

Моделирование достижения консенсуса в условиях доминирования в социальной группе

И. З. Аронов¹, О. В. Максимова^{2,3}

¹МГИМО (У),

Россия, 119454, Москва, проспект Вернадского, 76

²ФГБУ «ИГКЭ»,

Россия, 107058, Москва, ул. Глебовская, 20Б

³НИТУ «МИСиС»,

Россия, 119049, Москва, Ленинский пр-кт, 4

E-mail: aronoviz48@gmail.com

Получено 03.06.2021, после доработки — 20.07.2021.

Принято к публикации 04.08.2021.

Во многих социальных группах, например в технических комитетах по стандартизации, на международном, региональном и национальных уровнях, в европейских общинах, управляющих экоселениями, социальных общественных движениях (оссуру), международных организациях, принятие решений опирается на консенсус членов группы. Вместо голосования, когда большинство получает победу над меньшинством, консенсус позволяет найти решение, которое каждый член группы поддерживает или как минимум считает приемлемым. Такой подход гарантирует, что будут учтены все мнения членов группы, их идеи и потребности. При этом отмечается, что достижение консенсуса требует значительного времени, поскольку необходимо обеспечить согласие внутри группы независимо от ее размера. Было показано, что в некоторых ситуациях число итераций (согласований, переговоров) весьма значительно. Более того, в процессе принятия решений всегда присутствует риск блокировки решения меньшинством в группе, что не просто затягивает время принятия решения, а делает его невозможным. Как правило, таким меньшинством выступает один или два одиозных человека в группе. При этом в дискуссии такой член группы старается доминировать, оставаясь всегда при своем мнении, игнорируя позицию других коллег. Это приводит к затягиванию процесса принятия решений, с одной стороны, и ухудшению качества консенсуса — с другой, поскольку приходится учитывать только мнение доминирующего члена группы. Для выхода из кризиса в этой ситуации было предложено принимать решение по принципу «консенсус минус один» или «консенсус минус два», то есть не учитывать мнение одного или двух одиозных членов группы.

В статье на основе моделирования консенсуса с использованием модели регулярных марковских цепей исследуется вопрос, насколько сокращается время принятия решения по правилу «консенсус минус один», когда не учитывается позиция доминирующего члена группы.

Общий вывод, который вытекает из результатов моделирования, сводится к тому, что эмпирическое правило принятия решений по принципу «консенсус минус один» имеет соответствующее математическое обоснование. Результаты моделирования показали, что применение правила «консенсус минус один» позволяет сократить время достижения консенсуса в группе на 76–95 %, что важно для практики.

Среднее число согласований гиперболически зависит от средней авторитарности членов группы (без учета авторитарного), что означает возможность затягивания процесса согласования при высоких значениях авторитарности членов группы.

Ключевые слова: консенсус, консенсус минус один, социальные группы, доминирование, регулярные марковские цепи, время достижения консенсуса

Modeling consensus building in conditions of dominance in a social group

I. Z. Aronov¹, O. V. Maksimova^{2,3}

¹MGIMO University,

76 Vernadsky pr., Moscow, 119454, Russia

²Yu. A. Izrael Institute of Global climate and ecology,

20B Glebovskaya st., Moscow, 107058, Russia

³Moscow Institute of Steel and Alloys,

4 Leninsky pr., Moscow, 119049, Russia

E-mail: aronoviz48@gmail.com

Received 03.06.2021, after completion – 20.07.2021.

Accepted for publication 04.08.2021.

In many social groups, for example, in technical committees for standardization, at the international, regional and national levels, in European communities, managers of ecovillages, social movements (occupy), international organizations, decision-making is based on the consensus of the group members. Instead of voting, where the majority wins over the minority, consensus allows for a solution that each member of the group supports, or at least considers acceptable. This approach ensures that all group members' opinions, ideas and needs are taken into account. At the same time, it is noted that reaching consensus takes a long time, since it is necessary to ensure agreement within the group, regardless of its size. It was shown that in some situations the number of iterations (agreements, negotiations) is very significant. Moreover, in the decision-making process, there is always a risk of blocking the decision by the minority in the group, which not only delays the decision-making time, but makes it impossible. Typically, such a minority is one or two odious people in the group. At the same time, such a member of the group tries to dominate in the discussion, always remaining in his opinion, ignoring the position of other colleagues. This leads to a delay in the decision-making process, on the one hand, and a deterioration in the quality of consensus, on the other, since only the opinion of the dominant member of the group has to be taken into account. To overcome the crisis in this situation, it was proposed to make a decision on the principle of «consensus minus one» or «consensus minus two», that is, do not take into account the opinion of one or two odious members of the group.

The article, based on modeling consensus using the model of regular Markov chains, examines the question of how much the decision-making time according to the «consensus minus one» rule is reduced, when the position of the dominant member of the group is not taken into account.

The general conclusion that follows from the simulation results is that the rule of thumb for making decisions on the principle of «consensus minus one» has a corresponding mathematical justification. The simulation results showed that the application of the «consensus minus one» rule can reduce the time to reach consensus in the group by 76–95 %, which is important for practice.

The average number of agreements hyperbolically depends on the average authoritarianism of the group members (excluding the authoritarian one), which means the possibility of delaying the agreement process at high values of the authoritarianism of the group members.

