

СТАНДАРТИЗАЦИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ

STANDARDIZATION, CERTIFICATION AND QUALITY MANAGEMENT

ISSN 1995-2732 (Print), 2412-9003 (Online)

УДК 657.6:519.866

DOI: 10.18503/1995-2732-2023-21-2-67-75



ОСОБЕННОСТИ ДОСТИЖЕНИЯ КОНСЕНСУСА В ГРУППЕ АУДИТОРОВ

Максимова О.В.^{1,2}, Аронов И.З.³¹ Институт глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля, Москва, Россия² Университет науки и технологий МИСиС, Москва, Россия³ МГИМО (У), Москва, Россия

Аннотация. Аудиты системы менеджмента качества (СМК) организации – важные инструменты оценки СМК. Взаимодействие при аудите отличает группу аудиторов от простого скопления людей. Поэтому задачи изучения взаимодействия людей в группе являются актуальными для специалистов в области менеджмента. Результатом взаимодействия аудиторов является групповое суждение (согласованное решение, консенсус). Целью работы служит исследование особенностей достижения согласованного решения в команде аудиторов. Для достижения цели впервые построена теоретическая модель консенсуса для группы лояльных и авторитарных экспертов, основанная на регулярных цепях Маркова. Для анализа этой модели проведено моделирование для групп с численностью 2, 3, 4 и 5 экспертов. Впервые продемонстрировано, что динамика малых групп с числом экспертов менее 5 человек и низкой авторитарностью обладает значимой спецификой по сравнению с большими группами обычных экспертов. Показано, что прийти к консенсусу в диадах (2 человека) очень сложно, время достижения консенсуса может вырасти более чем в 10 (и даже в 100 и более) раз по сравнению с группой из 5 членов. Выявлено, что в диаде из двух абсолютно лояльных экспертов консенсус недостижим. Это позволяет сформулировать практическое правило формирования группы аудиторов: в условиях неопределенности нижняя граница числа аудиторов – триада (три человека). Построенные регрессионные зависимости среднего времени достижения согласованного решения от средней авторитарности для групп авторитарных и лояльных аудиторов выявили принципиальное различие процессов достижения группового решения в обоих типах групп: чем меньше численность группы аудиторов, тем больше разница между временем достижения консенсуса в группах. С ростом числа аудиторов затягивание переговорного процесса можно ожидать в условиях высокой авторитарности членов, с уменьшением числа аудиторов затягивание принятия согласованного решения можно прогнозировать для группы лояльных экспертов. Одна из практических рекомендаций для недопущения затягивания согласованного решения, вытекающая из результатов исследования, следующая: увеличение числа членов в группе требует включения менее авторитарных экспертов, а при уменьшении числа членов – более авторитарных.

Ключевые слова: консенсус, аудит, группа аудиторов, моделирование, марковские цепи, время достижения консенсуса

© Максимова О.В., Аронов И.З., 2023

Для цитирования

Максимова О.В., Аронов И.З. Особенности достижения консенсуса в группе аудиторов // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2023. Т. 21. №2. С. 67-75. <https://doi.org/10.18503/1995-2732-2023-21-2-67-75>



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

PECULIARITIES OF ACHIEVING CONSENSUS AMONG A GROUP OF AUDITORS

Maksimova O.V.^{1,2}, Aronov I.Z.³

¹ Izrael Institute of Global Climate and Ecology, Moscow, Russia

² University of Science and Technology MISIS (Moscow Institute of Steel and Alloys), Moscow, Russia

³ MGIMO University (Moscow State Institute of International Relations), Moscow, Russia

Abstract. Audits of the quality management system (QMS) of an organization are important tools for assessing the QMS. Audit interaction distinguishes a group of auditors from a mere collection of people. Therefore, the objectives of studying the interaction among people in a group are relevant for specialists in management. The result of the interaction among auditors is a group judgment (an agreed decision, consensus). The research is aimed at studying peculiarities of reaching an agreed decision in a team of auditors. To achieve the goal, we built a novel theoretical consensus model for a group of loyal and autocratic experts based on the regular Markov chains. To analyze this model, we carried out the simulation for groups of 2, 3, 4, and 5 experts. It was demonstrated for the first time that dynamics of small groups, consisting of 5 experts or less and showing low authority, had a significant specific nature compared with large groups of ordinary experts. It was shown that it was very difficult to reach consensus in dyads (2 people), the time to reach consensus might increase by 10 and even by 100 times or more compared with a group of 5 members. It was revealed that in a dyad of two absolutely loyal experts, consensus was unattainable. This allows us to formulate a practical rule for forming a group of auditors: in conditions of uncertainty, the lower limit of the number of auditors is a triad (three people). The built regression dependencies between the average time to reach an agreed decision and the average authority for groups of autocratic and loyal auditors revealed a fundamental difference in the processes of achieving a group decision in both types of groups: the smaller the size of the group of auditors, the greater the difference between the time to reach consensus in the groups. With an increase in the number of auditors, a delay in the negotiation process may be expected in case of high authority of members; with a decrease in the number of auditors, a delay in making an agreed decision may be predicted for a group of loyal experts. One of the practical recommendations to avoid delaying the agreed decision, which follows from the study results, is to include less autocratic experts, when increasing the number of members in the group, and more autocratic ones, when decreasing the number of members.

