

Задорожный В.Н.

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ –

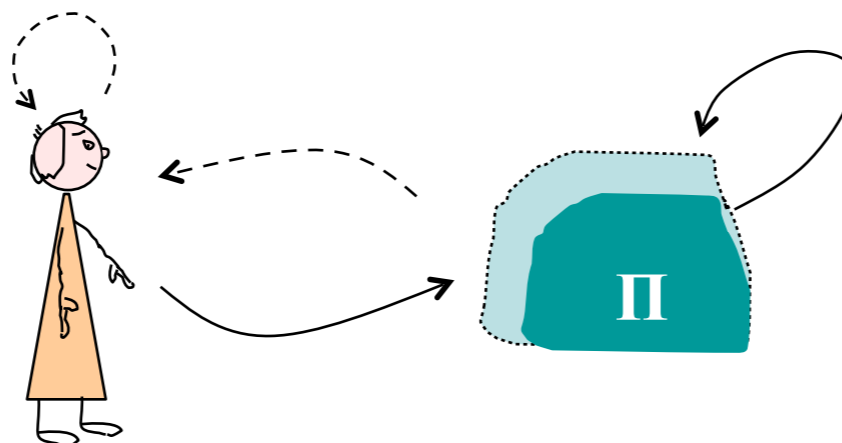
УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ЧИСЛЕННЫЙ МЕТОД С ВЫСОКОЙ ЦЕНОЙ ТОЧНОСТИ

ОмГТУ, каф. АСОИУ

1. Роль моделей в ИТ и АС

1.1. Деятельность как понятие, базовое в области ИТ

Понятие деятельности можно положить в основу фундаментальной работы, сводящей бесчисленное множество информационных технологий (ИТ) и автоматизированных систем (АС) к общему знаменателю.



Деятельность порождается проблемой.

В процессе деятельности Деятель Д воздействует на Предмет деятельности П.

Состояние П изменяется.

Деятель подвергается воздействию П.

Состояние Деятели изменяется.

Все воздействия включают энергетическую и информационную составляющие.

Деятельность включает познание и преобразование.

Все компоненты деятельности, включая цели и средства, в ходе ее изменяются.

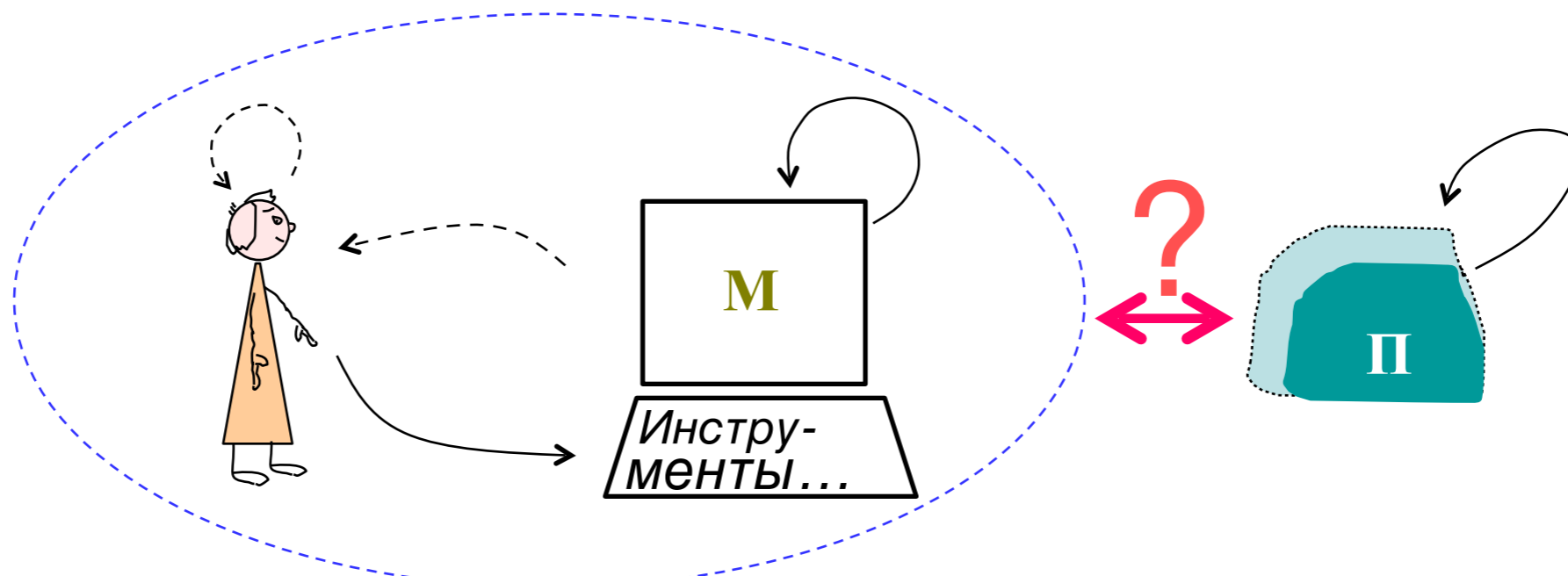
Деятельность итеративна.

