

Использование методов математического моделирования в гуманитарных науках.

- Белотелов Н.В., Бродский Ю.И.

ТЕПЛОВЫЕ СТРУКТУРЫ И ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ ДЛИНА В СРЕДЕ С НЕЛИНЕЙНОЙ ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬЮ И ОБЪЕМНЫМ ИСТОЧНИКОМ ТЕПЛА

А.А.Самарский, Н.В.Змитриенко С.П.Курдюмов, А.П.Михайлов (1978)

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial r} \left(k_0 T^\sigma \frac{\partial T}{\partial r} \right) + q_0 T^\beta$$

$$t > t_0, T(t, r) = T(r), k_0, q_0, \sigma, \beta > 0$$

«Вычислительные эксперименты с моделями позволяют подробно и глубоко изучать объекты в достаточной полноте, недоступной чисто теоретическим подходам (преимущества эксперимента). Данный подход кратко выражается триадой **«модель – алгоритм – программа»**

А.П.Михайлов, А.П.Петров

«Математические модели системы

«человек – общество»

Моисеев Н.Н. – академик АН СССР

- «Взаимосвязь людей по мере развития цивилизации настолько усиливается, что решение многих практических вопросов не позволяет ограничиваться изучением ситуаций, локализованных в каком-либо одном регионе земного шара. Интерес к проблемам глобального характера вполне оправдан ролью, которую они сегодня играют в жизни общества. «Глобальный» подход превращается постепенно в большое самостоятельное научное направление. Оно охватывает не только проблемы, относящиеся к естественным наукам (проблемы климата, глобальная циркуляция океана, биогеохимические циклы). Сегодня глобальными проблемами начали заниматься и представители общественных наук, и прежде всего, экономисты, обеспокоенные возможным истощением природных ресурсов.»



«Каждый индивидуум в своей личной и общественной жизни использует модели для принятия решений. Мысленный образ мира, окружающего нас, есть модель. Мысленный образ — это модель. Даже когда обсуждается какая-то определенная тема, каждый участник разговора использует разные мысленные модели, посредством которых интерпретирует предмет беседы. Если человек хочет улучшить поведение системы, он думает о том, какое действие следует предпринять, чтобы ее изменить. Однако этот процесс часто приводит к ошибкам. Человеческий ум в высшей степени приспособлен к анализу элементарных сил и действий, составляющих систему, и очень эффективен при идентификации структуры сложной ситуации. Но опыт показывает, что наш разум не приспособлен для оценок динамических последствий в тех случаях, когда части системы взаимодействуют друг с другом.».

(Дж. Форрестер, «Мировая динамика»)

