

Дюндюков Владислав Сергеевич

*Московский государственный технический университет
им. Н.Э. Баумана, кафедра «Компьютерные системы
автоматизации производства»,
студент группы РК9-92
E-mail: Vsd89@yandex.ru*

**РЕСУРСНО-ЦЕЛЕВЫЕ ГРАФЫ В
МОДЕЛИРОВАНИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ
ИСКУССТВЕННЫХ АГЕНТОВ**

ПРЕДЫСТОРИЯ

1. Потоки в сетях (алгоритм Форда-Фалкерсона)
2. Метод и программная среда РДО (ресурсы-действия-операции) В.В. Емельянова и С.И. Ясиновского
3. Ресурсные графы О.П. Кузнецова
4. Теория агентов и МАС: представление агентов в координатах «цели-ресурсы-восприятие-действия» (Тарасов, Вулдридж, Дженнингс и др.)
5. Ресурсно-целевые графы

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОЦЕССА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АГЕНТОВ В МАС

- 1) Совместимость целей или намерений агентов;
- 2) Отношение агентов к ресурсам и величина имеющихся у них ресурсов, потребность в дополнительных ресурсах и совместном использовании ресурсов;
- 3) Опыт агентов, связанный с некоторой проблемной областью;
- 4) Обязательства агентов друг перед другом.

В работе главное внимание уделяется исследованию и моделированию взаимосвязей между типами агентов, характером формируемых или принимаемых ими целей и ситуациями обмена (совместного использования) ресурсов.

РЕСУРСЫ В МНОГОАГЕНТНЫХ СИСТЕМАХ

Под ресурсами понимаются любые средства, полезные для достижения цели агента или МАС. Величина имеющегося у агента ресурса тесно связана с такими характеристиками как роль агента и взаимосвязи между ролями. Создание и функционирование МАС предполагает построение семейства процедур распределения, перераспределения и коллективного использования ресурсов отдельных агентов.

Наиболее удобными и наглядными методами описания структур МАС являются графы, в частности взвешенные графы, с помощью которых можно легко показать ряд важных параметров агентов (ресурс, способность к обмену ресурсами и формированию коллективных целей и т.д.)

МАС КАК ПОЛИСТРУКТУРНАЯ СИСТЕМА

Любая МАС является **полиструктурной** и представляет собой единство **экстенсивных** структур, преимущественно развертывающихся в пространстве и **интенсивных** структур, развивающихся во времени. Например, при построении структур в виде графов и мультиграфов развертыванию экстенсивных структур соответствует добавление новых вершин в исходный граф, а развитию интенсивных структур – добавление новых дуг.

Соответственно, выделяются две основные характеристики ресурса: а) «объем ресурса» – его мера в пространстве (например, объем перерабатываемой информации, объем памяти компьютера); б) «действие ресурса» - его мера во времени.

ВИДЫ РЕСУРСОВ

Для МАС можно выделить следующие виды ресурсов:

1) **Материальные ресурсы (ограниченные)**, для которых в МАС действует закон сохранения суммарного ресурса.

2) **Информационные ресурсы (бесконечные)**, для которых справедливо свойство супераддитивности: ресурсы агентов в процессе обмена только увеличиваются. Поэтому суммарный ресурс МАС будет больше суммы ресурсов отдельных агентов.

Для моделирования обмена ресурсами в МАС служат ресурсные графы, предложенные О.П. Кузнецовым.

РЕСУРСНЫЙ ГРАФ В МАС

Под **ресурсным графом** для МАС будем понимать взвешенный ориентированный граф

$$G = \langle A, C, RES, W \rangle,$$

где A – множество вершин (агентов), C – множество дуг (связей между агентами), RES – множество ресурсов МАС, причем каждый агент $a_i \in A$ имеет определенный ресурс $res(a) \in RES$, W – множество проводимостей дуг c в МАС. Каждой дуге $c_{ij} \in C$ приписывается неотрицательное число $w_{ij} \in W$, называемое проводимостью дуги.

Расширение формализма ресурсных графов связано с введением ресурсно-целевых графов, в которых вершины характеризуются типом и объемом ресурса, а дуги – двумя видами проводимости (по целям и по ресурсам).

