



Математические и инструментальные методы экономики

Научная статья

УДК 316.47

DOI: <https://doi.org/10.17308/econ.2023.1/10942>

JEL: C15; C88; D79

Динамика формирования социальных групп и коррекция характеристик индивидов в процессе их объединения в группы

П. Ф. Андрукович¹✉

¹ Центральный экономико-математический институт РАН, Нахимовский пр., 47,
117418, Москва, Российская Федерация

Предмет. В статье рассматривается агент-ориентированная модель знакомства двух и более индивидов и образования ими малой социальной группы по интересам. Предполагается, что в процессе этого знакомства они обмениваются информацией о тех или иных проявлениях окружающего их мира и об отношении к ним. Моделируется также процесс изменений значимости данных проявлений в их представлениях об окружающем мире в результате этого общения.

Цель. Определить возможность формирования групп по интересам в случайной совокупности индивидов и характер изменений их отношений к окружающему миру в результате нескольких последовательных контактов между ними в рамках парадигмы агент-ориентированных моделей.

Результаты. В процессе формирования групп индивидов из их случайной совокупности методом иерархического кластер-анализа выявлены устойчивые группы по интересам, участники которых на протяжении серии контактов между ними значительно увеличили круг своих представлений об окружающем их мире и уверенность в правильности своих отношений к его проявлениям.

Выводы. Показано, что даже в случайной совокупности индивидов могут возникнуть кардинально противоположные по своим характеристикам группы индивидов, участники каждой из которых близки друг другу по своим представлениям об окружающем их мире. Показано также, что при наличии неоднократных контактов между индивидами этих групп имеет место значимый рост их уверенности в своем отношении к тем или иным проявлениям окружающего мира. Отмечается, что важной площадкой для таких контактов является в настоящее время Интернет.

Ключевые слова: агент-ориентированные модели, социальные группы, метод главных компонент, структура личности, тезаурус.

Для цитирования: Андрукович П. Ф. Динамика формирования социальных групп и коррекция характеристик индивидов в процессе их объединения в группы // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Экономика и управление. 2023. № 1. С. 35–50. DOI: <https://doi.org/10.17308/econ.2023.1/10942>

Введение

В данной статье дается описание агент-ориентированной модели (далее – АОМ), реализующей ситуацию знакомства двух и более

лиц с образованием ими неформальной группы по интересам (далее – АТМ-модель) и серии расчетов с ее использованием.

Если попробовать найти место этой модели в рамках теории малых социальных групп (Katz et al., 1956; Андреева, 2021; Мейжис & Почебут, 2010; Соколов, 2002), то здесь мы встречаемся с опреде-

ленными трудностями. В частности, само понятие «малая группа» имеет много определений, основывающихся на численности группы и времени ее существования, на структурных особенностях группы и характере взаимоотношений как внутри группы, так и ее роли в обществе в целом. Так, например, по определению Г. М. Андреевой, «...малая группа – это группа, в которой *общественные отношения* выступают в форме непосредственных личных контактов» (Андреева, 2021. С. 184). По определению же авторов книги «Социальная психология» (Мейжис & Почебут, 2010. Раздел 13.1) «...социальная группа – это общность людей, выделяемая из целостной социальной системы на основе определенного признака». Можно привести еще очень много определений понятия «малая группа», однако наиболее близким по своему духу той совокупности индивидов, которая формируется АТМ-моделью, является определение Бейлза (Bales, 1962): «...малая группа может быть определена как некоторое число людей, взаимодействующих друг с другом в ходе одной или нескольких встреч» (Мейжис & Почебут, 2010. Раздел 13.1), где в рамках АТМ-модели под «взаимодействием» понимается обмен мнениями между членами группы с целью установления все более и более прочного консенсуса между ними по поводу их отношения к тем или иным проявлениям внешнего мира.

Важным мотивом, который привел к созданию АТМ-модели в парадигме АОМ, было представление о том, что реальное социально-психологическое исследование той или иной конкретной малой группы является некоторым «внедрением» в ее повседневную жизнь, которое может нарушить структуру взаимоотношений между членами группы и внести искажения в реальную ситуацию, имеющую место в данной группе. Подробное изложение этих проблем можно найти у Г. М. Андреевой (Андреева, 2021. С. 62–66). В то же время использование компьютерной модели позволяет выявить закономерности возникновения и развития малой группы, так сказать, в чистом виде, хотя, конечно, с теми или иными ограничениями в характеристиках членов группы и группы в целом. Однако при таком моделировании возникают возможности, которые достаточно затруднительно применить в реальном социально-психологическом эксперименте. Так, например, в АТМ-модели большое внимание уделяется самому процессу возникновения групп индивидов, который вообще не описывается при изучении групп в прикладных и тем более теоретических исследованиях.

Заметим в заключение, что возможность создания такой модели появилась именно в результате возникновения и широкого распространения агент-ориентированного моделирования¹. Описание АТМ-модели в теоретическом виде приведено в статьях (Андрукович, 2021; Андрукович, 2018). В данной статье рассматривается конкретное применение АТМ-модели для анализа процесса возникновения групп индивидов из случайной совокупности индивидов, и формирования консенсуса между членами этих групп по их отношению к явлениям окружающего их мира.

Методы исследования

В этой модели каждый индивид (далее – ИИ) описывается некоторым множеством его знаний и представлений об окружающем мире, элементы и проявления которого называются *понятиями*, а их совокупность – *тезаурусом* данного индивида. Предполагается, что понятия, известные данному индивиду, являются подмножеством множества всех понятий, описывающих явления окружающего мира. Эти общие понятия сами по себе никак не упорядочены, т. е. не имеют каких-либо оценок на шкалах «зло – добро», «правильно – неправильно», «хорошо – плохо» и т. д. Однако у каждого ИИ его отношение к известным ему понятиям определено и может быть положительным, отрицательным или безразличным. При этом поскольку известные ИИ понятия имеют для него разную значимость в структуре его представлений об окружающем мире, то для каждого понятия в тезаурусе данного ИИ вводится вес этого понятия. Все известные ИИ понятия, с учетом его отношения к ним и их веса, названы *структурой личности* данного ИИ.

На основе тезауруса ИИ и структуры его личности строится пять пар обобщенных характеристик данного ИИ, исчисляемых для самих понятий и весов понятий. Это, во-первых, число известных ему понятий (и сумма весов этих понятий) и их доля от общего числа понятий (или от общей суммы весов), а во-вторых, суммы понятий (и их весов), к которым он относится положительно, отрицательно или безразлично. На основе этих суммарных оценок для каждого ИИ рассчитывается *коэффициент дифференциации*

¹ В рамках агент-ориентированного моделирования создано большое количество моделей, реализующих поведение агентов в той или иной сфере деятельности и нашедших отражение в ряде научных работ (Bonabeau, 2002; Бахтизин, 2008; Гуц et al., 2000; Истратов, 2006, 2018; Макаров, 2006; Макаров & Бахтизин, 2013; Mes & Gerrits, 2019).

его структуры личности, равный доле понятий (и доле суммарного веса понятий), к которым данный ИИ имеет не безразличное отношение, относительно общего числа (и суммарного веса) известных ему понятий.

В дополнение к этим обобщенным характеристикам, построенным на основе структуры личности данного ИИ, для каждого ИИ вводится показатель уровня его *социальной активности*, задаваемый по значению случайной величины, распределенной на полуинтервале $(0,1]$. Понятно, что по принципу своего построения эта величина является экзогенной по отношению к структуре личности данного ИИ. Малые значения данной характеристики ИИ говорят о его пассивности по отношению к внешнему миру, в то время как высокие значения свидетельствуют о его желании передать свои взгляды на окружающий мир другим ИИ.

На основе изложенных выше принципов описания ИИ строится их выборка, в которой размер тезауруса каждого ИИ, характер его отношений к окружающему миру и величина его социальной активности строятся на основе датчика случайных чисел. Распределения этих характеристик по выборке в целом задаются априори. Веса понятий в начале работы АТМ-модели считаются равными, с единичным значением. Далее на основе этой выборки моделируется процесс возникновения групп ИИ, обмен между ними информацией об известных им проявлениях окружающего их мира и их отношение к ним. Он заключается в коррекции структур личности ИИ при их объединении, когда ИИ может узнать о неизвестных ему до данного контакта новых понятиях или изменить свое отношение к тем или иным уже известным ему понятиям либо степень своей уверенности по отношению к тому или иному понятию, которую в данной модели имитирует вес понятия. Эта коррекция является центром АТМ-модели, так как позволяет проследить динамику изменения структур личности отдельных ИИ в процессе их контактов друг с другом, а также при присоединении отдельного ИИ к уже сформировавшейся группе ИИ.