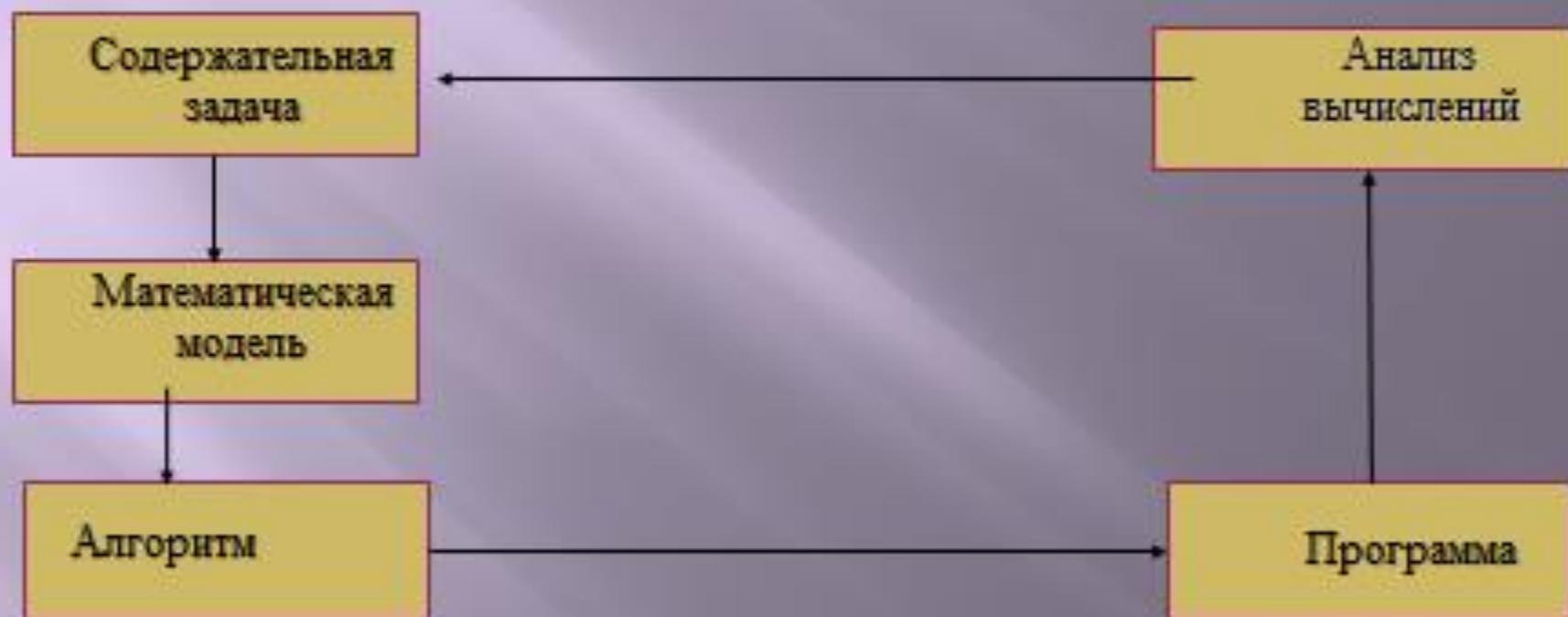
Невозможно экспериментировать без предвзятой идеи. Всякий носит в себе свое миропредставление, от которого не так-то легко освободиться. Наш язык пропитан предвзятыми идеями и этого нельзя избежать; притом эти предвзятые идеи неосознанны, и поэтому они в тысячу раз опаснее других

А.Пуанкаре

Необходимая для объективного описания однозначность определений достигается при употреблении математических символов, именно потому, что таким способом избегают ссылки на сознательный субъект, которыми пронизан повседневный язык.

(Н.Бор «Единство знаний» 1955)

Этапы моделирования



Математика ставит эксперимент

Н.Н.Моисеев

Эксперимент, рассуждение по аналогии, все это остается, все это сохраняет свою эвристическую ценность и в общественных науках. Просто исчезает та прямолинейность трактовок, к которым мы привыкли в естественных науках.

Диалог – это такой же алгоритм оптимизации, только более сложный , поскольку он содержит «биологическое звено» - человека.

Анализ процесса, его исследование – это всегда диалог.

