

Лабораторная работа № 7
по дисциплине «Интеллектуальные системы и технологии»
«Исследование качества интеллектуальных информационных
программных агентов при априорной неопределённости описания
механизмов синхронизации их действий»

1. Для исследования качества интеллектуальных информационных программных агентов при априорной неопределённости описания механизмов синхронизации их действий рекомендуется использовать программное обеспечение, представленное в Приложении.

Оценка показателей качества интеллектуальных информационных программных агентов при априорной неопределённости описания механизмов синхронизации их действий осуществляется на основе использования системно-аналитического обеспечения распределённого вычислительного интеллекта, сформированного при объектно-ориентированном моделировании процессов их функционирования.

В результате аналитического моделирования преодоление априорной неопределённости относительно инфраструктуры сети характеризуется плотностью распределения вероятностей потраченного времени в зависимости от механизма синхронизации.

- Механизм синхронизации с неизвестной функцией синхронизации:

$$f_2(k_?) = p_{1,1}^{(2)} f_1(k_{01} = k_?) + p_{2,1}^{(2)} f_2(k_{02} = k_?) + \dots + p_{I,1}^{(2)} f_I(k_{0I} = k_?);$$

$$k_? = \min\{\min(k_{01}), \dots, \min(k_{0I})\}, \dots, \max\{\max(k_{01}), \dots, \max(k_{0I})\}.$$

- Механизм синхронизации параллельных действий ИА, описываемый логической функцией «И»:

$$f_{AND}(k_-) = f_1(k_{01} = k_-) \sum_{k_{02} \leq k_-} f_2(k_{02}) \dots \sum_{k_{0I} \leq k_-} f_I(k_{0I}) +$$

$$+ f_2(k_{02} = k_-) \sum_{k_{01} < k_-} f_1(k_{01}) \sum_{k_{03} \leq k_-} f_3(k_{03}) \dots \sum_{k_{0I} \leq k_-} f_I(k_{0I}) + \dots +$$

$$+ f_I(k_{0I} = k_-) \sum_{k_{01} < k_-} f_1(k_{01}) \sum_{k_{02} < k_-} f_2(k_{02}) \dots \sum_{k_{0(I-1)} < k_-} f_{(I-1)}(k_{0(I-1)});$$

$$k_- = \max\{\min(k_{01}), \dots, \min(k_{0I})\}, \dots, \max\{\max(k_{01}), \dots, \max(k_{0I})\};$$

$$i = 1, \dots, I.$$

- Механизм синхронизации параллельных действий ИИА, описываемый логической функцией «ИЛИ»:

$$f_{OR}(k_-) = f_1(k_{01} = k_-) \left(1 - \sum_{k_{02} \leq k_-} f_2(k_{02}) \right) \dots \left(1 - \sum_{k_{0I} \leq k_-} f_I(k_{0I}) \right) +$$

$$\begin{aligned}
& + f_2(k_{02} = k_-) \left(1 - \sum_{k_{01} < k_-} f_1(k_{01}) \right) \left(1 - \sum_{k_{03} \leq k_-} f_3(k_{03}) \right) \dots \left(1 - \sum_{k_{0I} \leq k_-} f_I(k_{0I}) \right) + \dots + \\
& + f_I(k_{0I} = k_-) \left(1 - \sum_{k_{01} < k_-} f_1(k_{01}) \right) \dots \left(1 - \sum_{k_{0(I-1)} < k_-} f_{(I-1)}(k_{0(I-1)}) \right); \\
& k_- = \min\{\min(k_{01}), \dots, \min(k_{0I})\}, \dots, \min\{\max(k_{01}), \dots, \max(k_{0I})\}; \\
& i = 1, \dots, I.
\end{aligned}$$

