

ISSN 1995-2732 (Print), 2412-9003 (Online)  
УДК 657.6; 519.866  
DOI: 10.18503/1995-2732-2024-22-3-140-151



## ВЛИЯНИЕ АВТОРИТАРНОСТИ И ДОВЕРИЯ НА СТРУКТУРУ КОНСЕНСУСНОГО РЕШЕНИЯ

Максимова О.В.

Институт глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля, Москва, Россия  
Университет науки и технологий МИСИС, Москва, Россия

**Аннотация.** Сложность формализации переговорного процесса приводит к поиску теоретических моделей с целью получения обобщенных выводов. Теоретическое изучение консенсуса позволяет анализировать различные ситуации, с которыми сталкиваются группы, участвующие в процессе принятия коллективных решений, абстрагируясь от ее специфических характеристик. В работе рассматривается математическая модель консенсуса, основанная на регулярных цепях Маркова. Построены теоретические факторы, воздействующие на качество консенсусного решения, и нашедшие отражение в социально-психологических исследованиях. По результатам моделирования составлены нелинейные регрессионные модели, отражающие вклад численности группы и авторитарности ее членов в структуру консенсусного решения. Показано, что не всегда мнение самого авторитарного (или того, кому больше всех доверяют) перевешивает мнения остальных членов группы в итоговом решении. Построенные уравнения позволяют предсказать вероятность максимального учета мнения самого авторитарного (или человеку с максимальным групповым доверием) в итоговом решении лишь по размаху авторитарностей членов группы фиксированного размера. Показано, что в случаях высокого группового доверия в однородной группе к отдельному члену, так же как и в случае наличия члена с высокой авторитарностью, итоговое решение будет с перевесом мнения этого члена группы. Это, в свою очередь, может привести к консенсусу, далекому от мудрого решения в случае, если этот член группы не эксперт в рассматриваемом вопросе. Высокое доверие и авторитарность служат блокирующими факторами в принятии равновесного итогового решения. Обнаружено, что в больших группах, в отличие от малых, в условиях отсутствия однородности и наличия высоко авторитарных членов роль рассматриваемых факторов ослабевает, консенсусное решение близко к равновесному. Рассчитаны точки равновесия, когда авторитарность и высокое доверие группы перестают быть определяющими при формировании веса мнения в итоговом решении. Полученные теоретические результаты выявления факторов, влияющих на перевес мнения в консенсусном решении, позволят не допустить ситуаций, когда возможно использовать процесс классического консенсуса для манипулирования качеством принимаемого решения.

**Ключевые слова:** консенсус, консенсусное решение, моделирование, марковские цепи, авторитарность, групповое доверие

© Максимова О.В., 2024

### Для цитирования

Максимова О.В. Влияние авторитарности и доверия на структуру консенсусного решения // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2024. Т. 22. №3. С. 140-151. <https://doi.org/10.18503/1995-2732-2024-22-3-140-151>



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.  
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

# INFLUENCE OF AUTHORITARIANISM AND TRUST ON THE STRUCTURE OF A CONSENSUS DECISION

Maksimova O.V.

Izrael Institute of Global Climate and Ecology, Moscow, Russia  
University of Science and Technology MISIS, Moscow, Russia

**Abstract.** The difficulty of formalizing the negotiation process leads to the search for theoretical models to draw generalized conclusions. The theoretical study on consensus provides for analyzing various situations faced by groups involved in the collective decision making process, abstracting from its specific characteristics. The paper considers a mathematical model of consensus based on regular Markov chains. It includes the determined theoretical factors influencing the quality of a consensus decision and reflected in social and psychological studies. Non-linear regression models reflecting the contribution of the group size and authoritarianism of its members to the structure of a consensus decision are compiled based on the results of modeling. It has been shown that not always the opinion of the most authoritarian person (or the one who is most trusted) outweighs the opinions of the other group members in the final decision. The equations are worked out to predict the probability of maximum consideration of the opinion of the most authoritarian group member (or the member with the highest trust of the group) in the final decision only by the authoritarian's range of the members of the group of the fixed size. It has been shown that in cases of high group trust in a homogeneous group to an individual member, as well as in case of a member with high authoritarianism, the final decision will be with a preponderance of the opinion of this group member. This, in turn, can lead to a consensus far from being a wise solution, if that group member is not an expert on the issue under consideration. High trust and authoritarianism serve as blocking factors in making an equilibrium final decision. It has been found that in large groups, unlike small groups, in conditions of lack of homogeneity and presence of highly authoritarian members, the role of these factors is weakened and the consensus decision is close to an equilibrium one. Equilibrium points are calculated to show where authoritarianism and high trust are no longer decisive in shaping weight of the opinion in the final decision. The obtained theoretical results of revealing the factors influencing the preponderance of an opinion in the consensus decision will prevent situations when it is possible to use the classical consensus process to manipulate the outcome of decision making.

**Keywords:** consensus, consensus decision, modeling, Markov chains, authoritarianism, group trust

## For citation

Maksimova O.V. Influence of Authoritarianism and Trust on the Structure of a Consensus Decision. *Vestnik Magnitogorskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta im. G.I. Nosova* [Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University]. 2024, vol. 22, no. 3, pp. 140-151. <https://doi.org/10.18503/1995-2732-2024-22-3-140-151>

## Введение

Одним из условий для успешной групповой работы является обеспечение консенсуса между членами группы относительно принимаемого решения. Принятие решений на основе консенсуса является альтернативой распространенным процессам принятия групповых решений на основе голосования. Успешный процесс принятия решений путем консенсуса основан на доверии и заинтересованности между вовлеченными людьми, объединенными общей целью и желающими сотрудничать для ее достижения. В результате совместной деятельности в группе можно достичь результатов, которых ценой невероятных усилий никогда бы не смог достичь каждый человек в одиночку [1]. Активная позиция каждого члена группы в принятии итогового решения позволяет достичь результата, который принимают все. Как отмечается в работе [2], опыт консенсусного взаимодействия открывает дверь в другой образ жизни и другой вид устройства общества.

Вопросы достижения консенсуса, в основе которого лежит, как правило, возможность и способность его членов к компромиссу, в настоящее время исследованы мало, что связано со сложностью формализации самой процедуры переговорного процесса. В такой ситуации на помощь приходят математические модели, которые могут дать ответы при более общих допущениях и уйти от множества частных случаев [3, 4]. Также теоретическое изучение феномена консенсуса позволяет выявлять факторы, управление которыми позволяет не допускать ситуаций манипулирования как самим процессом, так и результатами принимаемых решений.

Впервые возможность описания модели консенсуса на основе регулярных цепей Маркова была продемонстрирована профессором кафедры статистики ДеГроотом в 1974 году [5]. В цикле работ за последние годы эта модель прошла как успешную верификацию, так и реализацию разных подходов к ее анализу [4, 6-9]. Модель построена на предположении, что участники обмениваются мнениями и могут учи-

тивать опыт и суждения остальных членов группы для пересмотра своих субъективных мнений в процессе дискуссии. Основными преимуществами такой модели является возможность выделять и изучать ключевые характеристики группы и формировать практические рекомендации для недопущения затягивания процесса принятия согласованного решения. При этом ранее выявлено, что сам процесс достижения консенсуса и его результат связаны с двумя основными характеристиками: временем до достижения результирующего (консенсусного) решения и структурой полученного решения (то есть учета мнения каждого участника переговоров). Например, в работе [8] показано, что влияние наиболее весомого члена группы исчезает по мере роста ее численности. А в работе [9] отмечается, что разные веса начальных мнений позволяют определить вклады членов группы в общую позицию.

