

МОДЕЛЬ ОБРАЗОВАНИЯ НЕФОРМАЛЬНЫХ ПОДГРУПП

П.С. Гладкий

A simple model of social interaction based on Luhmann theory is proposed. Emerging of informal social subgroups is considered. Hypotheses about behavior of model characteristics are formed.

1. Общество как система коммуникаций

Никлас Луман предлагает рассматривать общество как оперативно замкнутую, аутопойетическую систему коммуникаций [3]. «Аутопойетические системы – это такие системы, которые производят не только свои структуры, но и свои элементы в сети именно этих элементов» [3, с.68]. Элементы являются единицами применения для производства последующих элементов.

Понятие системы в трактовке Лумана тесно связано с понятием формы Г. Спенсера Брауна. Форма является различием собственных сторон, в случае систем – различием системы и окружающей среды. В ходе аутопойезиса система постоянно воспроизводит свою форму, различая себя и окружающую среду.

Система производит определённые операции, в том числе и операции по воспроизводству собственных компонент. Оперативная замкнутость системы означает, что операции непосредственно не затрагивают окружающей среды системы. Это не говорит о том, что система является закрытой для материи и информации. Границы системы проницаемы также и для казуальных отношений: последствия операций системы могут быть ощутимы для среды и наоборот. Посредством структурных сопряжений в систему вводятся очаги самораздражения. Они делают возможным адекватную реакцию системы на состояние окружающей среды.

Аутопойетической операцией общества является коммуникация. Она же полагается единственным типом элементов системы общества. Коммуникации, происходящие в обществе, приводят к возникновению других коммуникаций.

Коммуникация подразумевает наличие участников, которые, однако, в систему коммуникаций (т.е. общество) не входят. Их влияние на коммуникации

как на элементы оперативно замкнутой системы обусловлено структурными сопряжениями, к которым относят язык. Коммуникация является направленной, то есть происходит от одного субъекта к другому. Субъект-источник коммуникации именуется как *alter*, приемник – *ego* [2]. Важно отметить, что сознание субъекта само является оперативно замкнутой аутопойетической системой.

Коммуникация представляет собой единство информации, сообщения и понимания. Под информацией понимается различие, производящее различие. Сообщение фиксирует контекст коммуникации. Понимание субъектом коммуникации создает предпосылки для новой коммуникации, в случае принятия данной, присоединяющейся к ней. Принимающий коммуникацию субъект *ego* различает (понимает) как передаваемую в коммуникативном акте информацию, так и мотивы субъекта *alter* к осуществлению коммуникации. Если этого различия не происходит, то имеет место восприятие, не являющееся коммуникацией.

2. Описание модели

2.1. Структура модели

Рассматривается множество субъектов коммуникации $S = \{1, 2, \dots, n\}$. Каждому субъекту i приписывается идентичность $Id_i \in [0, 1]$, являющаяся кумулятивной характеристикой субъекта. Чем ближе идентичности двух субъектов, тем больше они похожи друг на друга (например, чертами характера, образованием, интересами, профессиональными навыками и т.д.). Восприятие субъектами других субъектов зависит от множества факторов и, вообще говоря, несколько отличается от объективной ситуации. Субъекты принимают решения к коммуникации на основе своих представлений об идентичностях других, которые формируются в ходе общения. Для хранения этих представлений используется матрица идентичностей $Id = \{Id_{ij} \in [0, 1] | i, j \in S\}$. Элемент матрицы Id_{ij} является идентичностью субъекта j с точки зрения субъекта i . Диагональные элементы содержат собственные идентичности субъектов $Id_{ii} = Id_i$.

Время в модели полагается дискретным. На каждом шаге времени происходит пересчет матрицы идентичностей Id . Диагональные элементы матрицы идентичностей со временем не меняются.

Объективным расстоянием между субъектами полагается следующая функция:

$$d_o(i, j) = |Id_i - Id_j|.$$

В силу свойств модуля эта функция задает метрику на множестве субъектов S .

