

АЛГОРИТМ РАЗРЕШЕНИЯ СИСТЕМНЫХ КОНФЛИКТОВ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

© 2021 В. А. Чертов, С. И. Сигарев, И. В. Фурсов

Воронежский государственный технический университет (Воронеж, Россия)

На основе положений системной теории конфликта и методов теории неантагонистических игр решается задача разработки алгоритма разрешения системных конфликтов при организации строительных работ. Определяются трехступенчатая система критериев выбора коллективных решений, соответствующая гарантирующим, оптимальным по Парето и равновесным по Нэшу решениям. Описывается структура алгоритма, и указываются особенности его программной реализации.

Ключевые слова: конфликт, организация, критерий, решение, алгоритм.

Введение. За последние годы строительная отрасль России претерпела положительные качественные изменения, что проявилось как в строительных технологиях, так и в сфере организации строительства. Вместе с тем объективным фактором, характеризующим современное состояние строительной отрасли, является значительное увеличение количества системных конфликтов между участниками строительного процесса. В эти конфликты вовлечены заказчики, инвесторы, проектировщики, снабженцы, технологи, представители контролирующих органов, жители прилегающих территорий и т. д. Проявляются они в том, что, несмотря на общность интересов, конкретные проектные и организационные решения участников строительного процесса вводит в противоречие, как с частными интересами партнеров, так и с общей целью коллективной деятельности. Негативный аспект таких конфликтов выражается в том, что деформируется отлаженный ранее механизм организации строительства, нарушается принятый порядок принятия проектных и организационных решений, создаются предпосылки для протекционизма и коррупции, нарушаются строительные нормы и правила, игнорируются экологические нормы, что в итоге не способствует повышению качества возведения, реконструкции и модернизации строительных объектов.

Научному исследованию проблемы урегулирования и разрешения системных конфликтов в различных проблемных областях (экономика, юриспруденция, военное дело) посвящено определенное число работ как у нас в стране [1-4], так и за рубежом [5, 6]. В этих работах вскрываются механизмы возникновения конфликтов этого типа, анализируются их последствия, предлагаются способы урегулирования, формулируются рекомендации по способам снижения их негативных аспектов. Вместе с тем, методическую основу подавляющего большинства исследований в этой области составляют вербальные модели, а сами исследования строятся в основном на гуманитарной парадигме. Математические методы применяются главным образом для решения частных задач типа расчета экономических показателей, рентабельности того или иного проекта, оценки целесообразного объема инвестирования, оптимизации транспортных услуг и т. п. Системный подход декларируется, но реализуется лишь в виде принципов и концепций без привлечения методов математического моделирования, а алгоритм разрешения системных конфликтов при планировании и организации строительных работ до настоящего времени отсутствует. Такое положение сдерживает разработку компьютерных технологий поддержки принятия решений менеджерами строительных предприятий и фирм, воплощающих свои проекты в жизнь в условиях жесткой конкуренции.

Цель статьи заключается в разработке и обосновании алгоритма разрешения системных конфликтов при организации строительных работ на базе положений систем-

Чертов Вячеслав Алексеевич – Воронежский государственный технический университет, канд. техн. наук, доцент, cva.57@yandex.ru.

Сигарев Станислав Игоревич – Воронежский государственный технический университет, аспирант.

Фурсов Илья Вадимович – Воронежский государственный технический университет, аспирант.

ной теории конфликта [7] и методов теории неантагонистических игр [8].