РЕСУРСНО-ЦЕЛЕВОЙ ГРАФ В МАС

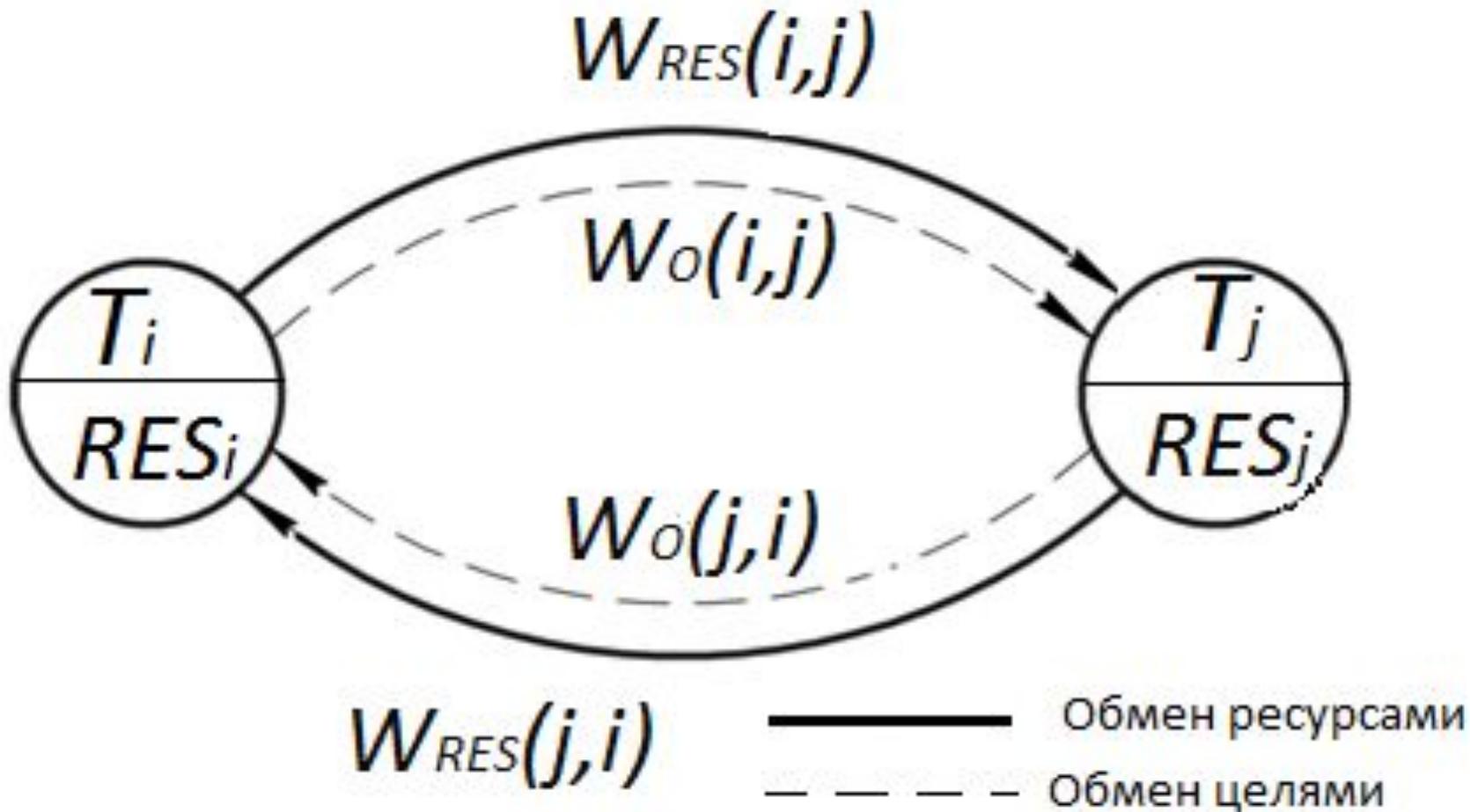
Ресурсно-целевым графом называется взвешенный ориентированный мультиграф

$$G = \langle A, C, K, O, RES, W, T \rangle,$$

где множество вершин ассоциируется с множеством агентов A , множество дуг C разбивается на два непересекающихся подмножества: множество целевых связей C_O и множество ресурсных связей C_{RES} : $C = C_O \cup C_{RES}$, $C_O \cap C_{RES} = \emptyset$, а T – множество дискретных моментов времени, $t = 0, 1, 2, \dots, n$.