Вводится также i -субъективное расстояние между субъектами:

$$d_i(k, l) = |Id_{ik} - Id_{il}|.$$

В силу свойств модуля эта функция тоже задает метрику на множестве субъектов S . Она может интерпретироваться как расстояние между субъектами с позиции некоторого субъекта-наблюдателя.

В ходе развития модели субъекты осуществляют коммуникации друг с другом. Каждый субъект на протяжении одного шага модели может быть занят не более, чем в одной коммуникации. Важно заметить, что коммуникация в смысле модели отличается от коммуникации в смысле Лумана. Последняя понимается как атомарная (то есть неразделимая на другие коммуникации) операция системы общества, которая может подсоединяться к другим коммуникациям и тем самым образовывать во времени цепочки коммуникаций между двумя субъектами (например, беседы). Однако не вызывает сомнения факт, что такие цепочки всегда конечны. Поэтому коммуникации в модели считаются такими цепочками некоторой конечной длины. Они передают в обе стороны некоторую информацию, в том числе и относительно идентичности собеседников, и требуют для своего существования понимания обоих субъектов. Далее термин «коммуникация», если не будет указано обратное, понимается именно в смысле модели.

Коммуникация между субъектами происходит на основании их идентичностей. Конкретный субъект инициирует коммуникацию с субъектом с близкой идентичностью с большей вероятностью, чем с субъектом, чья идентичность дальше. При этом, как было сказано выше, субъекты оперируют своими представлениями об идентичностях других, отраженными в строках матрицы идентичностей Id . Вступая в коммуникации, субъекты корректируют свои представления друг о друге на основании результатов своего состоявшегося общения. По различным причинам субъекты все равно усваивают несколько искаженные представления друг о друге. Здесь сказываются как оперативная замкнутость индивидуальных сознаний как аутопойэтических систем, так и, например, сознательное желание субъектов произвести необходимое впечатление [1].

2.2. Динамика модели

При инициализации модели задаются значения матрицы Id : диагональные элементы заполняются случайными значениями, а элементы строк полагаются равными соответствующим диагональным элементам.

Итерация модели включает в себя два этапа: определение коммуницирующей пар и пересчет матрицы идентичностей.

На первом этапе выбираются пары коммуницирующих субъектов, для чего строится множество коммуникаций субъектов.

Определение 1. Множество $d = \{i, j\}$, где $i, j \in S$ называется коммуникацией субъектов i и j .

Замечание 1. Коммуникация субъектов d не является упорядоченной парой.

Определение 2. Множество коммуникаций – конечное множество коммуникаций субъектов $D = \{d_k\}$.

Построение множества коммуникаций выполняется следующим образом. Для каждого незанятого в коммуникации субъекта на основании содержимого матрицы Id выбирается партнер (собеседник). Для этого на множестве возможных

партнеров по коммуникации определяется распределение, согласно которому осуществляется выбор актуального партнера. Вероятность коммуникации субъекта i с субъектом j определяется следующим образом:

$$\tilde{p}_{ij} = \begin{cases} 0, & i = j \vee \exists d_k \in D : j \in d_k \\ \frac{1}{\tilde{C}} f_p(d_i(i, j)), & \text{иначе} \end{cases}, \quad (1)$$

где $f_p()$ – некоторая неотрицательная, монотонно убывающая на отрезке $[0, 1]$ функция; \tilde{C} – нормирующая константа, такая, что:

$$\sum_{j=1}^n \tilde{p}_{ij} = 1.$$

Таким образом, выбор в качестве партнера по коммуникации самого себя или уже занятого в другой коммуникации субъекта является невозможным событием. Это означает, что для любого субъекта из S либо существует единственная коммуникация с его участием, либо он ни в какой коммуникации не участвует.