Процесс формирования групп ИИ и коррекции их структур личности может повторяться несколько раз, имитируя последовательное изменение этих характеристик ИИ при неоднократных контактах между ними. Для реализации этого процесса в каждом таком последовательном цикле контактов за базовую структуру личности ИИ, а так же за значения его

социальной активности берутся те характеристики ИИ, которые возникли на предыдущем этапе их контактов.

АТМ-модель была реализована в комплексе программ, созданных, как уже сказано выше, в рамках теории агент-ориентированных моделей. В данной статье будет дан анализ работы этой модели для совокупности ИИ, характеристики которых определяются с использованием датчика случайных чисел, т. е. для случайной совокупности ИИ, включая построение их групп методом иерархического кластер-анализа (далее – ИКА) (Braddock, 1958; Енюков, 1989; Жамбю, 1988; Кендалл & Стьюарт, 1973; Терехин, 1973) и коррекцию структур их личности при их неоднократных контактах друг с другом.

Результаты исследования

Задание исходной выборки. В данном исследовании была сформирована выборка из 100 ИИ, в которой структура личности каждого из индивидов являлась подмножеством общего множества из 50 понятий. Для задания конфигурации конкретной выборки ИИ (за исключением указанных выше двух параметров) в АТМ-модель введены три группы параметров. Это, во-первых, задание распределений размеров тезаурусов ИИ в их совокупности в целом, во-вторых, задание долей положительных, отрицательных и безразличных отношений к понятиям у ИИ данной совокупности и, в-третьих, задание распределения уровня социальной активности ИИ.

В представленных далее расчетах размеры тезаурусов ИИ ограничены сверху 90 % от общего числа понятий и снизу 15 % от этого же числа понятий². Доля ИИ, имеющих большие тезаурусы (от 0,67 до 0,9 от их общего числа) составляет небольшую часть данной совокупности ИИ (15 %), доля ИИ с небольшими тезаурусами (от 15 % до 1/3) составляет 35 % от всех ИИ, и половину выборки составляют ИИ со средней величиной тезаурусов. Позитивное, безразличное и негативное отношение ИИ к понятиям распределено в среднем по всей выборке поровну (т. е. по одной трети), так же как и уровни их социальных активностей, полученных по датчику равномерно распределенных случайных чисел на полуинтервале $(0,1]$ ³.

² Граница сверху определена для того, чтобы среди ИИ не было «всезнаек», а снизу – для того чтобы в выборке не оказалось индивидов, знающих одно-два или чуть больше понятий, и тем более «нулевых» индивидов.

³ То есть при условии, что социальная активность ИИ не может быть равна нулю.

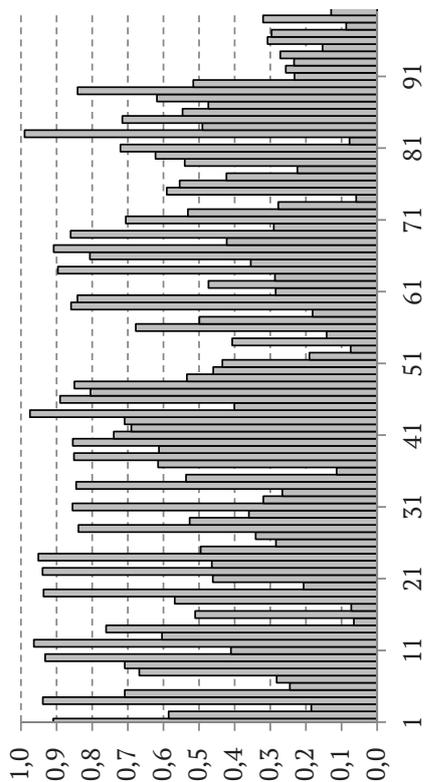


Рис. 1а. Распределение долей тезаурусов по индивидам

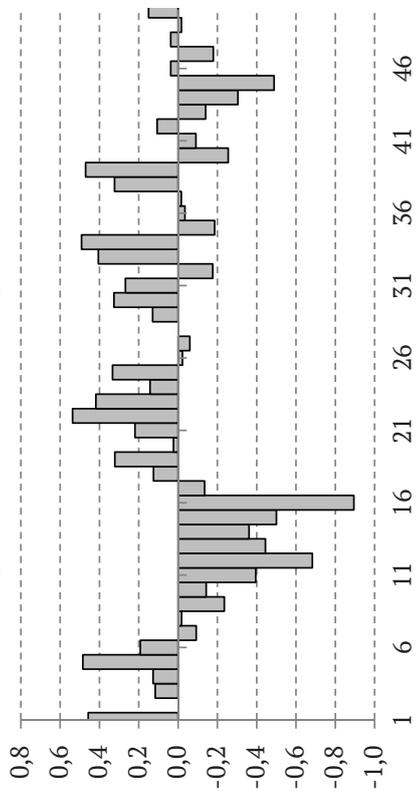


Рис. 1в. Среднее отношение индивидов к понятию

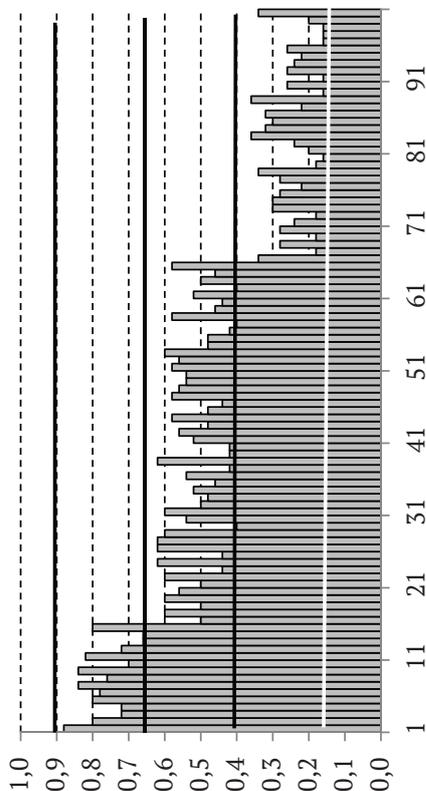


Рис. 1б. Уровни социальной активности индивидов

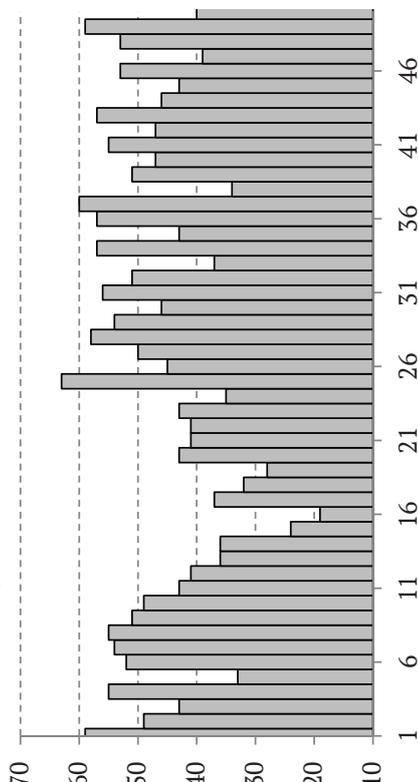


Рис. 1г. Количество индивидов, знающих данное понятие

Рис. 1. Графическое описание исходной выборки
 (горизонтальная ось на рис. 1а и 1б обозначает порядковые номера ИИ,
 а на рис. 1в и 1г – порядковые номера понятий) (расчеты автора)

На рис. 1а–1г приведено графическое описание выборки, полученной при указанных значениях параметров.

Формула близости для структур личности ИИ. На основе созданной таким образом совокупности ИИ моделируется процесс знакомства ИИ и возникновения их групп, который реализуется методом ИКА. Для этого в АТМ-модель введена специальная мера близости между структурами личности двух ИИ (далее S_1 и S_2). Она основана на таблице сопряженности, построенной по структурам личности пары ИИ (табл. 1). В этой таблице через n^{++} обозначено то количество понятий, к которым у обоих индивидов имеется положительное отношение, через n^{0+} – то количество тех понятий, которые для индивида S_1 безразличны, а отношение к ним индивида S_2 положительное, n^{+-} обозначает количество понятий, к которым индивид S_1 относится отрицательно, а индивид S_2 – положительно и т. д. Через n_2^+ , n_1^+ и т. д. обозначено количество понятий, к которым индивид S_2 относится положительно, а индивид S_1 их не знает (и аналогично n_1^+ , n_1^0 и т. д. для S_1 относительно S_2) и NH – общее число понятий.