Деятельность продолжается до разрешения породившей ее проблемы.

1.2. Модель как интеллектуальное ядро АС и ИТ

АС и ИТ

Автоматизированная система (АС) ставит на место П его модель М.



Для Деятеля Предмет деятельности П замещается его моделью М.

Эта замена частична и деятельность Д-М должна восполняться до деятельности Д-П. Восполнение деятельности Д-М до деятельности Д-П осуществляется:

- автоматическими взаимодействиями М-П;
- непосредственными взаимодействиями Д-П (остаточными).

Уровень автоматизации определяется объемом остаточных взаимодействий Д-П. «Генотип» АС определяется типом и особенностями автоматизируемой деятельности.

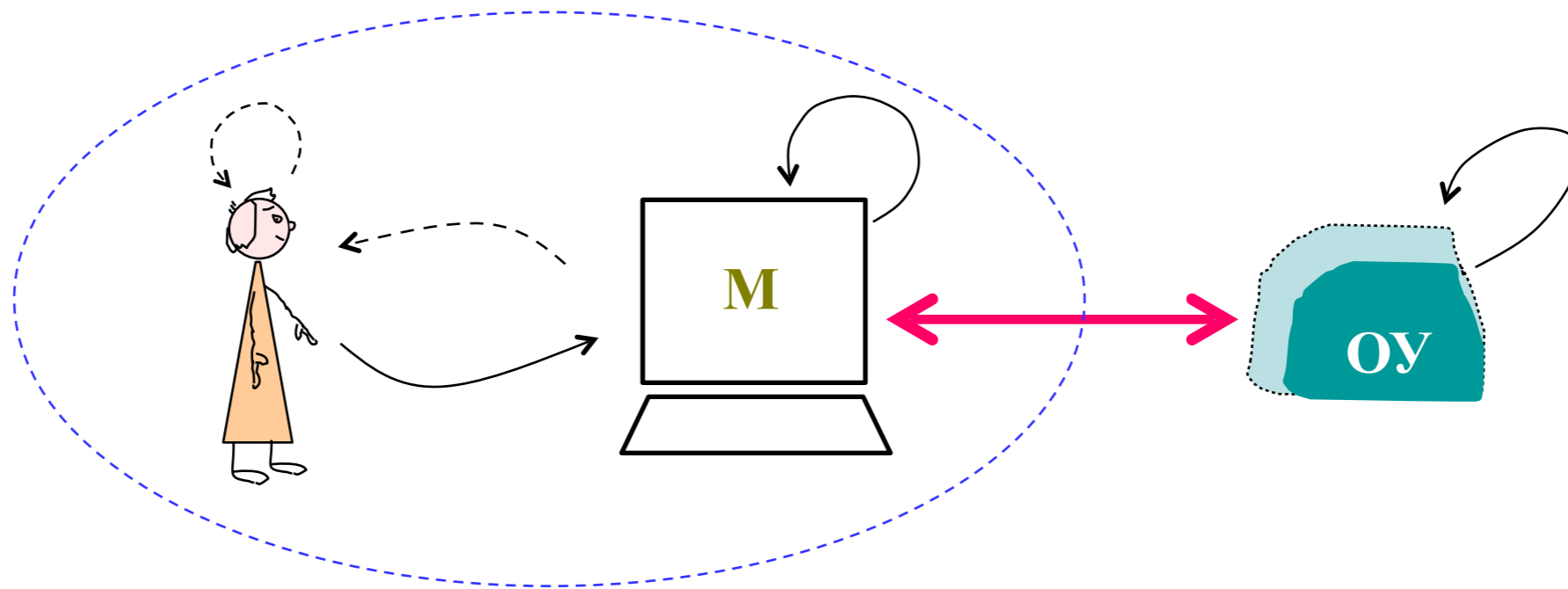
Сущность АС определяется сущностью деятельности Д-М.