Keywords: consensus, audit, group of auditors, simulation, Markov chains, time to reach consensus

For citation

Maksimova O.V., Aronov I.Z. Peculiarities of Achieving Consensus Among a Group of Auditors. *Vestnik Magnitogorskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta im. G.I. Nosova* [Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University]. 2023, vol. 21, no. 2, pp. 67-75. <https://doi.org/10.18503/1995-2732-2023-21-2-67-75>

Введение

Аудиты системы менеджмента качества (СМК) организации являются важными инструментами оценки СМК [1]. Как правило, аудит СМК осуществляется группой аудиторов. Наличие взаимодействия для решения поставленной задачи при аудите отличает группу аудиторов от простого скопления людей. Поэтому задачи изучения взаимодействия людей в группе являются актуальными для специалистов в области менеджмента. Результатом взаимодействия аудиторов является групповое решение (групповое суждение), качество которого меряется характеристикой «групповая сплоченность», введенной в 40-х годах Л. Фестингером [2]. В свою очередь, Т. Ньюком связал групповую сплоченность с понятием «групповое согласие», или «консенсус» [3].

С увеличением размера группы взаимодействие между ее членами становится реже и формальнее, что приводит к ослаблению чувства принадлежности, и это является препятствием для формирования групповой сплоченности при аудите [4].

Исходя из этой посылки, очевидно, что группа аудиторов не должна быть велика с тем, чтобы можно было обеспечить непосредственное взаимодействие аудиторов, что отвечает определению малой группы в социологии [4, 5].

Анализируя численность малой группы с точки зрения эффективности взаимодействия ее членов, социальные психологи полагают, что число членов такой группы должно быть не более 5 человек. При этом научное обоснование этого числа отсутствует, что привело к формированию следующего суждения: «Основной принцип оптимального состава группы – ис-

пользовать наименьшее число людей, которые в состоянии максимально успешно выполнять стоящие перед группой задачи» [6].

Таким образом, формулируется основная цель статьи – исследовать особенности достижения групповой сплоченности, или консенсуса, в команде аудиторов и тем самым теоретически обосновать нижнюю границу числа аудиторов.

Отметим, что вопросы достижения консенсуса, в основе которого лежит, как правило, возможность и способность его членов к компромиссу, в настоящее время исследованы слабо, сложность формализации самой процедуры переговоров ведет к поиску принципиально новых подходов для построения математических моделей [7]. Необходимость построения таких моделей для изучения особенностей взаимодействия в группах и факторов, влияющих на время достижения консенсуса, обуславливается возможностью затягивания длительности процесса [7, 8]. Представленная ДеГроотом модель описания процесса достижения консенсуса на основе регулярных цепей Маркова показала свою работоспособность [9, 10]. Модель построена на предположении, что участники обмениваются мнениями и могут влиять на мнение других членов группы в процессе дискуссии. Основными преимуществами такой модели являются возможность выделять и изучать ключевые характеристики группы и формирование практических рекомендаций для недопущения затягивания процесса принятия согласованного решения. Несмотря на эти достоинства, модель не выявляет проблему соотношения консенсуса и истины, когда намеренное формирование группы «невежд» приводит к консенсусу, далекому от истины [11]. Поэтому проблема приближения к истине коллективного решения заслуживает отдельного внимания и анализа опыта применения консенсусных процедур и выходит за рамки текущего исследования.