Каждая вершина $a \in A$ определяется следующими параметрами: тип агента $k \in K$, его цель $o(a) \in O$ и объем ресурса $res(a) \in RES$, а каждая дуга – проводимостью или пропускной способностью w дуги $c \in C$. У любых двух агентов a_i, a_j выделяются проводимости по целям $w_O(a_i, a_j)$ и проводимости по ресурсам $w_{RES}(a_i, a_j)$.

ОСНОВЫ РЕСУРСНО-ЦЕЛЕВЫХ ГРАФОВ



ТИПЫ АГЕНТОВ В РЕСУРСНО-ЦЕЛЕВОМ ГРАФЕ

В ресурсно-целевом графе можно выделить типы вершин на основе предварительной классификации агентов по двум критериям (благонамеренные, эгоистичные, альтруистичные и т.д.), предложенной В.Б.Тарасовым.

Благонамеренный агент a_b – это агент, имеющий свои цели (интересы) и способный формировать коллективные цели. Он участвует в обмене ресурсами, если такая операция выгодна ему и другим агентам и не содержит злого умысла.

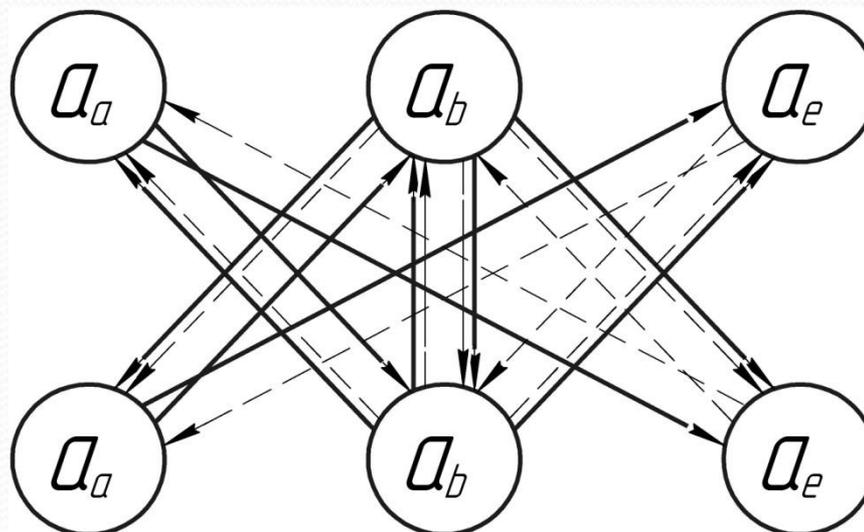
Эгоистичный агент a_e стремится к достижению исключительно своих целей, игнорирует цели других агентов и неспособен к формированию общих (коллективных) целей. Он участвует в обмене ресурсами тогда и только тогда, когда этот обмен ему необходим и выгоден.

Альтруистичный агент a_a – это агент, неспособный к формированию собственных целей и принимающий чужую цель как общую. Он всегда участвует в обмене ресурсами, даже если обмен будет неравнозначным, и он от него проиграет.

**ВЫДЕЛЕНИЕ ТИПОВ АГЕНТОВ ПО ДВУМ
КРИТЕРИЯМ: ОТНОШЕНИЕ К СЕБЕ
(ГОТОВНОСТЬ НАКАПЛИВАТЬ СВОИ РЕСУРСЫ) И
ОТНОШЕНИЕ К ДРУГИМ (ГОТОВНОСТЬ
ФОРМИРОВАТЬ ОБЩИЕ РЕСУРСЫ)**

Тип агента	Отношение к себе	Отношение к другим
Благонамеренный	+1	+1
Эгоистичный	+1	-1
Альтруистичный	-1	+1
Камикадзе	-1	-1