В других исследованиях анализ модели ДеГроота часто был посвящен вопросам исследования времени достижения консенсуса и определению факторов, влияющих на это время [4-8]. С помощью разных подходов к анализу модели ДеГроота выявлено, что рост численности группы и высокая авторитарность ее членов, как правило, сильно затягивают процесс достижения консенсуса и в некоторых частных случаях блокируют его, наряду и с существованием в группе структуры (к примеру, коалиции), которая если даже малочисленна, сохраняет большую часть своего мнения внутри [7, 8]. Ясно, что иногда имеет смысл пожертвовать временем для принятия хорошего решения, чем тратить время на пересмотр плохого. Однако контролирование этих факторов не решает проблему истинности и структуры принятого решения [4, 10]. Поэтому применение методов достижения консенсуса обсуждается как в научной, так и в учебной литературе, включая работы, направленные на манипулирование общественным мнением [2, 11, 12]. Структура же консенсусного решения при этом в явном виде не изучалась, за исключением частных случаев модели. Отметим, что время достижения консенсуса и структура принятого в результате решения – независимые характеристики, то есть длительность самого процесса не оказывает влияние на структуру итогового решения [7, 8].

В последние десятилетия внимание к обеспечению консенсуса в различных группах привело к ее широкой применимости в разных приложениях. Часто, к примеру, модели переговоров приводят исследователя к инструментарию теории игр, поскольку участники переговоров преследуют свои собственные (часто антагонистические) цели [13]. Отмечено, что предложенный подход с использованием арбитражных схем и репутаций участников может применяться при изучении роли репутации в теоретико-игровых моделях переговоров, которые активно используются в экономике. Однако рассматриваемая в исследовании модель ближе к социальным сетям, где участни-

ки, как правило, объединены общими интересами [13]. Но в отличие от социальной группы, на их поведение оказывает влияние как общественное мнение и действия социального окружения, так и поведение некоторых агентов, так как социальная сеть дает возможность к внешней и массовой коммуникации. Социальная группа – более устойчивая структура, сфокусированная на решении конкретной задачи с выстраиванием доверительных отношений в ходе обсуждения. Проблема влияния доверительных отношений становится значимой в социальном взаимодействии на разных уровнях переговоров в группе [14-17]. К примеру, в некоторых исследованиях уровень межличностного доверия рассматривается с помощью построения индекса близости (несогласия) исходных предпочтений, однако не уточняется, как этот показатель может быть измерен на практике [16, 17]. В частности, в этих исследованиях получено, что команды с более высоким показателем индекса общей ментальной близости будут иметь более высокий уровень консенсуса. В большинстве таких социологических исследований сам процесс переговоров хорошо изучен только в малых группах [15, 18].

Вопросы обеспечения консенсуса рассматриваются и в различных социально-психологических исследованиях, связанных с групповой динамикой [19]. Среди факторов, положительно влияющих на групповую эффективность и не позволяющих допускать манипулирования переговорного процесса, исследователи выделяют высокую компетентность в социальном взаимодействии, умение отстаивать свою точку зрения и прислушиваться к мнению всех членов группы, личную мотивацию и доброжелательность. К характеристикам, негативно влияющим на работу в группе, относятся отсутствие гибкости, желание доминировать, неспособность пересмотреть свою точку зрения и агрессивность [20]. Основные преимущества этих исследований в том, что разработанные показатели и рекомендации позволяют модератору повышать уровень группового консенсуса на различных этапах процесса. Отмечается, что разработанные показатели не дают полную информацию о разногласиях или консенсусе группы. Такого типа исследования посвящены технологиям ведения переговоров, формированию правил и механизмов разрешения конкретных конфликтов, а также системной деятельности государственных институтов и общественно-политических организаций по обеспечению общественного согласия.

В последние десятилетия возник целый пласт исследований, посвященный разработке алгоритмов, обеспечивающих командную работу мультиагентных систем [21]. Актуальность этих исследований диктуется потребностью к быстрому принятию управленческих решений ввиду увеличения темпов деятельности многих организаций и выработке нестандартных решений, которые, очевидно, не служат результатом озарения одного из членов группы, а результатом

выработки новых идей под руководством модератора [9, 22]. Также с 1960-х годов известен метод достижения консенсуса Делфи, в котором особое внимание уделяется исходным характеристикам группы. Метод имеет четыре существенные особенности: анонимность, итеративность, контролируемая обратная связь с суждениями участников и статистическое агрегирование ответов членов группы [23, 24]. Этот метод широко используется для бизнес-прогнозирования во многих областях, связанных со здравоохранением (например, во время пандемии COVID-19), включая клиническую медицину, общественное здравоохранение, он помогает разрабатывать профессиональные рекомендации [25]. Несмотря на ряд преимуществ этого метода (например, что прогнозы (или решения), полученные от структурированной группы людей, более точны, чем прогнозы, полученные от неструктурированных групп), основным недостатком служит возможность игнорирования точек зрения в группе и высокие полномочия модератора [24].

Возвращаясь к модели ДеГроота, которая интуитивно понятно описывает процесс переговоров в социальной группе, важно отметить следующие преимущества: в модели представлены достаточно простые условия, как индивид получает новую информацию в каждом раунде переговоров; модель позволяет выявить веса учета мнения, что дает возможность получить обобщенные выводы, абстрагируясь от многих особенностей группы, и сформировать практические рекомендации, позволяющие не затягивать процесс принятия согласованного решения. Полученное в результате решение характеризуется тем, что в ходе переговоров опирается на позицию каждого члена, но в какой мере? Важным представляется то, каким будет итоговый вектор мнений, а именно мнение какого переговорщика будет учитываться в итоговом решении максимально, чему посвящено настоящее исследование.

*Цель работы* – определить и проанализировать факторы, влияющие на равновесность (качество) структуры консенсусного решения в больших и малых группах, с применением модели консенсуса, основанного на регулярных цепях Маркова.

### Материалы и методы исследования

Во введении отмечено, что математическая модель консенсуса, впервые предложенная ДеГроотом, основана на регулярных цепях Маркова. Модель описывает, как группа может прийти к соглашению об общем начальном субъективном распределении по некоторому вопросу путем проведения раундов переговоров [5, 6]. Опишем коротко эту теоретическую модель. Пусть обсуждается некоторый вопрос относительно параметра  $\Theta$  (не обязательно вещественного) в группе из  $n$  человек. Предполагается, что значение самого параметра  $\Theta$  неизвестно/не полностью известно. Каждый из переговорщиков придерживается своего первоначального мнения относительно  $\Theta$ , который задается начальным вектором

$$S(0) = (S_{01}, S_{02}, \dots, S_{0n}),$$

где  $S_{0l}$  – мнение  $l$ -го переговорщика,  $l = 1, \dots, n$ . Для каждого  $l$  будем полагать, что  $S_{0l}$  взяты из распределения, которое индивид  $l$  присваивает параметру  $\Theta$ . Также будем полагать, что  $(S_{01}, S_{02}, \dots, S_{0n})$  – случайный вектор, для компонент которого можно указать вероятности.

Члены группы обмениваются мнениями в ходе каждого раунда переговоров. Каждый из участников осведомлен о первоначальном распределении мнений других участников, поэтому для него вполне естественно пересмотреть свое субъективное мнение, чтобы учесть информацию, опыт и суждения остальных членов группы. Поэтому он может как изменить свое мнение, так и оставить прежним в любом раунде. В математической модели этот процесс отражают вероятности доверия  $p_{ij}$   $i$ -го члена группы к мнению  $j$ -го как  $0 < p_{ij} < 1$  ( $i = 1, \dots, n$ ;  $j = 1, \dots, n$ ). В случае  $i = j$  получим вероятность  $p_{ii}$ , которую можно интерпретировать как уровень авторитарности<sup>1</sup>  $i$ -го члена группы относительно решаемого вопроса: чем выше  $p_{ii}$ , тем выше его авторитарность. Формируется матрица доверия  $P = (p_{ij})$ , которая априори является стохастической ( $\forall i \in \overline{1, n} \left[ \sum_{j=1}^n p_{ij} = 1 \right]$ ).