Материалы и методы исследования

Опишем кратко общую модель консенсуса в процессе достижения согласия, основанную на регулярных цепях Маркова [10]. Пусть группа из n аудиторов обсуждает некоторый вопрос. Каждый из них придерживается своего первоначального мнения, который описывается вектором $S(0) = (S_{01}, S_{02}, \dots, S_{0n})$, где S_{0i} – мнение i -го эксперта (аудитора), $i = 1, \dots, n$. Члены группы обмениваются мнениями относительно вектора $S(0)$. В результате каждый из них может

как изменить свое мнение, так и оставить прежним на любом этапе согласования. Пусть $0 < p_{ij} < 1$ ($i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, n$) задает вероятность доверия i -го члена группы к мнению j -го эксперта. При этом i -й аудитор доверяет и себе с определенной вероятностью $0 < p_{ii} < 1$, которая интерпретируется как уровень авторитарности i -го члена группы: чем выше значение p_{ii} , тем выше его авторитарность¹. Полученная матрица доверия $\mathbf{P} = (p_{ij})$ является стохастической

(выполняется условие $\forall i \in \overline{1, n} \left[\sum_{j=1}^n p_{ij} = 1 \right]$). На

первом шаге согласований получаем вектор $S^T(1) = \mathbf{P} \cdot S^T(0) = (S_{11}, S_{12}, \dots, S_{1n})^T$, а после k -х шагов

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

Процесс завершается на m -м шаге, когда все строки матрицы \mathbf{P}^m становятся одинаковыми, то есть достигнута групповая сплоченность. Матрица доверия \mathbf{P} после m итераций достигает финальной матрицы \mathbf{F} , в которой все соответствующие построчные элементы равны. Таким образом, при последующих обсуждениях матрица \mathbf{P} не будет меняться, следовательно, не будет изменяться и вектор мнений аудиторов $S^T(m) = \mathbf{P}^m \cdot S^T(0) = (S_{m1}, S_{m2}, \dots, S_{mn})^T$. Таким образом, после m итераций наступает консенсус. Из теории сходимости начальной матрицы \mathbf{P} к финальной матрице \mathbf{F} (необходимым и достаточным условием достижения консенсуса) при любом векторе $S(0)$ является регулярность² матрицы \mathbf{P} . Для регулярности матрицы достаточно³, чтобы суммы по строкам матрицы \mathbf{P} были равны 1 и для каких-либо вероятностей p_{ij} выполнялось строгое неравенство $0 < p_{ij} < 1$. Таким образом, если матрица доверия \mathbf{P} регулярна, то каковы бы ни были начальные мнения аудиторов, консенсус достижим, хотя может и за значительное число согласований.

Построим модель достижения групповой сплоченности в группе из $n \leq 5$ аудиторов (экспертов) и проанализируем влияние численности груп-

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

² Матрицы, суммы элементов всех строк которых равны единице, называются *стохастическими*. Если при некотором n все элементы матрицы \mathbf{P}^n не равны нулю, то такая матрица переходов называется *регулярной*.

³ Теорема 4.1.2 из Kemeny J.G., Snell J.L. Finite Markov chains. Princeton: The University Series in Undergraduate Mathematics, 1960, 238 p.

пы и авторитарности ее членов на время достижения группового согласия. На практике значение t определяет время достижения консенсуса. Для исследования этого вопроса было проведено моделирование, состоящее из нескольких шагов.

Предпосылки. Пусть $(S_{01}, S_{02}, \dots, S_{0n})$ – вектор начальных мнений, а $(S_{m1}, S_{m2}, \dots, S_{mn})$ – вектор мнений после времени t . Рассмотрим два возможных варианта формирования группы аудиторов:

1. В группе присутствуют только лояльные⁴ аудиторы, каждый из которых доверяет своему мнению меньше, чем мнению любого из остальных:

$$\forall i = \overline{1, n} \quad \forall j \neq i \quad [p_{ij} \geq p_{ii}]. \quad (1)$$

Легко видеть, что это условие равносильно следующему: $\forall i = \overline{1, n} \quad [p_{ii} < \frac{1}{n}]$.

2. В группе присутствуют только авторитарные аудиторы, то есть $\forall i = \overline{1, n} \quad [p_{ii} > \frac{1}{n}]$. Авторитарные аудиторы доверяют своему мнению больше, чем мнению некоторых других аудиторов группы, что отвечает следующему условию:

$$\forall i = \overline{1, n} \quad \exists j = \overline{1, n}; \quad [p_{ii} > p_{ij}]. \quad (2)$$

$$j \neq i$$

Может показаться странным первый вариант формирования группы. Однако известно [10], что члены группы, которые работают вместе давно, которые ценят свою причастность к группе, как раз отвечают условию (1).

1-й шаг для моделирования: выбор числа членов группы. Рассмотрим группы из $n = 2; 3; 4; 5$ членов.

