

## ОДИН ПОДХОД К ПОСТРОЕНИЮ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА НА ОСНОВЕ УЧЕТА ПОТРЕБНОСТЕЙ АГЕНТОВ

Клебанов Б.И.<sup>1</sup>, Антропов Т.В.<sup>1</sup>, Рябкина Е.М.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГАОУ ВПО “Уральский Федеральный Университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина”, Екатеринбург, Россия (620002, Екатеринбург, ул. Мира 19), e-mail: [kbi11@yandex.ru](mailto:kbi11@yandex.ru)

Работа посвящена разработке принципов построения модели развития искусственного общества, основанной на процессах возникновения и реализации потребностей конкретных агентов. Предложена структура объективной, с точки зрения исследователя, базы знаний и ментальной базы знаний конкретного агента. Основой базы знаний являются: возможные способы применения объекта (отношения) в рецептах удовлетворении потребностей активных агентов; рецепты создания, изменения объекта (отношения); противодействия объекту (отношению), защиты от объекта, преодоления, разрушения объекта (отношения); актуализации - обнаружения, идентификации объекта, определения его отношений с другими объектами. Предложена классификация методов усиления возможностей активных агентов. Разработана модель процесса выбора стратегии реализации потребностей, основанная на постепенном усилении возможностей агента.

Ключевые слова: активный агент, потребность, мультиагентное моделирование, искусственное общество.

## ONE APPROACH TO CREATION OF IMITATING MODEL OF DEVELOPMENT OF SOCIETY ON THE BASIS OF THE ACCOUNTING OF NEEDS OF AGENTS

Klebanov B.I.<sup>1</sup>, Antropov T.V.<sup>1</sup>, Riabkina E.M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ural Federal University n.a. the first President of Russia B.N. Yeltsin, Yekaterinburg, Russia (620002, Yekaterinburg, 19 Mira Street), e-mail: [kbi11@yandex.ru](mailto:kbi11@yandex.ru)

Work is devoted to development of the principles of creation of the model of development of artificial society based on processes of emergence and realization of needs of specific agents. The propose structure of the objective, from the point of view of researchers, knowledge and mental knowledge of the particular agent. A basis of the knowledge base are: possible methods of application of object (relation) in recipes satisfaction of needs of active agents; recipes of creation, change of object (relation); counteraction to object (relation), protection against object, overcoming, destruction of object (relation); actualization - detection, identifications of object, definition of its relations with other objects. Classification of methods of strengthening of opportunities of active agents is offered. The model of process of a choice of strategy of realization of requirements based on gradual strengthening of opportunities of the agent is developed.

Keywords: active agent, requirement, Multi-Agent models, artificial society.

Использование имитационного моделирования сулит большой прорыв в развитии общественных наук, так как компьютерная модель может быть любой сложности, а значит, позволяет исследовать и изучать любые нюансы общественного развития. Эффективным средством для решения подобного рода задач является агентно-ориентированное моделирование. В [3] показана эффективность применения имитационного моделирования для решения задач социального моделирования и проектирования. Вопросам применения мультиагентного моделирования для стратегического управления социально-экономическим развитием территориальных образований на макроэкономическом уровне посвящена работа [1]. В данной статье рассматриваются вопросы моделирования процессов удовлетворения потребностей активных агентов на микроуровне.

Для достижения поставленной цели могут быть использованы результаты психологических исследований и технологии Data Mining применительно к имеющимся базам социальной статистики. Видный ученый психолог А.Н.Леонтьев считает, что «потребность,- сама по себе, как внутреннее условие деятельности субъекта, это лишь негативное состояние, состояние нужды, недостатка» [2]. По мнению Леонтьева, потребность актуализируется только в результате своего «опредмечивания», другими словами, выделения конкретного объекта потребности из множества возможных (доступных). В соответствии с этим в рамках данной работы предлагается рассматривать потребность агента как желание перехода из текущего состояния в требуемое состояние или сохранения текущего состояния, т.е. потребность в действиях (операциях), выполняемых самим агентом или внешним окружением и обеспечивающих данный переход или противодействие изменению состояния. Другими словами, потребность это заявка агента на действия (операции) по ее удовлетворения.

