

УДК 004.42:519.688:519.81

Н.И. Калита, И.В. Балабанов

*Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков*

## МОДЕЛЬ МНОГОФАКТОРНОГО ВЫБОРА КОМАНДЫ ПРОЕКТА С УЧЕТОМ МЕЖЛИЧНОСТНЫХ ОТНОШЕНИЙ

*Предложена математическая модель определения оптимального состава команды проекта, где критерием эффективности является обобщенная полезность (привлекательность) команды, учитывающая уровень профессионализма и личностные качества претендентов. В модели не является обязательным значение на одну работу одного претендента.*

**Ключевые слова:** эффективная команда проекта, функциональные роли, личностные черты, социометрические индексы, функция полезности, транспортная задача.

### Введение

**Анализ литературы.** Один из этапов организации работы над проектом в какой-либо сфере деятельности – это формирование команды проекта, которая является основным элементом его структуры, поскольку именно она обеспечивает реализацию замысла проекта. Задачи, которые необходимо при этом решить – это, во-первых, как сформировать команду, а во-вторых, обеспечить эффективность ее работы [1].

Под формированием и созданием команды в общем случае понимается процесс целенаправленного "построения" особого способа взаимодействия людей в группе (команде), позволяющего эффективно реализовывать их профессиональный, интеллектуальный и творческий потенциал в соответствии со стратегическими целями данной группы (команды). Команда в этом случае определяется как группа людей, взаимодополняющих и взаимозаменяющих друг друга в ходе достижения поставленных целей [2].

На эффективность работы команды влияют такие факторы как [3]: количество членов команды, их квалификация, распределение функциональных и командных ролей, уважение профессиональных качеств членов группы, согласованная спецификация проекта.

Количество членов команды определяется, как правило, типом и объемом работы, которую необходимо выполнить. Подбор людей в команду осуществляется, исходя из имеющихся у них навыков, знаний и опыта. Но для достижения командной эффективности важны не только навыки, знания и опыт, но в равной степени личные качества и личностные характеристики членов команды. Когда люди работают в составе одной группы или команды, каждый из них выполняет роли двух типов: функциональную, базирующуюся на профессиональных навыках и практическом опыте, и командную, в основе которой лежат личностные особенности. Степень выраженности указанных качеств предопределяет те или иные роли членов команды в проекте [4]. Командную роль можно рассматривать как характеристику качества применения индивидуальных навыков и опыта, составляющих содержание

выполняемой функциональной роли. Функциональные роли относятся к должностным обязанностям и охватывают навыки и умения, знания и опыт.

На проекте один член команды может выступать одновременно в нескольких ролях, что часто встречается на небольших проектах и позволяет снизить накладные расходы проекта. Но не все роли можно совмещать, поскольку подобное совмещение может затруднить контроль и оценку результатов проекта [5].

Команды могут быть однородные и неоднородные. В однородной команде члены команды выполняют однотипные функции, и при формировании такой команды основной задачей является распределение объемов работ между исполнителями. В неоднородной команде ее члены выполняют различные функции, причем каждый член команды в общем случае характеризуется определенными эффективностями реализации тех или иных функций [6]. Проектные команды относятся к неоднородным командам, где члены команды выполняют различные роли.

Для оценки эффективности проектной команды можно использовать общепринятые критерии эффективности любой организационной структуры, однако специфические черты, присущие только команде, обуславливают необходимость учета как профессиональных качеств исполнителей, так и организационно-психологического климата их совместной деятельности. Проблема формирования команды сначала была предметом исследования в психологии, социологии и менеджменте [2, 3, 7 – 9], однако с развитием и внедрением информационных технологий возникла необходимость в использовании не только неформальных методов для исследования и формирования команды, но и основанных на математических моделях и методах.

**Цель статьи:** разработка модели формирования эффективной команды проекта на основе формальных подходов к комплексной оценке профессиональных качеств и межличностных отношений, что в конечном результате позволит снизить затраты на выполнение проекта.