Далее опишем процесс моделирования для группы лояльных экспертов. Для группы авторитарных экспертов моделирование проводилось аналогично.

2-й шаг для моделирования: выбор уровней авторитарности p_{ii} ($i = \overline{1, n}$). Исходя из оценки (1), для разных по численности групп обеспечивается разная верхняя граница для членов (для $n = 5$ она равна 0,2; для $n = 4$ получаем 0,2; для $n = 3$ имеем 0,3(3); для $n = 2$ соответственно 0,5).

3-й шаг моделирования: симуляция вероятностей доверия p_{ij} ($i \neq j; i, j = \overline{1, n}$) из равномерного закона распределения при выполнении

⁴ Лояльность – социально-психологическая характеристика личности, противоположная авторитарности.

условия (1). Для этого моделирование проводилось в три этапа:

1) моделирование элементов вспомогательной матрицы Δ равномерным законом распределения на отрезке $[0, 1]$, получение исходных элементов матрицы Δ_{ij} ($i, j = \overline{1, n}$);

2) формирование матрицы Δ^0 с помощью корректировки элементов матрицы Δ : элементы каждой строки $\Delta_{ij}^0 = \frac{\Delta_{ij}}{\sum_{j=1, i \neq j}^n (\Delta_{ij})} \cdot (1 - np_{ii})$;

3) моделирование матрицы доверия \mathbf{P} : для элементов каждой строки $p_{ij} = p_{ii} + \Delta_{ij}^0$ ($i \neq j$). Очевидно, что тем самым выполнено условие моделирования (1).

Для получения устойчивых выводов в отношении среднего времени достижения консенсуса при изменении других параметров, при каждом фиксированном уровне факторов проводилось 100 моделирований в среде *Excel* [12]. В результате проводилось 38 серий по 100 моделирований в каждой. Дополнительно выполнены контрольные 3 серии по 100 моделирований в условиях абсолютной лояльности (авторитарности всех аудиторов равны нулю). Отметим, что для $n = 2$ при авторитарностях $p_{11} = p_{22} = 0$ получается разложимая матрица⁵

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}.$$

В теории марковских цепей показано, что соответствующая переходная матрица не сходится к финальной матрице [9]. В этой ситуации консенсус аудиторов недостижим.

Полученные результаты и их обсуждение

Проведена оценка сходимости матрицы мнений аудиторов \mathbf{P} к финальной матрице $\mathbf{F} = \mathbf{P}^m$. Математически время t определяется как степень матрицы \mathbf{P} , при которой в финальной матрице \mathbf{F} элементы внутри каждого столбца j удовлетворяют условию $|p_{ij} - p_{kj}| < \delta$ для всех i, k ($j, i, k = \overline{1, n}$). Величина t находится из условия $\delta = 0,001$ (что обеспечивает необходимую точность вычисления t).

⁵ Матрица A называется *разложимой*, если перестановкой рядов она может быть приведена к виду $A = \begin{pmatrix} B & 0 \\ C & D \end{pmatrix}$, где B и D – квадратные матрицы.

На рис. 1, 2 представлены результаты моделирования для каждого варианта формирования группы аудиторов. Для интерпретации результатов моделирования введем понятие средней авторитарности p группы как среднее арифметическое

значение авторитарности членов группы.

В табл. 1 представлены регрессионные зависимости времени t от средней авторитарности p в группах лояльных и авторитарных аудиторов с численностью $n = 5; 4; 3; 2$.

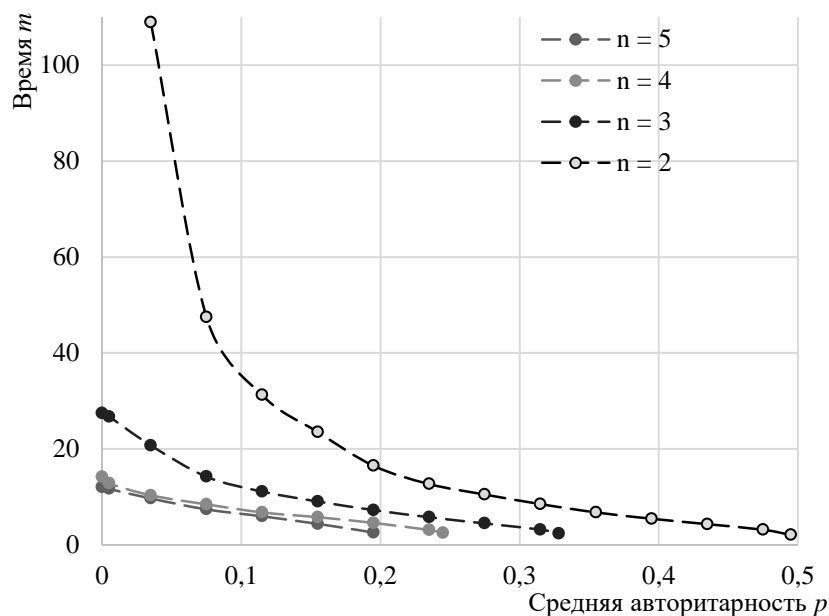


Рис. 1. Зависимость времени t от средней авторитарности p в группе лояльных аудиторов численностью $n = 5; 4; 3; 2$