Формулировка задачи. Будем рассматривать процесс организации строительных работ как процесс группового взаимодействия N субъектов, с общей целевой функцией, состоящей в минимизации интегрального отклонения параметров проекта δ_p от заданного целевого состояния на интервале времени $[t, t+T]$. Иными словами, оптимальными считаются такие проектные и организационные решения $u_i (i = \overline{1, N})$, при которых:

$$\delta_p(u_i, r_i, \|c_{ij}(t)\|, t) \Big|_t^{t+T} \rightarrow \min_{\substack{u_i \in U_i, \\ r_i \in R_i}}; i, j = \overline{1, N}, i \neq j, (1)$$

где U_i – множество допустимых проектных и организационных решений; r_i – ресурсы, затрачиваемые участниками строительных работ на их выполнение; R_i – максимально возможные объемы ресурсов, которыми располагают участники строительных работ; $\|c_{ij}(t)\|$; $i, j = \overline{1, N}; i \neq j$ – симметричная матрица, коэффициенты которой характеризуют типы взаимоотношений участников работ

$$c_{ij} = \begin{cases} +1, 0 - \text{содействие}; \\ +0, 5 - \text{частичное содействие}; \\ 0 - \text{отсутствие влияния}; \\ -0, 5 - \text{частичное противодействие}; \\ -1, 0 - \text{противодействие}; \end{cases}$$

Сформулированная выше задача, по существу, является классической задачей оптимального решения. Однако в условиях системного конфликта ее строгое решение связано с двумя основными трудностями. Во-первых, в случае, когда знаковая структура матрицы $\|c_{ij}(t)\|$ неоднородна (что характерно при организации реальных строительных работ) задача (1) не имеет строгого решения, поскольку не все участники работ будут следовать общей целевой функции, преследуя свои локальные интересы. Во-вторых, при организации строительства в условиях конфликта интересов участникам работ приходится выбирать одну из четырех возможных линий поведения: а) разрешить конфликт (в содействии это означает достижение цели на основании некоторого соглашения, в противодействии – подчинение старшему); б) отказаться от урегулирования конфликта (в содействии – перейти /к нейтралитету, в противодействии – отказаться от собственных интересов);

в) доопределить конфликт (в содействии – взять тайм-аут, в противодействии – установить временное перемирие); г) усложнить конфликт (в содействии – сообщить партнерам дополнительную информацию, которая ранее не учитывалась при оценке обстановки, в противодействии – сделать ход, вызывающий осложнения, в надежде, что партнеры в них не разберутся). Очевидно, что последствия этих различных по существу линий поведения вынуждают изменять вид функционала $\delta_p(u_i, r_i, c_{ij}) \Big|_t^{t+T}$ в зависимости от того, какая линия реализуется на данном этапе производства работ, и задача оптимизации (1) теряет свою определенность.

Указанное предопределяет необходимость изыскания особого алгоритма решения задачи (1), позволяющего, с одной стороны, поспушиться оптимальностью в ее классическом математическом понимании, но, с другой стороны, более полно и адекватно отразить природу и сущность группового конфликта, то есть учесть отмеченные выше особенности. Рассмотрим один из возможных вариантов такого алгоритма.

Теоретические положения. Каждый участник строительных работ, стремясь соблюсти свои интересы, не может не считаться с интересами других участников. Поэтому жизнеспособными будут лишь такие коллективные решения, которые в определенной мере выгодны каждому участнику проекта. На практике это достигается путем ведения переговоров по спорным вопросам. При этом желание участников строительства сесть за стол переговоров возникает лишь в случае примерного равенства сил и возможностей каждого из них. Формально это выражается в том, что: а) ни у одного участника нет реальных личных решений, реализация которых ведет к подавляющему преимуществу перед партнерами в смысле получения безусловной выгоды в любых условиях; б) каждый участник предполагает хотя бы частичную совместимость собственных интересов с интересами других участников; в) став на путь переговоров, каждый участник исходит из того, что он может приобрести выгоду, по крайней мере, не меньшую, чем при отсутствии всякого соглашения.