- Механизм синхронизации последовательных действий ИИА, описываемый логической функцией «Исключающее ИЛИ»:
- при опросе реплицированных информационных источников:

$$\begin{aligned}
f_i(k_{0i}) &= p_i f_i^S(k_i^S = k_{0i}) + (1 - p_i) f_i^f(k_i^f = k_{0i}); \\
k_{0i} &= \min(k_i^S, k_i^f), \dots, \max(k_i^S, k_i^f); \\
f_{12..i}(k_{012..i}) &= \sum_{k_{012..(i-1)}} f_{12..(i-1)}(k_{012..(i-1)}) f_i(k_{012..i} - k_{012..(i-1)}); \\
k_{012..i} &= \min(k_{01} + k_{02} + \dots + k_{0i}), \dots, \max(k_{01} + k_{02} + \dots + k_{0i}); \\
\Pi'_i &= (1 - P(k_{01} \leq N_{\max})) (1 - P(k_{012} \leq N_{\max})) \times \dots \times (1 - P(k_{01..i} \leq N_{\max})); \\
f_{\text{репл}}(k_-) &= P(k_{01} \leq N_{\max}) f_1(k_{01} = k_-) + \Pi'_1 P(k_{012} \leq N_{\max}) f_{12}(k_{012} = k_-) + \\
& + \Pi'_{1-2} P(k_{012..(I-1)} \leq N_{\max}) f_{12..(I-1)}(k_{012..(I-1)} = k_-) + \Pi'_{I-1} f_{12..I}(k_{012..I} = k_-); \\
k_- &= \min(k_{01}; k_{012}; \dots; k_{012..I}), \dots, \max(k_{01}; k_{012}; \dots; k_{012..I}); \\
& i = 1, \dots, I.
\end{aligned}$$

- при опросе нереплицированных информационных источников:

$$\begin{aligned}
f_i(k_{0i}) &= p_i f_i^S(k_i^S = k_{0i}) + (1 - p_i) f_i^f(k_i^f = k_{0i}); \\
k_{0i} &= \min(k_i^S, k_i^f), \dots, \max(k_i^S, k_i^f); \\
f_{12..i}(k_{012..i}) &= \sum_{k_{012..(i-1)}} f_{12..(i-1)}(k_{012..(i-1)}) f_i(k_{012..i} - k_{012..(i-1)}); \\
k_{012..i} &= \min(k_{01} + k_{02} + \dots + k_{0i}), \dots, \max(k_{01} + k_{02} + \dots + k_{0i}); \\
\Pi'_i &= P(k_{01} \leq N_{\max}) P(k_{012} \leq N_{\max}) \times \dots \times P(k_{01..i} \leq N_{\max}); \\
f_{\text{нерепл}}(k_-) &= (1 - P(k_{01} \leq N_{\max})) f_1(k_{01} = k_-) + \\
& + \Pi'_1 (1 - P(k_{012} \leq N_{\max})) f_{12}(k_{012} = k_-) + \dots + \\
& + \Pi'_{I-2} (1 - P(k_{012..(I-1)} \leq N_{\max})) f_{12..(I-1)}(k_{012..(I-1)} = k_-) + \Pi'_{I-1} f_{12..I}(k_{012..I} = k_-); \\
k_- &= \min(k_{01}; k_{012}; \dots; k_{012..I}), \dots, \max(k_{01}; k_{012}; \dots; k_{012..I}); \\
& i = 1, \dots, I.
\end{aligned}$$

- Достижимость целей функционирования ИИА в условиях неопределённости:

$$f_s(k_s) = p_1 p_{1,1}^{(3)} f_1^S(k_{01}^S = k_s) + p_2 p_{2,1}^{(3)} f_2^S(k_{02}^S = k_s) + \dots + p_I p_{I,1}^{(3)} f_I^S(k_{0I}^S = k_s);$$

$$k_s = \min \left\{ \min(k_{01}^s), \min(k_{02}^s), \dots, \min(k_{0I}^s) \right\}, \dots, \max \left\{ \max(k_{01}^s), \max(k_{02}^s), \dots, \max(k_{0I}^s) \right\}.$$

$$f_f(k_f) = (1-p_1)p_{1,1}^{(2)} f_1^f(k_{01}^f = k_f) + (1-p_2)p_{2,1}^{(2)} f_2^f(k_{02}^f = k_f) + \dots + (1-p_I)p_{I,1}^{(2)} f_I^f(k_{0I}^f = k_f);$$

$$k_s = \min \left\{ \min(k_{01}^f), \min(k_{02}^f), \dots, \min(k_{0I}^f) \right\}, \dots, \max \left\{ \max(k_{01}^f), \max(k_{02}^f), \dots, \max(k_{0I}^f) \right\}.$$