Fig. 1. Dependence between time t and average authority p in the group of loyal auditors of number $n = 5; 4; 3; 2$

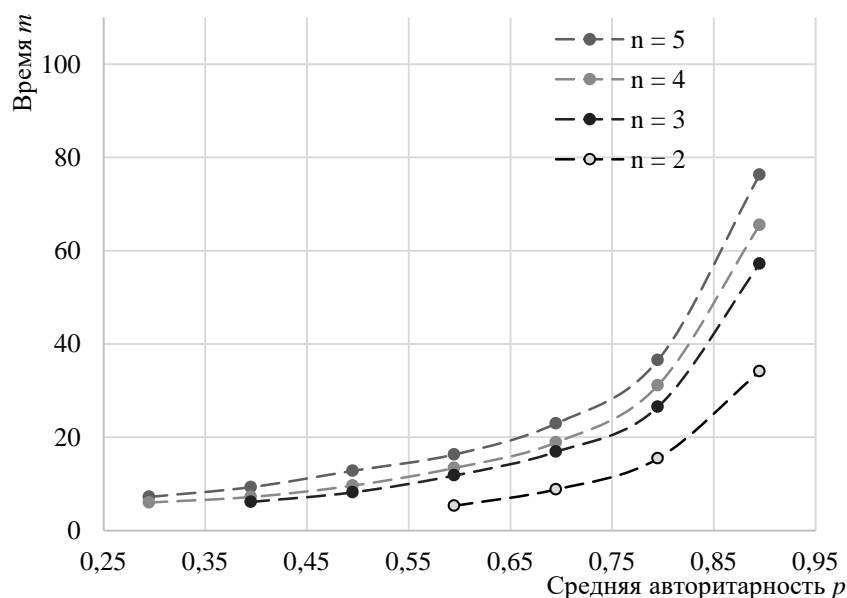


Рис. 2. Зависимость времени t от средней авторитарности p в группе авторитарных аудиторов численностью $n = 5; 4; 3; 2$

Fig. 2. Dependence between time t and average authority p in the group of autocratic auditors of number $n = 5; 4; 3; 2$

Таблица 1. Регрессионные зависимости времени m от средней авторитарности p в группах лояльных и авторитарных аудиторов с численностью $n = 5; 4; 3; 2$

Table 1. Regression dependencies between time m and average authority p in the groups of loyal and autocratic auditors of number $n = 5; 4; 3; 2$

Число членов	Среднее число согласований				
	Лояльные члены группы			Авторитарные члены группы	
	уравнение	$p = 0$	$p = 1/n$	уравнение	$p = 0,9$
5	$m = 12,542e^{-7,385p}$	13	3	$m = 1 / (0,129p^2 - 0,357p + 0,228)$	89
4	$m = 13,788e^{-6,347p}$	14	2	$m = 1 / (0,131p^2 - 0,403p + 0,270)$	75
3	$m = 26,450e^{-6,862p}$	26	2	$m = 1 / (0,225p^2 - 0,575p + 0,350)$	68
2	–	∞	0	–	∞

Анализ **рис. 1** и **2** и данных **табл. 1** позволяет сделать следующие выводы:

1) Для группы лояльных членов зависимости среднего времени m от средней авторитарности группы p достаточно хорошо описываются экспоненциальными кривыми (коэффициенты детерминации⁶ $R^2 \geq 0,978$). Несмотря на внешнюю схожесть форм кривых на **рис. 1** и **2**, регрессии для группы авторитарных экспертов и лояльных экспертов описываются разными формами: для группы авторитарных экспертов наилучшей зависимостью служит дробно-рациональная (соответствующие им коэффициенты детерминации $R^2 \geq 0,998$). Это указывает на различие процессов достижения групповой сплоченности, происходящих в двух типах групп. Выявлено, что для группы из двух членов зависимости не сохраняют свой вид и, как было отмечено ранее, для этого случая консенсус недостижим при $p=0$, а также при $p=1$.