В простейшем случае, когда речь идет о потребности в материальных ресурсах подразумевается потребность выполнения действий, обеспечивающих доступ агента к этим ресурсам. В соответствии с вышесказанным потребность в утолении голода это не сама пища, а потребность в действии наполнения желудка пищей, имеющей определенную калорийность, объем и вкусовые качества и т.п. Следует отметить, что действия по реализации потребностей не являются произвольными, они записаны в генетической памяти агента и всего мира и, по сути, являются возможными рецептами (типовыми масштабируемыми процессами) применения объектов для удовлетворения конкретных потребностей. Конечно, научно-технический прогресс приводит к увеличению множества возможных рецептов удовлетворения потребностей. Объем потребности определяется разницей между текущим и требуемым состоянием агента. Одну и ту же потребность можно реализовать различными действиями (рецептами или их сочетанием). В нашей модели агент выбирает с его точки зрения эффективный рецепт из ИЛИ – возможных, известных ему, и определяет стратегию его применения. Множество возможных рецептов определяется:

1. Множеством глобально известных объектов, и рецептов их применения для удовлетворения конкретных типов потребностей.
2. Знаниями и способностями конкретных агентов, которые являются частью глобальных знаний.

В модели мира, построенной на базе учета потребностей агентов должны учитываться две точки зрения:

- a. исследователя (внешнего наблюдателя), который строит объективную, с его точки зрения, динамическую модель мира.

в. конкретного агента модели, имеющего свою метальную модель окружающего его мира в рамках динамической модели поведения, которой «наградил» его исследователь.

В моделях активных агентов должны учитываться процессы формирования и реализации их потребностей. Активные агенты это животные, люди, институциональные образования, роботы и т.п. По отношению к другим агентам активные агенты могут рассматриваться как противники, помощники или нейтральные лица в реализации потребностей. Модели пассивных объектов используются для представления природных или искусственных объектов, которые меняются или не меняются с течением времени под влиянием внешних или внутренних, но не имеют потребностей и не борются за свое существование. Пассивные объекты могут рассматриваться активными агентами только как возможные объекты и средства удовлетворения потребностей активных агентов или как условия (возможно препятствующие) их удовлетворению. Кроме того, в качестве пассивных агентов могут рассматриваться нематериальные информационные объекты: знания, данные, в том числе, законы, методы решения задач, отношения между объектами и т.п. В качестве обобщенного понятия для активных агентов и пассивных объектов будем использовать понятие «объект».

Основой предлагаемой модели является объективные с точки зрения исследователя в рамках проводимого эксперимента базы знаний (ОБЗ) и данных (ОБД).

ОБЗ для каждого типа объектов или отношений между объектами включает:

1. состав моделируемых свойств,
2. возможные способы применения объекта (отношения) в рецептах удовлетворении потребностей активных агентов,
3. множество рецепты создания, изменения объекта (отношения),
4. множество рецептов противодействия объекту (отношению), защиты от объекта, преодоления, разрушения объекта (отношения),
5. множество рецептов актуализации – обнаружения, идентификации объекта, определение его отношений с другими объектами,
6. модели внутренних процессов изменения свойств, состояний, возможностей объекта (отношения) с учетом влияния внешней среды (в т.ч. воздействий других агентов и процессов),
7. для активных агентов – процессы формирования различных типов потребностей.

В ОБД для каждого экземпляра пассивного объекта представлены следующие данные: тип, имя, координаты, состояние, значения специфических атрибутов и свойств. Для каждого

экземпляра активного агента в ОБД, в дополнение к данным пассивного объекта, представлены:

1. ссылки в ГБЗ типа «знает» на известные агенту рецепты реализации собственных потребностей,
2. ссылки в ГБЗ типа «умеет» на известные агенту и реализуемые самостоятельно, рецепты реализации собственных потребностей,
3. отношения с другими агентами,
4. известные агенту сведения о вышеперечисленных свойствах (размещении, свойствах, знаниях и умениях) других объектов.

