

УДК 004.942

## Структура модели для прогнозирования поведения групп лиц

С.Ю. Землянская, А.В. Сложеницын, Н.К. Андриевская  
ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»  
SlogenitsinAV@gmail.com, zsaa@ya.ru, nataandr@yandex.ru

*Землянская С.Ю., Сложеницын А.В., Андриевская Н.К. Структура модели для прогнозирования поведения группы лиц. Рассмотрено общее состояние разработок в области моделирования поведения человека и поведения сообществ. Выявлены достоинства и недостатки существующих моделей и готовых программных комплексов, с точки зрения прогнозирования поведения групп лиц. Определены основные критерии, используемые для построения новой модели поведения человека и прогнозирования поведения групп лиц, лишенной недостатков проанализированных продуктов. Выбраны методы и подходы для создания новой модели, описана ее структура.*

**Ключевые слова:** моделирование поведения, прогнозирование деятельности, искусственный интеллект, агентное моделирование, искусственная нейронная сеть.

### Введение

На сегодняшний день человечество достаточно полно изучило поведение индивидуума и поведение толпы, выявило множество факторов, определяющих их тип поведения и причинно-следственные связи, приводящие к различным событиям. Однако к настоящему времени программных реализаций моделирования поведения человека немного.

Для решения задач моделирования или прогнозирования поведения применяются различные методы: соцопросы, сбор информации о предпочтениях человека при его обращении к поисковым системам в интернете, статистический анализ прошлых реакций человеческих масс и прочие. Но все эти методы зачастую оказываются недостаточными для качественного прогнозирования поведения индивидуума.

Многие компании, страны, области науки заинтересованы в получении ответов о реакции и действиях различных людей в ответ на всевозможные события: выпуск новой продукции, проведение митинга, чрезвычайное происшествие и прочее.

Весьма важным направлением моделирования человеческой деятельности является моделирование преступной деятельности и прогнозирование криминогенной обстановки в городе. При успешных результатах построения модели станет возможным прогнозирование широкого спектра человеческой деятельности.

В данной статье основной целью исследования является обзор текущих разработок для моделирования поведения человека, а также выделение на их основе методов и подходов, наиболее подходящих для программной реализации системы прогнозирования преступной деятельности групп лиц.

### Основные подходы к моделированию поведения человека

Так что же такое моделирование поведения человека? В самом общем смысле – это возможность предсказать человеческие реакции и действия в ответ на любые события. Но не стоит забывать, что поведение человека состоит из множества факторов: психология субъекта, его социальные связи, его прошлый опыт и т.д. Учитывая количество внешних и внутренних факторов, которые влияют на поведение человека, а также то, что сам человек не может точно сказать, почему он поступил так, а не иначе, создание модели поведения – отнюдь нетривиальная задача. Сегодня моделирование поведения человека – это многоотраслевое междисциплинарное направление. В основном, моделирование поведения человека и групп лиц разделяют по задачам моделирования, например: моделирование поведения толпы, моделирование поведения отдельного индивида в самоорганизующейся толпе, моделирование деятельности единого субъекта, моделирование влияния поведения отдельных индивидов на изменение общего состояния группы лиц и т.д. В первую очередь, различные задачи подразумевают разные подходы и средства для моделирования. Так, для моделирования поведения групп лиц чаще используют методы роевого интеллекта, элементы теории игр, аппарат искусственных нейронных сетей и прочие. В то же время для моделирования поведения индивида в группе используются методы агентного моделирования, математический аппарат нечеткой логики, некоторые концепции модели жизнеспособной системы.

Примером использования перечисленных технологий, может выступать модель движения толпы на основе роевого поведения насекомых, исследуемая Карповым В.Э. в статье «Коллективное поведение роботов. Желаемое и действительное» [1]. Другим примером может служить эволюция агентов

и их поведение в различных средах, рассматриваемые Петрушаном М.В. и Самариным А.М. в работе «Эволюционная модель поведения агентов в среде, побуждающей к коллективным действиям» [2].