Когда  $l$ -й член группы, к примеру, в первом раунде переговоров пересматривает свое мнение, то его новое мнение есть линейная комбинация мнений остальных членов группы:

$$S_{1l} = \sum_{j=1}^n p_{lj} \cdot S_{0j} = (p_{l1}, p_{l2}, \dots, p_{ln}) \cdot S^T(0).$$

Таким образом, после первого раунда переговоров получаем новый вектор мнений:

$$S^T(1) = P \cdot S^T(0) = (S_{11}, S_{12}, \dots, S_{1n})^T.$$

Аналогично можно показать, что после второго раунда переговоров формируется вектор мнений

$$S^T(2) = P \cdot S^T(1).$$

Проведя такое преобразование для каждой компоненты вектора, после двух раундов получаем

$$S^T(2) = P \cdot S^T(1) = P \cdot P \cdot S^T(0) = P^2 \cdot S^T(0) = (S_{21}, S_{22}, \dots, S_{2n})^T.$$

После  $k$  раундов переговоров приходим к формуле

$$S^T(k) = (S_{k1}, S_{k2}, \dots, S_{kn})^T = P \cdot S^T(k-1) = P^k \cdot S^T(0). \quad (1)$$

<sup>1</sup> Авторитарность [от лат. *autoritas* – влияние, власть] – социально-психологическая характеристика личности, отражающая ее стремление максимально подчинить своему влиянию партнеров по взаимодействию и общению.



Очевидно, что мнение после  $k$  раундов зависит от распределения вероятностей в матрице  $P^k$ . Если консенсус действительно достигнут, то все компоненты итогового вектора распределения субъективных мнений сходятся друг к другу, то есть  $\lim_{k \rightarrow \infty} S_{ik} = S^*$ . Значит, из уравнения (1) в случае достижения консенсуса существует предельное распределение вероятностей матрицы доверия  $p^* = (p_1^*, p_2^*, \dots, p_n^*)$  такое, что

$$S^* = \sum_{j=1}^n p_j^* \cdot S_{0j}. \quad (2)$$

**Теорема** [26]. Если цепь Маркова регулярна<sup>2</sup>, то существуют предельные вероятности  $p_j^*$ , которые не зависят от начального состояния системы  $S(0)$ .

Для регулярности матрицы достаточно, чтобы суммы по строкам матрицы  $P$  были равны единице и существовали  $i, j$ , для которых выполнено строгое неравенство  $0 < p_{ij} < 1$ , что обусловлено в текущем исследовании выдвигаемыми начальными предположениями. Таким образом, если матрица доверия  $P$  регулярна, то вне зависимости от начальных мнений переговорщиков, консенсус достигим.

Из последней формулы (2) становится ясно, что предельные вероятности  $p_j^*$  будут задавать вес  $j$ -го переговорщика в итоговом решении.

### Полученные результаты и их обсуждение

**1. Выявление факторов, подлежащих рассмотрению в модели.** Проведем оценку компонент итогового предельного вектора вероятностей  $p^* = (p_1^*, p_2^*, \dots, p_n^*)$ . Для этого используем утверждения по свойствам Марковских цепей.

**Утверждение 1.** Для стохастической матрицы  $P$  миноры диагональных элементов матрицы  $I - P$  положительны.

**Утверждение 2.** Если стохастическая матрица  $P$  регулярна, то существуют предельные вероятности состояний  $p_i^*$ , значения которых можно рассчитать через миноры диагональных элементов матрицы  $I - P$ :

$$p_i^* = \frac{(I - P)_{ii}}{\sum_{l=1}^n (I - P)_{ll}}, \quad (3)$$

где  $(I - P)_{ii}$  – минор диагонального элемента с номером  $ii$ .

Матрица  $I - P$  известна в литературе как лапласовская матрица и достаточно подробно изучена [21]. В частности, с алгебраическими свойствами лапласовских матриц связаны теоремы об асимптотике консенсуса и структуре предельного вектора, поэтому

<sup>2</sup> Если при некотором  $n$  все элементы стохастической матрицы  $P^n$  не равны нулю, то такая матрица переходов называется регулярной.

она играет ключевую роль в анализе мультиагентных систем. Проведем анализ компонент предельного вектора с точки зрения интерпретации введенных характеристик: авторитарность и групповое доверие.

Ясно, что максимальное значение компоненты  $p_i^*$  предельного вектора вероятностей будет соответствовать тому значению  $i$ , для которого вклад диагонального минора максимален в сумме остальных. Но так как необходимо провести анализ с позиции авторитарности и доверия членов группы, то проанализируем значения миноров элементов  $(I - P)_{ii}$ .

а) Рассмотрим стохастическую матрицу  $P$  размерности  $2 \times 2$ :

$$P = \begin{pmatrix} p_{11} & p_{12} \\ p_{21} & p_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} p_{11} & 1 - p_{11} \\ 1 - p_{22} & p_{22} \end{pmatrix}.$$

Тогда матрицы  $I - P$  будут иметь вид

$$I - P = \begin{pmatrix} 1 - p_{11} & -p_{12} \\ -p_{21} & 1 - p_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} p_{12} & -p_{12} \\ -p_{21} & p_{21} \end{pmatrix}.$$

Миноры диагональных элементов  $(I - P)_{11} = p_{21}$ ,  $(I - P)_{22} = p_{12}$ . Согласно формуле (3) наибольшее значение предельной компоненты вектора  $p^* = (p_1^*, p_2^*)$  будет:  $p_1^*$ , если наибольшим будет  $p_{21}$ , и  $p_2^*$ , если наибольшим будет  $p_{12}$ .

**Интерпретация результата.** Наибольший вес мнения в итоговом решении будет у того переговорщика, кому оказывается большее доверие или, что то же самое в условиях матрицы доверия  $P$  размерности  $2 \times 2$ , у кого наибольшая авторитарность.

б) Рассмотрим стохастическую матрицу  $P$  размерности  $3 \times 3$ :

$$P = \begin{pmatrix} p_{11} & p_{12} & p_{13} \\ p_{21} & p_{22} & p_{23} \\ p_{31} & p_{32} & p_{33} \end{pmatrix}.$$

Тогда матрицы  $I - P$  будут иметь вид

$$I - P = \begin{pmatrix} 1 - p_{11} & -p_{12} & -p_{13} \\ -p_{21} & 1 - p_{22} & -p_{23} \\ -p_{31} & -p_{32} & 1 - p_{33} \end{pmatrix}.$$

Миноры диагональных элементов  $(I - P)_{11} = (1 - p_{22})(1 - p_{33}) - p_{23}p_{32}$ ,  $(I - P)_{22} = (1 - p_{11})(1 - p_{33}) - p_{13}p_{31}$ ,  $(I - P)_{33} = (1 - p_{11})(1 - p_{22}) - p_{12}p_{21}$ . Очевидно, что по полученным уравнениям нельзя однозначно определить, какая из компонент предельного вектора  $p^* = (p_1^*, p_2^*, p_3^*)$  будет наибольшей. Поэтому в условиях матрицы доверия  $P$  размерности  $3 \times 3$  связь с доверием и авторитарностью становится не такой прямой и очевидной, как в случае размерности  $2 \times 2$ . Это демонстрирует следующий пример.

