наблюдения каких-то явлений, которые осуществляют в условиях, близких к естественным, либо имитируют их, при этом различают два вида эксперимента:

- *пассивный* эксперимент, когда исследователь наблюдает протекающий процесс,
- *активный* эксперимент, когда наблюдатель вмешивается и организует протекание процесса.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В МОДЕЛИРОВАНИИ

- создание модели M базируется на информации о реальном объекте;
- в процессе реализации модели получается информация о данном объекте,
- в процессе эксперимента с моделью вводится управляющая информация,
- существенное место занимает обработка полученных результатов.



ХАРАКТЕРНЫЕ ПРИЗНАКИ БОЛЬШИХ СИСТЕМ

1. Цель функционирования;
2. Сложность;
3. Целостность;
4. Неопределенность;
5. Поведенческая страта;
6. Адаптивность;
7. Организационная структура системы моделирования;
8. Управляемость модели;
9. Возможность развития модели.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ

- определение цели, заключающееся в постановке задачи изучения какой-либо стороны функционирования объекта,
- идентификация реальных объектов,
- выбор вида моделей,
- построение моделей и их машинная реализация,
- взаимодействие исследователя с моделью в ходе машинного эксперимента,
- проверка правильности полученных в ходе моделирования результатов,
- выявление основных закономерностей, исследованных в процессе моделирования.

КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ

1) по степени полноты модели делаются на:
ПРИЗНАКИ МОДЕЛИРОВАНИЯ

- полные,
- неполные,
- приближенные;

2) по характеру изучаемых процессов – на:

- детерминированные и стохастические;
- статические и динамические;
- дискретные, непрерывные и дискретно-непрерывные;

3) по форме представления объекта – на:

- мысленные,

КЛАССИФИКАЦИЯ ВИДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ



Рис. 1.2. Классификация видов моделирования систем

КЛАССИФИКАЦИЯ ВИДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ

Мысленное моделирование - единственный способ моделирования объектов, которые либо практически нереализуемы в заданном интервале времени, либо существуют вне условий, возможных для их физического создания, и делится на:

- 1) **наглядное** моделирование, при котором создаются различные наглядные модели, отображающие явления и процессы, протекающие в объекте, на базе:
 - **гипотетического** моделирования, когда исследователем закладывается некоторая гипотеза о закономерностях протекания процесса в реальном объекте, которая отражает уровень знаний исследователя об объекте;
 - **аналоговом** моделировании, основывающемся на применении аналогий различных уровней;
 - **макетировании** - построении мысленных макетов, базирующиеся на причинно-следственных связях между явлениями и процессами в объекте;

КЛАССИФИКАЦИЯ ВИДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ

2) **символическое** моделирование – искусственный процесс создания логического объекта, который замещает реальный и выражает основные свойства его отношений с помощью определенной системы знаков или символов, а именно:

- **знаковое** моделирование, когда вводится условное обозначение отдельных понятий, т. е. знаки, а также определенные операции между этими знаками;
- **языковое** моделирование, основывающемся на применении тезауруса, который образуется из набора входящих понятий, причем этот набор должен быть фиксированным;

КЛАССИФИКАЦИЯ ВИДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ

- 3) **математическое моделирование** – процесс установления соответствия реальному объекту математического объекта, называемого математической моделью, и исследование этой модели, для получения характеристик реального объекта, а именно:
- **аналитическое** моделирование, когда процессы функционирования элементов системы записываются в виде некоторых функциональных соотношений или логических условий и исследуются аналитическими, численными или качественными методами;
 - **имитационное (статистическое)** моделирование, при котором реализующий модель алгоритм воспроизводит процесс функционирования системы S во времени, причем имитируются элементарные явления, составляющие процесс;
 - **комбинированное** моделирование, при котором проводится предварительная декомпозиция процесса функционирования объекта на составляющие подпроцессы и для тех из них, где это возможно, используются аналитические модели, а для остальных подпроцессов строятся имитационные модели;

КЛАССИФИКАЦИЯ ВИДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ

Реальное моделирование – метод, при котором используется возможность исследования различных характеристик либо на реальном объекте целиком, либо на его части, работающих как в нормальных режимах, так и при организации специальных режимов для оценки интересующих исследователя характеристик. При этом различают:

