Библиотека компьютерных моделей для социологов.

Студент группы 5130202/00201: Козлова Елена Александровна

Научный руководитель: Сениченков Юрий Борисович

Актуальность

- Интерес социологов к коммуникациям с математическим и компьютерным моделированием
- Отсутствие специальных знаний
- Сложность в самостоятельном изучении

Задачи, которые решались в ходе исследования:

- Выбор наиболее распространенных моделей для реализации.
- Классификация этих моделей.
- Реализация в среде моделирования AnyDinamics.
- Составление методического пособия для будущего использования моделирования социологами.

ГЛАВА 3. РУКОВОДСТВО

ПО МОДЕЛИРОВАНИЮ СОЦИАЛЬНЫХ

ПРОЦЕССОВ

3.1. Однокомпонентные динамические системы.

Простейшие модели в среде AnyDynamics представлены как "Непрерывные системы", в которые включены как классические динамические системы (системы обыкновенных дифференциальных уравнений, разрешенные относительно производных, с заданными начальными условиями и гладкой правой частью, гарантирующей существование и единственность решения), так и приводимые к ним системы (например, системы вида $M(x) * \frac{dx}{dt} = f(x)$, где $\frac{dx}{dt} = y$, и системы алгебро-дифференциальных уравнений).

3.1.1. Модель логистического роста.

Математическое описание.

Модель логистического роста впервые предложенная как модель роста народонаселения в 1838 бельгийским математиком П. Ф. Ферхюльстом. В основе этой модели лежит очень простое предположение, а именно константа собственной скорости популяции r и коэффициент b – коэффициент внутривидовой конкуренции. Величина $K = \frac{r}{b}$.

$$x(t) = \frac{K \cdot x_0 \cdot e^{rt}}{K - x_0 + x_0 \cdot e^{rt}}$$

Предположим, что наша модель имеет следующие начальные значения:

Начальная численность $x_0 = 10$, емкость среды K = 1000, скорость роста r = 0.5.

Структура руководства

- Тип модели
- Математическое представление
- Реализация модели в AnyDinamics
- Обзор результатов моделирования
- Библиотека моделей для модификации

3.1.2. Модель SIR

Модель SIR (Susceptible-Infectious-Recovered) представляет собой одну из ключевых математических моделей, используемых для анализа и прогнозирования распространения инфекционных заболеваний.

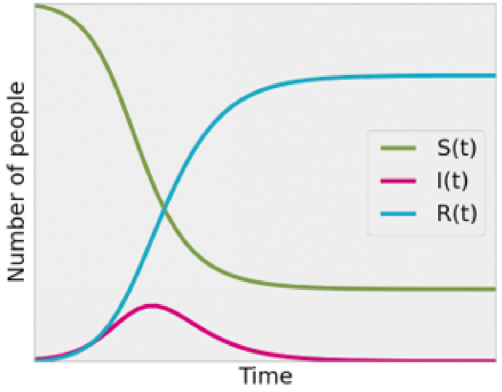


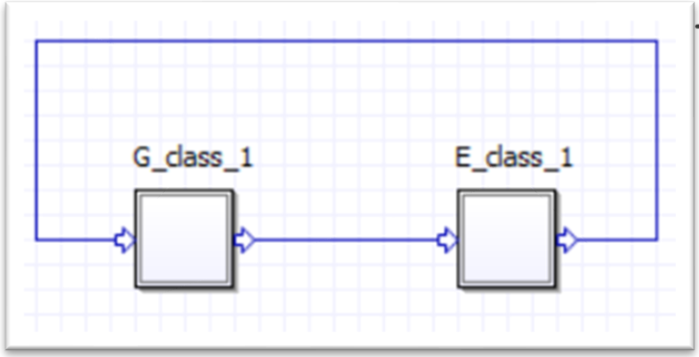
Рис. 6. График распространения инфекций [20].

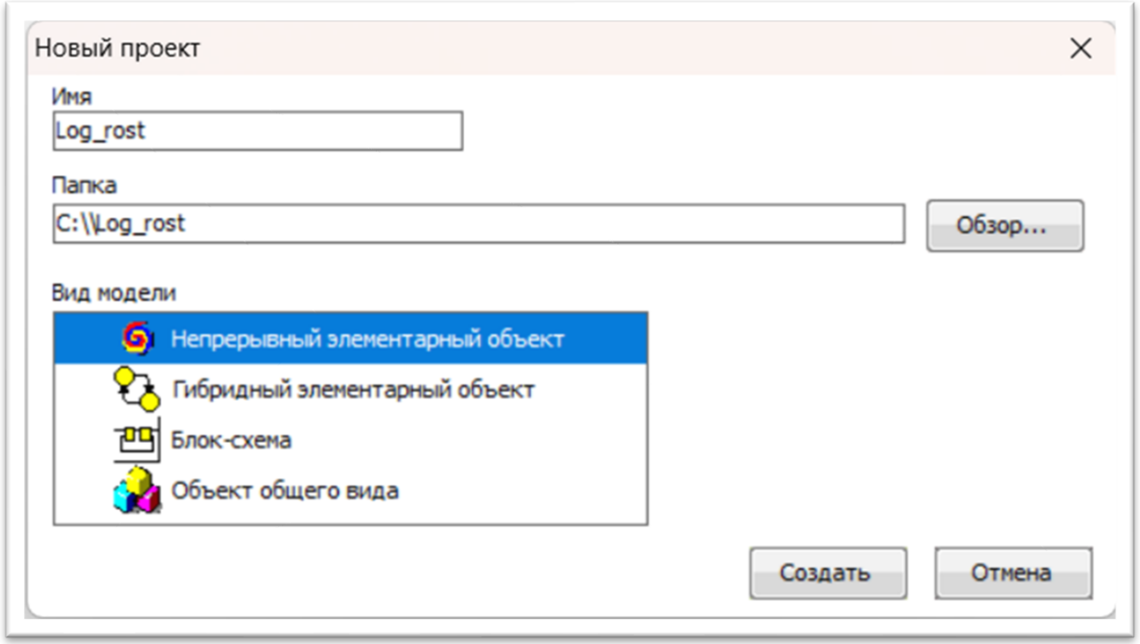
В данной работе мы представим эту модель в качестве модели распространения слухов, поскольку данное социологическое явление можно описать таким же образом. Далее представим детальное математическое описание модели SIR, рассмотрим ее основные компоненты и применения в этой области.

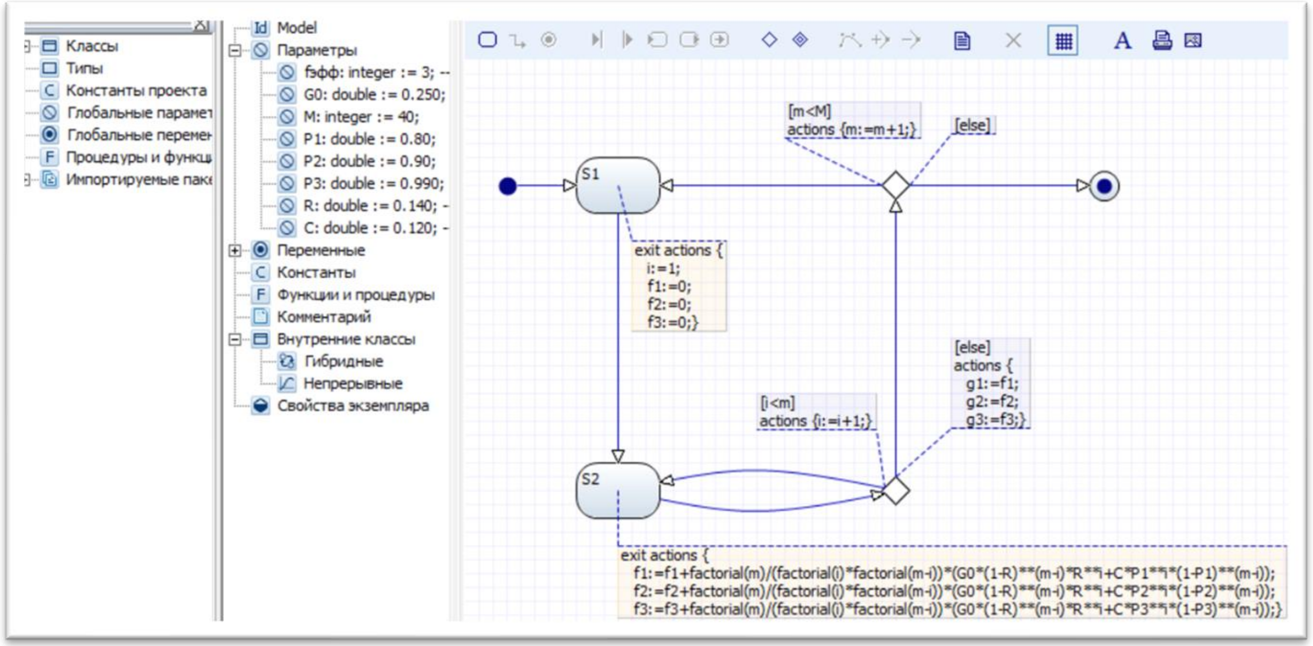
- ***Математическое описание.***
- ***Описание модели в AnyDinamics.***
- ***Результаты моделирования.***