2) С уменьшением авторитарности членов группы лояльных экспертов (то есть с ростом их лояльности) число согласований увеличивается (см. **рис. 1**). Консенсус, как способ решения проблемы, делает необходимым членов группы «рисковать собственной шкурой», по мысли Н. Талеба, формируя симметричную ответственность в группе [13], что для лояльных экспертов неприемлемо! Поэтому уменьшение авторитарности членов группы свидетельствует о возможности перекладывания принятия решения на других, каждый эксперт не желает принимать ответственность за решение, вследствие чего наблюдается рост числа согласований. Эффект «безбилетного проезда» будет возрастать по мере увеличения числа ауди-

торов в группе. В группе же авторитарных экспертов наблюдается противоположная зависимость: с увеличением авторитарности число согласований увеличивается (см. **рис. 2**).

3) При приближении к верхнему пороговому среднему значению авторитарностей $p = \frac{1}{n}$ среднее время m для групп с лояльными экспертами медленно убывает по сравнению с группой авторитарных аудиторов (см. **табл. 1**). В условиях абсолютной лояльности $p=0$ членов группы наблюдается увеличение времени достижения консенсуса при уменьшении числа членов группы. Как отмечает известный американский социолог Д. Майерс, по мере того как численность группы растет, каждый дополнительный член-конформист все меньше добавляет группе «силы» [14]. Тем самым при уменьшении числа аудиторов становится более ощутимой разница во времени между этими двумя типами групп (см. **рис. 1, 2**). Полученный вывод соответствует результатам исследования в социальной психологии: рассогласования в группе можно ожидать в большей мере с численностью из 2-4 человек, где может возникнуть конфликт при принятии решения, чем в группе из 5 аудиторов и более. Увеличение количества аудиторов в таких группах от трех до четырех имеет больший эффект, чем увеличение, к примеру, от 20 до 21 эксперта [15]. Для такой группы из двух экспертов при $p = 0,005$ (очень высокая лояльность) среднее время достигает $m = 878$ (см. **рис. 1**), поскольку каждый аудитор перекладывает принятие решения на другого, каждый не желает подвергать себя риску за принятое решение, что вызывает затягивание самого процесса принятия решения [13]. В группе же авторитарных экспертов при $p = 0,895$ (очень высокая авторитарность) среднее время для группы из двух членов достигает лишь $m = 34$, а для группы из пяти членов уже

⁶ Коэффициент детерминации (R^2) – это доля дисперсии зависимой переменной, обусловленная рассматриваемой зависимостью, то есть объясняющими переменными.

$m = 77$ (см. рис. 2). Причем при стремлении к абсолютной авторитарности ($p \rightarrow 1$) число согласований стремится к бесконечности во всех группах с авторитарными аудиторами.

Тем самым становится понятно, что для группы из двух экспертов именно в условиях высокой лояльности членов может наблюдаться затягивание процесса переговоров. А с ростом числа членов в малой группе затягивание процесса можно ожидать в условиях высокой авторитарности членов.

4) В ходе проведения моделирования выявлено, что при средней авторитарности, стремящейся к $1/n$, качество принимаемого решения становится «равновесным» для обоих типов групп аудиторов. Это означает, что мнение каждого члена группы учитывается в равной доле в консенсусном решении.

5) Результаты моделирования принятия согласованного решения – предложить рекомендации по формированию групп аудиторов. В табл. 2 представлены значения средних авторитарностей аудиторов для обоих типов групп для среднего времени согласованного решения $m = 10$. Видно, что при уменьшении числа аудиторов в группе граница возможных средних авторитарностей членов смещается вправо. Другими словами, при увеличении числа членов в малой группе целесообразно включать менее авторитарных экспертов, а при уменьшении числа членов – более авторитарных.

Таблица 2. Границы средних авторитарностей p при фиксированном времени $m = 10$ в группах лояльных и авторитарных аудиторов с численностью $n = 5; 4; 3; 2$

Table 2. The boundaries of average authority p at fixed time $m = 10$ in the group of loyal and autocratic auditors of number $n = 5; 4; 3; 2$

Число членов	Группа лояльных аудиторов	Группа авторитарных аудиторов
$n = 2$	$p > 0,27$	$p < 0,70$
$n = 3$	$p > 0,14$	$p < 0,56$
$n = 4$	$p > 0,05$	$p < 0,50$
$n = 5$	$p > 0,03$	$p < 0,40$

Заключение

В работе построена теоретическая модель согласованного решения для групп лояльных и авторитарных аудиторов, основанная на регулярных цепях Маркова. Для анализа этой модели проведено моделирование для групп с численностью 2, 3, 4 и 5 экспертов. Динамика малых групп

с числом экспертов менее 5 человек и низкой авторитарностью обладает значимой спецификой по сравнению с большими группами обычных аудиторов [16].