На основании плотности находятся типовые числовые характеристики:

- Среднее время (математическое ожидание)

$$MO[k] = \sum_k kf(k).$$

- Вероятность преодоления априорной неопределённости

$$P(k \leq N_{\max}) = \sum_{k \leq N_{\max}} f(k).$$

2. Запустить программу NetIntelAgent и ввести входные данные для первого этапа исследования согласно табл. 1.

Таблица 1

Входные данные тестирования на первом этапе

Количество ресурсов сети:	2				
Временное ограничение N_{\max} :	3				
На первом этапе тестирования применяется гипотеза о равновероятных событиях для метода устранения неопределённости при неизвестном механизме синхронизации параллельных действий ИИА:	$p_{i,j}^{(i)} = \frac{1}{m}, i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n.$				
Вероятность того, что запрос к первому ресурсу сети завершится успешно p_1 :	0,98				
Вероятность того, что запрос к первому ресурсу сети завершится неуспешно $(1-p_1)$:	0,02				
Вероятность того, что запрос ко второму ресурсу сети завершится успешно p_2 :	0,95				
Вероятность того, что запрос ко второму ресурсу сети завершится неуспешно $(1-p_2)$:	0,05				
Исходные данные для первого ресурса сети	Исходные данные для второго ресурса сети				
k	$f_1^s(k = k_{01}^s)$	$f_1^f(k = k_{01}^f)$	k	$f_2^s(k = k_{02}^s)$	$f_2^f(k = k_{02}^f)$
1	0,25588	0,25884	1	0,13653	0,32569
2	0,32154	0,03760	2	0,32102	0,25880

3	0,23232	0,10840	3	0,33948	0,05105
4	0,13972	0,21460	4	0,14944	0,14612
5	0,05054	0,38056	5	0,05353	0,21834

3. Получить результаты инструментального оценивания на первом этапе исследования для механизма синхронизации с неизвестной функцией синхронизации; для механизма синхронизации параллельных действий ИИА, описываемого логической функцией «И»; для механизма синхронизации параллельных действий ИИА, описываемого логической функцией «ИЛИ»; для механизма синхронизации последовательных действий ИИА, описываемого логической функцией «Исключающее ИЛИ» при опросе реплицированных информационных источников; при использовании механизма синхронизации последовательных действий ИИА, описываемого логической функцией «Исключающее ИЛИ» при опросе нереплицированных информационных источников с образованием твёрдых копий экранов.

4. Проанализировать полученные результаты и сформулировать вывод относительно влияния механизма синхронизации действий на качество ИИА.

5. Запустить программу NetIntelAgent и ввести входные данные для второго этапа исследования согласно табл.2.

На втором этапе исследования анализируется ситуация, когда первый подпроцесс заканчивается раньше второго: $p_{1,1}^{(2)} = p_{1,2}^{(2)} = 1$; $p_{2,1}^{(2)} = p_{2,2}^{(2)} = 0$.