Классификация моделей

- **Однокомпонентные непрерывные**
- Однокомпонентные дискретные
- Многокомпонентные с входами-выходами



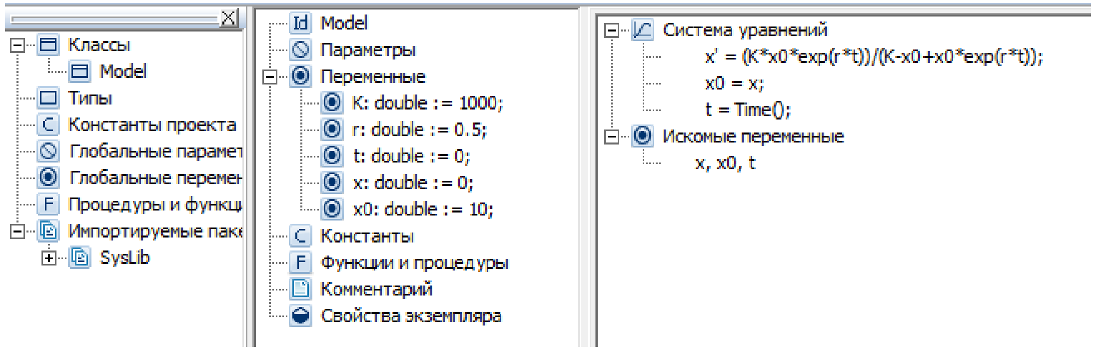


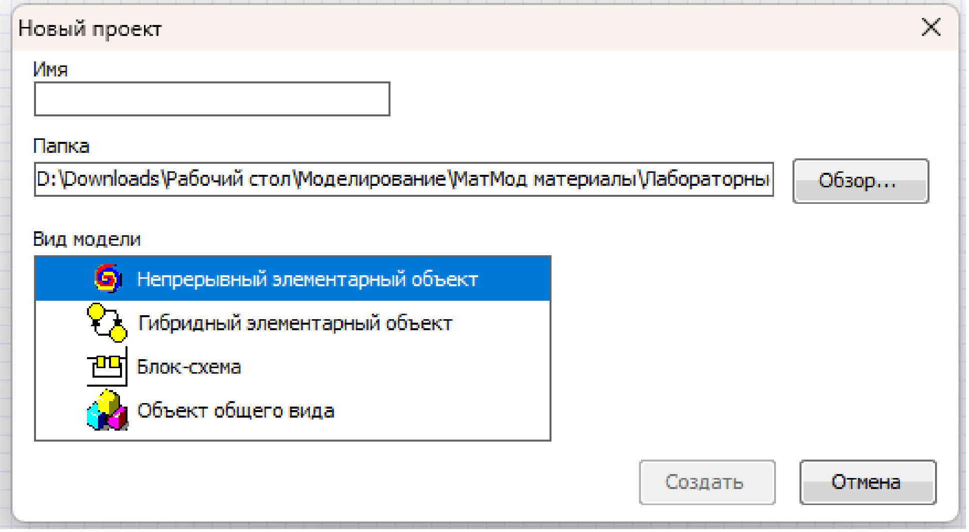


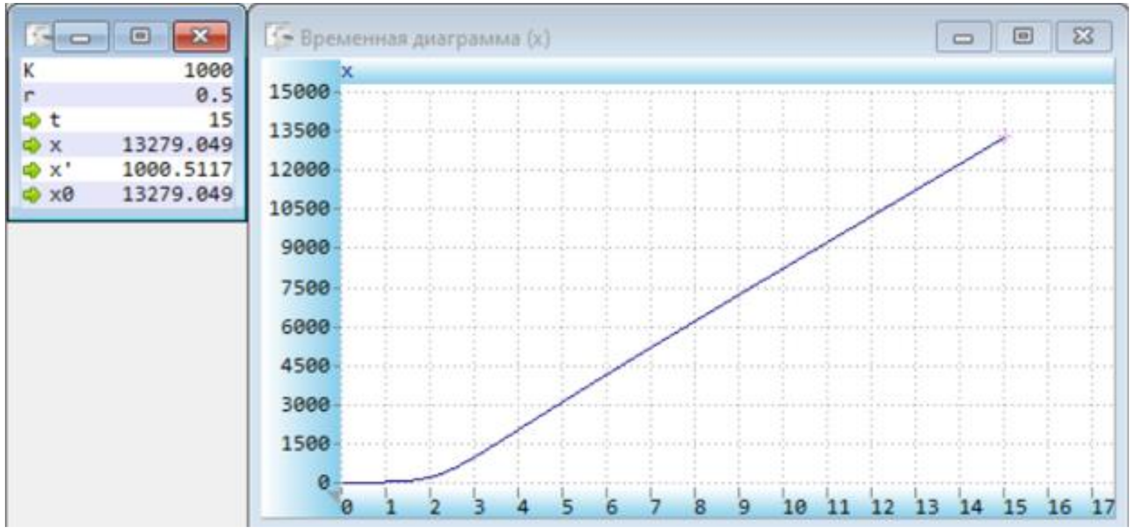
Однокомпонентные непрерывные. Модель логистического роста