Проблема определения нижней границы численности группы остается дискуссионной на протяжении многих лет: одни исследователи считают, что наименьшее число членов группы – два человека (диада), а другие – три человека (триада). Отстаивающие первую точку зрения полагают, что диада – это уже социальная общность, которая обладает особенностями, отличными от характеристик отдельных людей. В исследовании доказано, что при решении поставленной задачи прийти к консенсусу в диадах очень сложно, время достижения консенсуса может вырасти более чем в 10 (и даже в 100) раз по сравнению с группой из 5 членов, поскольку происходит взаимное перекалывание ответственности за принятие решения, что вызывает затягивание самого процесса переговоров по известной притче «Иван кивает на Петра». Выявлено, что в случае наличия группы из двух абсолютно лояльных экспертов консенсус недостижим.

Сравнительный анализ группы лояльных с группой авторитарных аудиторов показал следующие результаты:

а) для группы лояльных аудиторов численностью более двух человек с ростом лояльности (уменьшением авторитарности) членов время достижения консенсуса экспоненциально растет; для группы авторитарных экспертов с ростом авторитарности число согласований увеличивается не экспоненциально, а имеет более сложную форму связи (описывается дробно-рациональными функциями);

б) различия между числом согласований в разных типах групп тем больше, чем меньше численность группы. Это фиксирует рассогласованность группы лояльных аудиторов в условиях отсутствия желания брать ответственность за принимаемое решение;

в) для группы из двух экспертов в условиях высокой лояльности членов может наблюдаться существенное затягивание процесса принятия согласованного решения, а с ростом числа членов в группе затягивание обсуждения можно ожидать в условиях высокой авторитарности членов.

Одна из практических рекомендаций для недопущения затягивания процесса принятия согласованного решения, вытекающая из результатов исследования: увеличение числа членов в группе требует включения в нее менее авторитарных аудиторов, а при уменьшении числа членов – более авторитарных.

Список источников

1. Ибрагимова П.А., Алиомарова П.А. Аудит систем менеджмента качества на предприятии // Региональные проблемы преобразования экономики. 2018. №12. С. 339-346.
2. Корнилович В.А., Холин А.Н. Коммуникативная динамика малой группы: информационное сопровождение управленческих решений (на примере группового ситуационного анализа) // Коммуникология. 2017. Т. 5. №1. С. 99-110.
3. Ньюком Т. Исследование согласия // Социология сегодня. Проблемы и перспективы. Американская буржуазная социология середины XX века. М., 1965. 683 с.
4. Кричевский Р.Л., Дубовская Е.М. Социальная психология малой группы: учеб. пособие для вузов. М.: Аспект Пресс, 2001.
5. Почебут Л.Г., Мейжис И.А. Социальная психология. СПб.: Питер, 2010. 462 с.
6. Шапиро С.И. Об одной математической модели малых групп. (К вопросу об оптимальном объеме группы) // Социально-психологические вопросы общественной активности школьников и студентов / под ред. И.А. Френкеля. Курск: Изд-во КГПИ, 1971. С. 38-51.
7. Полякова М.А. Особенности применения математических моделей для оценки степени достижения консенсуса при разработке требований стандартов // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. №11(53). Ч. 4. С. 104-109.
8. Полякова М.А., Данилова Ю.В. Использование математических моделей при согласовании требований стандарта // Компетентность. 2016. №9-10 (140-141). С. 68-72.
9. Гантмахер Ф.Р. Теория матриц. М.: Физматлит, 2004. 581 с.
10. Аронов И.З., Максимова О.В. Теория консенсуса: учеб. пособие. М.: МГИМО (У), 2022.
11. Орлов А.И. Консенсус и истина (комментарий к опубликованной выше статье И.З. Аронова и О.В. Максимовой) // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2017. Т. 83. №3. С. 78-79.
12. Efron B. and Tibshirani R. Statistical data analysis in the computer age. Sci. NewSer. 1991, vol. 253, no. 5018, pp. 390-395.
13. Талеб Н.Н. Рискую собственной шкурой: Скрытая асимметрия повседневной жизни. М.: КоЛибри, Азбука-Аттикус, 2022. 384 с.
14. Майерс Д. Социальная психология. СПб.: Питер, 2019. 277 с.
15. Kerr N.L. Illusions of efficacy: The effects of group size on perceived efficacy in social dilemmas. Journal of Experimental Social Psychology. 1989, no. 25, pp. 287-313.
16. 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, vol. 10, pp. 29-36. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13198-019-00765-1>