Keywords: consensus, consensus minus one, social groups, dominance, regular Markov chains, time to reach consensus

Citation: *Computer Research and Modeling*, 2021, vol. 13, no. 5, pp. 1067–1078 (Russian).

1. Введение и цель исследования

Настоящая публикация продолжает цикл статей, посвященных вопросам достижения консенсуса в группах, в том числе в технических комитетах по стандартизации [Aronov, Maksimova, et al., 2018, 2019]. Прежде всего отметим, что в настоящее время во многих международных, региональных и национальных технических комитетах по стандартизации, в международных организациях (ЕАЭС, ВТО, ОБСЕ, и др.), европейских общинах, управляющих экопоселениями, социальных общественных движениях (например, оссуру) принятие решений опирается на консенсус членов группы. Вместо голосования, когда большинство получает полную победу над меньшинством, консенсус позволяет найти решение, которое каждый член группы поддерживает или как минимум считает приемлемым. Такой подход гарантирует, что будут учтены все мнения членов группы, их идеи и потребности. При этом отмечается, что достижение консенсуса требует значительного времени, поскольку необходимо обеспечить согласие внутри группы независимо от ее размера. В работах авторов методом моделирования исследовалось влияние различных факторов на время достижения консенсуса [Aronov, Maksimova, et al., 2018, 2019]. Было показано, что в некоторых ситуациях число итераций (согласований, переговоров) весьма значительно. Более того, в процессе принятия решений всегда присутствует риск блокировки решения меньшинством в группе, что не просто затягивает время принятия решения, а делает его невозможным.

Как правило, таким меньшинством выступает один или два одиозных человека в группе. При этом в дискуссии такой член группы старается доминировать, оставаясь всегда при своем мнении, игнорируя позицию других коллег [Johnson, Leedom, Muhtadie, 2012].

Для выхода из кризиса в этой ситуации было предложено принимать решение по принципу «консенсус минус один» или «консенсус минус два», то есть не учитывать мнение одного или двух одиозных членов группы. Недаром один из теоретиков консенсуса в социальном движении P. Gelderloos [Gelderloos, 2006] называл таких людей «сорняками». Таким «сорняком» может выступать доминирующий член группы, который игнорирует мнения других членов группы.

В стандартизации подход, основанный на правиле «консенсус минус один», привел к формированию нового вида документов по стандартизации — документов неполного консенсуса. Эффективность этих документов проявилась в период пандемии COVID-19, когда многие зарубежные органы по стандартизации для ускорения разработки документов по стандартизации на средства индивидуальной защиты (например, лицевые маски) вместо консенсусных стандартов стали разрабатывать документы по стандартизации неполного консенсуса [Аронов, Рыбакова, 2021].

Очевидно, что применение правила «консенсус минус один» сокращает время принятия решения по сравнению с принципом классического консенсуса. Но насколько?

Для решения этой задачи авторы предприняли соответствующее исследование на основе математического аппарата регулярных марковских цепей, описанного в [Aronov, Maksimova, et al., 2018, 2019] и доказавшего свою пригодность для моделирования.

2. Кейсы ОБСЕ и Росстандарта

а) Рассмотрим предмет дискуссии, состоявшейся в Копенгагене (Дания) 10 марта 2021 года, в которой приняли участие представители исполнительных структур ОБСЕ и эксперты, обшудившие сильные и слабые стороны принятия решений на основе консенсуса¹.

По мнению участников, начиная с 1970-х гг. принцип консенсуса считался неотъемлемым элементом принятия решения, важным механизмом обеспечения равенства государств и законного характера принимаемых ими решений, но при этом он часто подвергался злоупотреблениям,

¹ <https://www.aravot-ru.am/2021/03/15/352329/>

оказывающим сдерживающее и даже разрушительное воздействие на работу организации из-за блокировки решений меньшинством. Было высказано множество различных мнений по вопросу принятия решений консенсусом, а также относительно наиболее важных аспектов, которые необходимо учитывать при возможном реформировании данной процедуры.

В частности, в своем выступлении председатель Парламентской ассамблеи (ПА) ОБСЕ лорд Питер Баунесс (Соединенное Королевство) отметил, что консенсус «является мощным оружием», однако «им злоупотребляют для того, чтобы не допустить принятия решений». Заместитель Председателя ПА ОБСЕ Маргарета Седерфельт (Швеция) подчеркнула, что государства, препятствующие достижению консенсуса, наносят ущерб всему сообществу ОБСЕ путем блокирования консенсуса. Она отметила важность дальнейшего изучения этого вопроса в интересах обеспечения ответственного поведения со стороны всех государств-участников. С. Гамильтон, директор программы «Глобальная Европа» в Международном научном центре имени Вудро Вильсона, поддержал предложение скорректировать правило консенсуса применительно к процедурным вопросам. Был сделан вывод о необходимости изучения таких процедур, как «консенсус минус один» и «консенсус минус два».

Отметим при этом, что ОБСЕ — это региональная организация, занимающаяся вопросами безопасности и сотрудничества, объединяющая 57 государств-участников из Северной Америки, Европы и Азии¹.