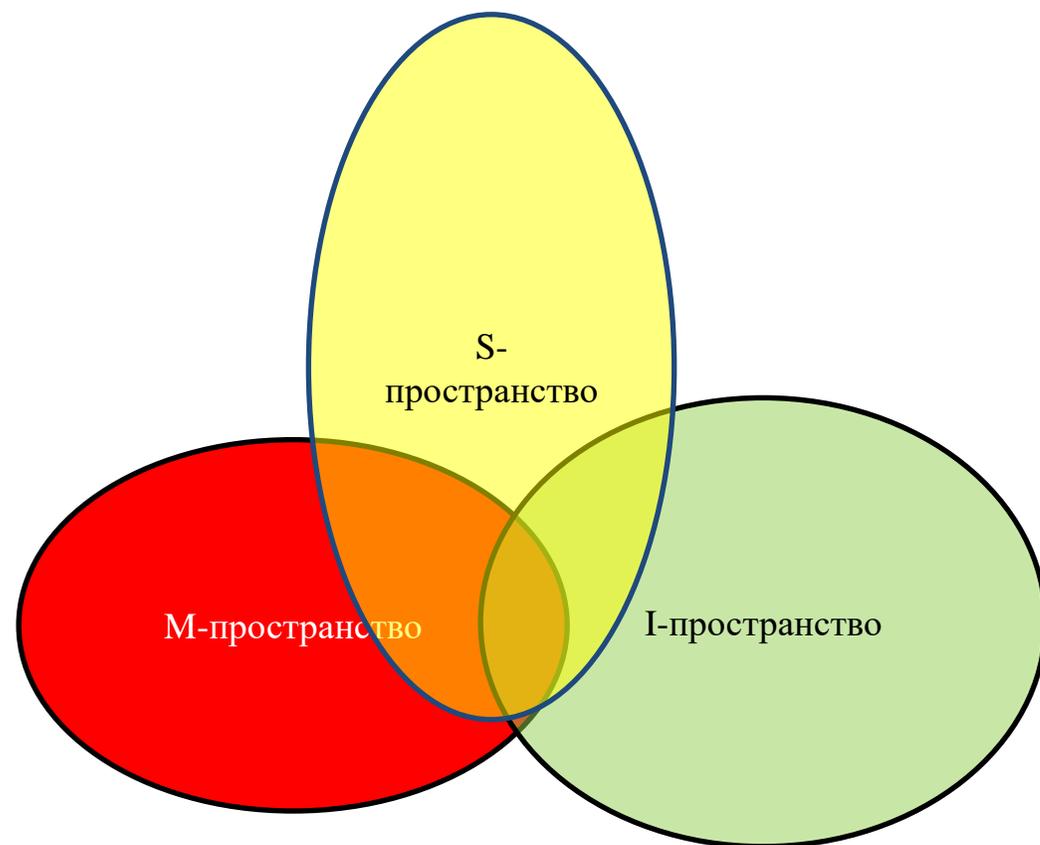
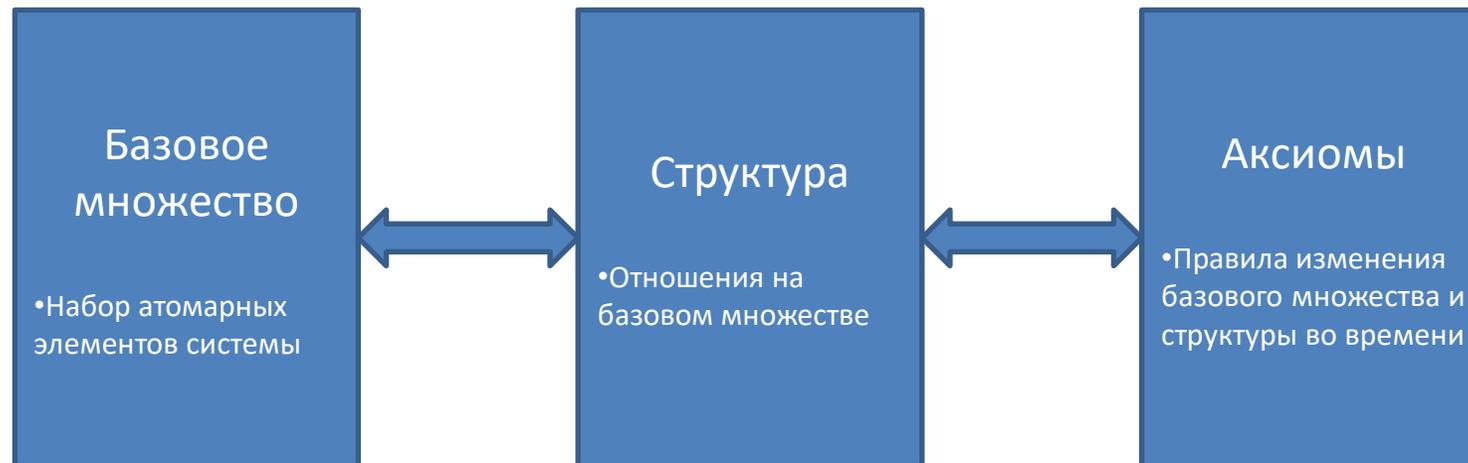


Схема взаимодействия пространств (матрикс)

Структура рассматриваемых систем



Жертва и культ

Культ – основа
культуры

П.А. Флоренский

- В сложной системе вместо законов сохранения, характерных для замкнутых физических систем, имеет место сохранение законов (инвариантов и структуры), на это жертвуется часть ее мощности. «Жертвою стоит мир».
- Необходима система периодических мероприятий программирования аксиом – культ. Это основа поддержания желательного коллективного поведения – культуры.