Т а б л и ц а 1
Количество понятий с совпадающим и не совпадающим к ним отношением индивидов S_1 и S_2

Индивид S_2	Индивид S_1				
	+1	0	-1	Не знает	Всего
+1	n^{++}	n^{0+}	n_2^+	n_2^+	N_2^+
0	n^{+0}	n^{00}	n_2^0	n_2^0	n^{+-}
-1	n^{+-}	n_2^-	n_2^-	n_2^-	N_2^-
Не знает	n_1^0	n_1^0	n_1^-	n_{12}	N_2
Всего	N_1^+	N_1^0	N_1^-	N_1	NH

Степень близости P индивидов S_1 и S_2 в обозначениях табл. 1 рассчитывается по формулам

$$P = p_{ik} + \nu b_{ik}, \quad (1)$$

где

$$p_{ik} = (n^{++} + \delta n^{00} + n^{--}) - (n^{+-} + n^{-+}), \quad (2)$$

и

$$b_{ik} = n^{0+} + n^{0-} + n^{-0}. \quad (3)$$

Параметры δ и ν позволяют менять значимость в оценке уровня близости тех понятий, отношение к которым у одного из этих индивидов (параметр ν) или у обоих индивидов (параметр δ) нейтрально⁴. Как видно из этих

⁴ Заметим в данной связи, что, учитывая вид формулы (1), величина близости P может быть и отрицатель-

формул, понятия, которые не знает хотя бы один из этой пары индивидов, в расчете уровня близости не участвуют. Мера близости, записанная в формулах (1)–(3) для числа понятий, может быть применена и в том случае, когда в расчете близости целесообразно использовать веса понятий. Для этого в табл. 1 вместо числа понятий n^{++} , n^{0+} и т. д. должны быть записаны суммы весов соответствующих понятий.

Считается, что при достаточно высоких значениях меры близости между парой ИИ возникает *контакт*, в результате которого они получают возможность обмениваться друг с другом той или иной информацией. В данном расчете понятия с безразличным к ним отношением обоих ИИ входили в оценку близости с весом $\delta = 0,75$, а в парах индивидов, у одного из которых отношение к данному понятию было нейтральным, а у другого определенным, с весом $\nu = 0,25^5$.

Классификация ИИ. Всего было проведено три цикла расчетов, в каждом из которых определялись группы ИИ и характер изменений структур личности ИИ. Так, в первом расчете, проведенном на основе исходной совокупности ИИ, было выделено шесть групп ИИ. Одна из них состояла из 16 ИИ (далее – Gr1), две группы включали в себя по 13 ИИ (далее – Gr2 и Gr3), две группы включали по два ИИ, и еще одна группа состояла из трех ИИ⁶. Не вошел ни в одну из этих групп 51 ИИ (Gr4), уровень близости которых к полученным группам оказался ниже, чем минимальный уровень близости, заданный в этом расчете⁷.

ной. Это, однако, вполне естественно, так как понятие «отрицательной близости» по аналогии с отрицательной корреляцией является оценкой уровня антагонизма между той или иной парой индивидов.

⁵ Перед проведением этого анализа отметим, что, так как суммы весов понятий измеряются в условных единицах, зависящих от начального условного их веса, принятого в АТМ-модели за единицу, далее для того чтобы указать единицы измерения той или иной характеристики ИИ и не вводить слишком сильно связанную с совершенно другими измерениями аббревиатуру УЕ (условные единицы), мы будем говорить о *специальных единицах* с заменой этого названия для сокращения текста на аббревиатуру СЕ.

⁶ Наличие таких небольших групп подтверждает справедливость выбора ИКА, так как заранее предположить их существование было бы невозможно, учитывая случайность исходной выборки. Заметим попутно, что в дальнейшем характеристики этих малых групп рассматриваться не будут.

⁷ Этот уровень был определен на основе изложенной нами ранее методики (Andrukovich, 2021). В данном расчете он был равен 16 СЕ.

Во втором цикле расчетов при минимальном уровне близости, равном 19 СЕ, и скорректированных на первом цикле структурах личности ИИ было получено пять групп ИИ. Состав крупных групп при этом не изменился, а из малых групп одна сохранила прежний состав, вторая не сформировалась вообще, а группа из трех ИИ превратилась в группу из двух ИИ за счет того, что один ИИ ушел из этой группы. Не вошли ни в одну из этих групп 54 ИИ. И, наконец, в третьем цикле расчетов при минимальном уровне близости, равном 23 СЕ, сформировалось шесть групп ИИ. Две из них – Gr2 и Gr3 – сохранили свой состав, в то время как из группы Gr1 ушли пять ИИ, составившие две группы из двух и трех ИИ. Еще одна группа из двух человек сохранила свой состав, а не вошли ни в одну из этих групп 56 ИИ. Таким образом, две группы – Gr2 и Gr3 – сохраняли свой состав на протяжении всех трех циклов расчетов. Следует также отметить, что последовательность присоединения ИИ к каждой из этих групп менялась от цикла к циклу. И тем не менее процесс их группировки сходился в результате к одному и тому же составу этих двух групп и, с небольшим изменением в третьем цикле, для группы Gr1.

Для анализа структуры соотношений между этими группами во всех трех расчетах был использован метод главных компонент (далее – ГК) (Jolliffe, 2002; Pearson, 1901; Андрукович, 1973). Матрицей исходных данных для исчисления нагрузок и значений факторов для ИИ явились значения шести обобщенных характеристик ИИ:

1) сумма весов всех понятий, известных данному ИИ (объем знаний);

2) сумма весов понятий с отрицательным отношением к ним ИИ;

3) сумма весов понятий, которые данному ИИ безразличны;

4) сумма весов понятий с положительным отношением к ним ИИ;

5) коэффициент дифференциации структуры личности ИИ, рассчитанный с учетом веса понятий, известных данному ИИ;

6) уровень социальной активности ИИ.

Значения нагрузок ГК при этих показателях, их средние значения и значения стандартных отклонений в первом расчете приведены в табл. 2, из данных которой видно, что основное различие между ИИ проявилось в противопоставлении ИИ с высоким уровнем дифференциации их мнений об окружающем их мире против ИИ, относящихся к большинству известных им проявлений этого мира безразлично. Вторая ГК дает высокие оценки ИИ, имеющим хороший уровень знаний об окружающем их мире с преимущественно негативным к нему отношением и достаточно высокую социальную активность, в противовес ИИ с меньшим объемом знаний, социально апатичным, но имеющим скорее положительное, чем отрицательное мнение об известных им понятиях. И, наконец, третья ГК уточняет различия между ИИ, имеющиеся по первым двум ГК, разделяя индивидов на относящихся к известным им понятиям в основном положительно или преимущественно отрицательно. Аналогичные расчеты по методу ГК, проведенные по обобщенным характеристикам ИИ во втором и третьем цикле расчетов, дали такие же факторы, угол отклонения векторов нагрузок которых от приведенных в табл. 2 не превышал 0,2 градуса.

Т а б л и ц а 2

Нагрузки главных компонент при шести обобщенных характеристиках ИИ, а также их средние значения и стандартные отклонения

Краткие названия показателей	Нагрузки главных компонент			Средние значения	Стандартные отклонения
	U1	U2	U3		
Объем знаний	0,122	0,001	0,797	0,705	0,383
Негативное отношение	0,349	-0,661	0,165	8,169	11,586
Безразличное отношение	-0,567	0,004	0,379	9,610	11,567
Позитивное отношение	0,342	0,718	0,256	8,404	10,725
Дифференциация	0,634	0,028	-0,082	0,628	0,375
Социальная активность	0,150	-0,215	0,348	0,525	0,275
Дисперсии ГК	2,283	1,342	1,289	–	–

Примечание. Суммарная дисперсия этих ГК составляет 81,9 % общей дисперсии (расчеты автора).

Для того чтобы соотнести характер этих трех факторов с конфигурацией групп ИИ, на рис. 2 представлено расположение полученных групп по результатам первого (слева) и третьего (справа) цикла расчетов в проекции на три двумерных поля, построенных по каждой паре из

первых трех соответствующих ГК (Андрукович, 1977; Зиновьев, 2000). На этих диаграммах ИИ из группы Gr1 обозначены ромбами, из группы Gr2 кружками, а из группы Gr3 – квадратами. ИИ, не вошедшие в эти три группы (группа Gr4), обозначены на проекциях треугольниками.