Таблица 2

Входные данные тестирования на втором этапе

Количество ресурсов сети:			2		
Временное ограничение N_{\max} :			3		
На втором этапе тестирования для метода устранения неопределённости при неизвестном механизме синхронизации параллельных действий ИИА применяется гипотеза о том, что один из подпроцессов заканчивается позже других:			$p_{i,1}^{(l)} = p_{i,2}^{(l)} = \dots = p_{i,n}^{(l)} = 1$; $p_{k,1}^{(l)} = p_{k,2}^{(l)} = \dots = p_{k,n}^{(l)} = 0$; $k = 1, 2, \dots, m$; $k \neq i$.		
Вероятность того, что запрос к первому ресурсу сети завершится успешно p_1 :			0,98		
Вероятность того, что запрос к первому ресурсу сети завершится неуспешно $(1 - p_1)$:			0,02		
Вероятность того, что запрос ко второму ресурсу сети завершится успешно p_2 :			0,95		
Вероятность того, что запрос ко второму ресурсу сети завершится неуспешно $(1 - p_2)$:			0,05		
Исходные данные для первого ресурса сети			Исходные данные для второго ресурса сети		
k	$f_1^s(k = k_{01}^s)$	$f_1^f(k = k_{01}^f)$	k	$f_2^s(k = k_{02}^s)$	$f_2^f(k = k_{02}^f)$

1	0,25588	0,25884	1	0,13653	0,32569
2	0,32154	0,03760	2	0,32102	0,25880
3	0,23232	0,10840	3	0,33948	0,05105
4	0,13972	0,21460	4	0,14944	0,14612
5	0,05054	0,38056	5	0,05353	0,21834

6. Получить результаты инструментального оценивания на втором этапе исследования с образованием копий экранов для следующих механизмов синхронизации:

1. Механизм синхронизации с неизвестной функцией синхронизации;
2. Механизм синхронизации параллельных действий ИИА, описываемый логической функцией «И»;
3. Механизм синхронизации последовательных действий ИИА, описываемый логической функцией «Исключающее ИЛИ» при опросе реплицированных информационных источников;
4. Механизм синхронизации параллельных действий ИИА, описываемый логической функцией «ИЛИ»;
5. Механизм синхронизации последовательных действий ИИА, описываемый логической функцией «Исключающее ИЛИ» при опросе нереплицированных источников;
6. Достижимость целей функционирования ИИА в условиях неопределённости:
 - а. Достижимость целей удачного выполнения запроса;
 - б. Достижимость целей неудачного выполнения запроса.

7. Проанализировать полученные результаты и сформулировать вывод относительно влияния механизма синхронизации действий на качество ИИА.

8. Запустить программу IntelAgent и ввести входные данные для третьего этапа исследования согласно табл.2, однако предусмотреть что второй подпроцесс заканчивается раньше первого: $p_{1,1}^{(2)} = p_{1,2}^{(2)} = 0$; $p_{2,1}^{(2)} = p_{2,2}^{(2)} = 1$.

9. Получить результаты инструментального оценивания на третьем этапе исследования с образованием копий экранов для тех же механизмов синхронизации, что и в п.6.

10. Проанализировать полученные результаты и сформулировать вывод относительно влияния механизма синхронизации действий на качество ИИА.

11. Составить отчёт по выполненной лабораторной работе. В отчёт включить: цель работы, задание, копии выполненных действий с комментариями, представляющими их содержание, и вывод.

12. Представить отчёт о выполненной работе преподавателю и защитить его.

13. Исправить отчёт по выполненной работе в соответствии с замечаниями преподавателя, распечатать и подписать титульный лист отчёта, сдать преподавателю электронную копию отчёта и подписанный титульный лист.

Инструментальное программное обеспечение для исследования интеллектуальных информационных программных агентов при вариациях в механизмах синхронизации выполняемых действий

Программный продукт NetIntelAgent, реализованный на языке C# в среде Microsoft Visual Studio 2010 на платформе .NET Framework версии 3.5, удовлетворяет следующим требованиям:

- Планирование действий по сбору информации на основе описания информационных ресурсов и параметров запроса. При планировании принимаются во внимание ограничения по времени, возможность распараллеливания действий, стохастический характер среды;
- Выбор плана, удовлетворяющего заданным временным ограничениям по времени преодоления априорной неопределённости (анализ рисков), а также по времени достижения целей (анализ производительности);
- Гибкость модели среды, позволяющей подключать к интеллектуальным информационным агентам (ИИА) разнородные информационные источники;
- Возможность миграции ИИА на различные аппаратно-программные платформы с минимальными затратами;
- Оценивание показателей качества функционирования ИИА в условиях преодоления априорной неопределённости относительно инфраструктуры сети при различных механизмах синхронизации выполняемых действий;
- Оценивание показателей качества функционирования ИИА в условиях достижения целей при различных механизмах синхронизации выполняемых действий.