References

1. Ibragimova P.A., Aliomarova P.A. Audit of quality management systems at an enterprise. *Regionalnye problemy preobrazovaniya ekonomiki* [Regional Difficulties of Economic Transformation]. 2018;(12):339-346. (In Russ.)
2. Kornilovich V.A., Kholin A.N. Communicative dynamics of small groups: information support for management decisions (on the example of group situational analysis). *Kommunikologiya* [Communicology]. 2017;5(1):99-110. (In Russ.)
3. Newcomb T. *Issledovanie soglasiya. Sotsiologiya segodnya. Problemy i perspektivy. Amerikanskaya burzhuznaya sotsiologiya serediny XX veka* [The study on consent. Sociology today. Difficulties and prospects. American bourgeois sociology of the mid-twentieth century]. Moscow: 1965, 683 p. (In Russ.)
4. Krichevsky R.L., Dubovskaya E.M. *Sotsialnaya psikhologiya maloy gruppy: ucheb. posobie dlya vuzov* [Social psychology of small groups: study guide for universities]. Moscow: Aspect Press, 2001. (In Russ.)
5. Pochebut L.G., Meizhis I.A. *Sotsialnaya psikhologiya* [Social psychology]. Saint Petersburg: Piter, 2010, 462 p. (In Russ.)
6. Shapiro S.I. A mathematical model of small groups (Optimal group size). *Sotsialno-psikhologicheskie voprosy obshchestvennoy aktivnosti shkolnikov i studentov* [Social and psychological issues of social activity of schoolchildren and students]. Kursk: Kursk State Teacher Training Institute, 1971, pp. 38-51. (In Russ.)
7. Polyakova M.A. Features of the use of mathematical models to assess the degree of achieved consensus in the development of standards' requirements]. *Mezhdunarodny nauchno-issledovatel'skiy zhurnal* [International Research Journal]. 2016;(11(53)):104-109. (In Russ.)
8. Polyakova M.A., Danilova Yu.V. The use of mathematical models, when agreeing upon requirements of standards. *Kompetentnost* [Competence]. 2016; (9-10(140-141)):68-72. (In Russ.)
9. Gantmakher F.R. *Teoriya matrits* [Matrix theory]. Moscow: Fizmatlit, 2004, 581 p. (In Russ.)
10. Aronov I.Z., Maksimova O.V. *Teoriya konsensusa: uchebnoe posobie* [Consensus theory: study guide]. Moscow: MGIMO (U), 2022. (In Russ.)
11. Orlov A.I. Consensus and truth. *Zavodskaya laboratoriya. Diagnostika materialov* [Industrial laboratory. Diagnostics of Materials]. 2017;83(3):78-79. (In Russ.)
12. Efron B., Tibshirani R. Statistical data analysis in the computer age. *Science*. 1991;253(5018):390-395.
13. Taleb N.N. *Riskuya sobstvennoy shkuroy: Skrytaya asimmetriya povsednevnoy zhizni* [Risking your own

- skin: The hidden asymmetries of everyday life]. Moscow: KoLibri, Azbuka-Attikus, 2022, 384 p. (In Russ.)
14. Myers D. *Sotsialnaya psikhologiya* [Social psychology]. Saint Petersburg: Piter, 2019, 277 p. (In Russ.)
15. Kerr N.L. Illusions of efficacy: The effects of group size on perceived efficacy in social dilemmas. *Journal of Experimental Social Psychology*. 1989;(25):287-313.
16. 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;10:29-36. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13198-019-00765-1>

Поступила 19.04.2023; принята к публикации 28.04.2023; опубликована 27.06.2023
Submitted 19/04/2023; revised 28/04/2023; published 27/06/2023

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

Аронов Иосиф Зиновьевич – доктор технических наук, профессор МГИМО (У), Москва, Россия.
E-mail: aronoviz48@gmail.com. ORCID 0000-0003-0251-1958

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 Institute of Steel and Alloys), Moscow, Russia. E-mail: o-maximova@yandex.ru. ORCID 0000-0002-0569-8650

Iosif Z. Aronov – DrSc (Eng.), Professor of MGIMO University (Moscow State Institute of International Relations), Moscow, Russia. E-mail: aronoviz48@gmail.com. ORCID 0000-0003-0251-1958