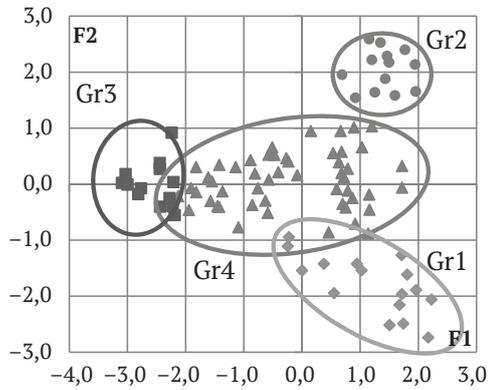


Рис. 2а. Проекция выборки на плоскость первых двух главных компонент после первого цикла контактов между ИИ

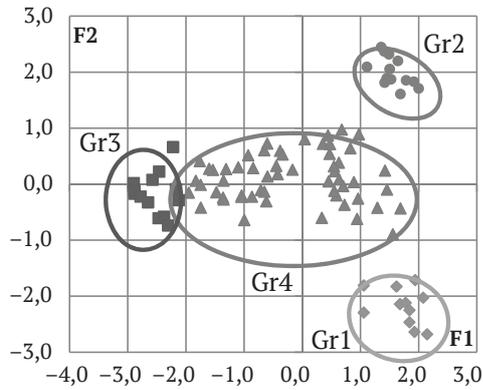


Рис. 2б. Проекция выборки на плоскость первых двух главных компонент после третьего цикла контактов между ИИ

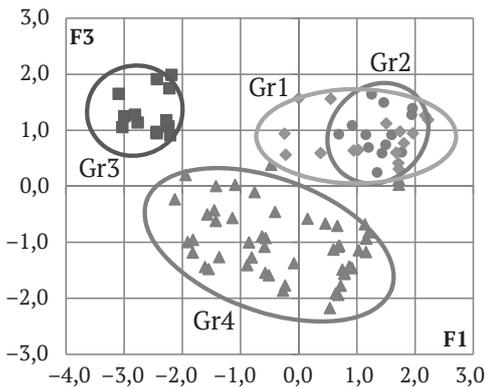


Рис. 2в. Проекция выборки на плоскость первой и третьей ГК после первого цикла контактов между ИИ

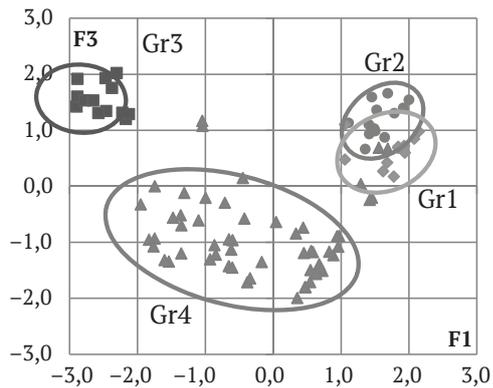


Рис. 2г. Проекция выборки на плоскость первой и третьей ГК после третьего цикла контактов между ИИ

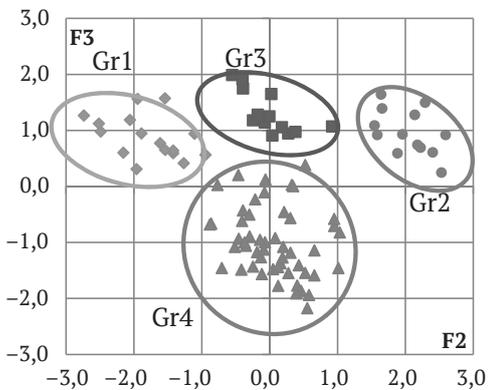


Рис. 2д. Проекция выборки на плоскость второй и третьей ГК после первого цикла контактов между ИИ

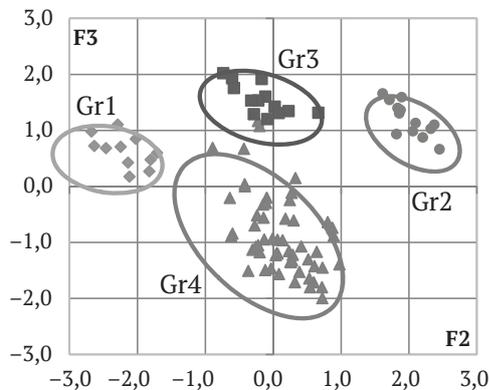


Рис. 2е. Проекция выборки на плоскость второй и третьей ГК после третьего цикла контактов между ИИ

Рис. 2. Проекции групп ИИ на три пары главных компонент (рис. 2а, 2в и 2д) после первого и третьего циклов расчета (рис. 2б, 2г и 2е) (расчеты автора)

Из диаграмм, представленных в левой и правой части рис. 2, видно, что, во-первых, группы ИИ отличаются друг от друга по своему расположению на этих проекциях (за исключением проекции групп Gr1 и Gr2 на плоскость первой и третьей ГК) и, во-вторых, что структура их размещения относительно друг друга на протяжении этих трех циклов расчетов полностью сохраняется, становясь только более четкой.

Сопоставление расположения этих групп на рис. 2а–2е со значениями нагрузок ГК в табл. 2, показывает, что по первой ГК индивиды из групп Gr1 и Gr2 характеризуются высоким уровнем дифференциации по своему отношению к проявлениям окружающего их мира, причем отношение к этому миру по второй ГК показывает, что у индивидов из группы Gr2 оно в целом положительное, а у индивидов из группы Gr1 – негативное. При этом индивиды из группы Gr3 в целом безразличны к тем или иным проявлениям окружающего их мира (рис. 2а и 2б). Характерно также центральное расположение ИИ из группы Gr4, показывающее, что отношение этих индивидов к окружающему миру гораздо менее определено, чем у ИИ из трех основных групп. Расположение групп в проекции на первую и третью ГК (рис. 2в и 2г) показывает, что объем знаний «неприсоединившихся» ИИ значительно меньше, чем у индивидов из трех основных групп, а совпадение по месту расположения на этой проекции групп Gr1 и Gr2 связано с тем, что по третьей ГК различие в направленности их отношения к миру не учитывается⁸.

Наиболее же четкая характеристика различий между всеми четырьмя группами ИИ проявляется в их расположении в проекции на вторую и третью ГК (рис. 2д и 2е). Действительно, три основные группы расположились здесь примерно на одном и том же уровне по размеру их тезаурусов, образовав последовательный ряд слева направо, по структурам их личности: от негативного отношения в группе Gr1 через безразличное отношение к проявлениям внешнего мира в группе Gr3 и к положительному отношению к этому миру у индивидов Gr2. Группа же «неприсоединившихся» ИИ расположилась, по размерам их тезаурусов, ниже этих групп, занимая относительно нейтральное положение на условной шкале «негативное – положительное» отношение к окружающему миру.

⁸ Обе соответствующие нагрузки ГК положительны и равны 0,165 и 0,256 (табл. 2, столбец U3).

Заметим теперь, что, сопоставление расположения этих групп после третьего цикла расчетов с их расположением после первого цикла показывает, что «сплоченность» ИИ из этих групп значительно увеличилась. Это подтверждается данными табл. 3, в которой приведены относительные внутригрупповые расстояния между индивидами во всех этих группах⁹. Так, внутригрупповое расстояние для группы Gr1 после его незначительного увеличения во втором цикле расчетов уменьшилось после третьего цикла относительно первых контактов между членами группы в два раза¹⁰. Такое же двукратное снижение внутригрупповых расстояний, но с монотонным его изменением, имело место и между индивидами группы Gr2, и чуть меньшее – в группе Gr3. Достаточно очевидно, что уровень среднего внутригруппового расстояния между ИИ группы Gr4, ввиду отсутствия контактов между ними (и с индивидами других групп), не изменился за все эти три цикла.

Т а б л и ц а 3

Относительные внутригрупповые расстояния между индивидами трех групп и для совокупности «неприсоединившихся» ИИ (группа Gr4) после трех циклов контактов

№ итерации	Относительные внутригрупповые расстояния (в СЕ)			
	Gr1	Gr2	Gr3	Gr4
1	0,108	0,060	0,062	0,257
2	0,117	0,044	0,048	0,268
3	0,055	0,029	0,040	0,263

Примечание. Расчеты автора.

Анализ характеристик групп. Рассмотрим теперь, как изменились свойства этих групп на протяжении трех циклов контактов ИИ друг с другом (табл. 4). Перед проведением анализа данных табл. 4 отметим, что сравнение групп ИИ по сумме весов понятий в той ее интерпретации, которая принята в АТМ-модели, показывает степень уверенности группы в сформулированной ею точке зрения на окружающий мир и готовности группы к тем или иным действиям по ее реализации.

⁹ В связи со значительным увеличением суммарного веса понятий, которые характеризуют индивидов на первой, второй и третьей итерации контактов между ними, внутригрупповое расстояние рассчитывалось относительно общего суммарного веса.