Интеллектуальным ядром АС является модель М предмета деятельности П.

1.3. Сущность типичных АС и ИТ

АСУ ТП

В АС управления технологическими процессами (АСУ ТП) модель М формируется и отлаживается специалистами до ввода АС в действие.



Предметом деятельности является технологический процесс - объект управления (ОУ).

Содержанием деятельности является управление технологическим процессом.

Связь М-П – автоматическая, реализуется УСО - устройствами сопряжения с объектом, и включает датчики и исполнительные устройства.

Режимы функционирования и управления П расписаны и стандартизованы.

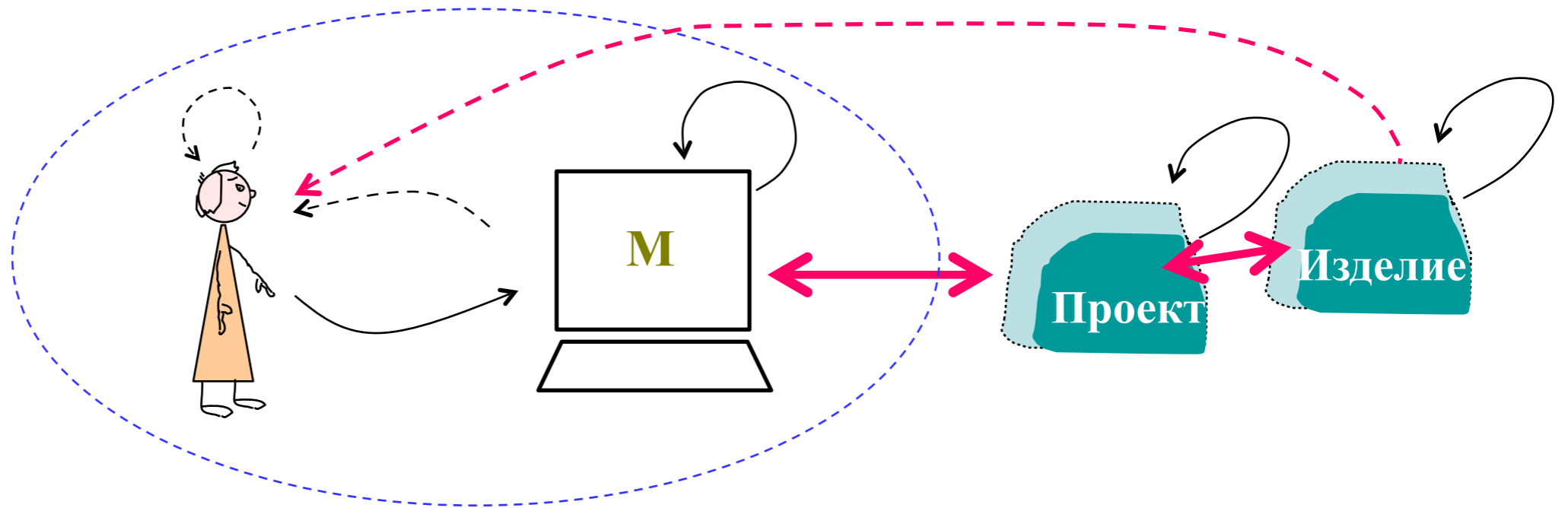
Модель представлена терминами, схемами и условными обозначениями, определенными соответствующими отраслевыми стандартами.