Самоорганизация сложной системы: она сохраняет законы своего существования

- Почему открытая сложная система «та же самая», если ее базисные множества все время меняются? – Сохраняются ее структура и инварианты.
- Поддержание потенциала динамического равновесия сложной системы (экономика).
- Поддержание структуры отношений агентов внутренней и внешней (политика).
- Культ (система идеологических мероприятий) поддержания структуры и инвариантов сложной системы

Сложная система, не способная поддерживать потенциал динамического равновесия, перестанет существовать в прежнем качестве. Двигатель остановится, предприятие обанкротится, злостного неплательщика выселят из жилья. Ее базисные множества скорее всего достанутся за бесценок более успешным системам.

Что происходит со сложной системой, неспособной сохранять свои аксиомы-инварианты – мы наблюдаем последние 65 лет истории нашей страны.

Итерации выполняются по схеме

$$\vec{X}_i(t) = (x_{i,1}, x_{i,2}, \dots, x_{i,N})^T$$

$$\vec{X}_i(t+1) = (x_{i,1}, x_{i,2}, \dots, x_{i,N})^T$$

$$\vec{X}_i(t+1) = \vec{X}_i(t) + \vec{V}_i(t)$$

$$\vec{V}_i(t) = b_l \vec{V}_i'(t) + \vec{U}(0, b_c) \otimes (\vec{X}_i^*(t) - \vec{X}_i(t)) + \vec{U}(0, b_s) \otimes (\vec{X}_i^{**}(t) - \vec{X}_i(t))$$

b_l, b_c, b_s - свободные параметры, $\vec{V}_i(t)$ - вектор приращения координат частицы. $\vec{V}_i'(t) = \vec{V}_i(t-1)$

\vec{X}_i^* - вектор координаты частицы соответствующей её наилучшему значению фитнес-функции за

время поиска

$$\min_{t \in [0, t_*]} \varphi(\vec{X}_i(t)) = \varphi(\vec{X}_i^*(t)), \quad \vec{X}_i^{**}(t) = \min_{j \in N_i} \varphi(\vec{X}_j^*(t)) = \varphi(\vec{X}_i^{**}(t))$$

Первое слагаемое в формуле (3.2) обозначаем V_i^I . Это слагаемое получило название *инерционной компоненты*, выполняющей функции памяти частицы о ее перемещении на предыдущей итерации. Компонента предотвращает сильные скачкообразные изменения направления движения частицы.

Второе слагаемое в той же формуле обозначаем V_i^C . Слагаемое называют *когнитивной компонентой*, поскольку оно формализует тенденцию частицы s_i вернуться из текущего положения X_i в положение X_i^* , в котором она имела на предыдущих итерациях наилучшее значение фитнес-функции. Эта компонента представляет собой случайный вектор, который, при равных значениях составляющих вектора $U_{|X|}(0; b_C)$, направлен из точки X_i в точку X_i^* и длина которого пропорциональна евклидову расстоянию между этими точками. Данная компонента реализует функцию памяти частицы о своем наиболее оптимальном положении.

Третье слагаемое формулы (3.2) обозначаем V_i^S . Данное слагаемое именуется *социальной компонентой*. Компонента отражает стремление частицы s_i переместиться в направлении своей наиболее успешной соседней частицы s_i^{**} .

Дородницын А.А. – академик АН СССР

Построение математической модели – это прежде всего определение структуры оператора, а для этого алгоритмов нет...

«Моделист» находится в плену существующей математики: он пытается описать явления в новых областях с помощью известных математических структур – в основном дифференциальных уравнений, иногда с введением конечно-разностных соотношений.... только создание новой математики – дифференциального и интегрального исчисления – позволило сформулировать математическую модель движения...задачу внедрения информатики в «описательные» науки я считаю одной из важнейших, быть может самой важной проблемой близкого будущего.

«Информатика, предмет и задачи» (1984 г.)



Благодарю за внимание!