¹⁰ Это произошло, в частности, за счет исключения из этой группы пяти ИИ, о чем уже говорилось выше.

Средние значения суммарных весов понятий по трем крупным группам ИИ, полученным при их классификации, и для «неприсоединившихся» ИИ (G4)

Названия показателей	Первый цикл				Третий цикл			
	Названия групп				Названия групп			
	Gr1	Gr2	Gr3	Gr4	Gr1	Gr2	Gr3	Gr4
Объем знаний	36,7	36,5	37,5	16,1	49,1	46,7	47,7	17,2
Негативное отношение	29,3	0,62	0,97	3,92	43,8	0,49	1,27	4,63
Безразличное отношение	5,66	3,95	34,8	6,69	2,98	3,42	44,4	6,78
Позитивное отношение	1,74	31,9	1,71	5,53	2,36	42,8	2,00	5,77
Дифференциация	0,83	0,90	0,07	0,60	0,94	0,93	0,07	0,60
Социальная активность	0,62	0,54	0,43	0,49	0,66	0,55	0,43	0,51
Число индивидов	16	13	13	51	11	13	13	56

Примечание. Все в специальных единицах (СЕ) (расчеты автора).

Первое, что здесь можно отметить, это практически равные средние значения сумм весов известных ИИ понятий во всех трех основных группах, как после первого, так и тем более после третьего цикла их контактов. То есть члены этих групп обладают достаточно большими объемами знаний (около 70 % от всех понятий для каждой из этих групп после первого цикла контактов и более 80 % после третьего цикла) и равной убежденностью в правоте свойственного данной группе отношения к проявлениям окружающего ее мира. Однако направленность и вид их устремлений (или отсутствие таковых) на изменение внешнего мира оказываются принципиально различными.

Так, если проанализировать обобщенные характеристики групп, возникшие после первого цикла контактов ИИ, то можно видеть, что, если ИИ из группы Gr2 позитивно относятся к внешнему миру при весе соответствующих понятий в 88 % от общей суммы весов, равной 36,5 СЕ, то для ИИ из групп Gr1 и Gr3 среднее количество понятий, к которым они относятся положительно, составляет всего 4,8 и 4,7 % от их общей суммы весов. При этом члены группы Gr1 имеют вполне определенное негативное отношение к окружающему их миру: вес таких понятий в этой группе составляет 80 % от общего веса в 36,7 СЕ, в то время как для ИИ из группы Gr3 этот мир практически безразличен (92,8 % от общей суммы весов известных им понятий). Иными словами, члены группы Gr3, учитывая, что социальная активность этой группы самая низкая из всех этих трех групп

(0,43 СЕ), твердо уверены в своем нежелании менять окружающий их мир, который им, об-разно говоря, «до лампочки», в то время как члены группы Gr1 считают, что этот мир надо менять, потому что он им очень не нравится¹¹. Еще более ярко выраженными становятся эти характеристики после третьего цикла контактов (табл. 4, правая часть).

Что касается ИИ, не присоединившихся ни к одной из групп, то причину их неприсоединения объясняет низкое значение объема их знаний – 16,1 и 17,2 СЕ после первого и третьего цикла, соответственно. Индивидам из этой совокупности, входящим в группу ИИ с наименьшими размерами тезаурусов (см. рис. 1), гораздо сложнее установить такой уровень близости с ИИ с большими тезаурусами – во всяком случае, по той его мере, которая используется в АТМ-модели – который оказался бы выше уровня близости между ИИ с большими или средними тезаурусами и большими весами известных им понятий.

Рассматривая различия между группами по степени дифференциации структур лич-

¹¹ Напомним, что в АТМ-модели исходное множество понятий не имеет, вообще говоря, каких-либо оценочных значений. Поэтому отрицательное отношение к понятиям не является отрицательным с точки зрения этических, нравственных, религиозных и многих других представлений об окружающем нас мире. В частности, положительное отношение к отрицательным с общественной точки зрения понятиям может являться в рамках данной точки зрения «плохим», недопустимым отношением. В то же время безразличие ИИ из группы Gr3 к окружающему миру является их отрицательной характеристикой.

ности их участников, отметим, что наиболее высокими показателями здесь в обоих случаях обладают ИИ из групп Gr1 и Gr2 (0,83 и 0,94 и 0,90 и 0,93 соответственно), а наиболее низким – из группы Gr3 (0,07 в обоих случаях). По уровню социальной активности наибольшие значения и после первого и после второго цикла контактов имеют место в группах Gr1 и Gr2 (0,62 и 0,54 соответственно), а наименьшее – в группе Gr3. Что, с учетом ее безразличного отношения к внешнему миру, позволяет определить эту группу как некоторую пассивную прослойку в том сообществе индивидов, которое представляет собой вся исходная совокупность ИИ. Заметим в заключение, что приведенные выше цифры полностью подтверждают те общие описания групп, которые были даны при анализе их расположения на рис. 2а–2е.

Изменения структур личности ИИ при их контактах¹². При контактах двух ИИ или при вхождении ИИ в ту или иную возникшую ранее группу АТМ-модель предполагает три возможных ситуации:

- 1) включение в структуру личности ИИ нового понятия с тем или иным его весом;
- 2) изменение отношения к понятию и его веса, когда это понятие ИИ уже известно;
- 3) отсутствие каких-либо изменений в структуре личности данного ИИ.

В первом случае чаще всего новое понятие включается в структуру личности данного ИИ вместе с отношением к этому понятию того ИИ (или группы ИИ), с которым (или которыми) данный ИИ входил в контакт, а также с тем или иным, возможно скорректированным, весом данного понятия¹³. Однако в некоторых случаях при том или ином значении случайного числа и соответствующего порога для него, задаваемого перед началом счета, у ИИ-реципиента может выработаться к этому понятию и безразличное отношение, как к некоторому новому для него знанию, собственного мнения о котором у него еще не сложилось.

Во втором случае при полном совпадении мнений обоих ИИ или ИИ и группы ИИ вес соответствующего понятия увеличивается. Если

¹² Выбор соответствующих правил коррекции структур личности ИИ во многом опирался на научные публикации нескольких авторов (Андреева, 2021; Гуц et al., 2000; Мейжис & Почебут, 2010). Подробное изложение всех соответствующих условий дано нами (Andrukovich, 2021).

¹³ В некоторых случаях вес понятия может уменьшаться, в зависимости от значений тех или иных априори задаваемых параметров. Подробнее см. (Andrukovich, 2021).

же у одного из этой пары субъектов имеется безразличное отношение к данному понятию, то у ИИ-реципиента его отношение к данному понятию может сохраниться (с тем же или меньшим весом) либо измениться на другое отношение, также с меньшим весом. Если же мнения обоих ИИ или ИИ и группы ИИ по данному понятию противоположны, то вопрос о выборе отношения к этому понятию каждого из ИИ, вошедших в контакт, решается в зависимости от соотношения уровней их социальной активности. Или оно остается прежним, но, может быть, с меньшим весом, если социальная активность первого ИИ больше, чем социальная активность второго ИИ (либо группы ИИ), или меняется на безразличное отношение в противоположном случае.

Переходя к анализу характера коррекции структур личности ИИ, приведем графики разностей суммарного веса понятий, изменений весов трех типов отношений ИИ к известным им понятиям, коэффициента дифференциации их мнений об этих понятиях и их социальной активности для тех ИИ, чья структура личности была скорректирована в процессе формирования групп ИИ за три цикла контактов (рис. 3)¹⁴. Как видно из этих диаграмм, изменения в структурах личности ИИ, вошедших в ту или иную группу, произошли довольно значительные. Так, по сумме весов всех известных ИИ понятий, даже после первого цикла контактов, этот показатель увеличился у всех ИИ, вошедших в крупные группы, в среднем на 5,6 СЕ с разбросом от 1,5 до 14,9 СЕ, а после третьего цикла – на 16,2 СЕ с разбросом от 8,3 до 23,2 СЕ¹⁵.

Изменение отрицательного отношения к понятиям после первого цикла контактов произошло у 24 из 42 ИИ (при этом, как видно из рис. 3г, вес таких понятий снижался только в единичных случаях), со средним значением, равным 3,6 СЕ, и разбросом от –1,6 до 14,7 СЕ, а положительного отношения – у 21 ИИ из того же их общего числа с почти таким же

¹⁴ Так как ИИ, обладающие небольшим объемом знаний, не вошли ни в одну группу, графики на этих диаграммах ограничены справа последним порядковым номером того ИИ, структура личности которого была скорректирована. Отметим также, что все оценки изменений характеристик индивидов, приведенные далее, даются только для ИИ, вошедших в группы Gr1, Gr2 и Gr3, число которых в группах, полученных после первого цикла, составило 42 ИИ, а после третьего цикла – 37 ИИ.