Программный продукт создан на основе программирования разработанного и представленного в методиках системно-аналитического ядра жизненного цикла ИИА в результате анализа построенных расширенных объектно-ориентированных моделей в нотации UML 2.0.

Разработанный программный продукт поддерживает четыре формы (рис. П.1 – П.4):

1. Форма «Шаг №1» предназначена для заполнения параметрического пространства моделей типовых запросов;
2. Форма «Шаг №2» предназначена для определения вероятностей удачных переходов и плотностей распределения вероятностей для каждого источника;
3. Форма «Шаг №3» предназначена для выбора методов устранения априорной неопределённости;
4. Форма «Шаг №4» предназначена для вывода конечных результатов вероятности устранения априорной неопределённости, среднего времени устранения априорной неопределённости и плотностей распределения вероятностей, которые позволяют проследить

зависимости качества функционирования интеллектуальных информационных программных агентов от параметров механизмов синхронизации выполняемых действий.

Описание программного продукта IntelAgent:

1. На первом шаге программы производится заполнение параметрического пространства моделей типовых запросов (Рис. П.1):
 - Поле «Введите количество ресурсов сети» используется для ввода количества информационных ресурсов. Информационные ресурсы сети описываются априорно неопределенным вектором \mathbf{R} ($1 \times I$), каждый элемент которого r_i может принимать одно из двух дискретных значений 1,0, причем $r_i = 1$, если i -ый информационный ресурс активен; $r_i = 0$ – в противном случае;
 - Поле «Временное ограничение» используется для ввода временного ограничения N_{\max} ;
 - После нажатия на кнопку «ОК» автоматически заполняются вероятности новых переходов, если используется гипотеза о равновероятных событиях: $p_{i,j}^{(l)} = \frac{1}{m}$, $i = 1, 2, \dots, m$, $j = 1, 2, \dots, n$. Вероятности новых переходов можно указывать вручную, если известно, что с вероятностью близкой к единице какой-либо i -ый подпроцесс заканчивается позже других подпроцессов: $p_{i,1}^{(l)} = p_{i,2}^{(l)} = \dots = p_{i,n}^{(l)} = 1$; $p_{k,1}^{(l)} = p_{k,2}^{(l)} = \dots = p_{k,n}^{(l)} = 0$; $k = 1, 2, \dots, m$; $k \neq i$. Заполнение параметрического пространства моделей типовых запросов обеспечивает возможность применения метода свёртки для определения динамических характеристик.