На основании распределения (1) для субъекта i выбирается партнер j , формируется коммуникация $d = \{i, j\}$ и добавляется в множество D . Определение участников коммуникаций продолжается до тех пор, пока имеется достаточное множество нераспределенных субъектов.

Второй этап заключается в пересчете матрицы идентичностей Id , который происходит следующим образом. Последовательно просматривается множество коммуникаций D . Пусть очередная коммуникация из D имеет вид $d_k = \{i, j\}$. Тогда матрица идентичностей будет обновлена следующим образом:

$$Id'_{ij} = \alpha_i Id_{ij} + (1 - \alpha_i) Id^r_j, \quad (2)$$

где Id'_{ij} – новое значение элемента матрицы, α_i – некоторый коэффициент, Id^r_j – идентичность, сообщенная субъектом j в ходе коммуникации (сообщенная идентичность). Вычисление элемента Id_{ji} производится согласно (2) с соответствующей заменой индексов.

Коэффициент $\alpha_i \in [0, 1]$ определяет приоритетную компоненту восприятия субъектом i идентичности субъекта j : при $\alpha_i = 1$ субъект не учитывает передаваемой идентичности («не хочет сомневаться в своих оценках»), при $\alpha_i = 0$ субъект полностью отбрасывает свои прошлые представления и воспринимает другого субъекта так, как тот проявляется в коммуникации.

Сообщенная идентичность Id^r_j субъекта j выбирается случайным образом на отрезке $[\max(Id_j - \epsilon, 0), \min(Id_j + \epsilon, 1)]$. Распределение сообщаемой идентичности обозначается $p_j(x)$. В настоящей модели используется равномерное распределение $p_j(x) = \frac{1}{2\epsilon}$.

Заметим, что $Id'_{ij} \leq 1$. Поскольку $Id_{ij} \leq 1$ и $Id^r_j \leq 1$, то

$$Id'_{ij} = \alpha_i Id_{ij} + (1 - \alpha_i) Id^r_j \leq \alpha + 1 - \alpha = 1.$$

Таким образом, новое значение Id'_{ij} не противоречит определению матрицы идентичностей Id .

Таким образом, предложенная модель параметризуется следующим набором: $(n, \alpha, \epsilon, f_p(x))$.

3. Анализ модели

Основным носителем информации в данной модели является матрица идентичностей Id . Целесообразно ввести ряд величин, вычисляемых на основании матрицы идентичностей Id , которые помогут в интерпретации результатов.

3.1. Предпочтительные коммуникации и определенность субъекта

Во время итераций модели субъекты выбирают себе партнеров случайным образом, основываясь на матрице идентичностей Id . Для выяснения вероятности выбора того или иного партнера на конкретной итерации модели рассматривается произвольный субъект i в ситуации, когда другие субъекты еще не определились, с кем будут коммуницировать ($D = \emptyset$). Тогда на множестве субъектов S вводится распределение вероятностей, аналогичное (1). Поскольку субъекты еще не участвуют в коммуникациях, формула для p_{ij} имеет следующий вид:

$$p_{ij} = \begin{cases} 0, & i = j \\ \frac{1}{C} f_p(d_i(i, j)), & i \neq j \end{cases}, \quad (3)$$

где C выбирается из условия нормировки:

$$\sum_{j=1}^n p_{ij} = 1.$$

Чем больше вероятность p_{ij} , тем для субъекта i предпочтительнее коммуникация с субъектом j . При этом субъект i может иметь различные по количеству и качеству предпочтения. Для оценки предпочтений субъекта i удобно воспользоваться величиной энтропии множества вероятностей $\{p_{ij} | j \in S \setminus \{i\}\}$ [5] следующим образом:

$$c_i = 1 + \sum_{j=1, j \neq i}^n p_{ij} \log_{n-1} p_{ij}.$$

В качестве характеристики всей модели определенность усредняется по всем субъектам:

$$c = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n c_i.$$

3.2. Чистота восприятия

Чистота восприятия является характеристикой, позволяющей оценить адекватность восприятия субъектом идентичностей других субъектов. Она вычисляется следующим образом:

$$Clarity_i = 1 - \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n |Id_{ij} - Id_{jj}|.$$

Максимальное значение характеристики $Clarity_i = 1$ означает объективную осведомленность субъекта i относительно идентичностей остальных субъектов.