Пусть имеется две матрицы доверия:

$$P_1 = \begin{pmatrix} 0,1 & 0,6 & 0,3 \\ 0,5 & 0,4 & 0,1 \\ 0,1 & 0,1 & 0,8 \end{pmatrix} \text{ и } P_2 = \begin{pmatrix} 0,2 & 0,7 & 0,1 \\ 0,5 & 0,2 & 0,3 \\ 0,3 & 0,2 & 0,5 \end{pmatrix}.$$

По формуле (3) несложно рассчитать компоненты предельного вектора: для  $P_1$  получим предельный вектор  $p^* = (0,22, 0,30, 0,48)$  и для  $P_2$  – вектор  $p^* = (0,34, 0,37, 0,29)$ . В первом случае наибольший вес в итоговом решении будет у третьего члена с наибольшей авторитарностью, но меньшим доверием двух других членов группы, а во втором случае наибольший вес будет у второго с наибольшим доверием двух других членов группы, но не максимальной авторитарностью.

**Интерпретация результата.** Наибольший вес мнения в итоговом решении можно ожидать у того переговорщика, которому будет максимальное доверие двух других членов группы и при этом он будет наиболее авторитарен.

На основании двух рассмотренных случаев выдвигаются предположения, что наибольший вес мнения в итоговом решении может соответствовать переговорщику:

- которому оказывается со стороны группы наибольшее доверие;
- который наиболее авторитарен.

Доверие в психологических исследованиях рассматривается через результаты обмена и выгоды, что определяет его как результат обмена между двумя членами группы [27]. Опросник для изучения доверия и недоверия личности к другим людям, выраженных в процентах, разработан, например, в работе Купрейченко и апробирован на выборке более 2700 человек [28]. Подавляющее большинство работ в психологии сконцентрировано на исследовании влияния доверия в диадах, тогда как менее изученными являются вопросы влияния доверия как в контексте малой, так и большой группы. В таких работах получены весьма противоречивые результаты: в одних работах было обнаружено прямое действие доверия, в других выявлено его косвенное влияние или вообще его отсутствие [29]. Более того, многими исследователями диада не признается как малая группа, так как в диаде не проявляются некоторые особенности, связанные с доверием, в отличие от групп [30]. Поэтому закономерности, возникающие в диаде (в том числе по доверию), не могут быть однозначно экстраполированы на более многочисленное сообщество.

Авторитарность членов группы рассматривается как одна из интегральных характеристик, которая также может быть измерена с помощью предварительных тестов [31]. В этих тестах формируется показатель, измеряемый в процентах, который легко переводится в интервал  $(0, 1)$ , что и используется в данном исследовании.

Для получения обобщенных результатов в группах произвольного размера прибегнем к моделированию. Будем придерживаться следующей терминологии:

- группу будем называть *однородной*, если авторитарности ее членов равны;
- под *доверием группы  $i$ -му члену* будем понимать суммарные вероятности доверия остальных членов,

то есть  $\sum_{j=1, j \neq i}^n P_{ij}$ .

**2. Моделирование.** Сформулируем основные этапы моделирования.

1) *Независимые переменные* (факторы):

- число  $n$  человек в группе (рассмотрим малые группы с численностью  $n = 3, 4, 5$  и большие группы  $n = 10, 20, 50$ );
- размах авторитарностей членов группы  $q$  (рассмотрим значения  $q = 0,1; 0,3; 0,5; 0,7; 0,9$ ).

2) *Зависимые переменные*:

- вероятность  $p$ , что наибольший вес мнения соответствует переговорщику с наибольшей авторитарностью;
- вероятность  $p_1$ , что наибольший вес мнения соответствует переговорщику с наибольшим суммарным доверием  $\sum_{i=1, j \neq i}^n P_{ij}$  остальных членов группы.

Замечания к пунктам 1-2:

- Рассмотрение всех размеров малых групп ( $n = 3, 4, 5$ ) связано с тем, что результаты для малых групп могут отличаться от результатов для больших. В частности, в ранее проведенных исследованиях времени до достижения консенсуса выявлены принципиальные различия [4, 7].

– Предварительно проведенное моделирование для групп с равноавторитарными членами позволило установить, что при фиксированной численности группы изменение авторитарности статистически незначимо влияет на вероятность  $p_1$ , в отличие от ситуации, когда авторитарности разные. Поэтому в качестве второго фактора в исследовании выбран размах авторитарностей членов группы  $q$ .

3) *Моделирование матрицы  $P$* .

Первоначально моделировались вероятности  $p_{ij}^0$  ( $i \neq j$ ) из равномерного закона распределения  $R(0, 1)$ . Выборка из равномерного закона распределения накладывает некоторые реальные ограничения на структуру матрицы доверия, но взамен дает понятную характеристику весов влияния, а также препятствует возникновению частных структур с присутствием жестких предпочтений среди остальных членов группы.

Далее с целью достижения условия стохастичности матрицы  $P$  путем нормировки промоделированных вероятностей  $p_{ij}^0$  производился расчет вероятности доверия  $p_{ij}$  для каждого элемента  $i$ -й строки:

$$p_{ij} = \frac{p_{ij}^0}{\sum_{j=1, i \neq j}^n p_{ij}^0} \cdot (1 - p_{ii}) \text{ при } i \neq j.$$

Таким образом, вероятности  $p_{ij}$  задают выборку из равномерного закона. Получаемая в результате моделирования матрица  $P$  – стохастическая:

$$\sum_{j=1}^n p_{ij} = p_{ii} + \sum_{j=1, j \neq i}^n \frac{p_{ij}^0}{\sum_{j=1, i \neq j}^n p_{ij}^0} \cdot (1 - p_{ii}) =$$

$$= p_{ii} + (1 - p_{ii}) \cdot \frac{\sum_{j=1, i \neq j}^n p_{ij}^0}{\sum_{j=1, i \neq j}^n p_{ij}^0} = p_{ii} + (1 - p_{ii}) = 1.$$

Для получения устойчивых выводов для каждой комбинации факторов реализовывалось 100 итераций в среде *Excel* [32]. Таким образом, имелось 30 серий по 100 моделирований в каждой. Для каждого эксперимента серии производился расчет предельного вектора вероятностей  $(p_1^*, p_2^*, \dots, p_n^*)$  и находился номер его максимальной компоненты. Далее вводился счетчик по следующему правилу:

- если этот номер совпадал с номером самого авторитарного участника, то значению первого значения эксперимента присваивалась 1 для последующего расчета  $p$ ;

- если этот номер совпадал с номером участника с максимальным доверием, то значению второго значения эксперимента присваивалась 1 для последующего расчета  $p_1$ .

По результатам экспериментов производился расчет статистической оценки переменных  $p$  и  $p_1$ . Дополнительно для сравнения с результатами предварительного моделирования проводились 6 контрольных серий по 100 моделирований в условиях равной авторитарности всех членов ( $q = 0$ ).

Расчеты и графическая интерпретация проводились с использованием статистического пакета *Statistica* 15.

**3. Результаты.** Оценим вероятности  $p$  и  $p_1$  для каждой комбинации факторов. Анализ графиков зависимости  $p$  и  $p_1$  от каждого из факторов показал, что наилучшими регрессионными моделями будут степенные. Из всех пробных моделей наилучшими трехмерными регрессионными моделями оказались

$$p = A \cdot n^\alpha \cdot q^\beta \text{ и } p_1 = A_1 \cdot n^{\alpha_1} \cdot q^{\beta_1}.$$

Данный вид зависимости широко применяется в экономических исследованиях и носит название функции полезности, или функции Кобба-Дугласа<sup>3</sup>.