Очевидно, что выгодность или невыгодность коллективного решения – понятие субъективное, зависящее от того, с чем его сравнивать. Следовательно, до начала переговоров каждому участнику необходимо определить некое личное решение, отталки-

ваясь от которого можно делать заключения о выгодности (невыгодности) коллективных решений. Иными словами, в процессе переговоров каждому участнику придется так или иначе поступиться частью своих интересов, но при этом надо знать уровень, опускаться ниже которого не имеет смысла. Предположим, что один из участников вообще отказался от всяких отношений с партнерами и решил действовать самостоятельно. Какое личное решение ему выбрать и на какой результат он может рассчитывать? Поскольку, отказавшись от контактов с партнерами, он ничего не знает об их намерениях, то единственная надежная линия его рационального поведения должна исходить из следующих соображений: а) партнеры создадут ему наихудшие условия для достижения личных целей, и будут правы, поскольку он сам отказался от переговоров; б) в этих условиях ему следует вести себя так, чтобы приобрести максимально возможную выгоду, то есть выбрать такое решение, реализация которого обеспечит максимум выгоды из того минимума, что предоставили ему партнеры.

Следуя терминологии теории неантагонистических игр [8], решения, выбранные исходя из указанных выше соображений, будем называть гарантирующими, а получаемая при их реализации выгода $\Omega_i(u_i^*)$ – гарантированной выгодой:

$$\Omega_i(u_i^*) = \max_{u_i \in U_i} \min_{u_j \in U_j} \Omega_{ij}(u_1, u_2, \dots, u_N), \quad (2)$$

где $\Omega_{ij}(u_1, u_2, \dots, u_N)$ – функции выгоды участников строительства.

Во всем дальнейшем изложении будем предполагать, что в качестве возможных вариантов коллективных решений обсуждаются лишь решения, приносящие участникам выгоду не меньшую, чем гарантированная. В противном случае вообще нет необходимости в переговорах и соглашениях, поскольку выгода, которую может получить каждый из них, все равно не может быть повышена. Иными словами, проводя переговоры, каждый участник располагает решениями $u_i^* \in U_G$, которые, в худшем случае, обеспечивают ему некую минимально возможную выгоду. Разумеется, отдельные участники могут на тех или иных основаниях претендовать и на большее, чем гарантированная выгода, что приведет к дальнейшему сужению области возможных компромиссов.

Для выбора наилучшего коллективного решения будем использовать модифицированный критерий Парето:

$$\left[\forall_N \Omega_i(u_i^{**}) \geq \Omega_i(u_i^*) \right] \wedge \left[\sum_{i=1}^N \Omega_i(u_i^{**}) > \sum_{i=1}^N \Omega_i(u_i^*) \right], \quad (3)$$

суть которого состоит в том, что лучшим будет то коллективное решение $u_i^{**} \in U_p$ при котором выгода каждого участника будет не меньше, чем гарантированная, а суммарная выгода всего коллектива будет большей, чем при реализации гарантирующих решений.

После выбора коллективных решений по критерию (3) стороны могут нарушить достигнутые договоренности, что неоднократно наблюдается при организации строительных работ. В результате найденные решения окажутся неустойчивыми и процесс организации строительства вместо планового войдет в переходное, слабо контролируемое состояние. Повысить устойчивость коллективных решений можно разнообразными способами. Очевидный способ состоит в лишении участников строительства права менять свои решения после заключения соглашения, передав это право, например, руководству строительством. Но такое ущемление прав вряд ли можно считать реалистическим – по сути, это уход от проблемы, нежели ее решение. В связи с этим возникает необходимость нахождения условий, которые, будучи принятыми, и сами по себе обеспечивали устойчивость соглашений. Для этого можно воспользоваться критерием равновесия Нэша, выразив его в виде:

$$\forall_N \Omega_i(u_i^{***}) \geq \Omega_i(u_i, u_j^{***}); i \neq j, \quad (4)$$

который означает, что решения u_i^{***} из числа оптимальных по Парето u_i^{**} будут устойчивыми, если их изменение с u_i^{***} на u_i не выгодно ни одному участнику $i (i = \overline{1, N})$.