## Состояние проблемы и постановка задачи

К настоящему времени теория формирования проектных команд получила бурное развитие и наряду с методами, основанными на исследовании межличностных отношений (социометрия, деловые игры, психологическое тестирование) [2, 3, 6, 8] разработаны формальные методы, использующие задачи о назначении и о «ранце» [11, 12], что соответствует природе задачи, а также рефлексивные и теоретико-игровые модели. Первая группа методов позволяет количественно оценить такие показатели вариантов команды, как взаимные симпатии и антипатии, групповой статус, ролевой состав и на основе полученных показателей выработать рекомендации по персональному составу команды. При этом, однако, не учитывается распределение функциональных ролей между претендентами. Анализ второй группы методов показал, что с помощью моделирования решаются задачи как на этапе формирования команды, так и на этапе ее работы над проектом. Задачи о назначении охватывают широкий класс оптимизационных задач: это задачи формирования состава команд, задачи распределения функций (ролей) в неоднородных командах и задачи распределения объемов работ [2]. В [6] перечисленные три типа задач взаимосвязаны и решаются «циклически» – для формирования состава команды определяются функции претендентов в команду; а для оптимального распределения функций вначале определяется объем работ данному претенденту в рамках той или иной функции. В [11] задача формирования команды проекта сводится к минимизации затрат на оплату труда исполнителей при условии выполнения всех работ в заданные сроки, и решается как задача о «ранце». В этих работах не учитываются показатели межличностных отношений. Очевидно, что только комплексный учет ролевых особенностей проектной команды, личностных и профессиональных качеств претендентов, их межличностных отношений обеспечит выбор наиболее эффективной команды проекта.

Рассмотрим задачу формирования неоднородной команды проекта в такой постановке. Для выполнения проекта определено множество различных функциональных ролей (должностей)  $Y = \{y_j\}$ ,  $j = \overline{1, m}$ . Количественный состав команды определяется объемом работ, предусмотренным проектом. Будем полагать, что объемы работ распределены между функциональными ролями. Ролевой состав команды и количество исполнителей каждой роли определяется менеджером проекта для каждого конкретного проекта. Например, IT-проект предполагает роли: руководитель проекта, архитектор, бизнес-аналитик, системный аналитик, разработчик, администратор ИС, тестировщик, менеджер по качеству, технический писатель. Одна роль может исполнять-

ся несколькими специалистами, но, в свою очередь, один и тот же специалист может совмещать различные роли с учетом ограничений на совмещение.

Известны также множества претендентов  $X_j = \{x_{ij}\}$ ,  $i = \overline{1, n}$ , на каждую  $j$ -ю роль. При этом некоторые элементы  $x_{ij}$  могут быть включены в несколько множеств претендентов (претендуя на различные роли в команде проекта). Каждый претендент  $x_{ij} \in X_j$  описывается множеством профессиональных  $K(y_j) = \{k_u(y_j)\}$ ,  $u = \overline{1, U}$  и личностных  $L(x_{ij}) = \{l_v(x_{ij})\}$ ,  $v = \overline{1, V}$  качеств (характеристик). Для определенности будем полагать, что значения  $k_u(x_{ij})$ ,  $u = \overline{1, U}$ , и  $l_v(x_{ij})$ ,  $v = \overline{1, V}$  известны и заданы в виде количественных оценок. Эти значения могут быть получены специалистами по персоналу методами, принятыми в данной предметной области, например, в результате обработки психологических тестов, тестов на профессиональные знания и навыки и т.п.