- 1) *натурное* моделирование, т.е. проведение исследования на реальном объекте с последующей обработкой результатов различных экспериментов:
 - *научного*,
 - *производственного*, заключающегося в обобщении опыта, накопленного в ходе производственного процесса;
 - *комплексных испытаний*, заключающихся в обобщении результатов испытаний;

КЛАССИФИКАЦИЯ ВИДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ

2) **физическое** моделирование – метод, который отличается от натурального тем, что исследование проводится на установках, которые сохраняют природу явлений и обладают физическим подобием, и может протекать:

- в *реальном масштабе времени*;
- в *нереальном (псевдореальном) масштабе времени*;
- без учета времени;

Кибернетическое моделирование – метод, в котором отсутствует непосредственное подобие физических процессов, происходящих в моделях, реальным процессам. В этом случае стремятся отобразить лишь некоторую функцию и рассматривают реальный объект как **«черный ящик»**, имеющий ряд входов и выходов, и моделируют некоторые связи между выходами и входами.

ПРЕИМУЩЕСТВА ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

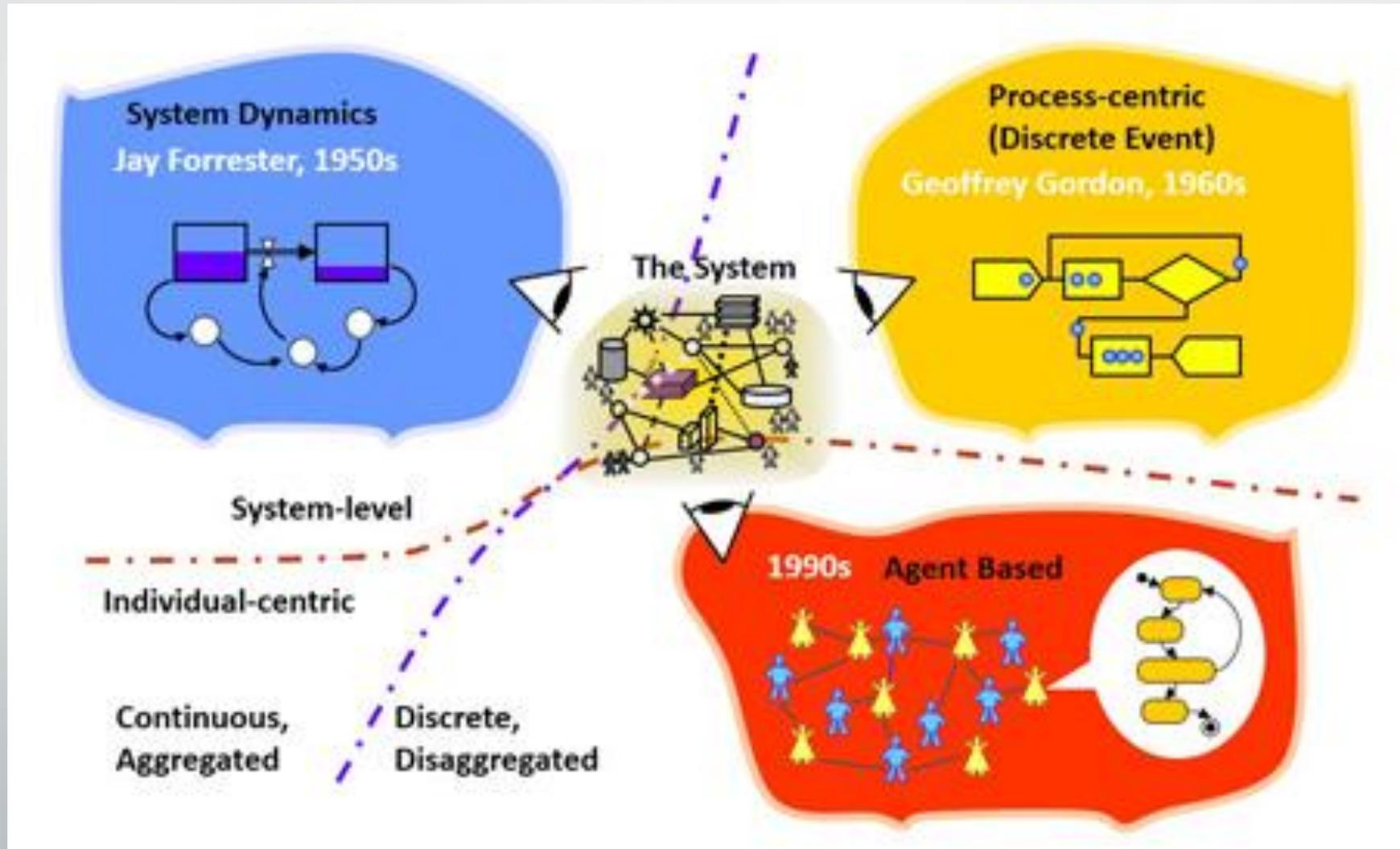
- **Стоимость.**
- **Время.**
- **Повторяемость.**
- **Точность.**
- **Наглядность.**
- **Универсальность** - имитационное моделирование позволяет решать задачи из любых областей:
 - производства,
 - логистики,
 - финансов,
 - здравоохранения и многих других