б) Национальные, региональные и международные стандарты утверждаются руководящими органами по стандартизации в том и только том случае, если в соответствующих технических комитетах по стандартизации (ТК) обеспечен консенсус в отношении рассматриваемого проекта стандарта.

Это требование касается и национальных стандартов Российской Федерации, что закреплено в Федеральном законе «О стандартизации в Российской Федерации». Каждый проект национального стандарта перед его утверждением Росстандартом проходит экспертизу в соответствующем ТК.

При этом число членов в технических комитетах по стандартизации варьирует от 5 до 115 экспертов, при этом среднее число членов в ТК равно 27 [Аронов, Зажигалкин, Толстунова, 2014].

Учитывая сложность и продолжительность обеспечения консенсуса в ТК при экспертизе проектов национальных стандартов, Росстандарт, как и другие национальные органы по стандартизации, перешел в отдельных случаях на разработку документов по стандартизации неполного консенсуса.

в) Основная проблема изучения влияния различных факторов на достижение консенсуса и перехода на принцип «консенсус минус один» или «консенсус минус два» связана со сложностью организации полевого исследования, особенно для больших групп, с числом участников более пяти, что характерно для многих ситуаций, в том числе описанных выше.

О сложности такого исследования свидетельствует, например, такой факт, что анализ факторов, влияющих на консенсус и оценку сплоченности операторов, до настоящего времени проводится с помощью программно-технических средств, разработанных на основе электронного прибора «Гомеостат Горбова», предложенного в 60–70-х годах прошлого века для малых групп [Горбов, 1966; Попечителей, 2016; Еськов, 2019].

Этот факт не позволяет организовать социопсихологические исследования природы консенсуса для больших групп. В связи с изложенным целесообразно исследовать феномен консенсуса в социальных группах, используя методологию моделирования, которая не ограничена числом участников группы.

¹ <https://www.osce.org/ru/whatistheosce/factsheet>

3. Теоретическая модель достижения консенсуса на основе регулярных цепей Маркова

В работе [Аронов, Зажигалкин, Максимова, 2015] подробно описана теоретическая модель работы технического комитета. Приведем основные результаты. Пусть n — число членов группы, участвующих в обсуждении; $\mathbf{S}(0) = (s_0^1; \dots; s_0^n)$ — вектор начальных мнений членов группы, где s_0^i — мнение i -го члена. Участники процесса согласований обмениваются между собой мнениями относительно значений вектора \mathbf{S} . Мнение каждого из них может меняться в процессе согласований. Вводя вероятность доверия i -го участника к мнению j -го через $0 < p_{ij} < 1$ ($i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, n$), формируется квадратная матрица доверия $\mathbf{P} = (p_{ij})$, где $i, j = \overline{1, n}$, которая меняется в процессе согласований и задает последовательный процесс согласования мнений членов группы. Сумма вероятностей p_{ij} в каждой строке матрицы равна 1, т. е. для любого $i \in \overline{1, n}$ выполняется $\sum_{j=1}^n p_{ij} = 1$ (условие стохастичности матрицы).

Вектор мнений членов группы на каждом шаге согласования вычисляется по формуле

$$\mathbf{S}(1) = \mathbf{S}(0) \cdot \mathbf{P} = (s_0^1, \dots, s_0^n).$$

После k -го шага согласований вектор мнений вычисляется по формуле

$$\mathbf{S}(k) = (s_k^1, \dots, s_k^n) = \mathbf{S}(k-1) \cdot \mathbf{P} = \mathbf{S}(0) \cdot \mathbf{P}^k. \quad (1)$$

Итерационный процесс завершается на m -м шаге, если все строки матрицы \mathbf{P}^m становятся одинаковыми. Таким образом, матрица доверия \mathbf{P} после m итераций достигает финальной матрицы \mathbf{F} . В связи с тем, что финальная матрица \mathbf{F} при последующих итерациях не изменяется, то не изменится и вектор мнений членов группы $\mathbf{S}(m) = \mathbf{S}(0) \cdot \mathbf{P}^m = (s_m^1, \dots, s_m^n)$, т. е. наступает консенсус.

4. Модель обеспечения консенсуса при доминировании в группе

В работе [Аронов, Максимова, Зажигалкин, 2015] исследованы факторы, которые влияют на число согласований до наступления консенсуса, а также факторы, влияющие на возможность его достижения. Среди возможных частных случаев в [Аронов, Зажигалкин, Максимова, 2015] отмечен случай доминирования, в рамках которого процесс обсуждения до наступления консенсуса сильно затягивается.

Рассмотрим случай доминирования, когда имеется один авторитарный участник¹ ($\exists i = \overline{1, n}, p_{ii} = 1$). Тогда в матрице доверия \mathbf{P} имеется поглощающее состояние, которое итерационный процесс покинуть уже не может [Kemeny, Snell, 1960]. В рамках согласований это значит, что мнение такого участника в результате согласований (итераций) не изменяется (в финальной матрице \mathbf{F} именно элемент p_{ii} остается равным единице). Действительно, такого члена группы сложно переубедить, консенсусное мнение достигается только с учетом мнения этого авторитарного лидера. Рассмотрим пример с одной из возможных начальных матриц доверия \mathbf{P} :

$$\mathbf{P} = \begin{pmatrix} 0,6 & 0,1 & 0,1 & 0,1 & 0,1 \\ 0,4 & 0,1 & 0,2 & 0,2 & 0,1 \\ 0,1 & 0,3 & 0,1 & 0,3 & 0,2 \\ 0,3 & 0,1 & 0,1 & 0,1 & 0,4 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}. \quad (2)$$