Деятель является оператором. Деятель использует существующую модель.

САП

Р

В системах автоматизированного проектирования (САПР) модель М формируется в процессе деятельности. Предметом деятельности является проект. Проект является моделью будущего материального изделия.



Таким образом, модель М является метамоделью будущего изделия. Содержанием деятельности является создание проекта. Связь М-П – автоматическая, реализуется подсистемами документирования (графопостроителями, принтерами ...).

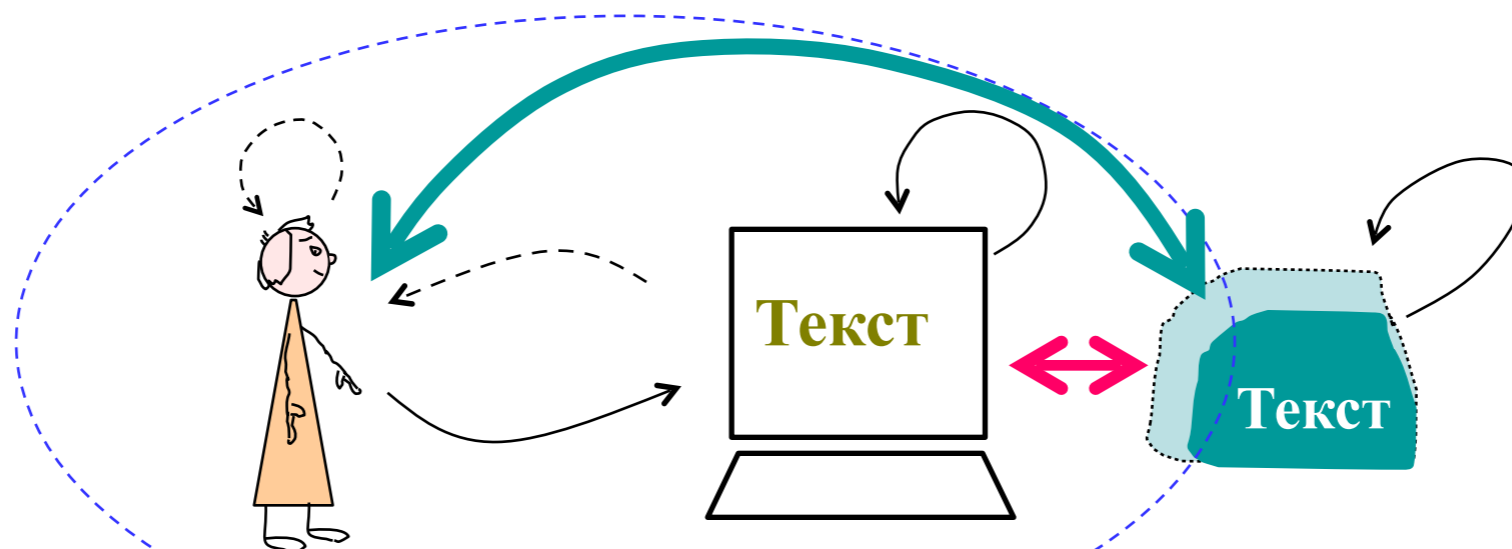
Методы и этапы создания и согласования П расписаны и стандартизированы.

Модель представлена терминами, схемами и условными обозначениями, определенными соответствующими отраслевыми стандартами.

Деятель – это инженер, он создает модель и использует типовые проектные решения (типовые составные части модели).

Популярные ИТ

Популярные ИТ отличаются от профессиональных ИТ своей «либеральностью». Модель М и предмет П имеют большое внешнее сходство.



Форма, цель и содержание деятельности не регламентируются жесткими стандартами. Деятель свободно перераспределяет свои взаимодействия между М и П.

АС автоматически трансформирует действия с М в действия с П.

Деятель – это пользователь. Его не очень интересуют различия между М и П.