Путем предварительного логарифмирования были найдены регрессионные коэффициенты соответствующих линейных моделей и оценено их качество (для  $\ln(p)$  коэффициент детерминации модели

$R^2 \approx 0,881$  и для  $\ln(p_1)$  коэффициент  $R^2 \approx 0,898$ ). Результирующие модели имеют вид

$$p = \min\{1, 34 \cdot n^{-0,14} \cdot q^{0,40}, 1\}, \quad (4)$$

$$p_1 = \min\{1 \cdot n^{-0,67} \cdot q^{-0,42}, 1\}, \quad (5)$$

где  $n$  – число человек в группе;  $q$  – размах авторитарностей членов группы;  $p$  – оценка вероятности, что наибольший вес мнения соответствует переговорщику с наибольшей авторитарностью;  $p_1$  – оценка вероятности, что наибольший вес мнения соответствует переговорщику с наибольшим суммарным доверием.

Расчет коэффициентов детерминации для итоговых моделей (4) и (5) по экспериментальным данным дал результаты:  $R^2 \approx 0,910$  и  $R^2 \approx 1$  соответственно. Контрольная серия экспериментов для параметра  $q = 0$  показала согласующиеся с моделями (4) и (5) результаты (рис. 1, 2):  $p_1 \geq 0,87$ , а для модели (4) параметр  $q = 0$  соответствует случаю, когда авторитарности всех членов равны и, следовательно, значение  $p$  не имеет смысла. Общие полученные выводы по моделям следующие:

- так как сумма показателей  $\alpha + \beta$  в (4) больше нуля, то функция отражает положительную отдачу от роста обоих факторов одновременно;

- так как сумма показателей  $\alpha_1 + \beta_1$  в (5) меньше  $-1$ , то функция отражает не просто отрицательную отдачу от роста обоих факторов одновременно, но еще и в большей пропорции относительно суммарного роста факторов;

- прирост на 1% значения фактора  $q$  задает средний прирост на 0,40% значения  $p$  и уменьшение на 0,42% значения  $p_1$  при фиксированном  $n$ ;

- прирост на 1% значения фактора  $n$  задает среднее уменьшение на 0,14% значения  $p$  и на 0,67% значения  $p_1$  при фиксированном  $q$ .

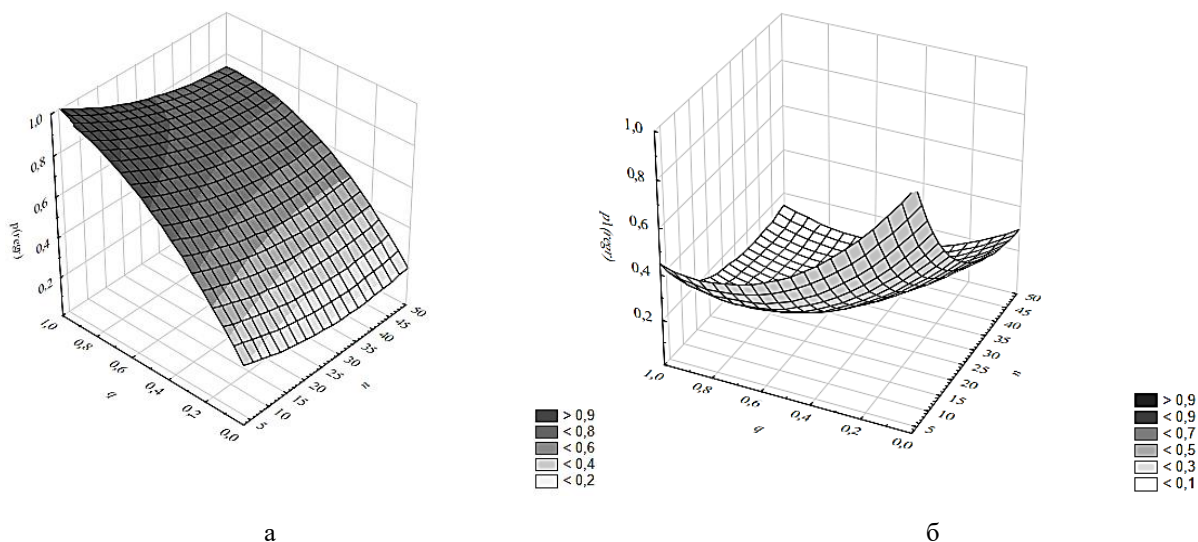
На **рис. 1** представлены трехмерные графики моделей (4) и (5), а на **рис. 2** их экспериментальные двумерные реплики при фиксированном значении  $n$ . Приходим к оптимальности по Парето<sup>4</sup>: точка оптимальности  $q^*$  лежит в пределах от 0,1 до 0,4 в экспериментальной области в зависимости от  $n$ . Отметим, что при  $n = 2$  пересечение графиков рассматриваемых моделей (4) и (5) дает значение  $q^* = 0,5$ . Визуализация на **рис. 2** показывает, что для фиксированного  $n$ :

- при  $q > q^*$  увеличивается показатель  $p$  и уменьшается показатель  $p_1$ ;

- при  $q < q^*$  увеличивается показатель  $p_1$  и уменьшается показатель  $p$ .

<sup>3</sup> Впервые верифицирована на статистических производственных данных Чарльзом Коббом и Полом Дугласом в 1928 г.

<sup>4</sup> Оптимальность по Парето — термин из теории игр, описывающий такое состояние системы, при котором ни один показатель системы не может быть улучшен без ухудшения какого-либо другого показателя.



а

б

Рис. 1. Трехмерная визуализация моделей: а – модель (4); б – модель (5)  
 Fig. 1. 3D visualization of models; а is model (4); б is model (5)