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

После первого согласования матрица доверия будет иметь следующий вид:

$$\begin{pmatrix} 0,44 & 0,11 & 0,10 & 0,12 & 0,23 \\ 0,36 & 0,13 & 0,10 & 0,14 & 0,27 \\ 0,28 & 0,10 & 0,11 & 0,13 & 0,38 \\ 0,26 & 0,08 & 0,07 & 0,09 & 0,50 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

В результате итерационного процесса, описанного выше, начальная матрица доверия \mathbf{P} будет сходиться к финальной матрице \mathbf{F} следующего вида:

$$\mathbf{F} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

В такой группе консенсус достижим. К примеру, при начальной матрице доверия (2) потребуется $m = 29$ согласований для достижения консенсуса (в условиях заданной точности элементов матрицы $\varepsilon = 0,01$, определяемой как абсолютная разность для каждого j -го столбца $|p_{ij} - p_{kj}| < \varepsilon$ для всех строк i, k ($j, i, k = \overline{1, 5}$)), что для такой малочисленной группы представляет длительный процесс. Важно, что в этом случае консенсусное решение учитывает лишь мнение авторитарного лидера, мнение остальных членов группы в итоговом решении не учитывается. Другими словами, качество консенсуса тоже страдает.

Устранить сложившуюся ситуацию в группе можно за счет ее реорганизации, которая может быть обеспечена разными способами:

- 1) замена авторитарного лидера;
- 2) игнорирование мнения авторитарного члена в группе при принятии решения.

Второй подход является более распространенным (будем именовать его «консенсус минус один»), так как не требует дополнительных ресурсов для поиска нового члена группы и дает существенное снижение числа согласований. Для матрицы доверия (2) после отстранения авторитарного лидера число согласований в группе сокращается до $m = 4$, т. е. снижается на 86 % по сравнению с первоначальным $m = 29$. Поэтому включение амбициозного члена в группу должно пресекаться, так как мнение именно этого участника будет превалировать и переговорный процесс будет затягиваться. По этой причине, например, представители органов власти в технический комитет должны входить только как рядовые члены комитетов.

Далее речь пойдет об анализе сокращения времени достижения консенсуса при игнорировании мнения доминирующего члена группы, т. е. о ситуации принятии решения по правилу «консенсус минус один».

5. Анализ времени достижения консенсуса в социальной группе в условиях доминирования при отстранении авторитарного члена

5.1. Время достижения консенсуса в условиях доминирования

Построим математическую модель доминирования для случаев, когда число членов в группе варьирует от 5 до 20. В работе [Zazhigalkin, Aronov, Maksimova, Papic, 2019] показано, что число членов в группе больше 20 не оптимально с точки зрения числа согласований до наступления консенсуса при прочих равных условиях.

Оценим время сходимости матрицы мнений \mathbf{P} к финальной матрице $\mathbf{F} = \mathbf{P}^m$. Это время определяется необходимым числом m итераций (обсуждений в рамках ТК) для формирования консенсуса. Математически m определяется как степень матрицы \mathbf{P} , при которой в финальной матрице \mathbf{F} элементы внутри каждого столбца j удовлетворяют условию $|p_{ij} - p_{kj}| < \varepsilon$ для всех i, k ($j, i, k = \overline{1, 20}$). Величину m будем рассчитывать из условия $\varepsilon = 0,01$.

Для моделирования примем следующие начальные данные: $n = 20$ — число членов в социальной группе, m — число согласований до достижения консенсуса (т. е. время достижения консенсуса), среди членов имеется один авторитарный участник. Моделирование состояло из нескольких этапов.

На *первом этапе* были выбраны уровни изменения n — числа членов группы:

1-й: $n = 5$;

2-й: $n = 10$;

3-й: $n = 20$.

На *втором этапе* выбиралась вероятность p_{ii} , которая задает вероятность доверия участника к себе (назовем ее уровнем авторитарности). Для авторитарного лидера при доминировании $p_{nn} = 1$, поэтому выделены следующие уровни авторитарности для остальных участников группы p_{ii} при $i = \overline{1, n-1}$:

1-й: $p_{ii} = 0,20 \div 0,30$;

2-й: $p_{ii} = 0,45 \div 0,55$;

3-й: $p_{ii} = 0,65 \div 0,75$;

4-й: $p_{ii} = 0,85 \div 0,95$.

Уровень авторитарности p_{ii} , близкий к 1, характеризует поведение человека, почти не склонного к компромиссу, а значение p_{ii} , близкое к 0, характеризует поведение конформиста с отсутствием собственной устойчивой позиции в переговорах и, соответственно, доверием в большей степени к чужому мнению, чем своему. Поведенческие черты разных членов группы нашли отражение в условиях моделирования $0,20 \leq p_{ii} \leq 0,95$.