Для того, чтобы стать пользователем, профессиональная подготовка не обязательна.

Популярные ИТ имеют массовое распространение.

Разработчики, поставщики, пользователи поп. ИТ - это субъекты сетевой экономики.

Поп. ИТ – это текстовые редакторы, электронная почта, электронные газеты, телеконференции. Интернет, магазины

2. Моделирование систем

2.1. Моделирование как метод познания

В общем случае использование моделей распространено очень широко.

Явно или неявно, сознательно или бессознательно, мы замещаем предметы деятельности их моделями едва ли не на каждом шагу.

Этим объясняется обилие определений моделирования в литературе и отсутствие определений общепризнанных.

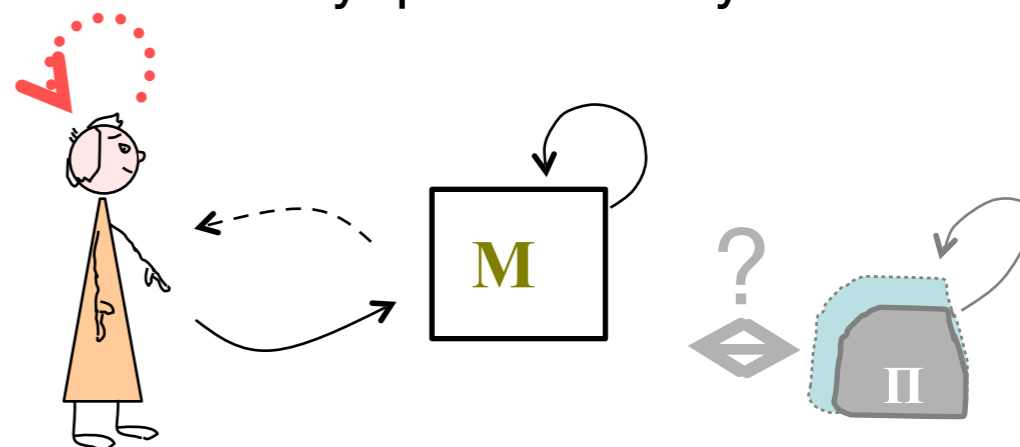
Одно из наиболее удачных определений формулируется следующим образом.

Моделирование – это представление системы с целью ее познания.

Такое определение распространено в современных англоязычных источниках. Оно далеко не полно. Конечные цели моделирования определяются целями деятельности. Целью может быть, например, оптимальное управление тушением лесного пожара в режиме реального времени.

Целью моделирования может быть изменение (информационное и силовое) деятеля. Такие цели ставятся в автоматизированных обучающих системах (АОС) и компьютерных тренажерах.

Ограничимся, однако, рамками вышеприведенного определения.



2.2. Модели, системы, теории...

Моделью может быть любой объект, если он находится в центре триады Д-М-П и используется в ней Деятелем с целью познания П (моделируемой системы).

Модель не обязана иметь сходство с моделируемой системой. Модель должна быть адекватна решаемой задаче. При этом условии чем проще модель, тем она лучше.

Модель не может быть истинной или ложной. Модель бывает полезной или непригодной.

Всякая компьютерная модель – это переформулированная математическая модель.

Всякая математическая модель – это мысленная модель.

Теория (дедуктивная) строит внутренне непротиворечивый язык, на котором формулируются модели.

Модель сложной системы формулируется на смеси языков нескольких теорий, имеющих разную аксиоматику.

Дискретность или непрерывность, детерминизм или случайность, не присущи «реальным» (находящимся вне математики) объектам.

Они являются математическими абстракциями и присущи языку, на котором формулируется модель, и который мы выбираем, исходя из соображений удобства описания.

Один и тот же «реальный» объект может быть одинаково точно описан дискретной или непрерывной, детерминированной или вероятностной моделью.