¹⁵ На данной диаграмме не может быть отрицательных значений, так как в АТМ-модели нет понятия «забыть».

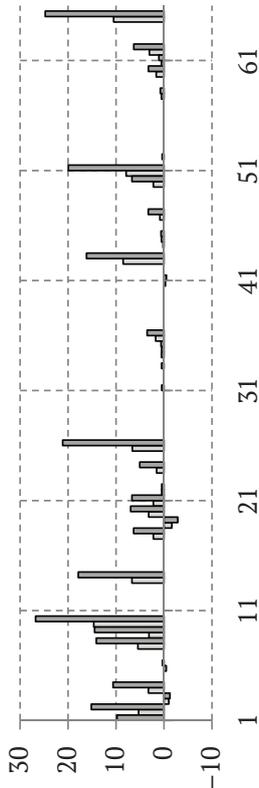
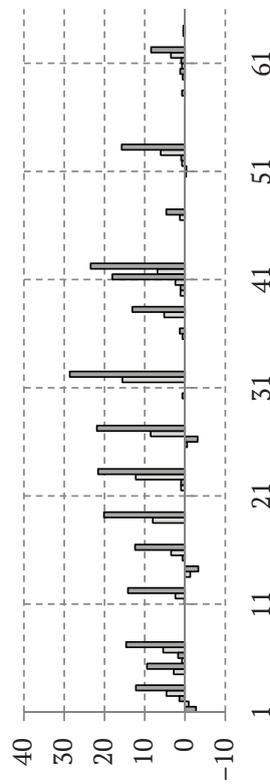
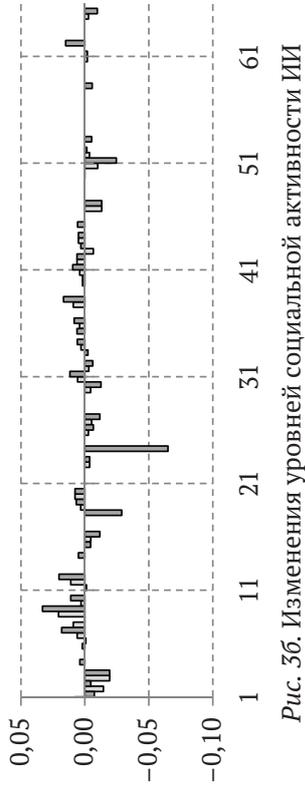
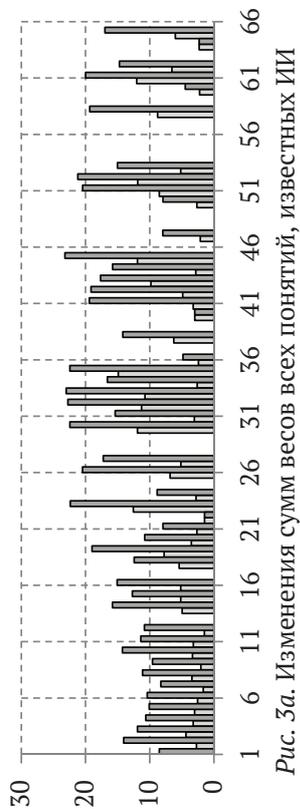


Рис. 3а. Изменения сумм весов понятий, к которым ИИ относятся позитивно

Рис. 3г. Изменения сумм весов понятий, к которым ИИ относятся отрицательно

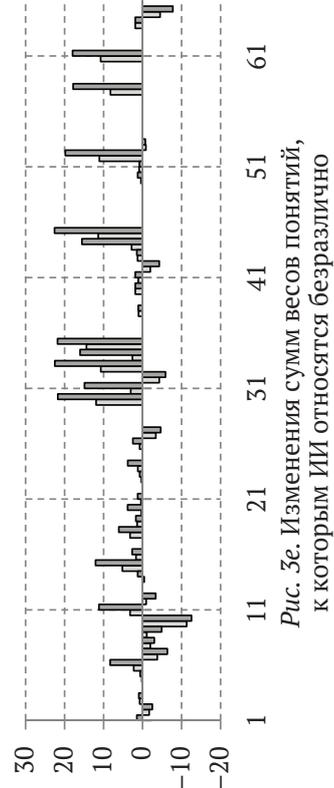
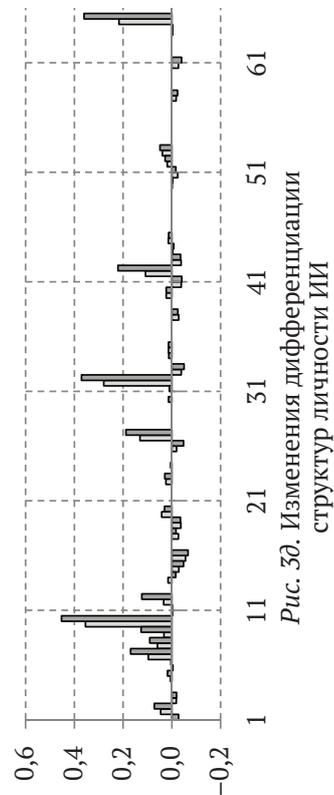


Рис. 3. Изменение обобщенных характеристик структур личности ИИ, произошедших при их коррекции в третьем цикле процесса общения, на фоне изменений, возникших после первого цикла (темные столбцы соответствуют изменениям в третьем цикле контактов, светлые – в первом цикле контактов) (расчеты автора)

средним изменением в 3,8 СЕ и разбросом от -3,3 до 15,5 СЕ. После третьего цикла контактов эти цифры были уже совсем иными и составляли для отрицательного отношения к понятиям 8,0 СЕ в среднем с разбросом от -2,9 до 26,8 (24 ИИ), а для положительного отношения – у 25 из 37 ИИ в этих группах, со средним в 8,9 СЕ и разбросом от -3,3 до 28,6 СЕ.

Что касается весов понятий, к которым ИИ относятся безразлично, то и в первом, и во втором случае он изменился почти у всех ИИ, вошедших в эти группы (41 из 42 ИИ и 36 из 37 ИИ после первого и третьего цикла соответственно), со средним увеличением после первого цикла на 1,9 СЕ и разбросом от -11,3 до 14,4 СЕ и после третьего цикла со средним 5,1 СЕ и разбросом от -12,5 до 22,6 СЕ. Такие более значительные изменения безразличного отношения к понятиям относительно изменений весов положительных и отрицательных понятий объясняются тем, что, как уже отмечалось выше, АТМ-модель предполагает, что при вхождении в тезаурус индивида нового понятия его отношение к нему и его вес далеко не всегда формируются сразу. Однако в процессе последующих контактов безразличное мнение ИИ о таком понятии может под влиянием какого-то другого ИИ или тем более группы ИИ стать вполне определенным с тем или иным изменением его веса. Возможен, однако, и другой вариант этого процесса, когда под тем или иным внешним влиянием ИИ меняет свое определенное отношение к понятию, как уже отмечалось ранее, на безразличное. Однако такие ситуации встречаются в работе АТМ-модели существенно реже.

Что касается изменений степени дифференциации отношения ИИ к понятиям, то данный показатель, являющейся функцией от соотношения понятий, к которым ИИ имеют то или иное, но определенное отношение, изменился у всех ИИ из этих трех групп и был в значительно большей мере разнонаправленным, чем изменения весов соответствующих понятий (рис. 3д). В связи с этим его среднее значение составило после первого цикла контактов величину всего в 0,030 СЕ с разбросом от -0,056 до 0,355 СЕ, а после третьего цикла это среднее составило -0,052 СЕ с изменениями от -0,066 до 0,45 СЕ. Изменения социальной активности, несмотря на их вариабельность, оказались незначительными: от -0,019 до 0,021 СЕ при нулевом среднем значении после первого

цикла, с разбросом от -0,025 до 0,033 и тем же нулевым средним после третьего цикла контактов (рис. 3б).

Обсуждение результатов

Первое, что следует отметить в изложенных выше результатах, это наличие самого факта возникновения групп индивидов в случайной совокупности ИИ. То есть даже в толпе, в которой собрались случайные люди – посмотреть на пожар, или на салют, или на какое-то общественное мероприятие – всегда могут найтись такие группы индивидов, которые окажутся интересными друг другу по своим представлениям о мире. Это явление хорошо известно для случаев, когда группы людей, оказавшихся вместе по самым разным причинам – например, сотрудники данной лаборатории, или члены какой-то спортивной команды либо рабочей бригады, или фанаты какого-то актера или исполнителя и т. д. – образуют внутри этих общественных, как говорят социологи, групп группы по интересам (Андреева, 2021).