Естественно, наиболее прогрессивные результаты получаются при соединении нескольких подходов, но хотя совмещение моделирования поведения толпы и поведения отдельного индивида довольно перспективно, оно сопряжено с рядом проблем. В частности: большой объем обрабатываемых системой данных; проблема качественного создания математического аппарата, способного корректно учитывать «сложного» индивида в толпе; ресурсоемкий процесс создания (в том числе, не всегда экономически обоснованный), по сравнению с отдельным моделированием поведения толпы и индивида, для более узких, конкретных задач.

### **Обзор разработок в области моделирования поведения человеческих сообществ**

Многие исследовательские центры и отдельные фирмы уже создали ряд продуктов, позволяющих в определенной степени прогнозировать поведение групп лиц. Рассмотрим некоторые из них.

**Программный продукт DI Guy** – модуль искусственного интеллекта, моделирование поведения толпы с учетом каждого индивида [3].

Программа разработана и представлена компанией VT МАК. Основное ядро системы для моделирования поведения человека представлено в базовом пакете DI Guy. Дополнительными элементами являются DI Scenario, DI SDK, DI Motion editor. С их помощью возможно разрабатывать новые сценарии поведения и ситуативные среды, добавляться более реалистичного поведения отдельного человека (вроде движения ногами или хождения по кругу в ожидании); добавлять отображение лицевой анимации в формате 3D.

Внедренные в программу искусственный интеллект и графические возможности позволяют создавать реалистичные уличные драки, митинги, военные операции, допрос подозреваемых и многие другие ситуации. В связи с хорошо проработанными возможностями для моделирования поведения людей во время военных действий, большой интерес к данному проекту проявляют американские военные. Причем здесь важно заметить: при моделировании столкновения в мирном районе города с вражескими солдатами можно моделировать поведение не только этих солдат, но и поведение мирных жителей (каждого индивидуально), а также различных животных (кур, коров, лошадей). При качественном моделировании открывается возможность обучения солдат определять вероятных противников по жестам и мимике, даже с учетом поведения людей другой культуры [4].

Поскольку это коммерческий продукт,

компания неохотно раскрывает использованные для моделирования технологии. Известно, что проект опирается на агентное моделирование, в котором отдельный человек – это агент с набором характеристик, реагирующий на деятельность других агентов (людей). Однако детали реализации агентов и их взаимодействия не раскрываются.

Плюсами данной системы является возможность моделирования большого количества сцен с сильной детализацией, а также возможность моделирования в этих сценах различных построек, транспортных средств, животных. Минусом является заданная и мало изменяемая модель поведения человека – основные реакции заданы как «реакция на агрессию» в различных проявлениях. Также имеется ряд характеров для разных людей, но в них не учитываются особенности прошлого человека или его социальные связи.

**Институт MOVES** при военно-морской высшей школе США в Монтерее, штат Калифорния, занимается моделированием человеческого поведения [5]. Так как это военная школа, то основное направление моделирования – военные операции и реакция людей на них. В данной области, разработчиками были достигнуты хорошие результаты. Однако, дополнительная разработка направлена еще и на социальное и культурное моделирование. Из таких разработок данного института хотелось бы упомянуть проект FOCUS под руководством Стива Холла и Джеффа Апплегета, а также когнитивное и перцептронное моделирование. Первый проект позволяет строить модель социальной сети населения, которая адекватно реагирует на работу СМИ и помогает определить тип телерадиовещания, при котором население будет настроено максимально лояльно к армии. Эта разработка поможет создать программу профилактики как для снижения числа терактов в оккупированном городе, так и для снижения уровня преступности. Дополнительно разработчики планируют создать функционал для прогнозирования наиболее неблагонадежных (опасных) мест. Второй проект создается для улучшения понимания, как информация, доступная отдельному лицу, может быть интегрирована в подобие человеческого сознания для прогнозирования последствий различных направлений деятельности. То есть программа сможет давать ответ на вопрос, как человек воспринимает определенную деятельность и о возможных действиях человека, в ответ на какие-либо действия. [6]

В данном продукте в качестве основы для моделирования боя используется модель искусственного интеллекта, описывающая поведение объектов с точки зрения иерархических сетей. В звеньях этих сетей расположены вероятностные варианты поведения для различных ситуаций.