3. Имитационное моделирование

3.1. Предпосылки ИМ

1. Резко возросла сложность систем и задач, исследуемых прикладными науками. Для их адекватного описания и исследования не разработаны подходящие теории.
2. Различие между исследуемыми сложными системами становится столь велико, что разработать теорию более чем для одной системы становится немыслимо.
3. Потребовались подходы для быстрого формального описания любой системы «по частям», позволяющего воспроизводить ее поведение в численном виде и исследовать ее свойства с помощью соответствующих численных экспериментов.
4. Возможности вычислительной техники возросли настолько, что концепция «поэлементного» и «пооперационного» описания и численного «оживления» систем стала вполне реализуемой.
5. Успехи реализации этой концепции – т.е. концепции имитационного моделирования (ИМ) и спрос на соответствующие пакеты программ ИМ привели к быстрому развитию и распространению технологии ИМ практически во всех сферах применения ИТ.

3.2. «Четыре парадигмы» - четыре концепции ИМ

1. Непрерывное динамическое моделирование

Сводится к составлению и численному решению на компьютере обыкновенных дифференциальных уравнений (ДУ).

Составление ДУ, описывающих динамическую систему, **есть фиксация начального состояния системы и действующих в ней причинно-следственных связей.**

На этапе компьютерной имитации системы абстрактные бесконечно малые приращения времени dt заменяются конечными приращениями Δt . Имитация разворачивается как перемещение в математическом времени, последовательно воспроизводящее (в численном виде) действие причинно-следственных связей.

2. Системная динамика в смысле Форрестера

Непрерывные процессы описываются в терминах потоков и уровней в форме, близкой к конечно-разностным уравнениям. Причинно-следственные связи прослеживаются и воспроизводятся на концах конечных интервалов времени, например, **на конец (= начало) экономических суток.**

При заданном начальном состоянии системы ее поведение и свойства наблюдаются в течение необходимого времени.

Задачи анализа, оптимизации, прогнозирования решаются в численном виде посредством организации многократных прогонов модели.

3. Дискретно-событийное моделирование

ИМ определяется как дискретно-событийный способ описания и моделирования процессов, присущих системам массового обслуживания, системам с отказами и восстановлением элементов, дискретным производствам и т.д.

Компьютерное моделирование реализуется программой-симулятором – «движком», воплощающим действие механизма причинно-следственных связей.

Перемещение к новым моментам времени и новым состояниям системы осуществляется путём расчета ближайших следствий из проимитированных событий. Симулятор циклически повторяет заложенный в него способ точного вычисления событий-следствий и соответствующих моментов времени.

Перемещение во времени производится скачками, от события к событию.

4. Мультиагентное моделирование

Агенты – это объекты модели, интерпретируемые как независимые активные сущности, которые не управляются из единого центра, имеют ограниченную информацию о системе, и, преследуя свои цели (или реализуя свои функции), предпринимают соответствующие действия, выбираемые из ограниченного перечня.

Анализ показывает, что здесь целенаправленное поведение взаимодействующих «агентов», в конечном счете, также реализуется причинно-следственным механизмом продвижения во времени.

3.3. Преимущества ИМ

Анализ показывает, что все четыре «парадигмы ИМ» в действительности представляют собой лишь разные стадии развития одной и той же универсальной парадигмы – парадигмы причинно-следственного описания и исследования систем.

Универсальность и современная технологическая оснащённость ИМ обеспечивает ему следующие преимущества перед другими методами моделирования.

1. Гибкость и возможность моделирования систем на любом уровне детализации или абстракции.

2. Богатые средства взаимодействия экспериментатора с моделью.

Непосредственно в ходе имитационного эксперимента можно вводить дополнительные данные, конструировать новые информативные показатели, наблюдать графики изменения показателей и переменных, использовать видео или анимацию в реальном масштабе времени и качественно (не количественно) оценивать процессы на основании только наблюдения анимационной картины.

3. ИМ широко используется как системообразующее и наиболее ценное звено процессов принятия решений.

4. Формальная точность ИМ есть точность мат. моделирования.

При этом степень соответствия модели объекту не ограничена возможностями языка или метода, как при использовании специальных математических языков.

5. Технология ИМ является недостающим связующим звеном между «теоретиками» и «практиками» от управления.