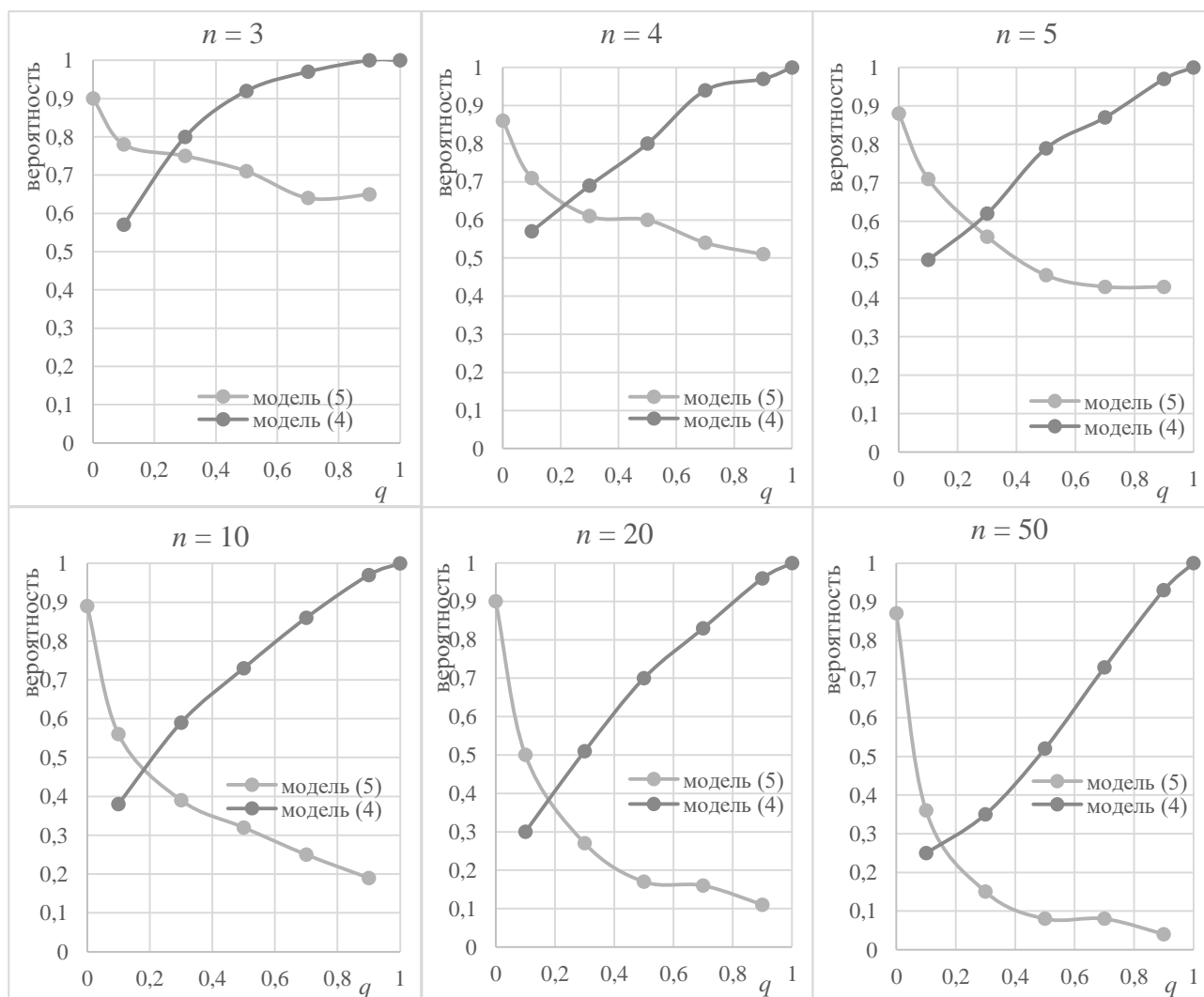


Рис. 2. Графики экспериментальных данных для моделей (4) и (5) при фиксированном  $n$   
 Fig. 2. Experimental data curves for models (4) and (5) at fixed  $n$



**4. Интерпретация результатов.** Использование процедуры консенсуса при решении разного рода задач дает возможность быть услышанными малым и большим группам, авторитарным и лояльным переговорщикам. В ходе переговоров достигаемое итоговое решение опирается на позицию каждого члена, но в какой мере? Полученные результаты показали, что авторитарность переговорщика и оказываемое ему доверие со стороны других членов группы служат важными факторами в формировании консенсусного решения. Каждый из этих факторов отдельно не является достаточным для того, чтобы мнение соответствующего члена группы имело максимальный вес в итоговом решении. Опишем основные результаты интерпретации моделей (4) и (5) и их графической реализации на рис. 1 и 2.

1) Чем менее однородна группа (при фиксированном ее размере  $n$ ), тем:

- больше вероятность, что вес мнения наиболее авторитарного члена в итоговом решении будет максимальным;

- меньше вероятность, что вес мнения члена группы с максимальным доверием группы будет максимальным.

Это говорит о том, что чем менее однородна группа, тем большую значимость обретает авторитарность ее отдельных членов в формировании итогового решения в отличие от группового доверия. То есть чем больше расхождение в авторитарностях членов группы, тем вероятнее появление авторитарного члена и учет его мнения в большей степени. В частности, в предельном случае при  $q = 1$  в группе есть абсолютно неавторитарный и абсолютно авторитарный участники, что приводит к тому, что итоговое решение опирается только на позицию последнего. Полученный результат согласуется с ранее исследованными частными случаями наличия абсолютно авторитарного участника, которому оказывается доверие [8, 33]. Таким образом, высокий уровень авторитарности служит блокирующим фактором для принятия решения в группе с равным учетом мнения каждого переговорщика (равновесного). И, наоборот, чем более однородна группа, тем большее значение обретает фактор доверия для неравновесности итогового решения.

2) В однородной группе высокую значимость на формирование итогового решения оказывает групповое доверие: с вероятностью не менее 0,87 вес мнения в итоговом решении больше у того, кому больше доверяет группа. Итоговое решение будет опираться с большим перевесом на позицию такого члена группы. Это, в свою очередь, может привести к консенсусу, далекому от мудрого решения, если этот член группы не эксперт в рассматриваемом вопросе [8, 10]. И, наоборот, если присутствует эксперт с особым мнением, но нет группового доверия, это будет способствовать тому, что его мнение не будет услышано и, соответственно, не учтено в итоговом решении.

3) Максимальный вес мнения в итоговом решении с ростом численности переговорщиков (при фиксированном размахе авторитарностей членов группы  $q$ ) меньше зависит от:

- авторитарности в более однородной группе;
- группового доверия каждому члену группы в менее однородной группе.

В малых группах доверие играет более значимую роль при формировании итогового решения, чем в больших, и способствует проявлению лидерства, что согласуется с результатами социологических исследований в малых группах [29]. Потому, как отмечается в социологических исследованиях, для выполнения оперативных задач наиболее эффективны небольшие группы, а для комплексных сложных задач – большие [1]. В больших группах, наоборот, при отсутствии проявления однородности и высокой авторитарности членов рассматриваемые факторы мало сказываются на весе мнения отдельного индивида в итоговом решении. Это обусловлено тем, что при отсутствии абсолютно авторитарных членов в неоднородной группе значения предельных вероятностей в большой группе (с учетом того, что их сумма равна 1) становятся близкими по отношению друг к другу, и итоговое решение получается близко к равновесному. Похожий результат, как отмечалось во введении, получен другими авторами без применения моделирования [8].

4) Точка равновесия в моделях, когда авторитарность и доверие конкретного члена группы перестают играть определяющую роль в формировании веса в итоговом решении, зависит от размера группы. Чем больше размер группы, тем эта точка ближе к ситуации однородности группы, и рассматриваемые факторы менее значимы для выявления максимального веса мнения этого члена группы. Можно сделать вывод, что большие группы часто функционируют как единое целое. Как отмечают психологи, размер группы является важной детерминантой группового поведения [1].

5) Модель демонстрирует высокую вероятность максимального учета мнения в проявлении суммарного воздействия двух факторов: авторитарность участника с высоким доверием к нему группы. Это говорит об еще одном аспекте лидерства. С одной стороны, как выявлено в работе [34], наличие лидерства в группе приводит часто к быстрому консенсусу, но, с другой стороны, как выявило текущее исследование, консенсусное решение будет обуславливаться максимальным учетом мнения соответствующего лидера. Таким образом, в группе с полярными мнениями по рассматриваемому вопросу перевес будет в сторону мнения авторитарного.

*Недостатки построенных моделей.* Модели не дают ответ о роли доверия и авторитарности в случае нарушения регулярности матрицы доверия  $P$ , что приводит к необходимости учета частных случаев, некоторые из которых рассмотрены, к примеру, в работах [6]. Также модели выявляют, что рассмотренные факторы не являются единственно возможными, которые способны оказывать влияние на вес мнения переговорщиков в итоговом решении. Выявленные слабые стороны модели дают возможность дальнейшего продолжения исследования.

### Заключение

В работе рассматривается теоретическая модель консенсуса ДеГроота, основанная на регулярных цепях Маркова. На основе модели выявлены факторы, воздействующие на структуру консенсусного решения. Эти факторы нашли отражение в социально-психологических исследованиях, проводимых в некоторых малочисленных группах.

Построены регрессионные модели, отражающие вклад численности группы и авторитарности членов в структуру консенсусного решения. Полученные уравнения позволяют предсказать вероятность максимального учета мнения самого авторитарного члена группы (члена группы с наибольшим доверием остальных) лишь по размаху авторитарностей без знаний самих авторитарностей членов группы, что может быть важным на практике в условиях неопределенности. Выявлено, что в общем случае авторитарность членов и групповое доверие не дают линейную отдачу при формировании консенсусного решения. Не всегда мнение самого авторитарного (или того, кому оказано максимальное групповое доверие) перевесит мнения остальных членов группы в итоговом решении. То есть рассматриваемые факторы не всегда являются определяющими при формировании консенсусного решения.