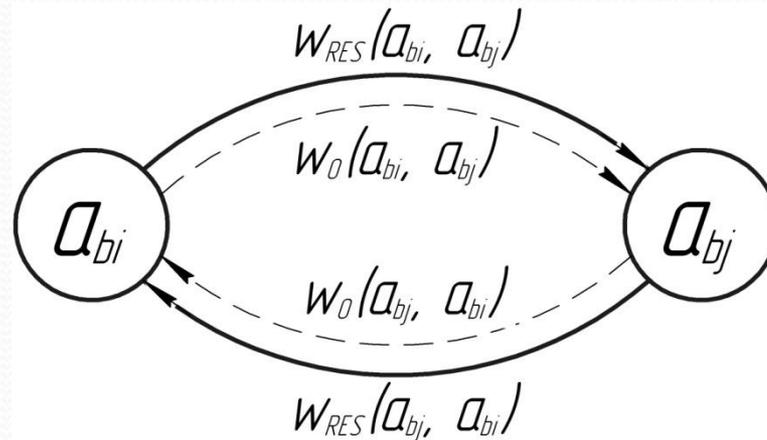
ОБЩАЯ СХЕМА ВОЗМОЖНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ МЕЖДУ АГЕНТАМИ



Запрещенными являются взаимодействия между двумя эгоистичными и двумя альтруистичными агентами, поскольку при таком взаимодействии не может быть образована МАС.

ПРИМЕРЫ РЕСУРСНО-ЦЕЛЕВЫХ ГРАФОВ

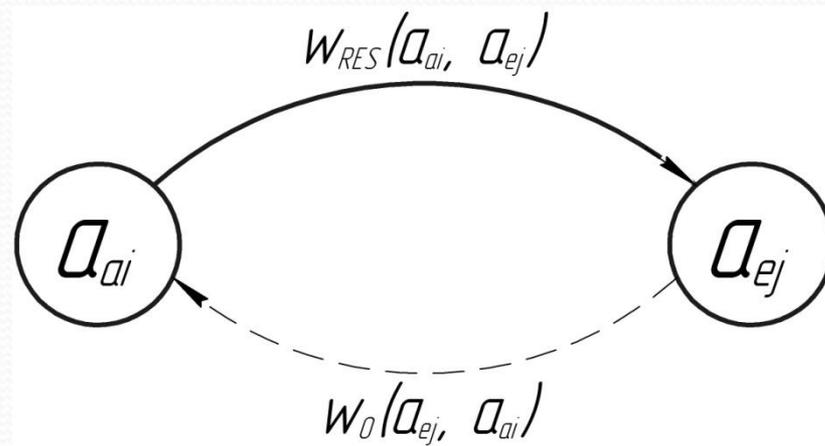
1) **Благонамеренный агент с благонамеренным.** В данной ситуации происходит равноправный обмен информацией целевого характера, в результате которого формируется общая цель, а также обмен ресурсами.



МАС, состоящая из подобных агентов, представляется наиболее эффективной для реализации стратегии децентрализованного искусственного интеллекта, когда формируется структура типа полный граф.

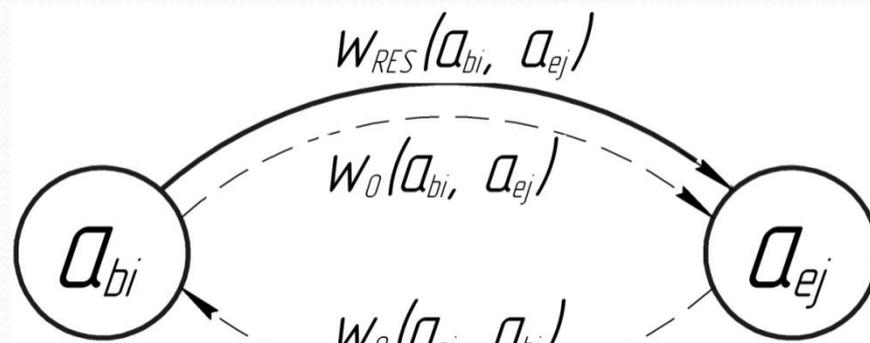
ПРИМЕРЫ РЕСУРСНО-ЦЕЛЕВЫХ ГРАФОВ (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