$$x(t) = \frac{K \cdot x_0 \cdot e^{rt}}{K - x_0 + x_0 \cdot e^{rt}}$$

где $K = \frac{r}{b}$





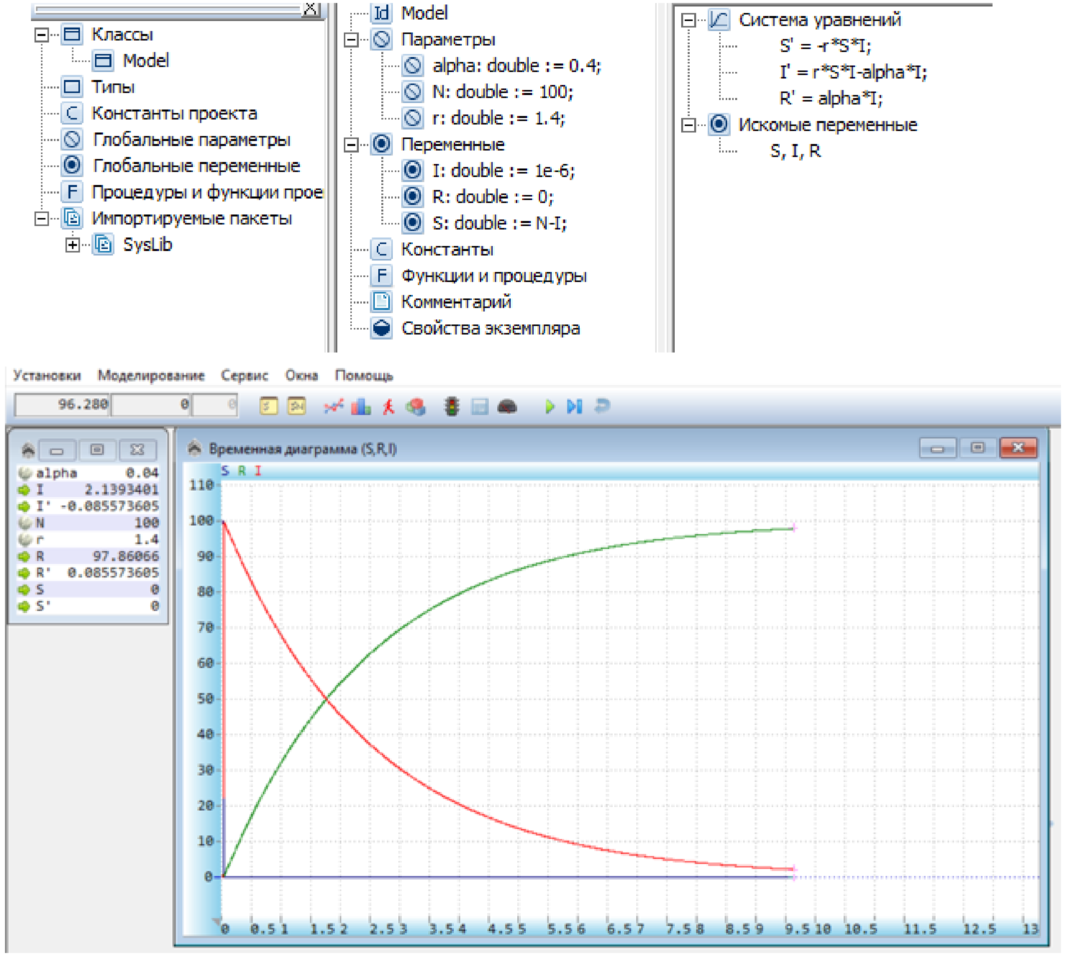


Однокомпонентные непрерывные. SIR (Susceptible-Infectious-Recovered)

$$\frac{dS}{dt} = -r * S * I$$

$$\frac{dI}{dt} = r * S * I - \alpha * I$$

$$\frac{dR}{dt} = \alpha * I$$



Однокомпонентные непрерывные. Моделирование процесса социогенеза

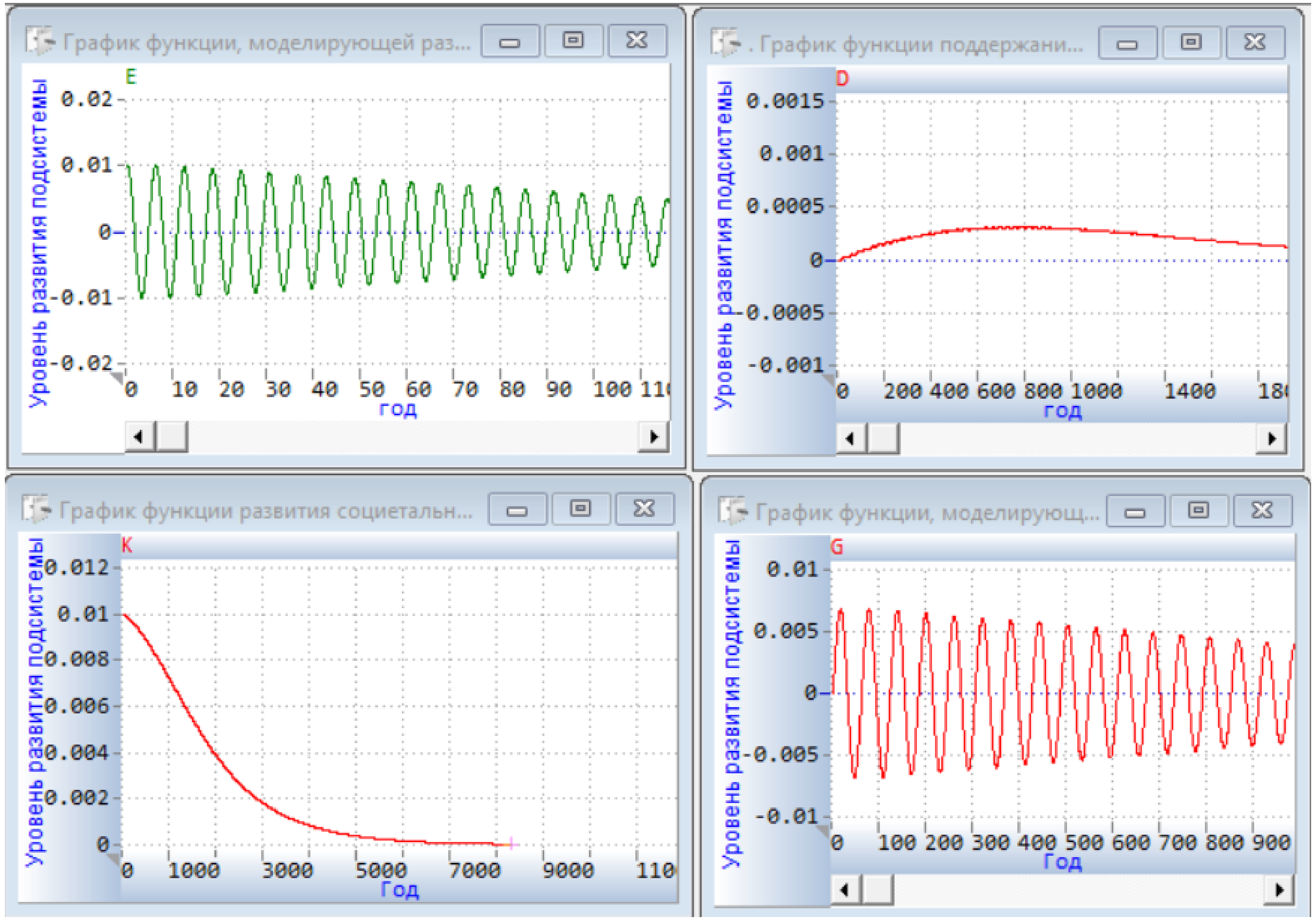
$$
\begin{cases}
\dfrac{dG}{dt} = k_{GG}\left(e^{\delta P-\delta_1}-1\right)G + k_{GE}e^{-\mu E+\mu_1}E + k_{KG}(P-P_1)(K+D)G \\
\dfrac{dE}{dt} = k_{EE}\left(e^{\delta P-\delta_1}-1\right)E + k_{EG}e^{-\nu G+\nu_1}G + k_{EK}(P-P_2)(K+D)E \\
\dfrac{dK}{dt} = k_{KG}(G^2+E^2) - k_{KK}e^{-\gamma E+\gamma_1}KP - k_{KD}D^2 \\
\dfrac{dD}{dt} = k_{DG}G^2 - k_{DD}e^{-\omega E+\omega_1}DP - k_{DK}K^2
\end{cases}
$$

Система уравнений

```
G' = kGG*(exp(delta*P-delta1)-1)*G+kGE*exp(-mu*E+mu1)*E+kKG*(P-P1)*(K+D)*G;
E' = kEE*(exp(delta*P-delta1)-1)*E-kEG*exp(-nu*G+nu1)*G-kEK*(P-P2)*(K+D)*E;
K' = kKG*(G**2+E**2)-kKK*exp(-gamma*K+gamma1)*K*P-kKD*D**2;
D' = kDG*G**2-kDD*exp(-omega*D+omega1)*D*P-kDK*K**2;
```