В частности, показано, что:

1) в малых группах в отличие от больших (при всех равных прочих факторах) высокое групповое доверие конкретному члену группы больше влияет на то, что вес его мнения будет учтен максимально;

2) в неоднородных группах высокая авторитарность членов служит блокирующим фактором для принятия равновесного решения в группе, мнение наиболее авторитарного члена учитывается с наибольшим весом в консенсусном решении;

3) найдены точки равновесия, при которых авторитарность и доверие членов группы перестают быть значимыми; показано, что эта точка зависит от размеров группы и в случае малочисленных групп (с числом членов не более 5) соответствует максимальной разности авторитарностей 0,2–0,3, а в больших группах соответствует разности, приближающейся к нулю;

4) в однородных группах большую роль играет групповое доверие, которое в высокой степени (с вероятностью, большей 0,87) определяет вес мнения соответствующего члена в консенсусном решении;

5) в больших группах в условиях отсутствия однородности роль факторов группового доверия и авторитарности ослабевает, консенсусное решение близко к равновесному.

Показано, что в случаях 2 и 3 итоговое решение будет опираться в большей степени на позицию одного члена группы, что может привести к консенсусу низкого качества в случае, если этот член группы не эксперт в рассматриваемом вопросе.

Полученные теоретические результаты выявления и анализа факторов, влияющих на перевес мнения в консенсусном решении, позволяют не допустить

ситуаций, когда возможно использовать процесс классического консенсуса для манипулирования исходом принятия решения.

### Список источников

1. Аймаутова Н.Е., Ушнев С.В. Специфика группового принятия решения // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Социология. 2003. №4-5. С. 213-218.
2. Hertzberg M., Smith R., Westphal R. A consensus handbook: Co-operative decision-making for activists, co-ops and communities. Seeds for Change Lancaster Cooperative Ltd. 2013. 228 p.
3. Полякова М.А., Извеков Ю.А., Дрягун Э.П. Использование математических моделей в области практической стандартизации // Качество. Инновации. Образование. 2023. №5(187). С. 69-77.
4. Максимова О.В., Аронов И.З. Математическая модель консенсуса в группе лояльных экспертов, построенная на основании регулярных марковских цепей // Компьютерные исследования и моделирование. 2023. Т. 15. №5. С. 1381-1393.
5. DeGroot M.H. Reaching a consensus // Journal of the American Statistical Association. 1974. vol. 69. №345.
6. Control of consensus convergence in technical committees of standardization on the basis of regular Markov chains model / Zazhigalkin A. V., Aronov I. Z., Maksimova O.V., Papic L. // Springer India: International Journal of Systems Assurance Engineering and Management. 2019, no. 1, pp. 1-8.
7. Maksimova O.V., Aronov I.Z. Achieving Consensus in Groups with Low Authoritarianism of Participants in Decision Making // International Journal of Mathematical, Engineering and Management Sciences. 2024, vol. 9, no. 1, pp. 71-89.
8. Jackson M., Golub B. Naïve Learning in Social Networks and the Wisdom of Crowds // American Economic Journal: Microeconomics. 2010, vol. 2, no. 1, pp. 112-149.
9. Словохотов Ю.Л., Новиков Д.А. Распределенный интеллект мультиагентных систем. Ч. 2. Коллективный интеллект социальных систем // Проблемы управления. 2023. №6. С. 3-21.
10. Орлов А.И. Метод статистических испытаний в прикладной статистике // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2019. Т. 85. №5. С. 67-79.
11. Cook J., van der Linden S, Maibach E., Lewandowsky S. The Consensus Handbook: Why the Scientific Consensus on Climate Change is Important. 2018.
12. Чеботарев П.Ю. Сетевые многоагентные системы // Теория управления (дополнительные главы): учеб. пособие / под ред. Новикова Д.А. М.: Лепанд, 2019. С. 303-322.
13. Губанов Д.А., Новиков Д.А., Чхартишвили А.Г. Модели репутации и информационного управления в социальных сетях // Математическая теория игр и ее приложения. 2009. №1. С. 209-234.

14. A method for measuring consensus within groups: An index of disagreement via conditional probability / Akiyama Y., Nolan J.J., Darrah M., Rahem M.A., Wang L. // *Information Sciences*. 2016, no. 345, pp. 116-128.
15. A comparative study on consensus measures in group decision making / Del Moral M.J., Chiclana F., Tapia J.M.R., Herrera-Viedma E. // *International Journal of Intelligent Systems*. 2018, vol. 33, no. 8, pp. 1624-1638.
16. Hua Z., & Jing X. A generalized Shapley index-based interval-valued Pythagorean fuzzy PROMETHEE method for group decision-making // *Soft Computing*. 2023, vol. 27, no. 10, pp. 6629-6652.
17. De Vreede T., Reiter-Palmon R., De Vreede G. The Effect of Shared Mental Models on Consensus // 2013 46th Hawaii International Conference on System Sciences. 2013, pp. 263-272.
18. Myers D.G., Twenge J.M. *Social Psychology*. New York: McGraw Hill, 2021. 742 p.
19. Lewin K. *Resolving social conflicts: Selected Papers on Group Dynamis*. London: Souvenir Press (Educational & Academic), 1973. 230 p.
20. Mitchell T.W. *The psychology of medicine*. USA: Leopold Classic Library, 2017. 600 p.
21. Агаев Р.П., Чеботарев П.Ю. Лапласовские спектры орграфов и их приложения // *Автоматика и телемеханика*. 2005. №5. С. 47-62.
22. Альшуллер Г. С. Найти идею. Введение в ТРИЗ – теорию решения изобретательских задач. 4-е изд. М.: Альпина Паблишерз, 2011. 400 с.
23. Helmer O. Problems in futures research // *Futures*. 1977, vol. 9, no. 1, pp. 17-31.
24. Rowe G., & Wright G. Expert Opinions in Forecasting: The role of the Delphi Technique // *In International series in management science/operations research*. 2001, pp. 125-144.
25. Taylor E. We agree, don't we? The Delphi Method for Health Environments research // *Herd: Health Environments Research & Design Journal*. 2019, vol. 13, no. 1, pp. 11-23.
26. Kemeny J. G., Snell J. L. *Finite Markov chains*. Princeton: The University Series in Undergraduate Mathematics, 1960. 238 p.
27. Переверзева И.А. Проблема доверия в сфере бизнеса // *Иностранная психология*. 2000. № 12. С. 84-93.
28. Купрейченко А.Б. *Психология доверия и недоверия*. М.: Институт психологии РАН, 2008. 564 с.
29. Robbins S.P. *Organizational behavior: Concepts, Controversies, Applications*. New Jersey: Prentice-Hall International Inc., 1998.
30. School W. *Gruppenarbeit: Die Kluft zwischen sozialpsychologischer Theoriebildung und organisationspsychologischer Anwendung // Gruppendynamic*. 1997, vol. 28, no. 4, pp. 381-403.
31. Adorno T.W. The authoritarian personality. In SAGE Publications Ltd eBooks, 2001, pp. 81-90.
32. Efron B., Tibshirani R. Statistical data analysis in the computer age // *Sci.New Ser*. 253. 1991, no. 5018, pp. 390-395.
33. Aronov Iosif Z., Maksimova Olga V. Study of Factors Influence on the Variability of Time for Consensus Building in Coalitions Based on Regular Markov Chains // *International Journal of Mathematical, Engineering and Management Sciences*. 2021, vol. 6, no. 4, pp. 1076-1088.
34. Аронов И.З., Максимова О.В. Математическая модель консенсуса в социальной группе при наличии лидера и руководителя // *Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования*. 2022. №2(66). С. 12-21.