На *третьем этапе* для каждого уровня n проведено моделирование элементов p_{ij} матрицы \mathbf{P} при помощи равномерного закона распределения с параметрами, указанными на втором этапе моделирования для p_{ii} . Оставшиеся члены матрицы p_{ij}^* ($i \neq j$) моделировались также по равномерному закону, но с параметрами 0 и 1 с последующим нормированием так, чтобы сумма вероятностей с учетом p_{ii} в рамках каждой строки равнялась 1: $p_{ij} = \frac{(1-p_{ii}) \cdot p_{ij}^*}{\sum_{j=1, i \neq j}^n p_{ij}^*}$. Действительно,

после проведенной процедуры для каждой строки $i = \overline{1, n-1}$ получаем

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

т. е. матрица \mathbf{P} становится стохастической.

Для получения устойчивых выводов в отношении среднего числа m согласований при изменении других параметров при каждом фиксированном уровне факторов проводилось 100 моделирований в среде Excel [Efron, Tibshirani, 1991].

В § 3 настоящего исследования отмечено, что в случае доминирования консенсусное решение учитывает лишь мнение авторитарного лидера, поэтому далее будем изучать связь числа согласований с числом участников, мнение которых в результирующем решении не учитывается. На рис. 1 представлена зависимость числа согласований (итераций) m от числа членов группы без учета авторитарного члена, т. е. от $(n-1)$. Можно сделать вывод о сильном влиянии числа членов группы на число согласований до достижения консенсуса в условиях доминирования,

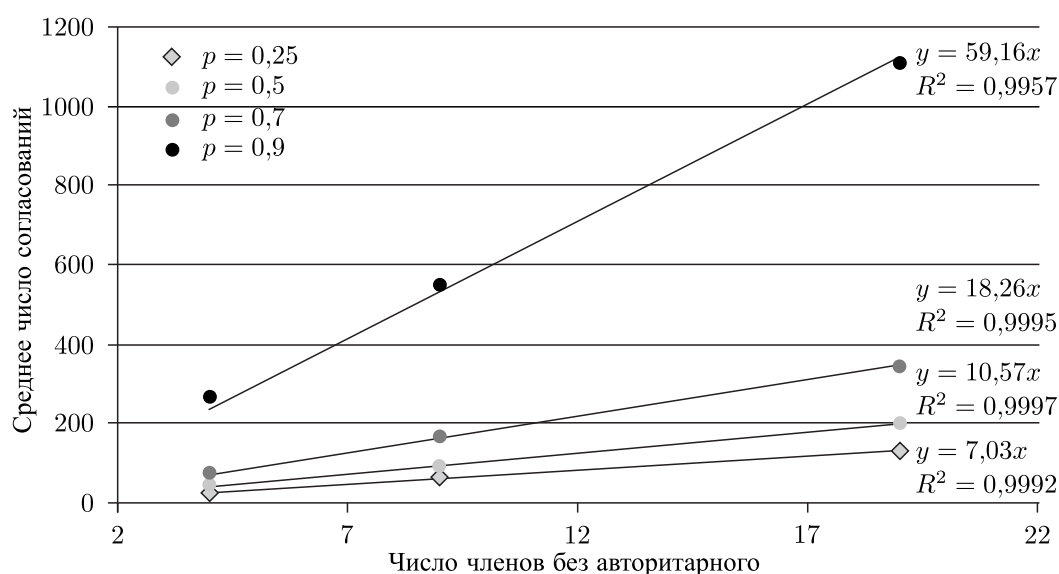


Рис. 1. Зависимость среднего числа согласований m от числа членов группы (без учета авторитарного члена) при различных средних уровнях авторитарности p в условиях доминирования

что согласуется с результатами более ранних исследований для ТК без наличия авторитарного лидера [Zazhigalkin, Aronov, Maksimova, Papic, 2019].

Для усредненного числа согласований при различных уровнях доверия (описанных на втором этапе моделирования) построены подходящие линейные регрессионные зависимости, которые имеют вид [Тьюки, 1981]

$$\widehat{m} = \widehat{a} \cdot (n - 1), \quad (3)$$

где \widehat{m} — регрессионное значение числа итераций для достижения консенсуса, $(n - 1)$ — число членов группы без учета авторитарного члена, \widehat{a} — регрессионный коэффициент уравнения. Анализ модели (3) подтвердил не только визуальное, но и теоретическое хорошее согласование с модельными данными (для каждой кривой $R^2 \approx 0,997$).

Из уравнения (3) в условиях высокого качества модели можно ввести среднее число согласований на одного члена группы, задаваемое коэффициентом \widehat{a} , и проанализировать его рост при изменении средней авторитарности членов группы (рис. 1). В терминах консенсуса это число можно интерпретировать как «удельное» число согласований. К примеру, при авторитарности членов группы $p_{ii} = 0,2 \div 0,3$ удельное число согласований составляет 7, в то время как для $p_{ii} = 0,85 \div 0,95$ оно вырастает до 59, т. е. почти в 9 раз (рис. 1), что свидетельствует о резком росте общего числа согласований и существенном затягивании переговорного процесса.

Графики на рис. 2 иллюстрируют высокую чувствительность числа согласований m к средней авторитарности членов p и выявляют гиперболическую связь при приближении средней авторитарности p к 1. Это говорит о возможном резком росте числа согласований при формировании группы с авторитарными членами.