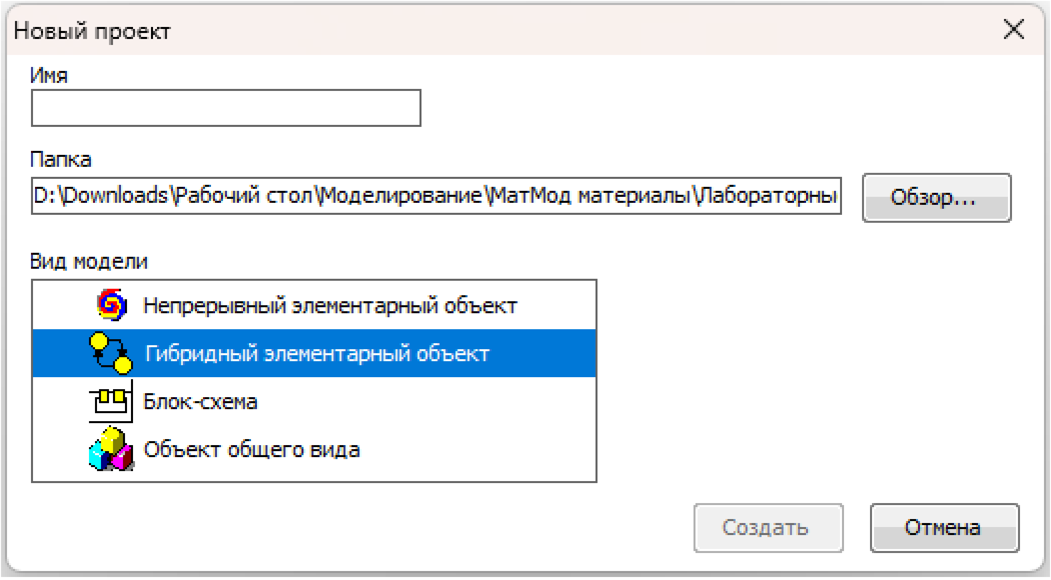
Искомые переменные

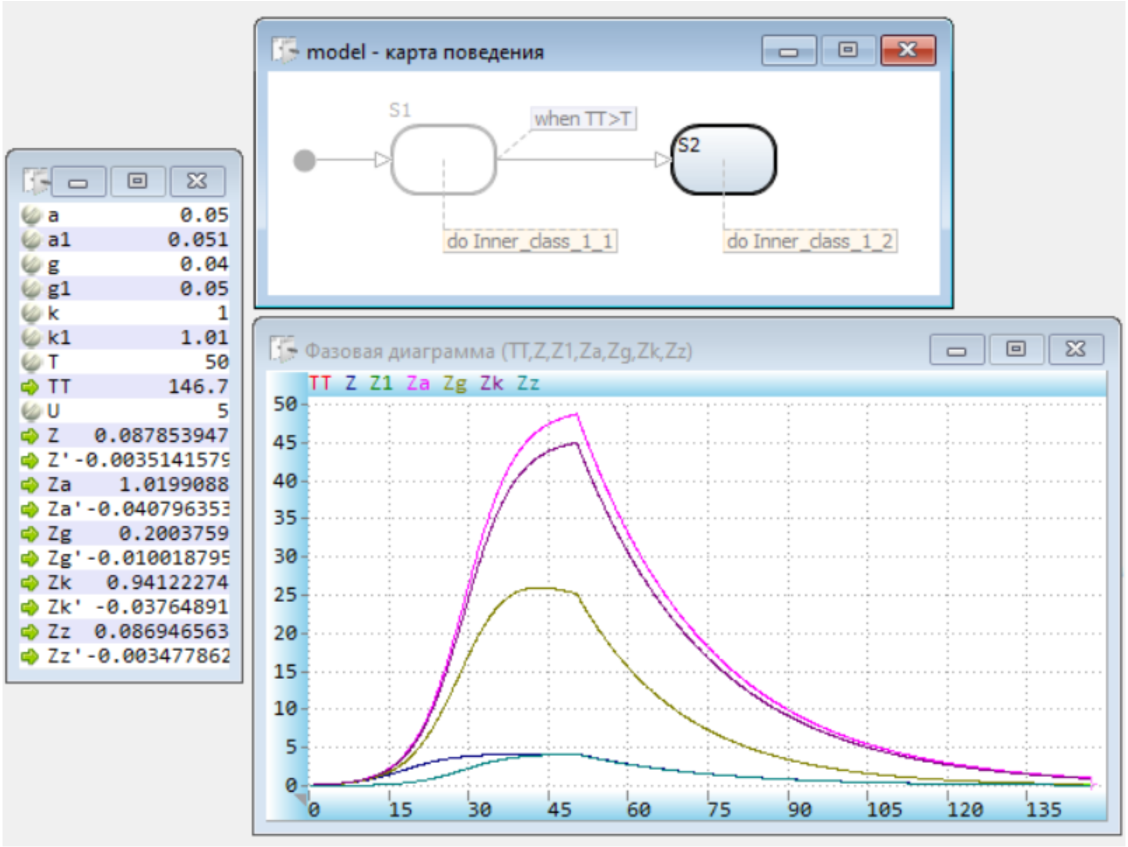
G, E, K, D



Однокомпонентные дискретные. Модель динамики обучения (по Р.В. Майеру)

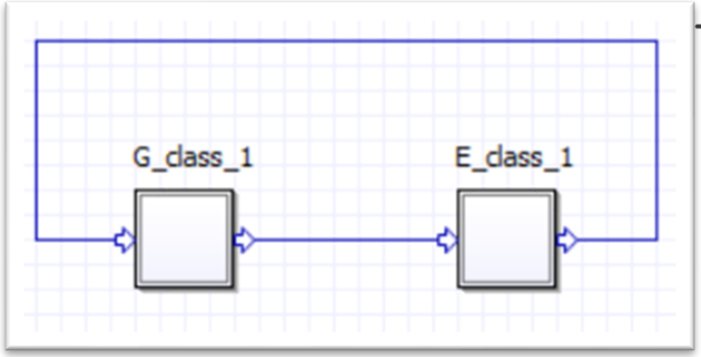
$$\frac{dZ}{dt} = k * \alpha * Z * (U - Z) - \gamma * Z$$