Каждая функциональная роль  $y_j$  характеризуется множеством профессиональных  $K^*(y_j) = \{k_u^*(y_j)\}$  и личностных  $L^*(y_j) = \{l_v^*(y_j)\}$  требований, которым должны удовлетворять претенденты  $x_{ij}$ , и в соответствии с которыми осуществляется выбор оптимальных исполнителей на роли  $y_j$ ,  $j = \overline{1, m}$ . Профессиональные требования описывают уровень знаний, умений и навыков для функциональной роли. Личностные качества включают, например, степень ответственности, способность самостоятельно принимать решения, умение работать в условиях плотного графика, системное мышление, способность работать в условиях рисков и неопределенностей, лидерские качества, организационные и мотивационные навыки, дисциплинированность и организованность, навыки работы в команде, аналитический подход, способность к эффективному общению (устному и письменному), креативность. Для различных командных ролей (например, лидер, исполнитель, контролер) требования к личностным качествам различны. К началу формирования команды значения критериев из требований  $K^*(y_j)$  и  $L^*(y_j)$  известны и могут быть заданы количественными оценками.

Необходимо сформировать команду проекта  $c^0 = \langle x_{ij} \rangle_{j=\overline{1, m}}$ , имеющую максимальную эффективность на всех возможных вариантах команд  $c^0 = \arg \max_{c \in C} P(c)$  при достаточном групповом взаимодействии, где  $P(c)$  – комплексный критерий, учитывающий личностные и профессиональные качества претендентов в формируемой команде проекта.

### Синтез модели и метода решения задачи

Решение задачи формирования команды проекта с учетом комплекса требований к профессионализму и качеству межличностных отношений осуществляется в два этапа. На первом этапе из множеств претендентов  $X_j$  на роли  $y_j$  выбираются оптимальные исполнители функциональных ролей с учетом личностных качеств, а на втором этапе оцениваются показатели их межличностных отношений.

Задача первого этапа рассмотрена в [13]. Под оптимальным исполнителем  $x_{ij}^*$  роли  $y_j$  понимается такой претендент  $x_{ij}$  из множества  $X_j$ , который имеет максимальную привлекательность (полезность)  $P_j(x_{ij})$   $x_{ij}^* = \arg \max_{x_{ij} \in X_j} P_j(x_{ij})$ . Привлекательность  $P_j(x_{ij})$  каждого претендента  $x_{ij}$  на  $j$ -ю роль определим как аддитивную функцию полезности, которая учитывает наличие и степень развития его профессиональных  $K(x_{ij})$  и личностных  $L(x_{ij})$  характеристик. Если претендент  $x_{ij}$  на роль  $y_j$  имеет достаточные для требований  $K^*(y_j)$  и  $L^*(y_j)$  характеристики, то он участвует в отборе, если же у него отсутствует хотя бы одна характеристика, он исключается из претендентов на исполнение данной роли.

Для различных функциональных ролей  $y_j$  профессиональные и личностные качества претендентов имеют различный вес, поэтому введем для них весовые коэффициенты  $a_K$  и  $a_L$  соответственно. Кроме того, и профессиональные качества  $k_u(x_{ij})$ ,  $u = \overline{1, U}$ , и личностные  $l_v(x_{ij})$ ,  $v = \overline{1, V}$  при оценке претендентов в различных проектах могут иметь разную важность. Следовательно, этот факт также необходимо учесть, используя соответствующие весовые коэффициенты важности  $q_u$  и  $q_v$ . Тогда привлекательность  $i$ -го претендента на  $j$ -ю функциональную роль определяется как

$$P_j(x_{ij}) = a_K \sum_{u=1}^U q_u k_u(x_{ij}) + a_L \sum_{v=1}^V q_v l_v(x_{ij}) \quad (1)$$

с учетом ограничений

$$k_u(x_{ij}) \geq k_u^*(y_j), \quad j = \overline{1, m}, \quad (2)$$

$$l_v(x_{ij}) \geq l_v^*(y_j), \quad j = \overline{1, m}. \quad (3)$$

Если какое-либо из условий (2) или (3) не выполняется, то привлекательность  $P_j(x_{ij}) = 0$ .