Вид графиков на рис. 1 и 2 и регрессионные зависимости позволяют построить обобщенную трехмерную модель, графическая визуализация которой представлена на рис. 3:

$$\widehat{m} = 5,84 \cdot \frac{n - 1}{1 - p}, \quad (4)$$

m — среднее число согласований, $(n - 1)$ — число членов в группе (без учета авторитарного лидера), p — средняя авторитарность членов группы (без учета авторитарного лидера).

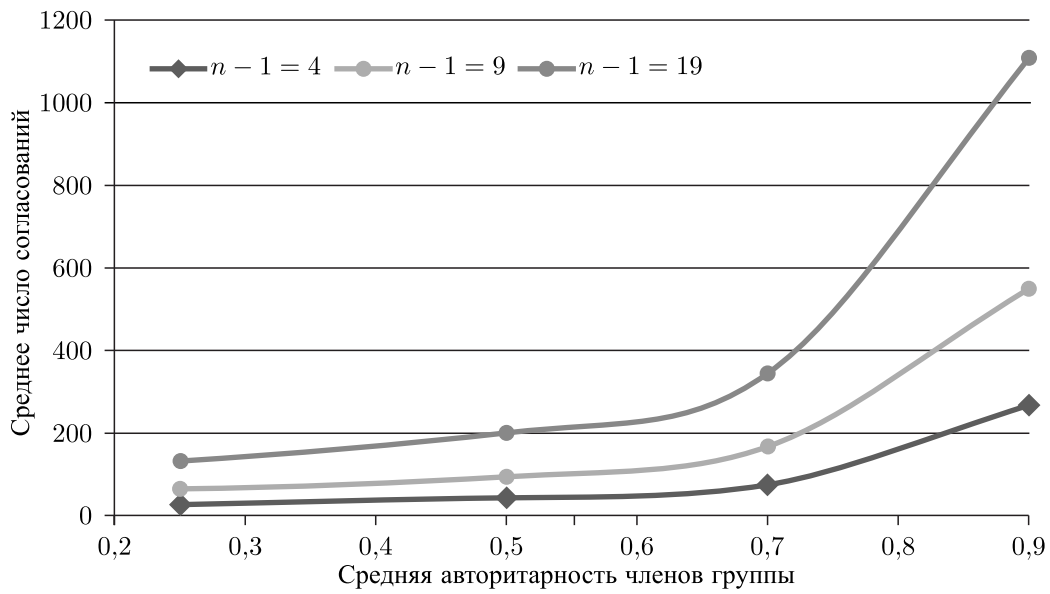


Рис. 2. Зависимости среднего числа согласований m от средней авторитарности членов группы при различном числе членов без учета авторитарного в условиях доминирования

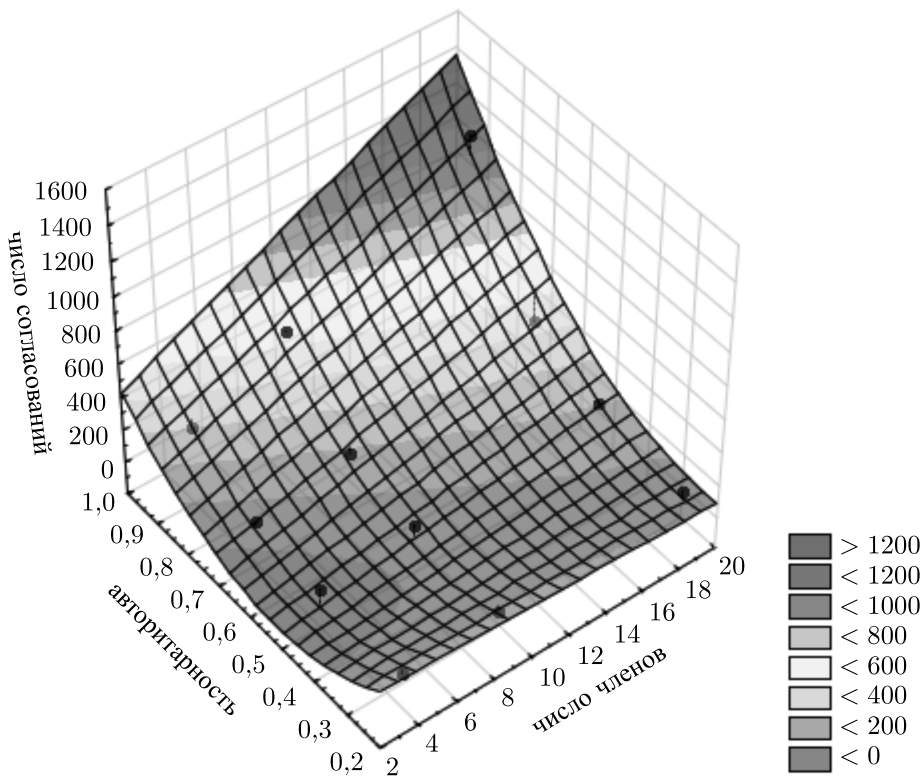


Рис. 3. Трехмерная визуализация модели зависимости среднего числа согласований от числа членов группы (без учета авторитарного участника) и средней авторитарности этих членов

Полученная модель дает высокий уровень приближения ($R^2 \approx 0,997$) и позволяет выполнить точечную оценку среднего числа согласований при сформированных условиях (рис. 3). Допустим, что для согласования проекта собралось 20 участников, среди которых есть один аб-

солютно авторитарный, а средняя авторитарность остальных членов составляет $p = 0,9$. В этом случае согласно модели (4) можно ожидать в среднем 1041 согласование до наступления консенсуса, что свидетельствует о недопустимо длительном переговорном процессе в несколько лет. Одно из возможных решений (описано в § 1) состоит в отстранении абсолютно авторитарного участника от принятия решений. Далее речь пойдет именно об анализе этого способа возможного сокращения числа согласований при принятии решений в группе.