3.4. Приглашения

Сайт GPSS.RU

Всероссийская конференция
ИММОД-2009, г. Санкт-
Петербург

Сайты кафедры АСОИУ ОмГТУ,
сайт конференции ИТиАУ-2009

3.5. Актуальные направления развития ИМ

1. Визуализация моделей с учётом стандартов, принятых в данной отрасли.
2. Анимация моделей в ходе имитации в режиме реального времени (с масштабированием или без него).
3. Совмещение нескольких уровней абстрагирования (многоуровневое моделирование).
5. Использование данных автоматизированного мониторинга сложных объектов управления и выработка путем ИМ соответствующих решений в реальном масштабе времени.
6. Использование ИМ (имитационных тренажеров) для обучения и повышения квалификации персонала.
7. Непрерывное развитие моделей путем добавления в библиотеки моделей новых типовых компонентов и методов.
8. Формирование коммуникационного пространства между специалистами.
4. Развитие методов аналитико-имитационного моделирования.

Библиографический список

1. Бунич А.Л., Гинсберг К.С., Добровидов А.В., Затуливетер Ю.С., Прангишвили И.В., Смолянинов В.В., Сухов Е.Г. Параллельные вычисления и задачи управления (аналит. обзор) // Автоматика и телемеханика. 2002. №12. – С. 3-23.
2. Новосельцев В.Н., Яшин А.И. Новые горизонты математического моделирования // Тр. Междунар. конф. «Параллельные вычисления и задачи управления» (РАСО' 2001). Москва. 2-4 окт. 2001. М.: ИПУ РАН, 2001. Раздел 1. – С.214-244.
3. Гинсберг К.С. Системные закономерности и теория идентификации // Тр. Междунар. конф. «Параллельные вычисления и задачи управления» (РАСО' 2001). Москва. 2-4 окт. 2001. М.: ИПУ РАН, 2001. Раздел 1. – С.103-120.
4. Гинсберг К.С. Неклассическая модель структурной идентификации // Тр. Междунар. конф. «Параллельные вычисления и задачи управления» (РАСО' 2001). Москва. 2-4 окт. 2001. М.: ИПУ РАН, 2001. Раздел 1. – С.121-140.
5. Шрайбер Т.Дж. Моделирование на GPSS / Пер. с англ. /Пер. В. И. Гаргера, И. Л. Шмуйловича; Ред. М. А. Файнберг. – М.: Машиностроение, 1980. – 592 с.
6. Киндлер Е. Языки моделирования. – М.: Энергия, 1985.
7. Бахвалов Л.: Компьютерное моделирование – длинный путь к сияющим вершинам?// Компьютера. – 1997. – №40(217). – С26-36.
8. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем: учеб. для вузов. – М.: Высш. Шк., 2001. – 343 с.
9. Форрестер Дж. Мировая динамика. – М.: АСТ, 2003. – 379 с.
10. Борщёв А.В. Практическое агентное моделирование и его место в арсенале аналитика // Exponenta Pro, №3-4, 2004. (См. <http://www/gpss.ru/index-h.html>).

11. Карпов Ю.Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 400 с.
12. Материалы II Всероссийской конференции (ИММОД-2005). С.-Петербург, ФГУП ЦНИИ ТС. 19-21 окт. 2005. Т.1 – 306 с., Т.2 – 308 с.
13. Материалы III Всероссийской конференции (ИММОД-2007). С.-Петербург, ФГУП ЦНИИ ТС. 17-19 окт. 2007. Т.1 – 326 с., Т.2 – 306 с.
14. Поляк Ю.Г. Вероятностное моделирование на ЭВМ. – М.: Сов. Радио, 1971. – 400 с.
15. Соболев И.М. Численные методы Монте-Карло – М., 1973. – 212 с.
16. Нейлор Т. Машинные имитационные эксперименты с моделями экономических систем. – М.: Мир. – 1975.
17. Клейнен Дж. Статистические методы в имитационном моделировании: Пер. с англ. / Под ред. Ю.П. Адлера и В.Н. Варыгина. – М.: Статистика, 1978. – Вып.1. – 221 с.; вып.2. – 335 с.
18. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем – искусство и наука – М.: Мир, 1978. – 418 с.
19. Ермаков С.М., Михайлов Г.А. Статистическое моделирование. – 2-е изд., доп. – М.: Наука, 1982. – 296 с.
20. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. – М.: Наука, 1988. – 600 с.
21. Коваленко И.Н., Кузнецов Н.Ю. Методы расчёта высоконадёжных систем. – М.: Радио и связь, 1988. – 176 с.
22. Кутузов О.И., Задорожный В.Н. Аналитико-статистический метод для расчета высоконадёжных систем связи / Техника средств связи. Техника проводной связи. – 1990. – Вып. 1. – С. 121-130.