Как и в случае с определенностью, чистота восприятия всей модели может быть вычислена как среднее арифметическое чистот восприятия субъектов:

$$Clarity = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Clarity_i.$$

3.3. Выделение подгрупп

В ходе развития модели у субъектов появляются определенные предпочтения в коммуникациях. На основании этих предпочтений возможно выделение совокупностей субъектов, вступающих в коммуникации друг с другом с той или иной интенсивностью. Взаимоотношения отдельных субъектов и совокупностей субъектов могут быть оценены с помощью предпочтений (3).

Отношение субъекта к совокупности может быть оценено параметром лояльности.

Определение 3. Лояльностью субъекта i совокупности A называется величина

$$l(i, A) = \sum_{j \in A} p_{ij}.$$

Лояльность численно равна вероятности выбора субъектом i своим партнером по коммуникации какого-нибудь члена совокупности A . Чем больше эта величина, тем вероятнее субъект i коммуницирует с членами группы A .

Из (3) следует, что если $i \in G$, то $l(i, A) = l(i, A \setminus \{i\})$. Это верно, поскольку при $i \in A$ сумма в правой части определения лояльности содержит слагаемое p_{ii} , которое равно нулю в силу (3).

Лояльность субъекта описывает только одно направление взаимоотношений субъекта и совокупности субъектов. По аналогии можно оценить и обратное отношение совокупности субъектов к субъекту как среднее лояльностей субъектов совокупности одноэлементной совокупности, состоящей из данного субъекта.

Определение 4. Потребностью совокупности A в субъекте i называется величина

$$n(A, i) = \frac{1}{|A|} \sum_{j \in A} l(j, \{i\}).$$

Легко видеть, что

$$n(A, i) = \frac{1}{|A|} \sum_{j \in A} p_{ji}.$$

Совокупности состоят из субъектов, которые каждый по-своему относятся к другим группам. Можно говорить о некотором отношении одной совокупности к другой как о некотором суммарном отношении составляющих ее субъектов к субъектам второй совокупности.

Определение 5. Отношением совокупности A_1 к совокупности A_2 называется величина

$$r(A_1, A_2) = \frac{1}{|A_1|} \sum_{i \in A_1} l(i, A_2) = l(A_1, A_2) = n(A_1, A_2).$$

Отношение совокупностей является средней лояльностей членов совокупности A_1 совокупности A_2 . Легко показать, что эта величина также является суммой потребностей совокупности A_1 в членах совокупности A_2 .

Определение 6. Совокупность субъектов A называется группой, если выполнено

$$\forall i \in A \ l(i, A) \geq l(i, S \setminus A). \quad (4)$$

Группа как совокупность субъектов в некотором смысле «замкнута», т.е. любой субъект группы с большей вероятностью вступит в коммуникацию с другим субъектом этой же группы, чем с кем-нибудь за ее пределами. Не всякая совокупность субъектов удовлетворяет свойству (4).

Нетрудно заметить, что в силу (3)

$$l(i, A) + l(i, S \setminus A) = \sum_{j \in A} p_{ij} + \sum_{j \notin A} p_{ij} = \sum_{j \in S} p_{ij} = 1.$$

Пользуясь этим соотношением, легко переписать условие (4) следующим образом:

$$\forall i \in A \ l(i, A) \geq 1/2.$$

Множество групп для множества субъектов S обозначается $G(S)$. На этом множестве вводится частичный порядок, определяемый следующим образом:

$$x \prec y \Leftrightarrow x \subset y.$$

Множество $G(S)$ имеет один наибольший элемент S (в силу того, что $l(i, S) = 1$) и непустое множество минимальных элементов $\min G(S)$. Не все элементы множества $G(S)$ сравнимы между собой. Более того, не исключена ситуация

$$\exists g_1, g_2, g_3 \in G(s) : (g_1 \prec g_2) \& (g_1 \prec g_3) \& (g_2 \not\prec g_3).$$

Численные статистические характеристики групп определяются следующим образом.