В процессе моделирования работы СМИ используется принцип географического положения, с помощью которого определяется, какие слои населения имеют доступ к системам

телерадиовещания. Затем определяется зона распространения информации «от человека к человеку», после чего моделируется реакция на вещание заданных объектов из заранее сформированного перечня.

Процесс создания проекта «Когнитивное и перцептронное моделирование» все еще находится на стадии разработки. В связи с этим информации о построенной модели немного. Единственное, что достоверно известно – текущие исследования основаны на многослойной нейронной сети, обучающейся без учителя.

Работа данного института позволяет понять, насколько различны технологии, применяемые для разных задач моделирования поведения. Это и является основным минусом каждого из представленных институтом проектов. Но, несмотря на это, каждый из проектов дает положительные результаты моделирования в своей области.

Наиболее подходящий для прогнозирования преступной деятельности проект – это моделирование боя на основе иерархических сетей. Однако использование данной модели становится практически невозможным при преступности менее 90-95% от общего числа исследуемых объектов. Это связано с тем, что на поле боя практически все лица являются прямыми участниками событий и обязаны реагировать в соответствии с общей тенденцией поведения. Данное обстоятельство практически исключает этот подход в области прогнозирования преступлений.

Еще одним интересным проектом стал **проект Марко Страно и Роберта Брузоне** [7]. Они собрали команду из психологов, медицинских экспертов и детективов. Целью этой команды стала разработка статистической модели, которая связывает профиль преступника с его / ее действиями, решениями, а также относительными последствиями на месте преступления.

Марко Страно и Роберта Брузоне определили переменные, которые играют существенную роль при характеристике поведения преступника во время насильственного преступления. Сто пятьдесят из этих переменных были выбраны путем анализа литературы и путем опроса выборки из нескольких сотен детективов и медицинских экспертов из разных стран, которые обычно участвуют в расследовании убийства. Эти переменные они используют для построения так называемых сетей Байеса. Байесовские сети являются графическими моделями, которые извлекают знание данной системы из эмпирических данных и отображают причинно-следственные связи между всеми соответствующими переменными. Используя условные вероятности, они могут определять степень, в которой переменные могут влиять друг на друга, даже если основные механизмы деятельности неизвестны. Данная работа направлена на определение профиля преступника и моделирование его возможного поведения. [7]

Плюсом этой системы можно считать хорошие

показатели моделирования. Это объясняется тем, что переменные для системы собирались много лет из статистически верных данных. Минусами же являются: сложность разработки модели Байесовской сети такого масштаба и большие вычислительные мощности, требуемые для однократного моделирования. Так, для каждой переменной существует от 2 до 30 возможных значений, и многие переменные связаны с пятью и более другими переменными, при том, что переменных уже сейчас насчитывается 150 [7, с 5].

**Инструмент имитационного моделирования AnyLogic** был разработан российской компанией The AnyLogic Company. Данная программная среда создана с использованием многоподходного моделирования. Объединение системной динамики, агентного и дискретно-событийного моделирования позволяет использовать пакет программ AnyLogic в разнообразных областях знаний. [8]

Проект включает в себя различные библиотеки, написанные на языке Java. Эти библиотеки реализуют отдельные возможности системы, такие как моделирование физической окружающей среды, имитацию операций сортировочной станции, интерактивную анимацию 2D и 3D моделей, моделирование движения автомобилей и многое другое.

Применение агентного моделирования позволяет использовать AnyLogic для моделирования поведения человеческих масс. На текущий момент уже есть некоторые наработки в этой области, например, «Моделирование поведения толпы» [9].