2) Эгоистичный агент с альтруистичным. При взаимодействии эгоистичный агент навязывает альтруистичному свою цель и использует для ее достижения чужие ресурсы. Фактически происходит перекачка ресурсов от a_a к a_e , которая может завершиться гибелью a_a , если объем ресурса $res(a_a(t)) < res_{min}$, т.е. данная МАС будет неустойчивой



ПРИМЕРЫ РЕСУРСНО-ЦЕЛЕВЫХ ГРАФОВ (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

3) **Благонамеренный агент с эгоистичным.** В данной ситуации возникает иллюзия обмена ресурсами между агентами. Эгоистичному агенту нужны ресурсы, но в ответ он старается ничего не делать. Благонамеренный агент будет избегать такого взаимодействия и участвовать в нем только в критических для себя случаях.

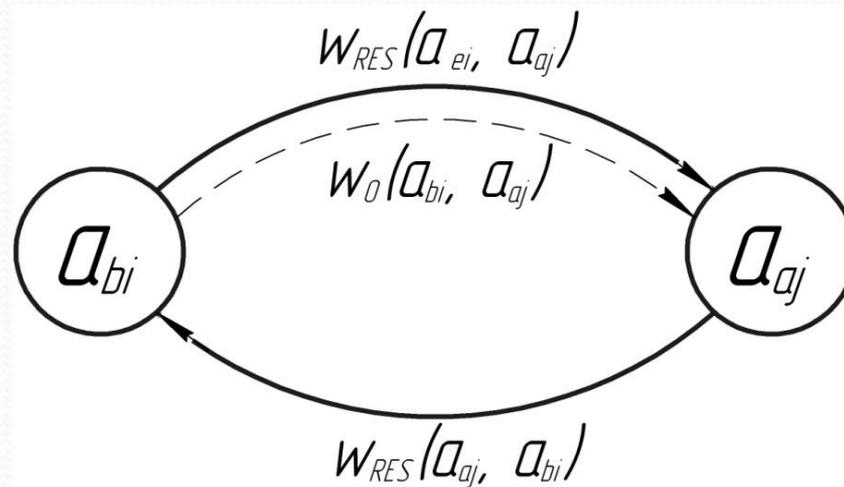


При этом вза... , -сли $res(a_b(t))$ близок к res_{min} (наличие «инстинкта самосохранения» у a_b).

ПРИМЕРЫ РЕСУРСНО-ЦЕЛЕВЫХ ГРАФОВ (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

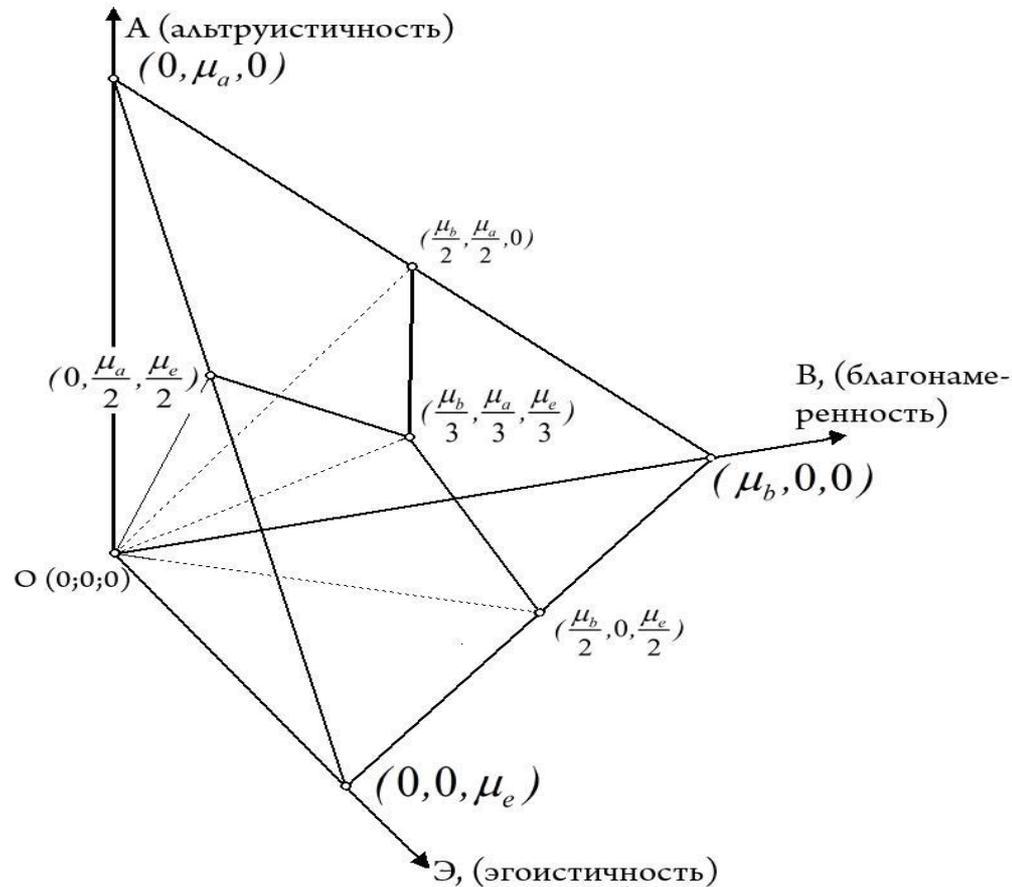
4) Благонамеренный агент с альтруистичным.