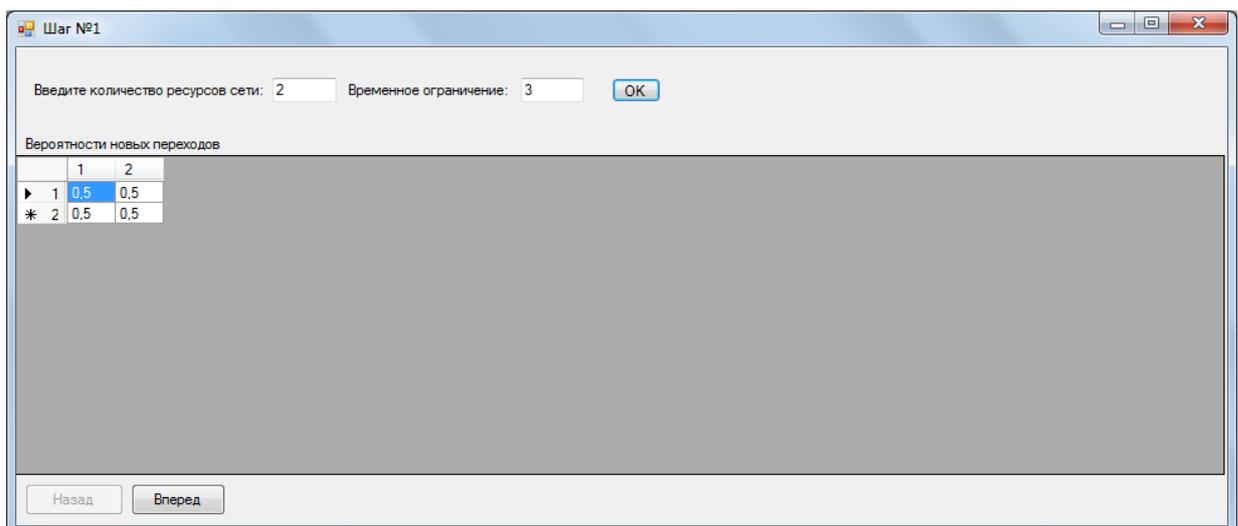


Рисунок П.1 – Заполнение параметрического пространства моделей типовых запросов

2. После нажатия на кнопку «Вперёд» происходит переход на следующую форму – второй шаг программы, в которой определяются поля (Рис. П.2):

- Поле «Вероятности удачного перехода для каждого источника» используется для ввода p_i для каждого i -ого информационного ресурса;
- Каждое действие ИИА выражается в генерации и отправке запроса к информационному ресурсу сети, приёме и обработке получаемого ответа. Таким образом, поле «Распределения вероятностей для каждого источника» используется для ввода квантов времени k , плотностей распределения вероятностей дискретного времени успешного выполнения запроса $f_i^s(k_{0i}^s)$, $k_{0i}^s = 1, 2, \dots, K_i^s$; плотностей распределения вероятностей дискретного времени неуспешного выполнения запроса $f_i^f(k_{0i}^f)$, $k_{0i}^f = 1, 2, \dots, K_i^f$, $i=1, 2, \dots, I$.

Шаг №2

Вероятности удачного перехода для каждого источника

	P1	P2
▶	0,98	0,05

Распределения вероятностей для каждого источника

	k01s	F1s	k01f	F1f	k02s	F2s	k02f	F2f
	1	0,3	1	0,2	1	0,1	1	0,5
⌘	2	0,7	2	0,8	2	0,9	2	0,5
*								

Назад Вперед

Рисунок П.2 – Настройка функционирования ИИА

3. После нажатия на кнопку «Вперёд» осуществляется переход на следующую форму – третий шаг программы, в которой выбираются методы устранения неопределённости, представленные и описанные в методике (Рис. П.3):