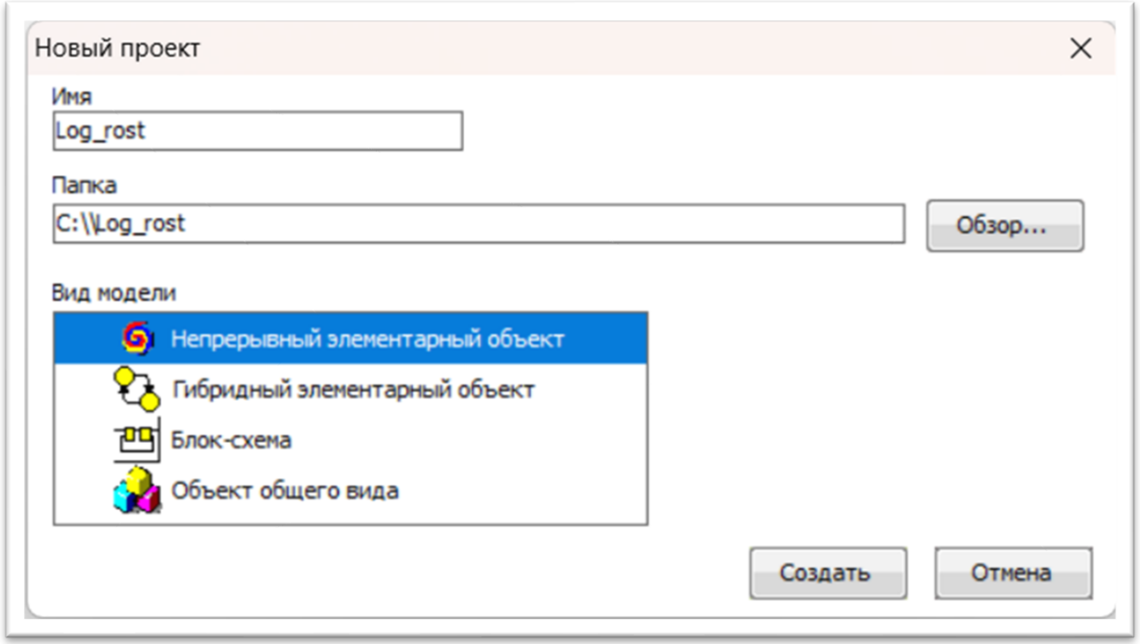


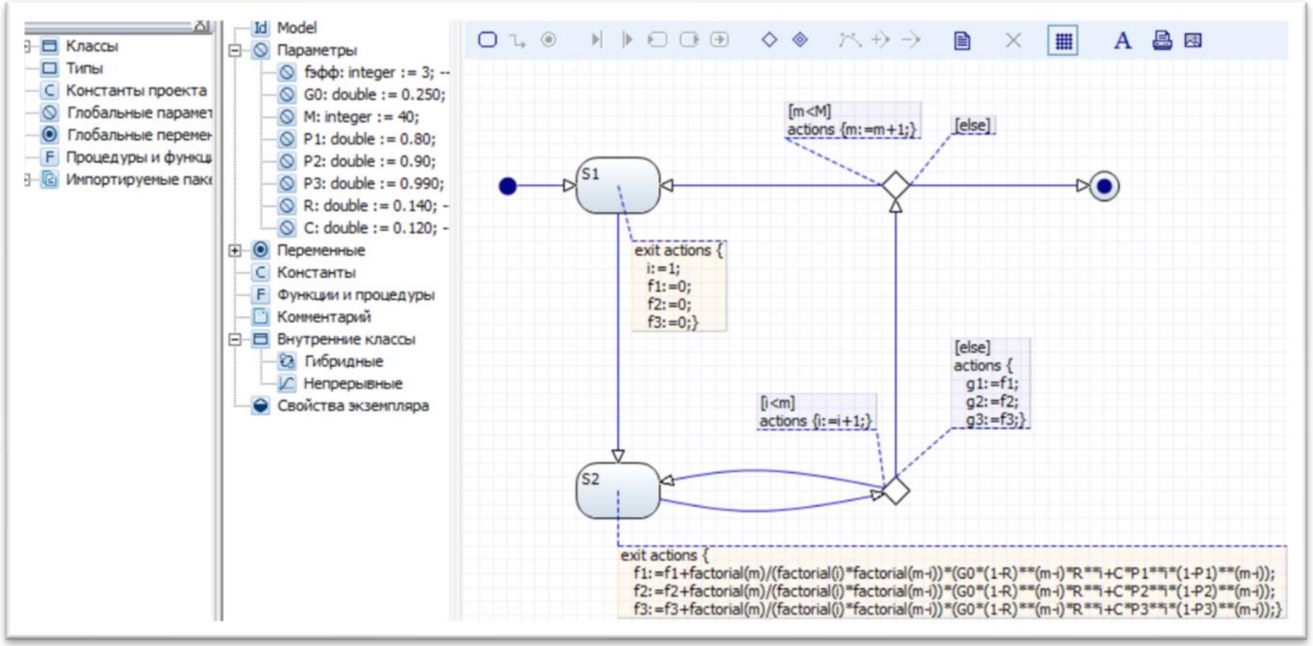


Классификация моделей

- Однокомпонентные непрерывные
- **Однокомпонентные дискретные**
- Многокомпонентные с входами-выходами

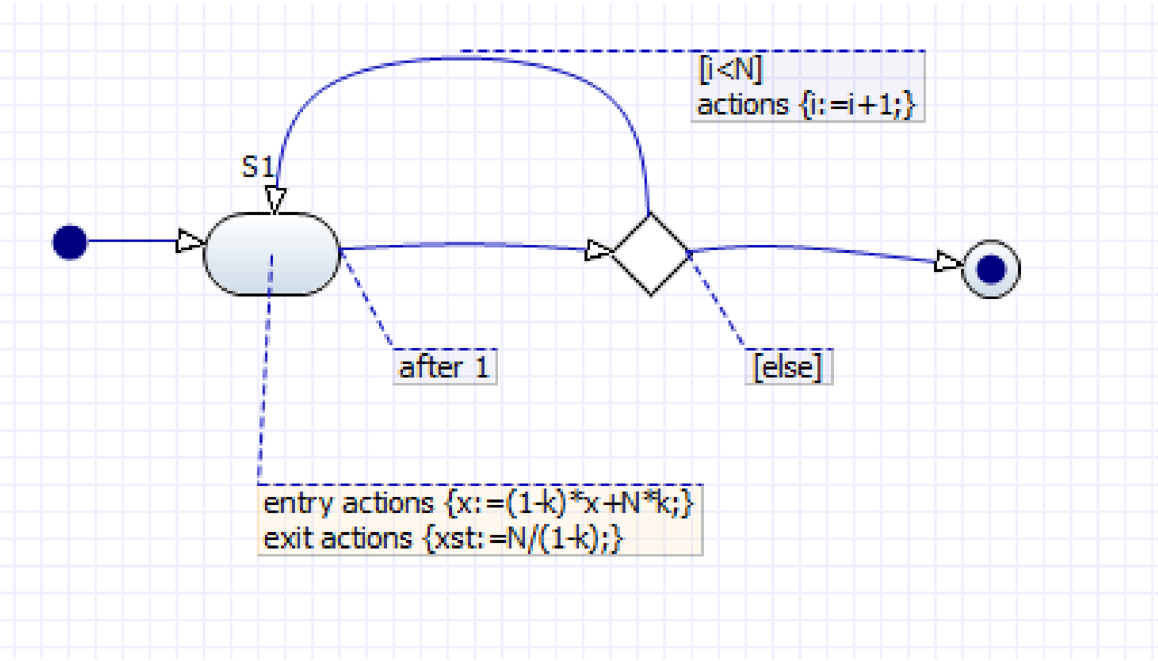






Однокомпонентные дискретные. Модель социальной диффузии.

$$x_n = k_n(N_n - x_{n-1}) + x_{n-1}$$



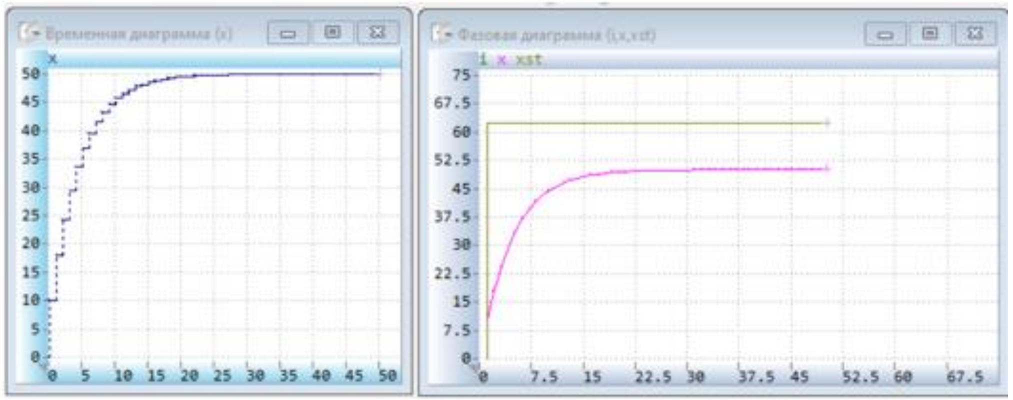


Рис. 17. k=0,2 (0<k<1).