Происходит эффективный обмен ресурсами, причем a_a разделяет цели a_b . В силу своей благонамеренности a_b не допускает ситуации истощения ресурсов у a_a , поэтому МАС, включающая такое сочетание агентов, достаточно устойчива.



ВОЗМОЖНЫЕ ТИПЫ АГЕНТОВ В МАС

В общем случае будем полагать, что каждый реальный агент сочетает в себе черты агентов трех типов, т.е. будем описывать его тройкой чисел $\{\mu_b, \mu_e, \mu_a\}$.



ВЛИЯНИЕ АГЕНТА В РЕСУРСНО-ЦЕЛЕВОМ ГРАФЕ

Влияние агента a в МАС определяется собственным ресурсом, числом связей с другими агентами (т.е. числом выходящих из вершины a дуг), а также суммарными значениями выходных проводимостей по целям w_o и ресурсам w_{RES} . Формально влияние агента a в момент времени t определяется имеющимся у него объемом ресурса $res(a(t))$, мощностью множества выходных целевых связей $C_o^{out}(t)$ и выходных ресурсных связей $C_{RES}^{out}(t)$, а также соответствующими величинами суммарной проводимости $W_o^{out}(t)$ и $W_{RES}^{out}(t)$. Определяющим критерием влияния агента в МАС является его отношение к ресурсу.

УСЛОВИЯ ПОВЕДЕНИЯ АГЕНТОВ В МАС

В процессе обмена объем ресурса агента меняется. При уменьшении ресурса агента степень его влияния на МАС уменьшается. В предельном случае агент может поменять свой тип, например, превратиться из благонамеренного в альтруистичного. Напротив, при значительном увеличении своего влияния благонамеренный агент может стать эгоистичным. Отсюда можно выделить **необходимые условия поведения агентов в МАС:**

- 1) $Res(a_i(t)) > Res_{min}$ - условие индивидуального выживания агента;
- 2) $Res(a_i(t)) \leq Res_{max}$ - условие социального поведения агента.

АССОЦИАЛЬНОЕ ПОВЕДЕНИЕ АГЕНТОВ В МАС

Если объем ресурса агента

$$Res(a_i(t)) \geq Res_{max} ,$$

(ситуация бесконтрольного возрастания его влияния), то это может привести к асоциальному поведению в МАС. Здесь предельным состоянием МАС будет являться ее распад, так как эгоистичный агент не сможет участвовать в обмене ресурсов из-за отсутствия участников обмена.

.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Предложен вариант применения аппарата ресурсных графов к моделированию процессов взаимодействия агентов и формирования МАС.
2. Введено понятие ресурсно-целевого графа как расширения ресурсных графов.
3. Предварительно проанализированы различные типы агентов и рассмотрены особенности обмена ресурсами между ними.
4. Предложены показатели влияния агентов.
5. Рассмотрены необходимые условия выживания и эффективности агентов для различных условий среды.