23. Петров А.А. Экономика модели. Вычислительный эксперимент. – М.: Наука, 1996. – 250 с.
24. Рыжиков, Ю. И. Имитационное моделирование. Теория и технологии. – СПб.: КОРОНА принт; М.: Альтекс-А, 2004. – 384 с.
25. Петров А.А. и др. ЭКОМОД – Интеллектуальный инструмент разработки и исследования динамических моделей экономики / А.А. Петров, И.Г. Поспелов, Л.Я. Поспелова, М.А. Хохлов // Материалы II Всероссийской конференции (ИММОД-2005). С.-Петербург. 19-21 окт. 2005. ФГУП ЦНИИ ТС. Т.1. – С. 32-41.
26. Задорожный В.Н. Методы двухуровневого моделирования систем с очередями // Труды VII Международной конференции «Идентификация систем и задачи управления» SICPRO'08 Москва 28-31 января 2008 г. – С. 1484-1563.
27. Задорожный В.Н. Анализ систем с приоритетами методом декомпозиции. – Омский научный вестник, 2005. – № 3(32) – С.126-132.
28. Толуев Ю.И. Применение имитационного моделирования для исследования логистических процессов // Материалы II Всероссийской конференции (ИММОД-2005). С.-Петербург. 19-21 окт. 2005. ФГУП ЦНИИ ТС. Т.1. С. 71-76.
29. Лычкина Н.Н. Современные технологии имитационного моделирования и их применение в информационных бизнес-системах и системах поддержки принятия решений // (там же) С. 25-31.
30. Акимов С.В. Методология создания имитационных моделей класса объектов // (там же) С. 77-80.
31. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования: Учеб. для вузов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. – 360 с.

32. Задорожный В.Н., Семёнова И.И. Управление сложными техническими объектами и парадигмы имитационного моделирования / Омский научный вестник, 2006. – № 6(41) – С.102-108.
33. Задорожный В.Н. Имитационное и статистическое моделирование (учебн. пособие). – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2007. – 132 с.
34. Задорожный В.Н. Общая статистическая структура простейших клеточных автоматов. – Омский научный вестник, 2005. – № 2(31) – С.150-156.
35. Задорожный В.Н., Юдин Е.Б. Мультиагентный подход в имитационном моделировании клеточных автоматов и сетевых структур / Материалы III Всероссийской конференции ИММОД-2007. – СПб: ФГУП ЦНИИ ТС, Т.II. – С. 72-77.
36. Задорожный В.Н., Литунов С.Н., Штриплинг С.Л. К вопросу о проблеме муара при воспроизведении изображений печатными способами. – Известия высших учебных заведений. Проблемы полиграфии и издательского дела, 2007. – № 1. – С. 30-39.
37. Плакс Б.И. Расчет надежности систем со сложной структурой ускоренным методом Монте-Карло // Изв. АН СССР. Техн. Кибернетика. – 1983. – №6 – С. 158-162.
38. Коваленко И.Н., Кузнецов Н.Ю. Методы расчета высоконадежных систем. – М.: Радио и связь, 1988. – 176 с.
39. Кутузов О.И., Задорожный В.Н. Аналитико-статистический метод для расчёта высоконадёжных систем связи // Техника средств связи. Сер. Техника проводной связи. – Л., 1990. – Вып. 1. – С. 121- 130.