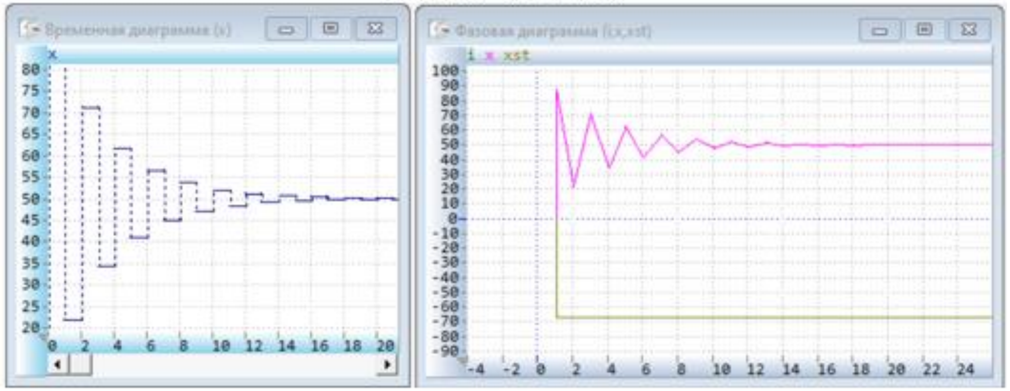
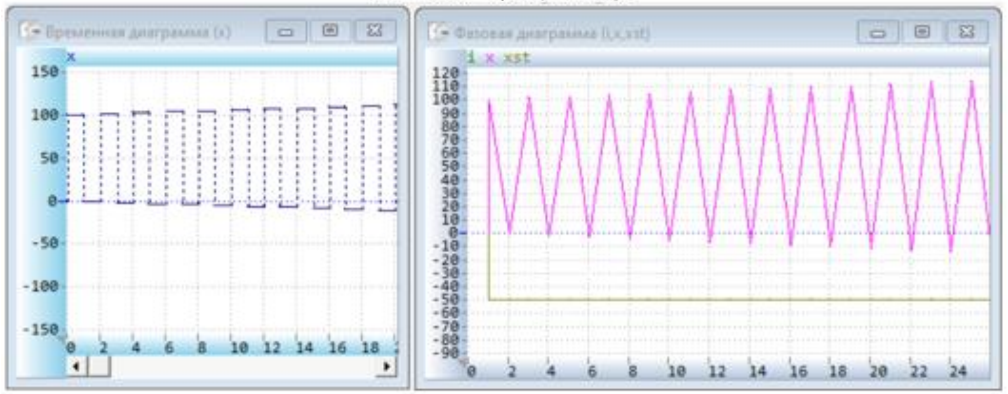
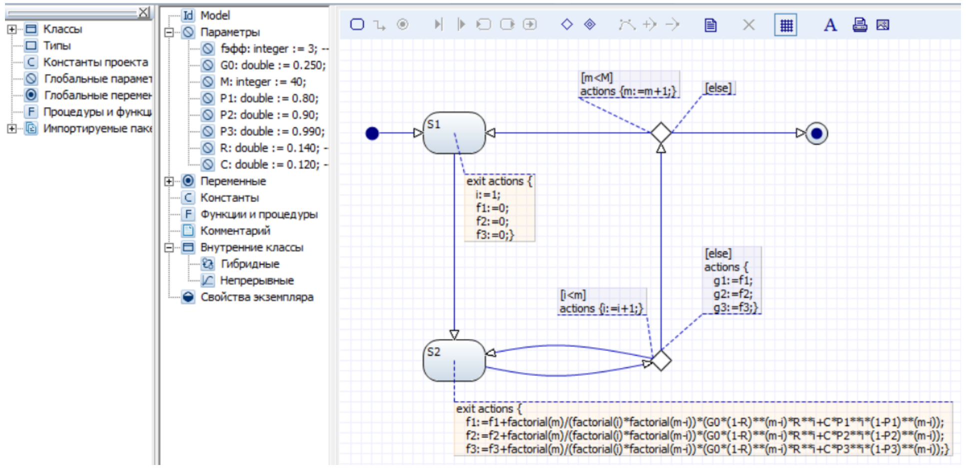


Рис. 18. k=1,75 (1<k<2).



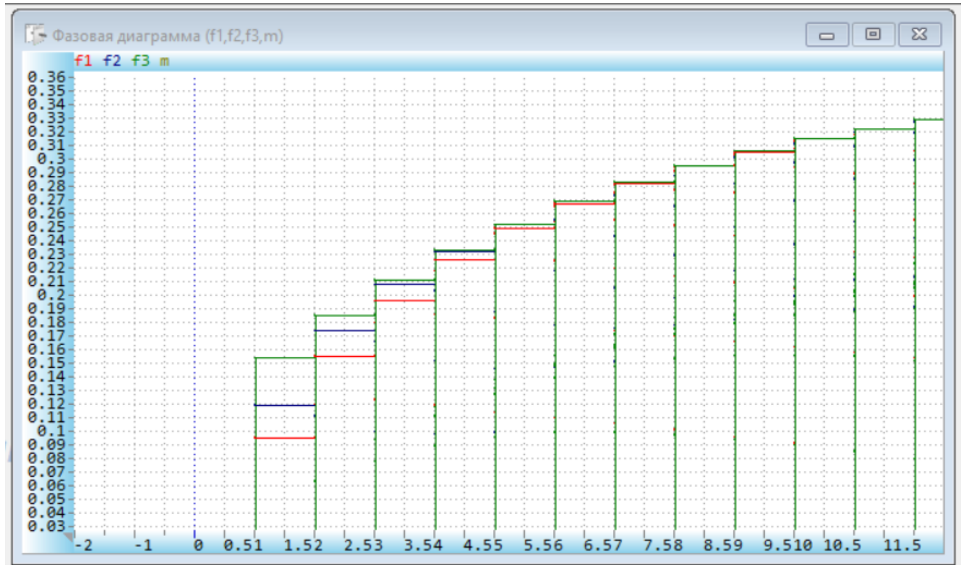
Однокомпонентные дискретные. Зависимость эффективного охвата от числа размещений рекламы



$$g(f) = C_m^f\left[G_0^\infty r^f(1-r)^{m-f} + CP^f(1-P)^{m-f}\right]$$

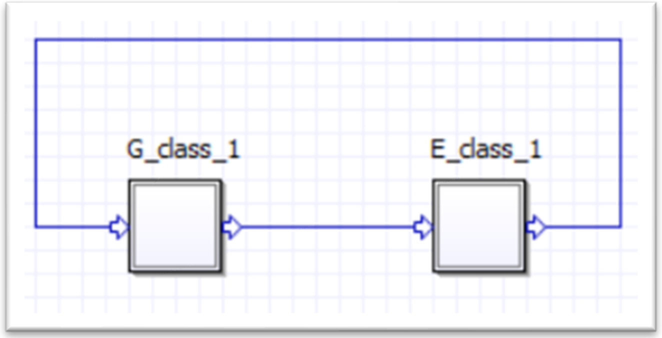
$$G(m) = \sum_{f=1}^{m} g(f) = G_0^\infty[1-(1-r)^m] + C[1-(1-P)^m]$$