### References

1. Aymautova N.E., Ushnev S.V. Specific character of group decision making. *Vestnik Rossiyskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: Sotsiologiya* [Bulletin of Peoples' Friendship University of Russia. Series: Sociology]. 2003;(4-5):213-218. (In Russ.)
2. Hertzberg M., Smith R., Westphal R. A consensus handbook: Co-operative decision-making for activists, co-ops and communities. Seeds for Change Lancaster Cooperative Ltd, 2013, 228 p.
3. Polyakova M.A., Izvekov Yu.A., Dryagun E.P. Using mathematical model in practical standardization. *Kachestvo. Innovatsii. Obrazovanie* [Quality. Innovation. Education]. 2023;(5(187)):69-77. (In Russ.)
4. Maksimova O.V., Aronov I.Z. Mathematical consensus model of loyal experts based on regular Markov chains. *Kompyuternye issledovaniya i modelirovaniye* [Computer Research and Modeling]. 2023;15(5):1381-1393. (In Russ.)
5. DeGroot M.H. Reaching a consensus. *Journal of the American Statistical Association*. 1974;69:Article ID 345.
6. Zazhigalkin A. V., Aronov I. Z., Maksimova O.V., Papic L. Control of consensus convergence in technical committees of standardization on the basis of regular Markov chains model. *Springer India: International Journal of Systems Assurance Engineering and Management*. 2019;(1):1-8.
7. Maksimova O.V., Aronov I.Z. Achieving consensus in groups with low authoritarianism of participants in decision making. *International Journal of Mathematical, Engineering and Management Sciences*. 2024;9(1):71-89.
8. Jackson M., Golub B. Naïve learning in social networks and the wisdom of crowds. *American Economic Journal: Microeconomics*. 2010;2(1):112-149.
9. Slovkhotov Yu.L., Novikov D.A. Distributed intelligence of multi-agent systems. Part 2. Group intelligence of social systems. *Problemy upravleniya* [Control Sciences]. 2023;(6):3-21. (In Russ.)
10. Orlov A.I. A statistical test method in applied statistics. *Zavodskaya laboratoriya. Diagnostika materialov* [Industrial Laboratory. Diagnostics of Materials]. 2019;85(5):67-79. (In Russ.)

11. Cook J., van der Linden S, Maibach E., Lewandowsky S. The consensus handbook: Why the scientific consensus on climate change is important. 2018.
12. Chebotarev P.Yu. *Setevye mnogoagentnye sistemy. Teoriya upravleniya (dopolnitelnye glavy): ucheb. posobie* [Network multi-agent systems. Theory of control (additional chapters): study guide]. Novikov D.A. (Ed.). Moscow: Lenand, 2019, pp. 303-322. (In Russ.)
13. Gubanov D.A., Novikov D.A., Chkhartishvili A.G. Models of reputation and information control in social media. *Matematicheskaya teoriya igr i ee prilozheniya* [Mathematical Game Theory and Applications]. 2009;(1):209-234. (In Russ.)
14. Akiyama Y., Nolan J.J., Darrah M., Rahem M.A., Wang L. A method for measuring consensus within groups: An index of disagreement via conditional probability. *Information Sciences*. 2016;(345):116-128.
15. Del Moral M.J., Chiclana F., Tapia J.M.R., Herrera-Viedma E. A comparative study on consensus measures in group decision making. *International Journal of Intelligent Systems*. 2018;33(8):1624-1638.
16. Hua Z., Jing X. A generalized Shapley index-based interval-valued Pythagorean fuzzy PROMETHEE method for group decision-making. *Soft Computing*. 2023;27(10):6629-6652.
17. De Vreede T., Reiter-Palmon R., De Vreede G. The effect of shared mental models on consensus. The 46th Hawaii International Conference on System Sciences. 2013, pp. 263-272.
18. Myers D.G., Twenge J.M. *Social psychology*. New York: McGraw Hill, 2021, 742 p.
19. Lewin K. *Resolving social conflicts: Selected papers on group dynamics*. London: Souvenir Press (Educational & Academic), 1973, 230 p.
20. Mitchell T.W. *The psychology of medicine*. USA: Leopold Classic Library, 2017, 600 p.
21. Agaev R.P., Chebotarev P.Yu. Laplace spectra of orgraphs and their applications. *Avtomatika i telemekhanika* [Automation and remote control]. 2005;(5):47-62. (In Russ.)
22. Altshuller G.S. *Nayti ideyu. Vvedenie v TRIZ – teoriyu resheniya izobretatelskikh zadach* [Finding an idea. Introduction to TRIZ, the Theory of Inventive Problem Solving]. 4<sup>th</sup> ed. Moscow: Alpina Publishers, 2011, 400 p. (In Russ.)
23. Helmer O. Problems in futures research. *Futures*. 1977;9(1):17-31.
24. Rowe G., Wright G. Expert opinions in forecasting: The role of the Delphi technique. *International Series in Operations Research and Management Science*, 2001, pp. 125-144.
25. Taylor E. We agree, don't we? The Delphi method for health environments research. *Herd: Health Environments Research & Design Journal*. 2019;13(1):11-23.
26. Kemeny J. G., Snell J. L. *Finite Markov chains*. Princeton: The University Series in Undergraduate Mathematics, 1960, 238 p.
27. Pereverzeva I.A. Problem with trust in business. *Inostrannaya psikhologiya* [Foreign Psychology]. 2000;(12):84-93. (In Russ.)
28. Kupreychenko A.B. *Psikhologiya doveriya i nedoveriya* [Psychology of trust and distrust]. Moscow: Psychology Institute of the Russian Academy of Sciences, 2008, 564 p. (In Russ.)
29. Robbins S.P. *Organizational behavior: Concepts, controversies, applications*. New Jersey: Prentice-Hall International Inc., 1998.
30. School W. *Gruppenarbeit: Die Kluft zwischen sozial-psychologischer Theoriebildung und organisationspsychologischer Anwendung. Gruppendynamik*. 1997;28(4):381-403.
31. Adorno T.W. *The authoritarian personality*. SAGE Publications Ltd eBooks, 2001, pp. 81-90.
32. Efron B., Tibshirani R. Statistical data analysis in the computer age. *Sci.New Ser.* 1991;253(5018):390-395.
33. Aronov Iosif Z., Maksimova Olga V. Study of factors influence on the variability of time for consensus building in coalitions based on regular Markov chains. *International Journal of Mathematical, Engineering and Management Sciences*. 2021;6(4):1076-1088.
34. Aronov I.Z., Maksimova O.V. A mathematical model of consensus in a social group where there is a leader and a head. *Informatsionno-ekonomicheskie aspekty standartizatsii i tekhnicheskogo regulirovaniya* [Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Control]. 2022;(2(66)):12-21. (In Russ.)

Поступила 25.04.2024; принята к публикации 16.05.2024; опубликована 30.09.2024  
Submitted 25/04/2024; revised 16/05/2024; published 30/09/2024

**Максимова Ольга Владимировна** – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, Институт глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля, Москва, Россия; доцент кафедры математики, доцент кафедры сертификации и аналитического контроля, Университет науки и технологий МИСИС, Москва, Россия.  
Email: o-maximova@yandex.ru. ORCID 0000-0002-0569-8650

**Olga V. Maksimova** – PhD (Eng.), Lead Researcher, Izrael Institute of Global Climate and Ecology, Moscow, Russia; Associate Professor of the Department of Mathematics, Associate Professor of the Department of Certification and Analytical Control, University of Science and Technology MISIS, Moscow, Russia.  
Email: o-maximova@yandex.ru. ORCID 0000-0002-0569-8650