Тем не менее даже в случайной совокупности индивидов, а не внутри какой-либо общественной группы, в рамках АТМ-модели сформировались группы ИИ, близкие друг другу по своему отношению к явлениям окружающего мира, но отличающиеся друг от друга достаточно значимо, с кардинально противоположными структурами личности ИИ, вошедших в эти группы. Более того, было показано, что в процессе неоднократных контактов между индивидами данной группы растет их уверенность в своем отношении к тем или иным проявлениям окружающего мира, выраженная в увеличении весов тех понятий, по которым в группах ИИ возник консенсус.

Достаточно неожиданным оказалось отсутствие в полученных группах индивидов с небольшими тезаурусами. Действительно, априори можно считать, что если большая часть понятий в структуре личности такого ИИ совпадает с какой-то частью структуры личности ИИ с большим или средним тезаурусом, то такой индивид должен войти в контакт с этим индивидом или присоединиться к группе ИИ. Однако оказывается, что подобная связь менее прочна, чем связь между ИИ с большими тезаурусами и с большим совпадением структур их личностей. В результате же получается, что ИИ с малыми тезаурусами оказываются маргинальными членами данного сообщества.

Важно отметить, что введение в алгоритм АТМ-модели датчика случайных чисел позволило создать достаточно правдоподобную картину взаимного влияния ИИ друг на друга, так как при этом возникают ситуации, когда те или иные представления или знания одного из них далеко не всегда меняют структуру личности другого индивида. Например, в связи с краткостью общения между ними, или под влиянием каких-то внешних обстоятельств, или просто при недостаточности желания передать другому ИИ свои представления о том или другом понятии в данный момент времени или в данной ситуации.

Отметим в заключение, что актуальность данного исследования определяется тем фактом, что таким межличностным контактам – в той или иной мере случайным, но повторяющимся во времени все чаще и чаще – во многом способствуют в наше время различные площадки в Интернете, на которых знакомство двух и более индивидов может обойтись и без возникновения толпы или какого-то другого массового собрания, а именно после online-контактов в Интернете.

Заключение

Как уже говорилось выше, полученные в данном исследовании результаты позволяют проводить анализ процесса возникновения групп индивидов и изменения их структур личности на операциональном уровне, меняя параметры АТМ-модели. Большое количество параметров, которое включено в эту модель, позволяет изучать процессы объединения индивидов при разных распределениях объемов их тезаурусов, долей положительных, негативных и безразличных отношений к понятиям,

Список литературы

1. Андреева, Г. М. (2021) *Социальная психология*. Москва, Аспект пресс. [Andreeva, G. M. (2021) *Social psychology*. Moscow, Aspekt press. (In Russian).]
2. Андрукович, П. Ф. (1973) *Применение метода главных компонент в практических исследованиях*. Автореферат кандидатской диссертации. Москва, ЦЭМИ РАН. [Andrukovich, P. F. (1973) *Application of the principal components method in practical research*. Abstract of a PhD dissertation. Moscow, CEMI RAS. (In Russian).]
3. Андрукович, П. Ф. (2018) Формирование социальных групп в парадигме АОМ. *Вестник ЦЭМИ РАН*. 1 (3). [Andrukovich, P. F. (2018) Formation of social

уровней социальной активности и других, более локальных параметров.

В то же время в АТМ-модели отсутствуют в явном виде такие важные элементы формирования группы, как эмоции и другие невербальные проявления человеческой личности при общении. То есть, как это, быть может, представляется на первый взгляд, данная модель рассматривает только информационную составляющую процесса общения между индивидами, или, как это определяется в работах по теории социальных групп, коммуникационную составляющую этого процесса (Соколов, 2002) без учета психологических характеристик членов группы.

Следует, однако, отметить, что отсутствие таких элементов в модели во многом компенсируется введением в нее такого параметра, как социальная активность индивида. В частности, ее можно достаточно корректно интерпретировать как положение индивида на шкале «интроверт – амбиверт – экстраверт» или на каких-то других, подобных этой, шкалах. Конечно, распределение индивидов на данной шкале не может полностью описать психологию отдельного индивида и тем более группы в целом, однако, рассматривая социальную группу с точки зрения ее деятельности во внешнем мире, следует признать, что в большинстве случаев общность цели и единство группы в своих представлениях о внешнем мире приводят к более устойчивым общественным объединениям и к более целенаправленным и сплоченным действиям, чем те или иные эмоциональные контакты.

Конфликт интересов

Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

groups in the ABM paradigm. *Vestnik CEMI RAS*. 1 (3). (In Russian).] <https://doi.org/10.33276/s0000140-7-1>

4. Андрукович, П. Ф. (1977) Изучение структуры выборки методом главных компонент. *Всесоюзная научно-техническая конференция «Применение многомерного статистического анализа в экономике и оценке качества продукции»*. 74–77. [Andrukovich, P. F. (1977) Studying the structure of a sample by the principal component method. *All-Union scientific and technical conference “Application of multidimensional statistical analysis in economics and assessment of product quality”*. 74–77. (In Russian).]
5. Бахтизин, А. Р. (2008) *Агент-ориентированные модели экономики*. Москва, Экономика. [Bakhti-

- zin, A. R. (2008) *Agent-based models in economics*. Moscow, Ekonomika Publ. (In Russian).]
6. Гуц, А. К., Гуцын, В. В., Лаптев, А. А., Паутова, Л. А. & Фролова, Ю. В. (Eds.). (2000) *Математические модели социальных систем*. Омский государственный университет. [Guts, A. K., Gutsyn, V. V., Laptev, A. A., Pautova, L. A. & Frolova, Y. V. (Eds.). (2000) *Mathematical Models of Social Systems*. Omsk State University. (In Russian).]
7. Енюков, И. С. (1989) *Основные понятия и определения, используемые в методах классификации без обучения* (С. А. Айвазян (Ed.)). Москва, Финансы и статистика. [Yenukov, I. S. (1989) *Basic concepts and definitions used in methods of classification without training*. Moscow, Finance and Statistics Publ. (In Russian).]
8. Жамбю, М. (1988) *Иерархический кластер-анализ и соответствия*. Москва, Финансы и статистика. [Jambu, M. (1988) *Hierarchical cluster-analysis and correspondences*. Moscow, Finance and Statistics Publ. (In Russian).]
9. Зиновьев, А. Ю. (2000) *Визуализация многомерных данных*. Изд. КГТУ. [Zinoviev, A. Y. (2000) *Visualisation of multidimensional data*. Publishing House of KSTU. (In Russian).]
10. Истратов, В. А. (2006) Простая компьютерная модель поведения человека. *Искусственные общества*. 1 (1). [Istratov, V. A. (2006) Simple computer model of human behaviour. *Artificial Societies*. 1 (1). (In Russian).]
11. Истратов, В. А. (2018) Компьютерный алгоритм формирования личных и социальных норм. *Экономика и математические методы*. 54 (4), 98–100. [Istratov, V. A. (2018) Computer algorithm for the formation of personal and social norms. *Economics and Mathematical Methods*. 54 (4), 98–100. (In Russian).]
12. Кендалл, М. & Стьюарт, А. (1973) *Статистические выводы и связи*. Москва, Наука. [Kendall, M., & Stewart, A. (1973) *Statistical conclusions and connections*. Moscow, Science Publ. (In Russian).]
13. Макаров, В. Л. (2006) Искусственные общества. *Искусственные общества*. 1 (1). [Makarov, V. L. (2006) Artificial societies. *Artificial Societies*. 1 (1). (In Russian).]
14. Макаров, В. Л. & Бахтизин, А. Р. (2013) *Социальное моделирование – новый компьютерный прорыв (агент-ориентированные модели)*. Москва, Экономика. [Makarov, V. L. & Bakhtizin, A. R. (2013) *Social modelling as a new computer breakthrough (agent-based models)*. Moscow, Ekonomika Publ. (In Russian).]
15. Мейжис, И. А. & Почебут, Л. Г. (2010) *Социальная психология*. Санкт-Петербург, Питер. [Mejzhis, I. A. & Pochebut, L. G. (2010) *Social psychology*. Saint Petersburg, Piter Publ. (In Russian).]
16. Соколов, А. В. (2002) *Общая теория социальной коммуникации*. Санкт-Петербург, Изд-во Михайлова В. А. [Sokolov, A. V. (2002) *General theory of social communication*. Saint Petersburg, Mikhailov V. A. Publ. (In Russian).]
17. Терехин, А. Т. (1973) *Кластерный анализ и его применения в социально-экономических исследованиях*. Автореферат кандидатской диссертации. Москва, ЦЭМИ РАН. [Terekhin, A. T. (1973) *Cluster analysis and its applications in socio-economic research*. Abstract of a PhD dissertation. Moscow, CEMI RAS. (In Russian).]
18. Andrukovich, P. (2021) The structure of an agent-oriented model of the formation of social groups from a random set of individuals (part 1). *Herald of CEMI*. 4 (3–4). <https://doi.org/10.33276/s265838870018166-5>
19. Bales, B. (1962) *Small Group*. Holt, Rinehart Winston.
20. Bonabeau, E. (2002) Agent-based modeling: Methods and techniques for simulating human systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 99 (SUPPL. 3), 7280–7287. <https://doi.org/10.1073/pnas.082080899>
21. Braddock, R. (1958) An Extension of the “Lasswell Formula.” *Journal of Communication*. June 2015.
22. Jolliffe, I. T. (2002) Principal Component Analysis (PCA) Principal Component Analysis (PCA). In *Springer Series in Statistics* (Issue June, pp. 1–12). Springer.
23. Katz, L., Hare, P., Borgatta, E. F. & Bales, R. F. (1956) Small Groups: Studies in Social Interaction. In A. P. Hare (Ed.), *Journal of the American Statistical Association* (Vol. 51, Issue 274). Knopf. <https://doi.org/10.2307/2281386>
24. Mes, M. & Gerrits, B. (2019) Multi-agent Systems. In G. Weiss (Ed.), *Lecture Notes in Logistics*. MIT Press. https://doi.org/10.1007/978-3-319-92447-2_27
25. Pearson, K. (1901) LIII. On lines and planes of closest fit to systems of points in space. *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*. 2 (11), 559–572. <https://doi.org/10.1080/14786440109462720>