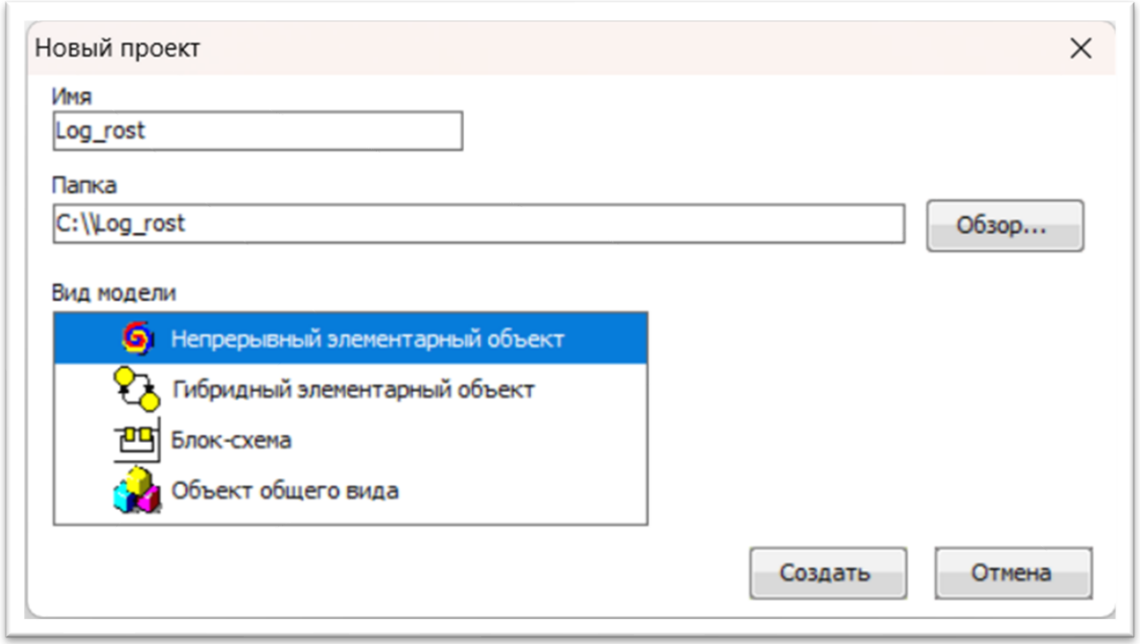
$$G_{\text{эф}} = \sum_{f=1}^{m} g(f)$$

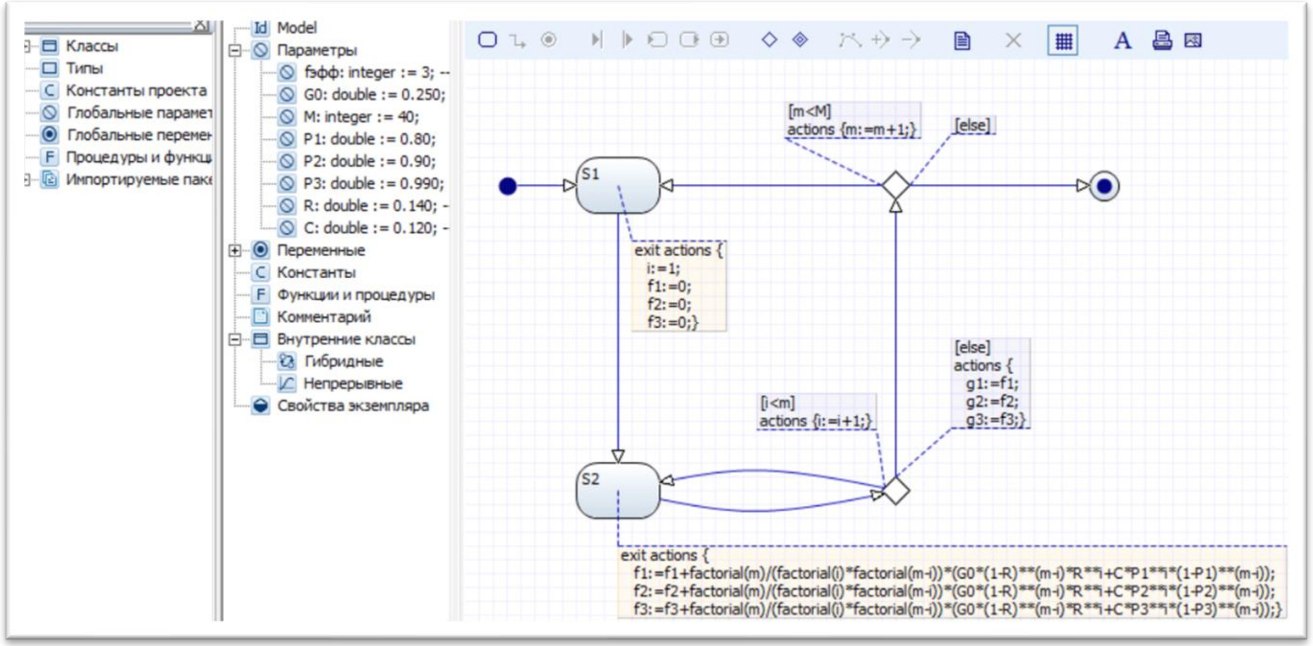


Классификация моделей

- Однокомпонентные непрерывные
- Однокомпонентные дискретные
- **Многокомпонентные с входами-выходами**