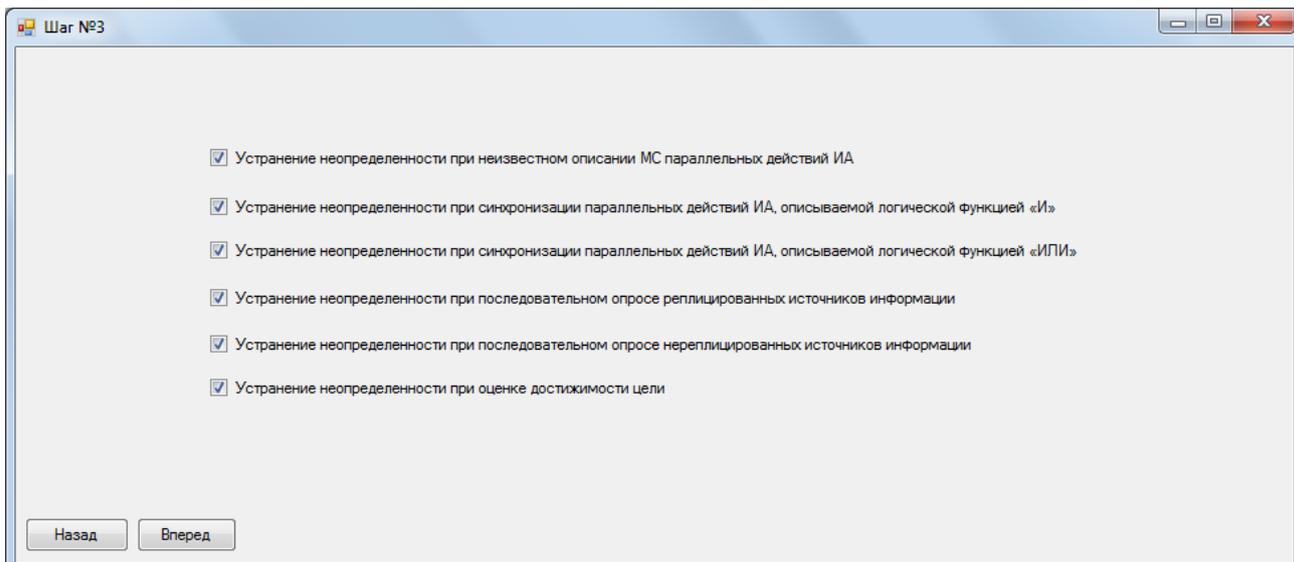


Рисунок П.3 – Выбор метода преодоления априорной неопределённости

4. После нажатия на кнопку «Вперёд» осуществляется переход на четвёртый заключительный шаг программы. На форме программы представляются конечные данные по вероятности устранения априорной неопределённости $P(k \leq N_{\max})$, среднее время устранения априорной неопределённости $MO[k]$ и новые распределения плотностей вероятностей для каждого выбранного метода (Рис. П.4) .

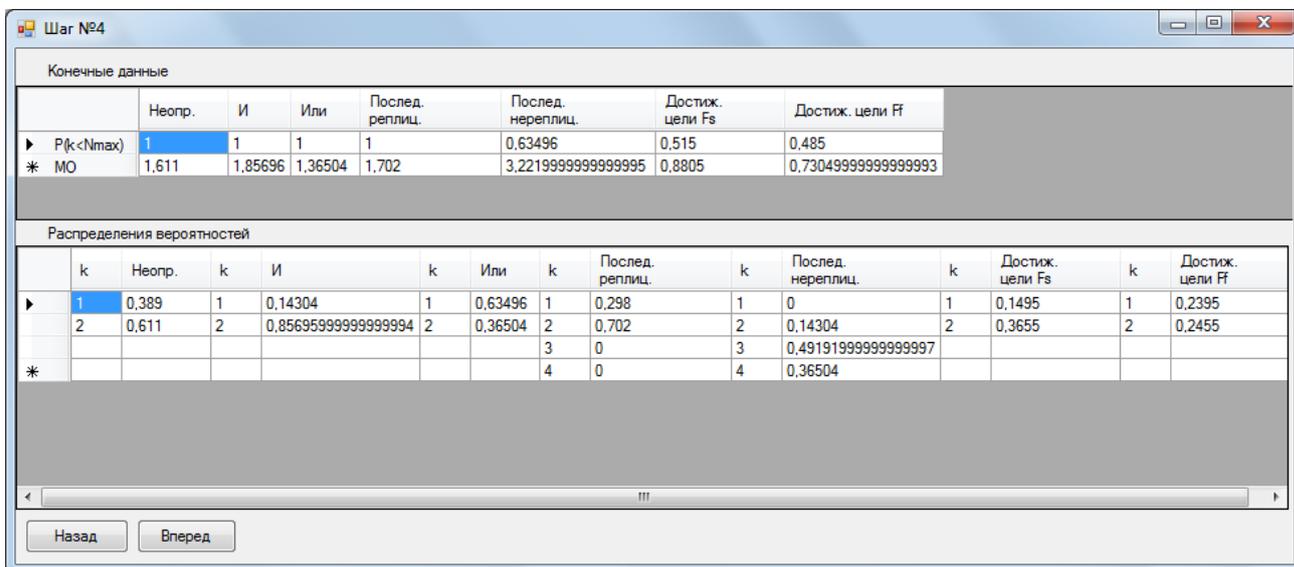


Рисунок П.4 – Обзор результатов

Разработанный программный продукт позволяет произвести исследование зависимости качества функционирования интеллектуальных информационных агентов от параметров механизмов синхронизации выполняемых действий.