Множество решений $u_i^{***} \in U_N$ может оказаться пустым ($U_N = 0$). В этом случае необходимо таким образом организовать переговоры, чтобы каждый из его участников сообщал партнеру не только свой текущий выбор, но и как он будет реагировать на его решения, и, более того, гарантировать неизменность своей реакции. Как показано в [8], в этом случае может быть уравновешена пара любых решений u_i и u_j прежней ситуации, удовлетворяющая критерию:

$$\forall_N \left\{ \left[\beta_{ij} \leq \Omega_i(u_i, u_j) \leq \alpha_{ij} \right] \wedge \left[\alpha_{ji} \leq \Omega_j(u_i, u_j) \leq \beta_{ji} \right] \right\}, \quad (5)$$

где

$$\alpha_{ij} = \max_{u_i} \min_{u_j} \Omega_i(u_i, u_j);$$

$$\beta_{ij} = \min_{u_i} \max_{u_j} \Omega_j(u_i, u_j);$$

$$\alpha_{ji} = \max_{u_j} \min_{u_i} \Omega_j(u_i, u_j);$$

$$\beta_{ji} = \min_{u_j} \max_{u_i} \Omega_i(u_i, u_j).$$

Структура алгоритма. Разработанный с учетом приведенных положений, алгоритм разрешения системных конфликтов при организации строительных работ, представлен на рисунке 1.

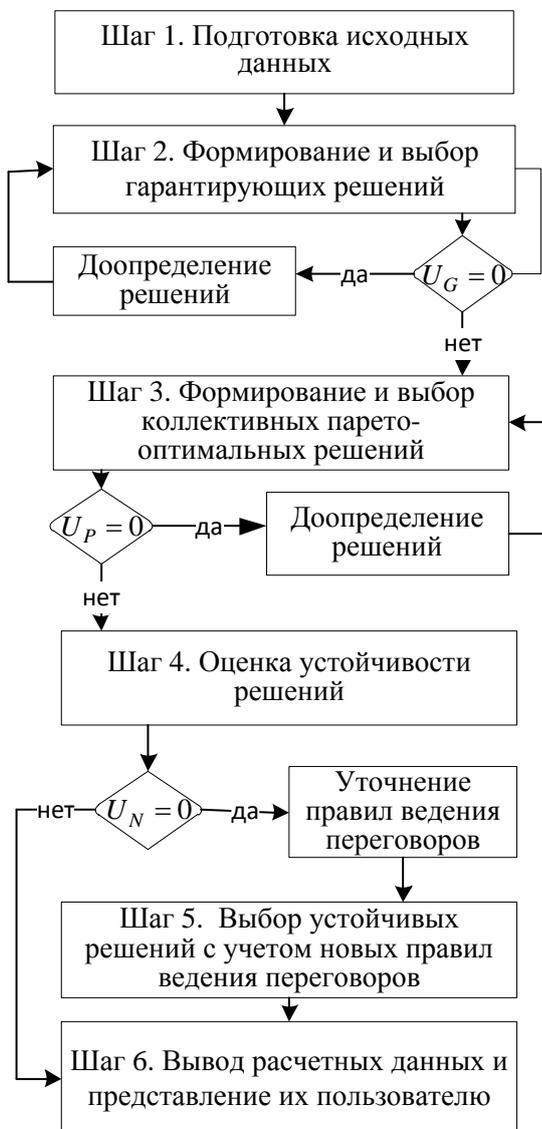


Рисунок 1. Алгоритм разрешения системных конфликтов при организации строительных работ.

В соответствии с этим алгоритмом расчеты проводятся пошагово.

Шаг 1. Подготовка исходных данных.

Шаг 2. Формирование и выбор вариантов гарантирующих решений $u_i^* \in U_G$ по критерию (2). Если окажется, что множество таких решений хотя бы для одного участника пусто $U_G = 0$, то производится их доопределение и возврат к шагу 2.

Шаг 3. Формирование и выбор вариантов коллективных парето-оптимальных решений по критерию (3). Если окажется, что множество таких решений пусто $U_P = 0$, то производится их доопределение и возврат к шагу 3.