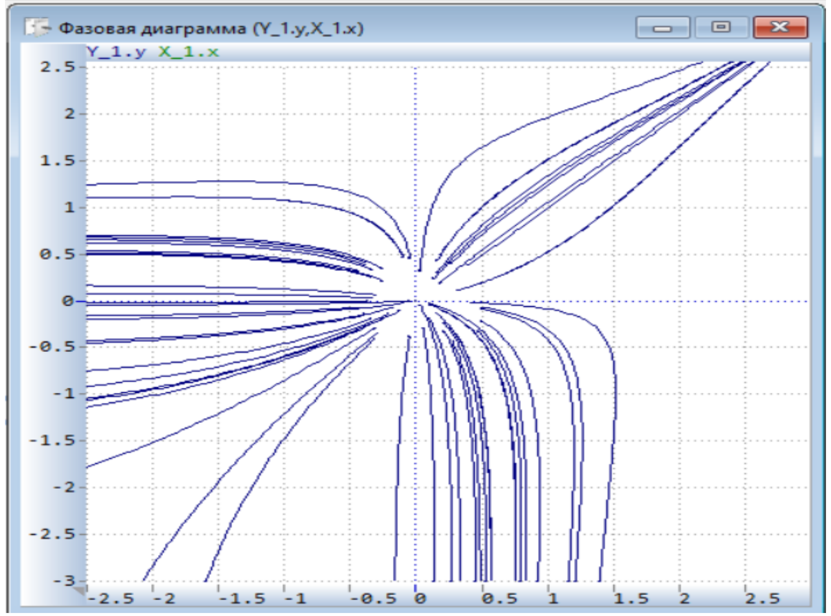


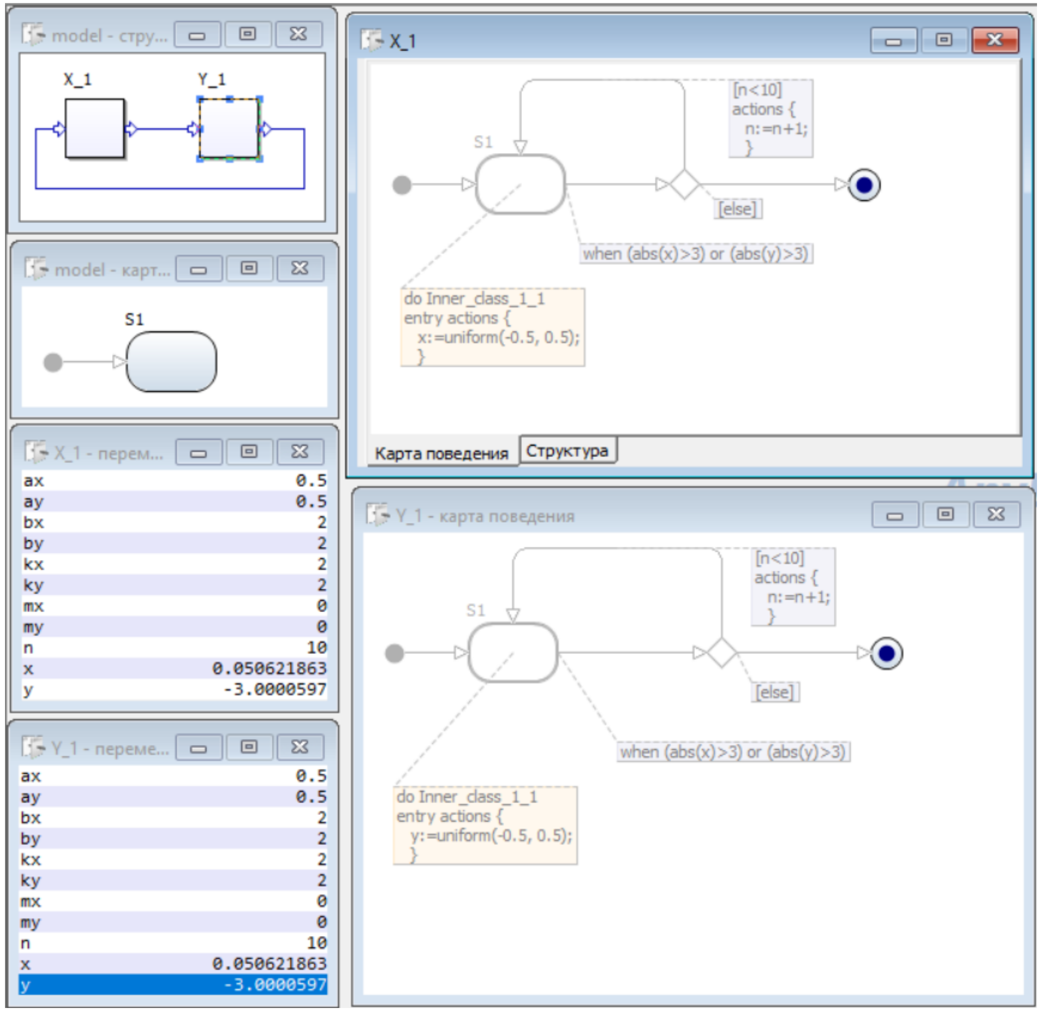




Многокомпонентные с входами-выходами. Модель сотрудничества

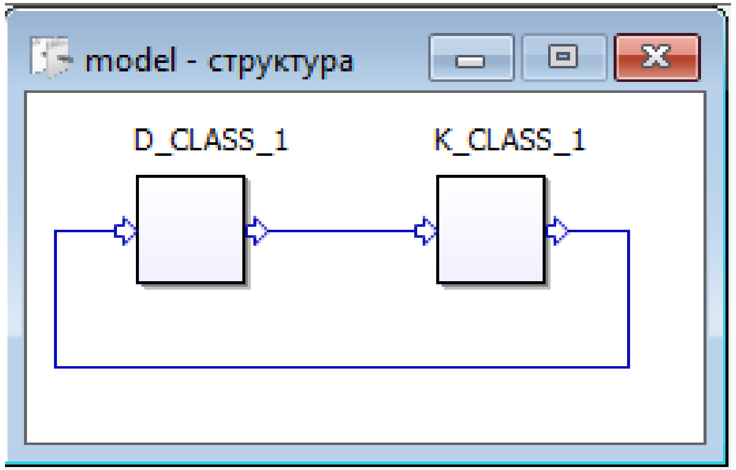
$$\begin{cases} x' = k_x\left(1 - \dfrac{x}{b_x}\right)x + a_x xy - m_x \\ y' = k_y\left(1 - \dfrac{y}{b_y}\right)y + a_y xy - m_y \end{cases}$$

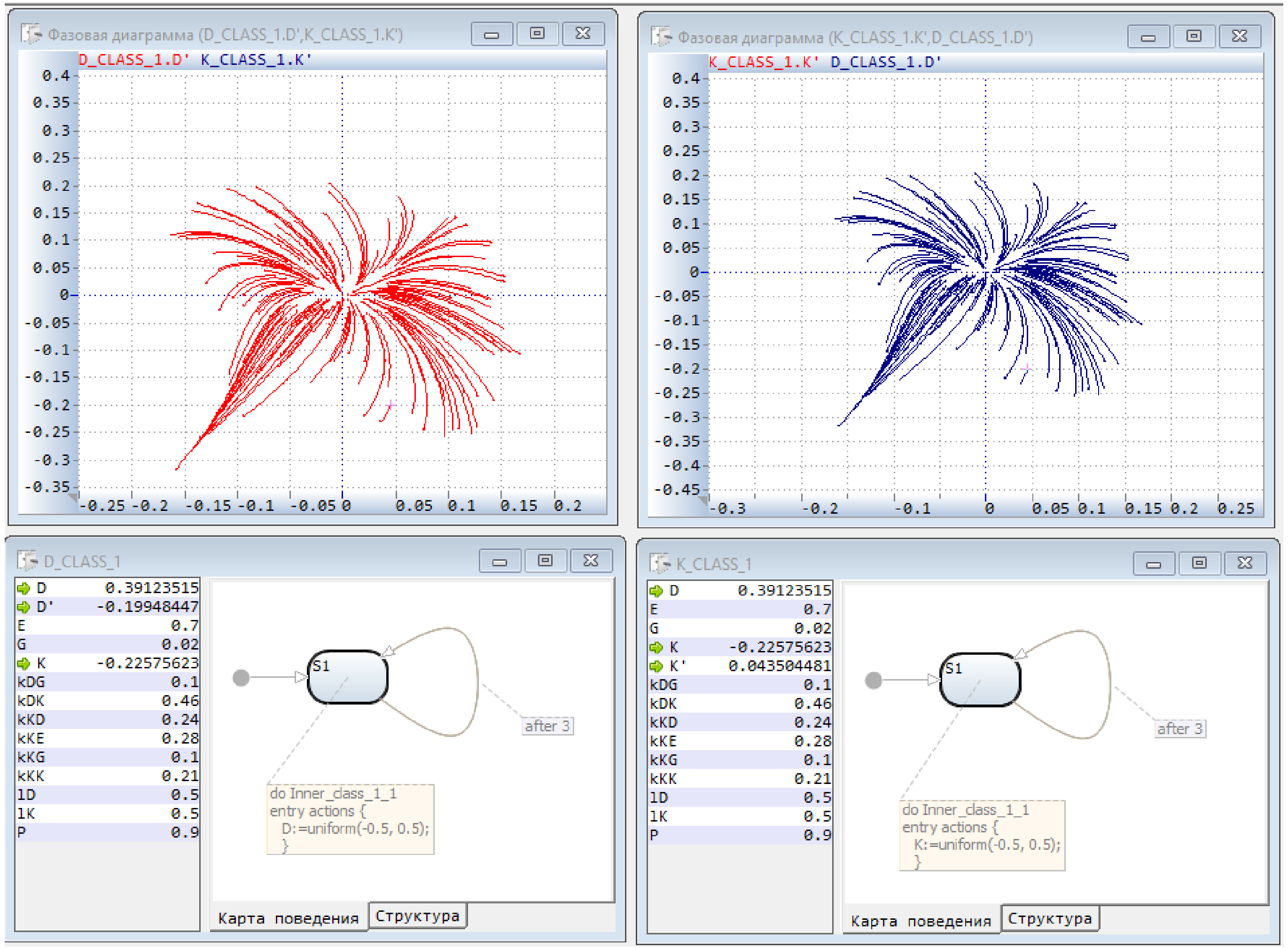




Многокомпонентные с входами-выходами. Модель социальных институтов

$$\begin{cases} \dfrac{dK}{dt} = k_{KG}(G^2 + E^2) - k_{KK}e^{-\gamma E+\gamma_1 KP} - k_{KD}D^2 \\ \dfrac{dD}{dt} = k_{DG}G^2 - k_{DD}e^{-\omega E+\omega_1 DP} - k_{DK}K^2 \end{cases}$$





Результаты

- **Однокомпонентные ytghthsdys[системы**

✓SIR модель

✓Процесс социогенеза

✓Ступенчатая Ламерея

✓Модель логистического роста

- **Однокомпонентные гибридные системы**

✓Модель социальной диффузии

✓Зависимость эффективного охвата от числа размещений рекламы

✓Модель динамики обучения

✓Модель гонки вооружений

Результаты

Многокомпонентные системы с входами-выходами

✓Модель сотрудничества

✓Модель «Социальные институты»

✓Модель «Политическая дифференциация-степень адаптации»

- **Руководство**

✓Исследование актуальных результатов моделирования в социологии

✓Классификация моделей

✓Обзор сред моделирования

✓Начало работы с программой

✓Описание создания, результатов работы моделей