Определение 7. Средней идентичностью группы \overline{Id}_G называется среднее арифметическое идентичностей входящих в нее субъектов:

$$\overline{Id}_G = \frac{1}{|G|} \sum_{i \in G} Id_i i.$$

Определение 8. Групповой дисперсией идентичности называется среднее арифметическое квадратов отклонений идентичностей субъектов группы от средней идентичности группы

$$D_G(Id) = \frac{1}{|G|} \sum_{i \in G} (Id_i i - \overline{Id}_G)^2.$$

Определение 9. Средней лояльностью группы $\bar{l}(G)$ называется среднее арифметическое лояльностей субъектов данной группы:

$$\bar{l}(A) = \frac{1}{|G|} \sum_{i \in G} l(i, G).$$

Определение 10. Групповой дисперсией лояльности группы называется среднее арифметическое квадратов отклонений лояльностей субъектов группы от средней лояльности группы:

$$D_G(l) = \frac{1}{|G|} \sum_{i \in G} (l(i, G) - \bar{l}(G))^2.$$

Более детальное изучение возникающих структур выходит за рамки данной статьи и будет предпринято в дальнейших публикациях. Некоторые результаты приведены в 4.2.

4. Анализ результатов

На основании приведенных ниже результатов формулируется ряд гипотез, касающихся поведения характеристик модели и структур возникающих групп.

Для получения данных были произведены три серии экспериментов, каждая из которых состояла из 10 запусков модели по 200 итераций в каждом. Для всех моделей одинаково определены следующие параметры: $n = 10$, $\alpha = 0,5$, $\epsilon = 0,001$. Для моделей первой серии положено $f_p(x) = 1 - x$, для второй серии $f_p(x) = e^{-1}$, для третьей серии $f_p(x) = e^{-10x}$.

4.1. Характеристики модели

На рисунках 1 и 2 представлены графики поведения соответствующих величин, осредненных по запускам в серии. Графики демонстрируют постепенный рост как определенности субъектов, так и чистоты их восприятия. В качестве гипотезы можно принять, что такое качественное поведение характеристик не зависит от параметров модели. Пределы насыщения и скорость их достижения уже зависят от параметров модели, в частности от выпуклости функции $f_p(x)$.

Третья серия демонстрирует более высокий уровень определенности субъектов, что связано с большей выпуклостью $f_p(x)$ и, как следствие, большей неоднородностью набора предпочтений. Более пологий рост графика чистоты восприятия третьей серии может быть объяснен тем, что субъекты, обнаруживая в самом начале более предпочтительных с их точки зрения партнеров, в дальнейшем отдают им предпочтения, меньше коммуницируя с другими и тем самым не меняя свое представление о них. Субъекты первых двух серий менее категоричны в своих предпочтениях (что видно из низкого уровня насыщения их графиков определенности), поэтому коммуницируют со всеми остальными.