5.2. Время достижения консенсуса в условиях отстранения авторитарного члена

В подпараграфе 5.1 приведены условия и этапы моделирования в условиях доминирования, которых будем придерживаться при моделировании ситуации «консенсус минус один». В этом случае мы имеем коллектив без абсолютно авторитарных лидеров и конформистов. На рис. 4 приведены графики по результатам моделирования для среднего числа согласований в этих условиях. В отличие от зависимостей в условиях доминирования, представленных на рис. 1, в этой ситуации наблюдается медленный рост числа согласований при росте числа членов группы (при прочих равных условиях), хорошо аппроксимирующийся логарифмической зависимостью (рис. 4). Причем с ростом средней авторитарности увеличиваются коэффициенты логарифмической функции, что свидетельствует о росте среднего числа согласований при увеличении авторитарности членов группы с фиксированным числом участников.

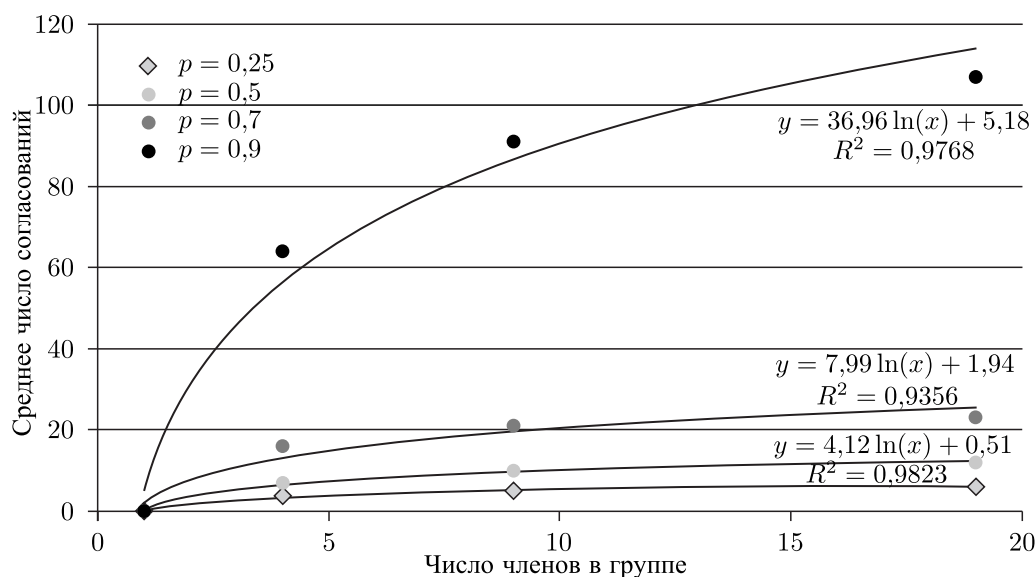


Рис. 4. Зависимость среднего числа согласований m от числа членов группы при различных средних уровнях авторитарности p членов

Представленные на рис. 1 и 4 результаты показывают, что для различных по численности групп отстранение от процесса согласования абсолютно авторитарного участника в модели доминирования влечет резкое снижение числа согласований до консенсуса. Результаты моделирования, сведенные в таблицу, свидетельствуют, что это снижение может варьироваться в пределах 76–95%.

6. Заключение

Общий вывод, который вытекает из результатов моделирования, сводится к тому, что эмпирическое правило принятия решений по принципу «консенсус минус один» имеет соответствующее математическое обоснование. Результаты моделирования принятия решения по правилу

Таблица 1. Результаты моделирования для среднего числа согласований m в модели доминирования до и после отстранения авторитарного члена группы

Число членов группы n	Средняя авторитарность членов	Среднее число согласований m при наличии авторитарного члена	Среднее число согласований m после отстранения авторитарного члена	Сокращение числа согласований, %
5	0,25	27	4	85
5	0,5	44	7	84
5	0,7	76	16	79
5	0,9	269	64	76
10	0,25	65	5	92
10	0,5	94	10	89
10	0,7	167	21	87
10	0,9	550	91	83
20	0,25	133	6	95
20	0,5	201	12	94
20	0,7	345	23	93
20	0,9	1109	107	90

«консенсус минус один», связанному с отстранением абсолютно авторитарного члена группы, позволяют сократить время достижения консенсуса на 76–95 %, что важно для практики. Отметим, что если абсолютно авторитарного члена группы заменить «рядовым», то отстранение последнего для принятия решения по принципу «консенсус минус один» влечет сокращение числа согласований не более чем на 14 %, и то лишь в группе с авторитарностями ее членов $p_{ii} = 0,85 \div 0,95$ при остальных равных условиях.