ПОДХОДЫ В ИМИТАЦИОННОМ МОДЕЛИРОВАНИИ

Рассматривая имитационное моделирование как средство решения проблем бизнеса, можно выделить четыре основных подхода:

- Метод статистических испытаний;
- Системная динамика, из которой иногда выделяют моделирование динамических систем;
- Дискретно-событийное моделирование (Процессно-ориентированное);
- Агентное моделирование.

ПОДХОДЫ В ИМИТАЦИОННОМ МОДЕЛИРОВАНИИ



МЕТОД СТАТИСТИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ

Статистическое (численное) моделирование.

Изначально оно появилось в теории случайных процессов и математической статистике как способ вычисления статистических характеристик случайных процессов путем многократного воспроизведения течения процесса с помощью модели этого процесса.

Этот подход к исследованию реального процесса был назван методом статистических испытаний (методом Монте-Карло).

Системная динамика

Системная динамика

- это подход имитационного моделирования, своими методами и инструментами позволяющий понять структуру и динамику сложных систем;
- это метод моделирования, использующийся для создания точных компьютерных моделей сложных систем для дальнейшего использования с целью проектирования более эффективной организации и политики взаимоотношений с данной системой.

Системная динамика предполагает высокий уровень абстракции и используется в основном для задач стратегического уровня.

Дискретно-событийное моделирование

«Дискретно-событийное» моделирование (discrete event modeling)

- это подход к построению имитационных моделей, предлагающий представить реальные действия событиями;
- это "процессное" моделирование, где динамика системы представляется как последовательность операций (прибытие, задержка, захват ресурса, разделение, ...) над некими сущностями (entities, по-русски - транзакты, заявки), которые пассивны, сами не контролируют свою динамику, но могут обладать определёнными атрибутами, влияющими на процесс их обработки.

Процессно-ориентированный (дискретно-событийный) подход используется в основном на операционном и тактическом уровне.

Агентное моделирование

Агентное моделирование

- это метод имитационного моделирования, исследующий поведение децентрализованных агентов и то, как это поведение определяет поведение всей системы в целом.
- это ряд взаимодействующих активных объектов, которые отражают объекты и отношения в реальном мире.

Спектр применения агентных моделей включает задачи любого уровня абстракции: агент может представлять компанию на рынке, покупателя, проект, идею, транспортное средство, пешехода, робота и т.д.

Примеры использования агентного моделирования

- Хороший пример использования агентного моделирования – потребительский рынок.
- Другой стандартный пример – это эпидемиология. Здесь агенты - это люди, которые могут быть иммунными, носителями инфекции, переболевшими или восприимчивыми к болезни.
- Задачи, связанные с:
 - логистикой,
 - производством,
 - цепями поставок,
 - бизнес-процессами

ВЫВОД:

- Если вы располагаете данными об индивидуальных объектах – используйте **агентное моделирование**.
- Если система может быть описана как процесс – используйте **дискретно-событийное моделирование**.
- Если у вас есть информация только о глобальных зависимостях – используйте **системную динамику**.
- Если системе присущи все эти особенности – **комбинируйте различные методы**.



СПАСИБО

ЗА

ВНИМАНИЕ