Минусами этого продукта является отсутствие возможности добавления большого количества характеристик агенту, что не позволяет в полной мере имитировать деятельность человека, а также строго заданные отношения между агентами, что не дает возможности организовать социальную связь, близкую к человеческой.

Некоторые перспективные разработки все еще не готовы, но их разработчики ожидают получить хороший результат. Примером такой разработки является **проект «Модель поведения человека»** – это неформальное сообщество исследователей, занимающихся в той или иной форме компьютерным моделированием человеческого поведения [10].

Проект представляет собой модульную программу с возможностью включения или отключения основных компонентов. Компонентами являются «Эмоциональный модуль», «Модуль опыта», «Модуль внешней среды», «Модуль энергетического баланса», «Модуль привыкания и автоматизмов» и прочие. Центральный элемент модели – человек. Вторым по важности элементом модели является деятельность человека, то есть его конкретные действия. На текущий момент реализовано немного действий, однако уже сейчас для каждого действия есть определенный набор альтернатив. Таким образом, получилась проблема принятия решений «модульным человеком». Для решения этой проблемы были введены факторы

(временные, энергетические), цели, эмоции, интересы, результаты действий и прочее.

Стоит отметить, что помимо моделирования отдельного человека, модель предполагает моделирование групп людей, взаимодействующих друг с другом. Это введено для более корректного описания человека, ведь человек социален. Также для социализации человека в модели введены фирмы, на которых человек может работать.

К сегодняшнему дню выпущена демонстрационная версия «Модели поведения человека». Подходы, использованные в модели, тяжело классифицировать. Можно сказать, что некоторые методы являются концептуально новыми. Это отрицательно сказывается на их понимании и возможности внедрения, так как их формальное описание, а также публикации о достоинствах и недостатках их использования, не представлены.

В результате можно сделать вывод, что разработки активно ведутся во многих направлениях, применяются различные подходы для реализации необходимого функционала. Однако многие разработки применимы исключительно в их предметной области. Также большинство программных реализаций опирается лишь на текущее состояние индивида, что является минусом, по сравнению с системами, учитывающими его прошлое.

#### **Основные концепции, применимые для построения модели поведения человека и группы лиц**

Анализируя вышеуказанные исследования и разработки, можно утверждать, что моделирование поведения человека применимо к различным областям знаний. Однако данные исследования зачастую направлены на довольно узкий круг задач и применение изложенных методов практически невозможно вне этого круга. Также следует заметить, что рассмотренные модели поведения человека крайне слабо учитывают его прошлое, а также делают слабый акцент на текущем психо-, социо- и физиологическом состоянии.

Это заключение позволяет говорить о необходимости создания нового проекта для моделирования поведения, в котором будут отсутствовать основные недостатки приведенных выше систем. Все еще остаются нерешенными вопросы моделирования адаптивной к разным задачам системы, способной прогнозировать деятельность человека.

Для реализации этой идеи необходимо создание модели, способной адекватно учитывать любые факторы, влияющие на поведение человека. В частности, необходимо учитывать события, произошедшие с человеком до моделируемого события, текущие психологическое и физиологическое состояние, социальное положение и социальные связи, и прочее. Рассмотрим идею более детально.

Поведение – способность человека и животных изменять свои действия, реагировать на

воздействие внутренних и внешних факторов [11]. Данное множество факторов, в комплексе, и определяют вероятность конкретных действий:

$$\text{Действие} = F(\text{фактор}1, \text{фактор}2, \dots, \text{фактор}N)$$

Под фактором в данном случае может пониматься характеристика человека, событие, социальная связь и прочее. Множество действий, в свою очередь, определяют общее поведение человека:

Соответственно, чем больше факторов и вариантов действий можно представить в модели поведения, тем точнее будет прогноз деятельности человека (при условии корректного учета влияния каждого фактора на шанс совершения поступка).

При успешном моделировании деятельности одного человека получаем возможность моделирования поведения групп лиц как результат деятельности множества людей. При этом не следует забывать о важности моделирования связей между людьми.