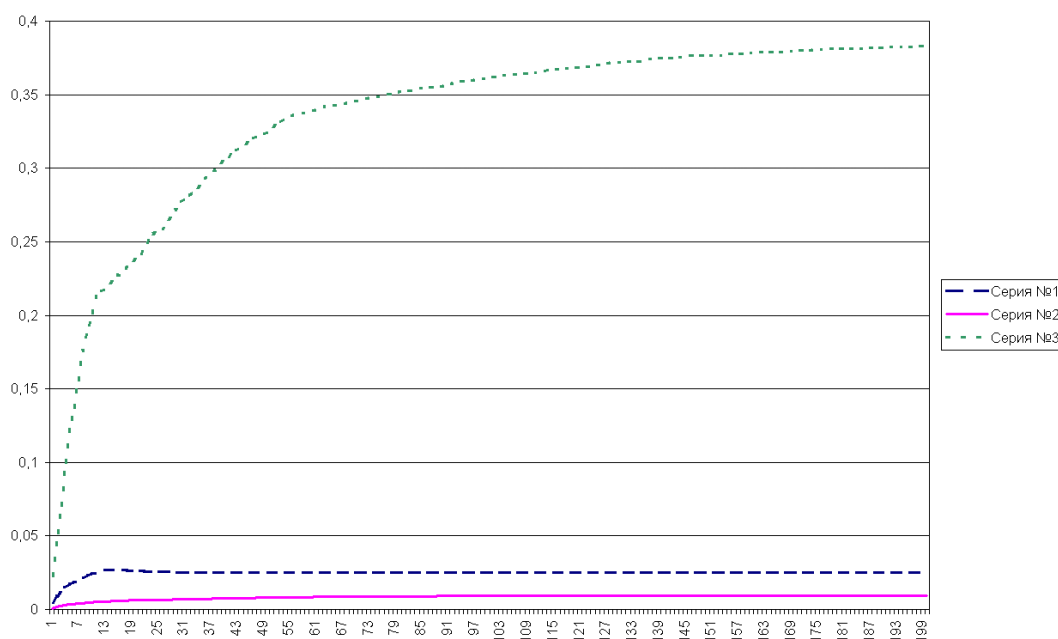


Рис. 1. Динамика средних определенностей субъектов.

Таблица 1. Результаты выделения подгрупп.

№ серии	Среднее число групп	Средняя численность групп	Среднее групповых дисперсий идентичностей	Среднее групповых дисперсий лояльности
1	1,1	6,2	0,027666201	0,002100014
2	1	6,4	0,035246524	0,001180636
3	2,5	2,916666667	0,001216633	0,002603558

4.2. Неформальные группы

В рамках данной статьи ограничимся рассмотрением минимальных подгрупп.

Вообще, задача поиска минимальных подгрупп в силу конечности множества субъектов может быть решена полным перебором возможных вариантов. Этот вариант имеет сложность, экспоненциально зависящую от числа субъектов.

Более рациональным выглядит использование алгоритма иерархической кластеризации [4]. Данные алгоритмы формируют иерархию кластеров сгущения. На самом первом уровне находятся одиночные субъекты, и каждый кластер последующего уровня является объединением двух «близких» кластеров предшествующего. Близость кластеров определяется мерой близости μ . В данном случае, поскольку каждый кластер представляет собой совокупность субъектов, мера близости определяется через их отношения:

$$\mu(A_1, A_2) = \min(r(A_1, A_2), r(A_2, A_1)).$$

Иными словами, на каждом шаге алгоритма объединяются максимально лояль-

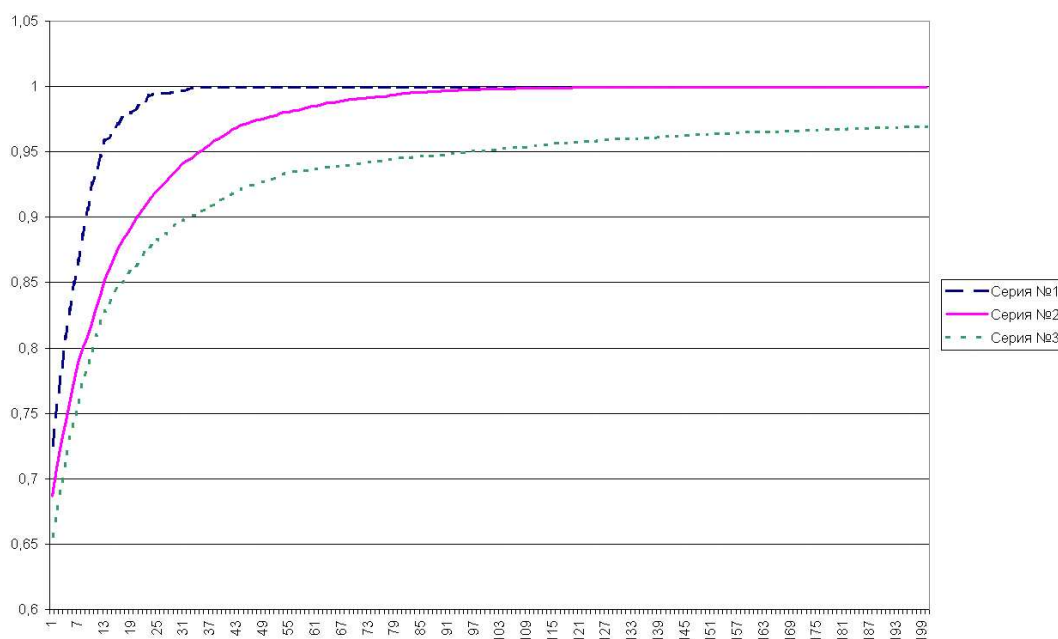


Рис. 2. Динамика средних чистот восприятия.

ные друг другу совокупности среди доступных.

Поиск минимальных групп производится в полученном дереве кластеров, начиная с листовых элементов. Как только кластер удовлетворяет условию (4), дальнейший поиск групп в содержащей его ветви становится излишним.

В таблице 1 приведены результаты проведения трех серий экспериментов. В каждом эксперименте по завершении 200 итераций проводилось выделение подгрупп и вычисление их характеристик. Средние групповых дисперсий вычислялись как средние арифметические групповых дисперсий. В таблице представлены значения характеристик, осредненные по числу экспериментов в серии.

В первой и второй сериях экспериментов выделялось мало групп довольно большого размера. Более выпуклая функция $f_p(x)$ в третьей серии дает, как было замечено выше, более неоднородный набор предпочтений, в который попадают субъекты с близкими идентичностями. В таких группах дисперсия идентичности меньше (как видно из таблицы, примерно на порядок). Сами группы при этом примерно в два раза компактнее, чем в первых двух сериях.

Последний столбец таблицы показывает, насколько одинакова лояльность субъектов к своей группе. Эти величины имеют одинаковый порядок для всех трех серий. Группы, получающиеся в третьей серии, так же сплочены, как и группы первых двух серий. Это также является следствием выпуклости функции $f_p(x)$ и получающейся большей неоднородности предпочтений.

Окончательная гипотеза может быть сформулирована следующим образом: выпуклость функции $f_p(x)$ значительно влияет на структуру получающихся минимальных подгрупп (их количество и качественный состав).

5. Заключение

В данной работе описана модель социального взаимодействия, основанная на предложениях теории Н. Лумана, определены ее основные характеристики, введено понятие неформальной группы. Также сформулированы гипотезы поведения основных характеристик модели, нуждающиеся в более серьезном обосновании. В последующих публикациях будет представлен более полный анализ поведения характеристик в зависимости от параметров модели, а также будет осуществлено более пристальное изучение структур неформальных групп.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гоффман Э. Представление себя другими / Современная зарубежная социальная психология. Тексты. Под ред. Г.М. Андреевой, Н.Н. Богомоловой, Л.А. Петровской. М.: Изд-во Моск. ун-та. 1984. С.188-196.
2. Луман Н. Медиа коммуникации. М.: Издательство «Логос», 2005.
3. Луман Н. Общество как социальная система. М.: Издательство «Логос», 2004.
4. Мандель И. Д. Кластерный анализ. М.: Финансы и статистика, 1988.
5. Шеннон Э. Математическая теория связи. Работы по теории информации и кибернетике. М.: Издательство иностранной литературы, 1963. С.243-333.