Андрукович Петр Федорович, канд. техн. наук, старший научный сотрудник, Центральный экономико-математический институт РАН, Москва, Российская Федерация
E-mail: streletspa@yandex.ru
ORCID ID: 0009-0006-6815-6441

Поступила в редакцию 10.11.2022
Подписана в печать 10.01.2023



Mathematical and Quantitative Methods

Original article

UDC 316.47

DOI: <https://doi.org/10.17308/econ.2023.1/10942>

JEL: C15; C88; D79

Dynamics of the formation of social groups and adjustment of characteristics of individuals in the process of them uniting into groups

P. F. Andrukovich¹✉

¹ Central Economic Mathematical Institute, Russian Academy of Sciences, 47, Nakhimovsky Ave., 117418, Moscow, Russian Federation

Subject. This article discusses the agent-based model describing the process when two or more individuals meet for the first time and form a small social group based on interests. It is assumed that when they get to know each other, they exchange information about certain phenomena of the surrounding world and their attitudes to them. The article describes a study which involved simulation of the process of how the significance of these phenomena in their understanding of the surrounding world by each individual changes as a result of such interactions.

Purpose. To determine the possibility of the formation of interest groups in a random sample of individuals and the nature of changes in their attitudes to the world as a result of several consecutive interactions between them within the paradigm of agent-based models.

Results. The method of hierarchical cluster analysis revealed stable interest groups which were formed within a random sample of individuals. A series of interactions between the participants of these groups significantly expanded the range of the participants' ideas about the surrounding world and their confidence that their attitudes to the phenomena of the surrounding world were right.

Conclusions. It was shown that groups of individuals with completely opposite characteristics can emerge even in a random sample of individuals. What is more, the participants of each group will have similar ideas about the surrounding world. It was also shown that repeated interactions between the individuals within these groups boost their confidence about their attitudes to certain phenomena of the surrounding world. It was noted that currently the Internet is an important platform for such interactions.

Keywords: agent-based models, social groups, principal components method, personality structure, thesaurus.

For citation: Andrukovich, P. F. (2023) Dynamics of the formation of social groups and adjustment of characteristics of individuals in the process of them uniting into groups. *Proceedings of Voronezh State University. Series: Economics and Management. (1)*, 35–50. DOI: <https://doi.org/10.17308/econ.2023.1/10942>

Conflict of Interest

The author declares the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

 This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

References

1. Andreeva, G. M. (2021) *Social psychology*. Moscow, Aspekt press. (In Russian).
2. Andrukovich, P. (2021) The structure of an agent-oriented model of the formation of social groups from a random set of individuals (part 1). *Herald of CEMI*. 4 (3–4). <https://doi.org/10.33276/s265838870018166-5>
3. Andrukovich, P. F. (1973) *Application of the principal components method in practical research*. Abstract of a PhD dissertation. Moscow, CEMI RAS. (In Russian).
4. Andrukovich, P. F. (1977) Studying the structure of a sample by the principal component method. *All-Union scientific and technical conference "Application of multidimensional statistical analysis in economics and assessment of product quality"*. 74–77. (In Russian).
5. Andrukovich, P. F. (2018) Formation of social groups in the ABM paradigm. *Vestnik CEMI RAS*. 1 (3). (In Russian). <https://doi.org/10.33276/s0000140-7-1>
6. Bakhtizin, A. R. (2008) *Agent-based models in economics*. Moscow, Ekonomika Publ. (In Russian).
7. Bales, B. (1962) *Small Group*. Holt, Rinehart Winston.
8. Bonabeau, E. (2002) Agent-based modeling: Methods and techniques for simulating human systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 99 (SUPPL. 3), 7280–7287. <https://doi.org/10.1073/pnas.082080899>
9. Braddock, R. (1958) An Extension of the "Lasswell Formula." *Journal of Communication*. June 2015.
10. Guts, A. K., Gutsyn, V. V., Laptev, A. A., Pautova, L. A. & Frolova, Y. V. (Eds.). (2000) *Mathematical Models of Social Systems*. Omsk State University. (In Russian).
11. Istratov, V. A. (2006) Simple computer model of human behaviour. *Artificial Societies*. 1 (1). (In Russian).
12. Istratov, V. A. (2018) Computer algorithm for the formation of personal and social norms. *Economics and Mathematical Methods*. 54 (4), 98–100. (In Russian).
13. Jambu, M. (1988) *Hierarchical cluster-analysis and correspondences*. Moscow, Finance and Statistics Publ. (In Russian).
14. Jolliffe, I. T. (2002) Principal Component Analysis (PCA) Principal Component Analysis (PCA). In *Springer Series in Statistics* (Issue June, pp. 1–12). Springer.
15. Katz, L., Hare, P., Borgatta, E. F. & Bales, R. F. (1956) Small Groups: Studies in Social Interaction. In A. P. Hare (Ed.), *Journal of the American Statistical Association* (Vol. 51, Issue 274). Knopf. <https://doi.org/10.2307/2281386>
16. Kendall, M., & Stewart, A. (1973) *Statistical conclusions and connections*. Moscow, Science Publ. (In Russian).
17. Makarov, V. L. (2006) Artificial societies. *Artificial Societies*. 1 (1). (In Russian).
18. Makarov, V. L. & Bakhtizin, A. R. (2013) *Social modelling as a new computer breakthrough (agent-based models)*. Moscow, Ekonomika Publ. (In Russian).
19. Mejzhis, I. A. & Pochebut, L. G. (2010) *Social psychology*. Saint Petersburg, Piter Publ. (In Russian).
20. Mes, M. & Gerrits, B. (2019) Multi-agent Systems. In G. Weiss (Ed.), *Lecture Notes in Logistics*. MIT Press. https://doi.org/10.1007/978-3-319-92447-2_27
21. Pearson, K. (1901) LIII. On lines and planes of closest fit to systems of points in space. *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*. 2 (11), 559–572. <https://doi.org/10.1080/14786440109462720>
22. Sokolov, A. V. (2002) *General theory of social communication*. Saint Petersburg, Mikhailov V. A. Publ. (In Russian).
23. Terekhin, A. T. (1973) *Cluster analysis and its applications in socio-economic research. Abstract of a PhD dissertation*. Moscow: CEMI RAS. (In Russian).
24. Yenukov, I. S. (1989) *Basic concepts and definitions used in methods of classification without training*. Moscow, Finance and Statistics Publ. (In Russian).
25. Zinoviev, A. Y. (2000) *Visualisation of multidimensional data*. Publishing House of KSTU. (In Russian).

Petr F. Andrukovich, Cand. Sci. (Eng.), Senior Researcher, Central Economics and Mathematics Institute of RAS, Moscow, Russian Federation
E-mail: streletspa@yandex.ru
ORCID ID: 0009-0006-6815-6441

Received 10.11.2022
Accepted 10.01.2023