Следует отметить, что вышеприведенные данные, знания и способности конкретных агентов должны представляться в модели в двух видах: в виде ментального (субъективного) представления («убеждения» в терминологии BDI [5]) и объективного представления с точки зрения исследователя.

Процесс образования и удовлетворения потребности обычно представляют в виде цикла [4]:

1. Формирование потребности,
2. Актуализация обстановки,
3. Выбор объекта удовлетворения потребностей. (В нашем случае это выбор рецепта удовлетворения потребности),
4. Выбор стратегии (плана) удовлетворения потребности,
5. Выполнение выбранной стратегии,
6. Удовлетворение потребности.

В предлагаемом подходе к моделированию каждый из этапов этого процесса с 2-го по 5-ый также рассматриваются как процесс реализации потребностей, соответственно, актуализации, выбора и т.д. Агент выбирает из множества известных ему рецептов те, которые позволят, по его мнению, рационально достигнуть состояния удовлетворения.

В общем случае стратегию можно определить как множество элементов «предусловие – следствие»

$$s_i = \{P_i^l, d_i^l\}$$

Где:

$d_i^l$  – финальное действие (рецепт) непосредственного удовлетворения потребности,

$P_i^{pl}$  – предусловие - множество потребностей, которые должны быть удовлетворены до начала исполнения  $d_i^l$ , например, при приготовлении пищи должны быть в наличии все ингредиенты, орудия труда, источники энергии и т. п.

Модель действия (рецепта) можно представить следующей структурой:

$$d_i^l = \{f_i^l, y_i^l, k_i^l, v_i^l, w_i^l, c_i^l, t_i^l, st_i^l\}$$

$f_i^l$  - функция преобразование входов в выходы,

$y_i^l$  - условие запуска действия (например, время или наличие входных ресурсов или средств и т.п.),

$k_i^l$  - координаты (место) действия,

$v_i^l$  - исходные объекты (отношения),

$w_i^l$  - Результирующие объекты (отношения), результаты услуг, полученные блага,

$c_i^l$  - необходимые средства (усилители индивидуальных способностей агента: орудия труда, людские ресурсы),

$t_i^l$  - временные затраты.

Множество  $P_i^l$  состоит из трех подмножеств потребностей:

$$P_i^l = \{P_i^{vl}, P_i^{cl}, P_i^{al}\},$$

Где:

$P_i^{vl}$  - подмножество дополнительных потребностей в ресурсах

$P_i^{cl}$  - подмножество дополнительных потребностей в средствах

$P_i^{ul}$  - подмножество потребностей в создании внешних условий

$P_i^{al}$  - подмножество потребностей в подготовках самого агента и других агентов, участвующих в реализации рецепта

Каждое из перечисленных выше подмножеств потребностей может реализоваться как самим агентом, так и через взаимодействие с другими агентами. Агент сам или «его доверенное лицо» (например, мать за маленького ребенка) определяет соотношение «внешнего» и «внутреннего» при реализации предусловий и финального действия, выбирая решение наиболее рациональное с его точки зрения.

В основу построения модели положен принцип, что любой агент в рамках жизненного цикла стремиться улучшить свои возможности или сохранить их на существующем уровне. Для развития и усиления возможностей могут быть использованы различные методы, основными из которых являются:

- физическое развитие,
- образование и приобретение навыков,
- приобретение и освоения новых, перспективных технологий и средств производства,
- исследования и создание новых типов объектов,
- пространственные и инфраструктурные методы,
- оргструктурные методы, в т.ч. разделение труда,
- экономические методы,

- политические и идеологические методы,
- психологические методы воздействия на других агентов,
- методы усиления безопасности,
- и т.п.

Каждый агент интуитивно (реактивный агент) или аналитически (делиберативный агент) принимает решение о необходимости применения конкретных методов усиления возможностей. В основу модели рационального выбора агентом путей реализации потребностей положена методология постепенного усиления возможностей агентов. Эта методология предполагает, что агент в процессе поиска пути удовлетворения потребности постепенно наращивает множество выбора за счет применения все более сложных и затратных с его точки зрения методов усиления своих возможностей, При этом он использует свой опыт и доступные знания других агентов.