Таким образом, для построения модели необходимо:

1. Установить способ представления человека как множества персонализированных характеристик (факторов, влияющих на его деятельность\поведение).
2. Выделить факторы, влияющие на деятельность\поведение человека (в частности, с точки зрения правонарушений).
3. Определить зависимости (степень влияния) отдельных факторов на каждый вариант действий.
4. Определить оптимальный метод выбора действий на основании факторов.
5. Учесть в модели взаимное влияние индивидов друг на друга.

В этом случае человека необходимо представить, как обособленную единицу с индивидуальным набором характеристик и возможностью связи с другими единицами. Оптимальным подходом для этого является использование агентного моделирования с представлением человека в качестве агента.

Агентное моделирование – это раздел имитационного моделирования, где для создания поведения целой системы разрабатываются элементы системы – взаимодействующие, но независимые агенты. Поведение системы в этом случае возникает как результат деятельности агентов. В качестве агентов допускается использование практически любых объектов. Однако они должны соответствовать необходимым нормам «интеллектуальности». Например, на рисунке 1, изображен пример общей внутренней организации агента.

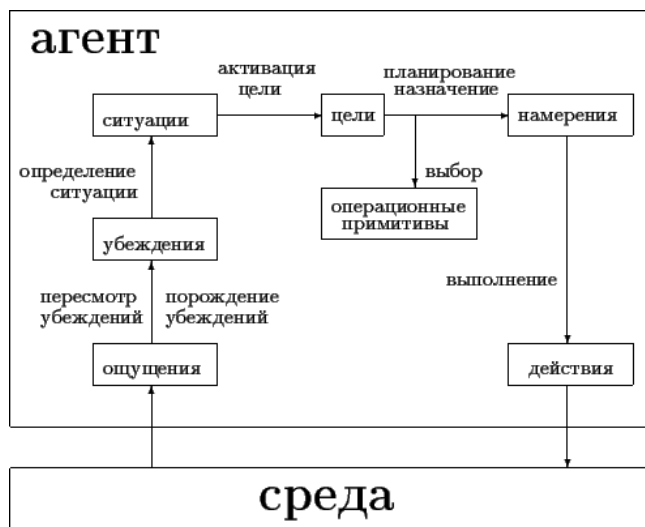


Рисунок 1 – Схема реализации эмоционально-мотивированного агента в мультиагентной системе моделирования поведения

В отличие от системной динамики и дискретно-событийных моделей агентные модели децентрализованы. Здесь не определяется поведение системы в целом, поведение агентов определяется на индивидуальном уровне, а динамика системы возникает как результат деятельности многих агентов. Агентное моделирование является подходом более универсальным и мощным, т. к. оно позволяет учесть любые сложные структуры и поведения. Другое важное преимущество агентного моделирования в том, что разработка модели возможна и при отсутствии знания о глобальных зависимостях: нужно определять индивидуальную логику поведения участников процесса для того, чтобы построить агентную модель и использовать ее для имитации глобального поведения всей системы. Агентную модель проще поддерживать: уточнения обычно делаются на локальном уровне и не требуют глобальных изменений.

Мультиагентные системы состоят из множества искусственных агентов, которые работают совместно. Агент – это эволюция понятия «объект». Существует много определений агента. Общим в них является то, что агент – некоторая сущность, которая обладает активностью, автономным поведением, может принимать решения в соответствии с некоторым набором правил, может взаимодействовать с окружением и другими агентами и может изменяться. Можно сказать, что агент – это объект, обладающий определенными свойствами. Приведем основные свойства, присущие агенту:

- автономность: агенты функционируют без прямого вмешательства в их действия, они могут самостоятельно контролировать свое состояние и реагировать на происходящие изменения;
- методы общения: агенты взаимодействуют друг с другом с помощью некоторого языка;
- реактивность: агенты способны воспринимать окружающую среду;

- активность: агенты обладают целенаправленным поведением и способны сами проявлять инициативу;

- интеллектуальное поведение: агент способен к обучению, способен находить оптимальные способы поведения;

- индивидуальная картина мира: каждый агент по-своему воспринимает окружающую среду;

- мобильность: способность к передаче кода агента.