Шаг 4. Оценка устойчивости решений по критерию (4). Если окажется, что множество таких решений пусто $U_N = 0$, то производится уточнение правил ведения переговоров и переход к шагу 5.

Шаг 5. Выбор устойчивых вариантов решений с учетом новых правил ведения переговоров.

Шаг 6. Вывод расчетных данных и представление их пользователю.

Пример выходного интерфейса представлен на рисунке 2.

Исполнители	Перечень принимаемых решений	Допустимые варианты решений
Руководитель	U1	{u1j}
Служба снабжения	U2	{u2j}
Производственная служба	U3	{u3j}
...
Финансовая служба	UN-1	{uN-1j}
Служба охраны	UN	{uNj}

Рисунок 2. Выходной интерфейс алгоритма разрешения системных конфликтов при организации строительных работ.

Реализация алгоритма. Программно алгоритм исполнен в интегрированной среде TURBO PASCAL с применением процедур и функций VISUAL BASIC и C++, ориентированных на создание приложений под управлением Windows 10: тип – интерактивный, информационно-расчетный; требования к компьютеру – процессор 2,8ГГц, 512 MB RAM, CD ROM, ОС Windows 10 32-bit SP1, Office 2010, Access 2010; количество программных блоков – 560 с объемом – 980 MB; форма отображения данных – тексто-

вая, табличная; тип базы данных – реляционная на основе Access 2010; сервисы – защита от несанкционированного доступа, обучение, подключение к локальной сети.

Заключение. Разработанный алгоритм позволяет провести анализ системы решений, принимаемых должностными лицами в процессе организации строительства и выработать рекомендации по устранению конфликта между ними. Он построен на основе положений системной теории конфликта и методов теории неантагонистических игр и может найти применение в строительных объединениях и фирмах, осуществляющих планирование и организацию строительства сложных объектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кабушкин Н. И. Основы менеджмента: учеб. пособ. для вузов / Н. И. Кабушкин; 5-е изд., перераб. – Минск: Новое издание, 2010. – 336 с.
2. Шипунов В. Г. Основы управленческой деятельности: учебник / В. Г. Шипунов,

Е. Н. Кишкель. – М.: Высшая школа, 2010. – С. 304.

3. Вершинин М. С. Конфликтология. Конспект лекций: учебник / В. А. Михайлова, М. С. Вершинин. – СПб, 2010. – 296 с.

4. Анцупов А. Я. Конфликтология / А. Я. Анцупов, А. И. Шипилов, – М.: ЮНИТИ. – 1999.

5. Мастенбрук У. Управление конфликтными ситуациями и развитие организации / У. Мастенбрук. – М.: Инфо-М, 1996. – 340 с.

6. Мескон М. Х. Основы менеджмента: Пер. с англ. / М. Х. Мескон, М. Альберт, Ф. Хедоури. – М.: Вильямс, 2009. – 700 с.

7. Модели управления конфликтами и рисками: монография / Баркалов С. А., Новиков Д. А., Новосельцев В. И. и др.; под ред. член-корреспондента РАН Д. А. Новикова. – Воронеж: Научная книга, 2008. – 495 с.

8. Гермейер Ю. Б. Игры с непротивоположными интересами / Ю. Б. Гермейер. – М.: Наука, 1976. – 327 с.

ALGORITHM FOR RESOLVING SYSTEM CONFLICTS IN THE ORGANIZATION OF CONSTRUCTION WORKS

© 2021 V. A. Chertov, S. I. Sigarev, I. V. Fursov

Voronezh State Technical University (Voronezh, Russia)

On the basis of the provisions of the system theory of conflict and the methods of the theory of non-antagonistic games, the problem of developing an algorithm for resolving system conflicts in the organization of construction works is solved. A three-stage system of criteria for selecting collective solutions corresponding to guaranteeing, Pareto-optimal, and Nash-equilibrium solutions is determined. The structure of the algorithm is described, and the features of its software implementation are indicated.

Keywords: conflict, organization, a criterion, the solution algorithm.