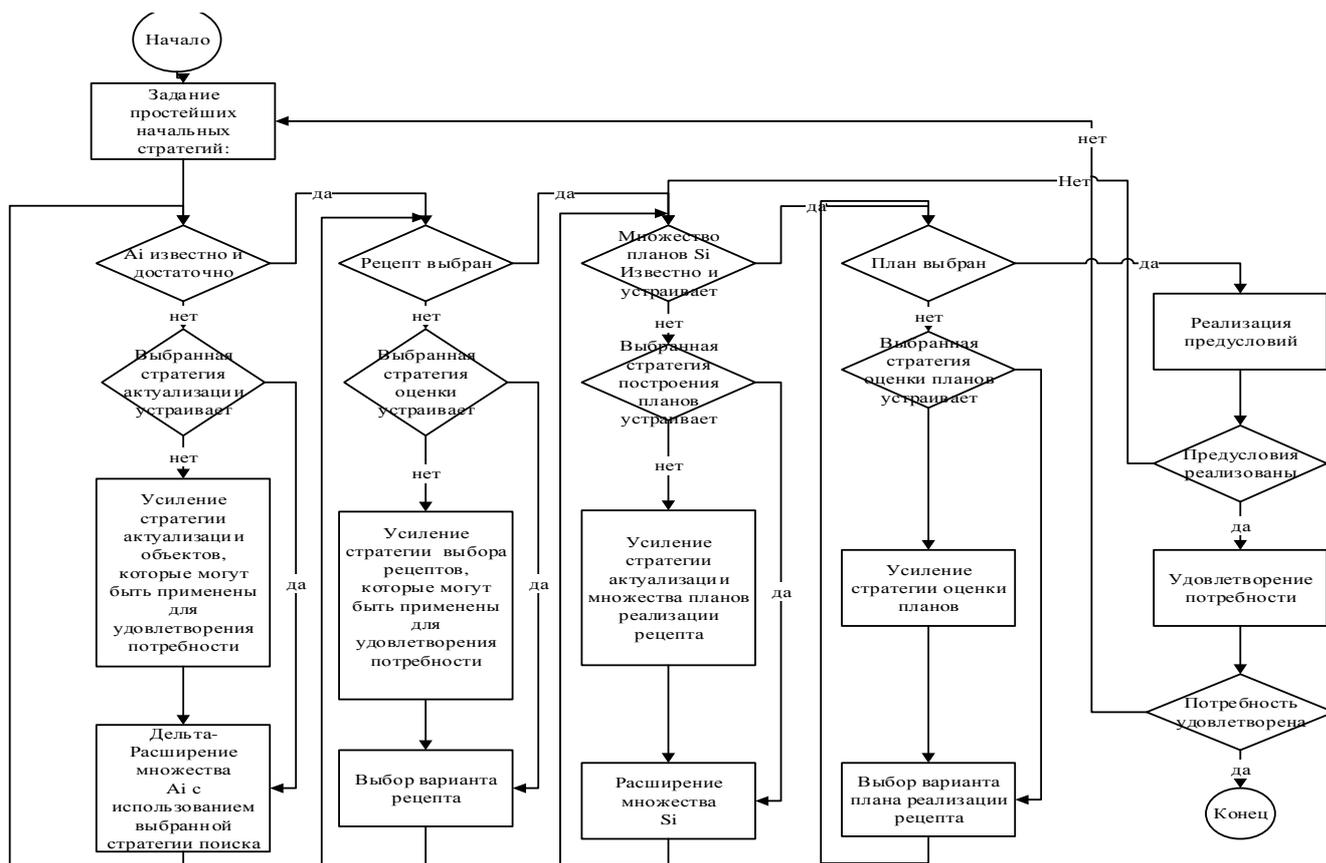
С учетом вышесказанного предложена следующая расширенная модель процесса реализации потребности (рис. 1):