Для того чтобы агент мог вести себя определенным образом, он должен иметь специальные «устройства»: эффекторы – органы, воздействующие на среду, рецепторы – органы, получающие информацию от воздействия среды, и процессор для обработки информации.

Для построения агентной модели необходимо определить множество агентов и основы их поведения, определить взаимоотношения между агентами и теоретические основы этих отношений, выбрать платформу для агентного моделирования. Определение агентов с точным заданием их поведения и взаимодействия с другими агентами образует базу для разработки адекватной агентной модели.

Предположительно количество характеристик человека весьма велико и прямо пропорционально достоверности результата моделирования. Это означает, что для хороших результатов может понадобиться большое количество данных о каждом человеке. Чтобы корректно учитывать различные и разноразмерные характеристики, а также получить оптимальную деятельность агента, возможно использование искусственной нейронной сети.

Искусственные нейронные сети (ИНС) – математические модели, а также их программные или аппаратные реализации, построенные по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей – сетей нервных клеток живого организма. Это понятие возникло при изучении процессов, протекающих в мозге при мышлении, и при попытке смоделировать эти процессы. Первой такой моделью мозга был перцептрон. Впоследствии эти модели стали использовать в практических целях, как правило, в задачах прогнозирования.

ИНС представляют собой систему соединённых и взаимодействующих между собой простых процессоров (искусственных нейронов). Каждый процессор подобной сети имеет дело только с сигналами, которые он периодически получает, и сигналами, которые он периодически посылает другим процессорам. И тем не менее, будучи соединёнными в достаточно большую сеть с управляемым взаимодействием, такие локально простые процессоры вместе способны выполнять довольно сложные задачи.

С математической точки зрения, обучение нейронных сетей – это многопараметрическая задача нелинейной оптимизации. С точки зрения кибернетики, нейронная сеть используется в задачах

адаптивного управления и как средство реализации алгоритмов для робототехники, а с точки зрения искусственного интеллекта, ИНС является основным направлением в структурном подходе по изучению возможности построения (моделирования) естественного интеллекта с помощью компьютерных алгоритмов.

Нейронные сети не программируются в привычном смысле этого слова, они обучаются. Возможность обучения – одно из главных преимуществ нейронных сетей перед традиционными алгоритмами. Технически обучение заключается в нахождении коэффициентов связей между нейронами. В процессе обучения нейронная сеть способна выявлять сложные зависимости между входными и выходными данными, а также выполнять обобщение. Это значит, что в случае успешного обучения сеть сможет вернуть верный результат на основании данных, которые отсутствовали в обучающей выборке.

Решение задачи с применением ИНС включает несколько этапов:

- Сбор данных для обучения;
- Подготовка и нормализация данных;
- Выбор топологии сети;
- Экспериментальный подбор характеристик сети;
- Экспериментальный подбор параметров обучения;
- Собственно обучение;
- Проверка адекватности обучения;
- Корректировка параметров, окончательное обучение.

На вход сети, в случае моделирования поведения, будут подаваться характеристики человека, приведенные к общей размерности. Необходимо обеспечить учет характеристик вместе с их влиянием на индивида (весами каждой характеристики). Выходами сети будет множество допустимых действий человека.

Комбинирование агентного подхода и нейронных сетей для получения состояния агента, при условии наличия качественных данных о характеристиках человека и корректной модели социальных связей, может дать хороший результат. Особенно интересным здесь является то, что чем больше характеристик мы внесем, тем точнее будет прогноз поведения, в то время, когда сами характеристики могут относиться к любой сфере жизнедеятельности человека. Это значит, что модель будет применима для моделирования поведения групп лиц практически в любой ситуации.

### **Заключение**

Исследуемое в статье направление имеет огромный потенциал и, соответственно, хорошие перспективы. Любые разработки, направленные на исследование и прогнозирование человеческих реакций и действий будет востребовано во многих областях знаний, а также многими фирмами и корпорациями.