Среднее число согласований m гиперболически зависит от средней авторитарности членов группы (без учета авторитарного), что означает возможность затягивания процесса согласования при высоких значениях средней авторитарности членов группы.

Выражение (4), аппроксимирующее зависимость среднего числа согласований от средней авторитарности членов в группе, позволяет оценить среднее время достижения консенсуса и более предметно (направленно) формировать необходимую группу (если это возможно).

Список литературы (References)

- Аронов И. З., Зажигалкин А. В., Толстунова Т. А. Совершенствование системы оценки деятельности технических комитетов по стандартизации // Стандарты и качество. — 2014. — № 6. — С. 5.
- Aronov I. Z., Zazhigalkin A. V., Tolstunova T. A. Sovershenstvovanie sistemy ocenki deyatelnosti tekhnicheskikh komitetov po standartizacii [Improving the system for assessing the activities of technical committees for standardization] // Standards and Quality. — 2014. — No. 6. — P. 5 (in Russian).
- Аронов И. З., Максимова О. В., Зажигалкин А. В. Исследование времени достижения консенсуса в работе технических комитетов по стандартизации на основе регулярных марковских цепей // Компьютерные исследования и моделирование. — 2015. — Т. 7, № 3. — С. 161–171.
- Aronov I. Z., Maksimova O. V., Zazhigalkin A. V. Issledovanie vremeni dostizheniya konsensusa v rabote tekhnicheskikh komitetov po standartizacii na osnove reguljarnyh markovskih cepej [Study of the time to reach consensus in the work of technical committees for standardization based on regular Markov chains] // Computer Research and Modeling. — 2015. — Vol. 7, no. 3. — P. 161–171 (in Russian).
- Аронов И. З., Рыбакова А. М. Применение мер технического регулирования в период пандемии COVID-19 // Стандарты и качество. — 2021. — № 1. — С. 28–33.
- Aronov I. Z., Rybakova A. M. Primenenie mer technicheskogo regulirovnia v period pandemii COVID-19 [Applying technical regulation measures amid the COVID-19 pandemic] // Standards and Quality. — 2021. — No. 1. — P. 28–33 (in Russian).

- Гантмахер Ф. Р.* Теория матриц. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004.
Gantmaher F. R. Teoriya matric [Matrix theory]. — Moscow: FIZMATLIT, 2004 (in Russian).
- Горбов Ф. Д.* Экспериментальная групповая психология // Проблемы инженерной психологии: Вып. 4. — Л.: Изд-во ЛГУ, 1966. — С. 252–260.
Gorbov F. D. Experimentalnaya gruppovaya psihologia [Experimental group psychology] // Problems of engineering psychology: Vol. 4. — Leningrad: Publish. LGU, 1966. — P. 252–260 (in Russian).
- Еськов К. Н.* Взаимосвязанная операторская деятельность изолированной малой группы (методика «Гомеостат»): автореферат диссертации, представленной во ФГБУН «Государственный научный центр Российской Федерации», Институт медико-биологических проблем Российской академии наук, на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 14.03.08. — Москва, 2019. — 24 с.
Es'kov K. N. Vzaimosvyazannaya operatorskaya deyatelnost' izolirovannoy maloy gruppy (metodika «Gomeostat») [Interconnected operator activity of an isolated small group (Homeostat technique)]: abstract of a dissertation submitted to the State Scientific Center of the Russian Federation, Institute of Biomedical Problems of the Russian Academy of Sciences for the degree of candidate of biological sciences in the specialty 03.14.08. — Moscow, 2019. — 24 p. (in Russian).
- Попечителев Е. П.* Методики тренировки малых групп операторов на основе принципов уравнивания и рефлексивных компьютерных игр // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ». — 2016. — № 1. — С. 63–69.
Popechitelev E. P. Metodiki trenirovki malyh grupp operatorov na osnove principov uravnoveshvaniya i refleksivnih komputernyh igr [Methods of training small groups of operators based on the principles of balancing and reflexive computer games] // Izvestia SPbGETU «LETI». — 2016. — No. 1. — P. 63–69 (in Russian).
- Тьюки Дж.* Анализ результатов наблюдений. Разведочный анализ. — М.: Мир, 1981.
T'yuki Dzh. Analiz rezul'tatov nablyudenij. Razvedochnyj analiz [Analysis of the results of observations. Exploratory analysis]. — M.: Mir, 1981 (in Russian).
- Aronov I. Z., Maksimova O. V., Grigoryev V. I.* Analysis of consensus-building time in social groups based on the results of statistical modeling. — Netherlands: River Publishers, 2018. — P. 1–31.
- Efron B., Tibshirani R.* Statistical data analysis in the computer age // Science, New Series. 1991. — Vol. 253, no. 5018. — P. 390–395.
- Gelderloos P.* Consensus: a new handbook for grassroots political, social, and environmental groups. — See Sharp Pr., 2006. — 120 p.
- Johnson S. L., Leedom L. J., Muhtadie L.* The dominance behavioral system and psychopathology: evidence from self-report, observational, and biological studies // Psychol. Bull. — 2012. — Vol. 138 (4). — P. 692–743.
- 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. — No. 1. — P. 1–8.