1. Актуализация множества финальных рецептов удовлетворения потребности,
  - 1.1. Если агенту известно определенное множество рецептов удовлетворения потребности  $A_i$  и, с его точки зрения, оно достаточно для выбора (т.е. дополнительная актуализация не требуется), то переход к п.2 (выбор рецепта),
  - 1.2. Если агенту известна и устраивает стратегия актуализации, то переход к п.1.4.,
  - 1.3. Усиление стратегии актуализации,
  - 1.4. Дельта – расширение множества  $A_i$  с помощью выбранной стратегии актуализации, переход к п. 1.1.,
2. Выбор рецепта удовлетворения потребности.
  - 2.1. Если множество выбора  $A_i$  включает 1 рецепт и его оценка устраивает агента, то переход к п.3 (определение множества стратегий),
  - 2.2. Если агенту известна и устраивает стратегия оценки и выбора объекта, то переход к п.2.4.,
  - 2.3. Усиление стратегии оценки и выбора рецептов,
  - 2.4. Оценка вариантов и выбор рецепта, переход к п. 2.1.
3. Определение множества стратегий (планов) реализации выбранного рецепта.
  - 3.1. Если агенту известно множество возможных стратегий реализации выбранного рецепта и, с его точки зрения, оно достаточно для выбора, то переход к п.4 (выбор плана реализации рецепта),
  - 3.2. Если агенту известна и устраивает стратегия построения множества планов, то переход к п.3.4.,

- 3.3. Усиление стратегии формирования планов реализации выбранного рецепта,
- 3.4. Дополнение множества планов с помощью выбранной стратегии актуализации, переход к п. 3.1.,
- 4. Выбор плана реализации рецепта удовлетворения потребности.
  - 4.1. Если план выбран, то переход к п.5. (Выполнение предусловий),
  - 4.2. Если агенту известна и устраивает стратегия оценки и выбора плана, то переход к п.4.4.,
  - 4.3. Усиление стратегии оценки и выбора плана,
  - 4.4. Оценка вариантов и выбор плана, переход к п. 4.1.,
- 5. Выполнение предусловий.
  - 5.1. Генерация потребностей предусловий,
  - 5.2. Ожидание реализации потребностей предусловий,
  - 5.3. Если все потребности предусловий удовлетворены в заданное время и в соответствии с прогнозом, то к п.6 (удовлетворение потребности), иначе переход к п.1.,
- 6. Исполнение финального рецепта удовлетворения потребности.
  - 6.1. Если результат реализации рецепта соответствует прогнозу, то КОНЕЦ, иначе переход к п.1.

Блок-схема предложенного алгоритма приведена на рисунке 1.

С использованием системы мультиагентного моделирования Repast и языка, разработан прототип системы развития, подтверждающий перспективность предложенного подхода для социального моделирования и проектирования.



Алгоритм реализации потребностей

## Выводы

В рамках проведенного исследования получены следующие результаты:

1. Определен состав глобальной базы знаний системы мультиагентного моделирования поведения активных агентов, основанной на учете потребностей.
2. Предложена модель алгоритма принятия решений в процессе выбора стратегии реализации потребностей, основанная на постепенном усилении возможностей агента.

## Список литературы

1. Бегунов Н.А., Клебанов Б.И., Попов Е.В. Имитационное моделирование социально-экономического развития города // Журнал экономической теории. – 2010. - № 4. – С. 180-183.
2. Леонтьев А.Н. Потребности, мотивы и эмоции. – М, 1971.
3. Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Социальное моделирование - новый компьютерный прорыв (агент – ориентированные модели). – М.: Экономика, 2013.
4. Пономарев И.П. Универсальный процесс мотивации в действии URL: [http://www.elitarium.ru/2010/05/28/motivacija\\_v\\_dejstvii.html](http://www.elitarium.ru/2010/05/28/motivacija_v_dejstvii.html) (дата обращения: 12.11.2014).

5. Rao, Georgeff M. P. BDI-agents: From Theory to Practice – 1995. URL: <http://www.agent.ai/doc/upload/200302/rao95.pdf> (дата обращения: 26.12.2014).

**Рецензенты:**

Поршнев С.В., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой Автоматики и информационных технологий, ФГАОУ ВПО “Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина”, г. Екатеринбург;

Доросинский Л.Г., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой Информационных технологий, ФГАОУ ВПО “Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина”, г. Екатеринбург.