Сегодня программные реализации моделирования поведения человека уже довольно обширны. Но, все же, их недостаточно для реализации многих задач и учета полного спектра характеристик индивидуума.

Анализируя предметную область, можно говорить о возможности проведения новой разработки прогнозирования поведения групп лиц на основе агентного моделирования и нейронных сетей. В этом случае часть нерешенных вопросов общей проблемы моделирования поведения человека сможет быть решена.

### **Литература:**

1. Карпов В.Э. Коллективное поведение роботов. Желанное и действительное // Современная мехатроника. Сб. научн. трудов Всероссийской научной школы (г.Орехово-Зуево, 22-23 сентября 2011), Орехово-Зуево, 2011, с.35-51, -132с.
2. Петрушан М.В., Самарин А.И. Эволюционная модель поведения агентов в среде, побуждающей к коллективным действиям // Научная сессия МИФИ-2006. Нейроинформатика - 2006. Часть 1 Теория нейронных сетей. Нейробиология. Нейронные сети в задачах обработки изображений. Нейробиология. Нейронные сети в задачах обработки изображений. Модели адаптивного поведения, стр. 196-200
3. VT MAK – Project Humans – DI-Guy SDK [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mak.com/products/humans>.
4. Макаров О. Игра в людей: Цифровой аналог человечества // Популярная механика. №3 (89), 2010 – с. 78 – 80.
5. The Naval Postgraduate School's MOVES Institute [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.movesinstitute.org/>.
6. Chris Darken: Human Behavior Simulation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.movesinstitute.org/research/human-behavior-simulation/>.
7. Marco Strano and Roberta Bruzzone, Modeling of Human Behavior in Violent Crimes [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?sessionid=A4A285B0DEB8C9E33391781795309D1E?doi=10.1.1.125.4662&rep=rep1&type=pdf>.
8. Инструмент имитационного моделирования AnyLogic: обзор [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.anylogic.ru/overview>.
9. Бекларян А. Л., Акопов А. С. Моделирование поведения толпы на основе интеллектуальной динамики взаимодействующих агентов / «Бизнес-информатика» / № 1 (31) / 2015 / с 69-77
10. Текущее состояние модели поведения человека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.humanmodel.ru/model/47-current-model?showall=&start=1>.

11. Биологический энциклопедический словарь. Определение «Поведение» [Электронный

ресурс]. – Режим доступа: [http://dic.academic.ru/dic.nsf/dic\\_biology/4378](http://dic.academic.ru/dic.nsf/dic_biology/4378).

*Землянская С.Ю., Слозженицын А.В., Андриевская Н.К. Структура модели для прогнозирования поведения групп лиц. Рассмотрено общее состояние разработок в области моделирования поведения человека и поведения сообществ. Выявлены достоинства и недостатки существующих моделей и готовых программных комплексов, с точки зрения прогнозирования поведения групп лиц. Определены основные критерии, используемые для построения новой модели поведения человека и прогнозирования поведения групп лиц, лишенной недостатков проанализированных продуктов. Выбраны методы и подходы для создания новой модели, описана ее структура.*

**Ключевые слова:** моделирование поведения, прогнозирование деятельности, искусственный интеллект, агентное моделирование, искусственная нейронная сеть.

*Zemlyansky S.Y., Slozhenitsyn A.V., Andrievskaya N.K. Model structure for the people group behavior forecasting. General state of human behavior and crowd behavior modeling is reviewed. Advantages and disadvantages of existing models and softwares on their bases are discovered considering behavior forecasting. The basic criteria of human behavior new model building are revealed without shortcomings of previous models. The methods and approaches for new model constructing are chosen.*

**Keywords:** behavior modeling, activities forecasting, artificial intelligence, agent-based modeling, artificial neural network.

Статья поступила в редакцию 20.11.2016  
Рекомендована к публикации д-ром физ.-мат. наук А.С. Миненко