Введем булеву переменную

$$z_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } i\text{-й претендент назначается} \\ & \text{на } j\text{-ю роль в команде,} \\ 0, & \text{иначе.} \end{cases}$$

и тогда математическая модель формирования эффективной команды проекта имеет вид:

$$P(c) = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n z_{ij} P_j(x_{ij}) \rightarrow \max_{x \in X} \quad (4)$$

при ограничениях

$$\sum_{j=1}^m z_{ij} = A_i, \quad i = \overline{1, n}, \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^n z_{ij} = B_j, \quad j = \overline{1, m}. \quad (6)$$

В (5) – (6) значения  $A_i$  и  $B_j$  задаются по результатам решения задачи распределения объемов работ и означают, что некоторые претенденты могут быть назначены на более чем одну должность и на некоторые должности может быть назначено несколько исполнителей.

Функция полезности вида (1) требует, чтобы значения частных критериев  $k_u(x_{ij})$ ,  $l_v(x_{ij})$  имели одинаковый интервал изменения, были безразмерны, и большее значение было бы наилучшим. Поэтому в общем случае значения указанных частных критериев в приведенной модели пронормированы по формуле вида [14]:

$$p[k_i(x)] = \left( \frac{k_i(x) - k_{i_{\text{нх}}}}{k_{i_{\text{нл}}} - k_{i_{\text{нх}}}} \right)^\alpha,$$

где  $k_{i_{\text{нх}}}$ ,  $k_{i_{\text{нл}}}$  – соответственно наихудшее и наилучшее значения частного критерия  $k_u(x_{ij})$ ,  $u = \overline{1, U}$ , и частного критерия  $l_v(x_{ij})$ ,  $v = \overline{1, V}$ , на всем множестве претендентов  $X_j$ ;  $\alpha_i$  – показатель нелинейности;  $p[k_i(x)]$  имеет смысл полезности частного критерия. Также весовые коэффициенты  $q_u$  и  $q_v$  удовлетворяют требованиям  $\sum_{u=1}^U q_u = 1$ ,  $0 \leq q_u \leq 1$ ,  $\sum_{v=1}^V q_v = 1$ ,  $0 \leq q_v \leq 1$ , и их значения могут быть определены различными методами [14].

Структура межличностных отношений в группе выявляется путем фиксации взаимных чувств симпатии и неприязни в матрицах предпочтительных контактов [3, 9]. Как количественные оценки используем индивидуальные и групповые индексы:

– индекс положительного социометрического статуса:  $S_i^+ = \sum_{i=1}^N R_i^+ / (N-1)$ , где  $R_i^+$  – полученные

$i$  – членом симпатии,  $N$  – число членов группы;

– индекс отрицательного социометрического статуса (отвержения):  $S_i^- = \sum_{i=1}^N R_i^- / (N-1)$ , где  $R_i^-$  –

все полученные  $i$ -членом антипатии.

– общий индекс социометрического статуса, характеризующий объем взаимодействия:

$$S_i = \sum_{i=1}^N (R_i^+ - R_i^-) / (N-1);$$

– индекс групповой сплоченности (психологической взаимности)  $I_{гр} = (ВП-ВО)/(N(N-1))$ , где ВП – число взаимных симпатий в группе; ВО – число взаимных антипатий в группе;

– индекс взаимности

$$I_{взаим} = ВП/(N(N-1)).$$

Если все значения групповых индексов и медиан индивидуальных индексов удовлетворяют принятым граничным значениям, то вариант команды проекта  $c^0 = \langle x_{ij} \rangle_{j=1,m}$ , сформированный по модели (4) – (6), является наилучшим. В противном случае из множеств  $X_j$  необходимо исключить претендента  $x_{ij}$ , имеющего наихудшие значения индивидуальных социометрических индексов и задачу (4) – (6) решить заново.

## Выводы

Выполнен анализ понятия команды проекта, определены факторы, обуславливающие ее эффективность, показана важность и актуальность решения проблемы ее формирования.

На основе анализа предложенных ранее подходов сформулирована постановка задачи исследования, в которой требуется определить на множестве претендентов и вариантов команд оптимальную команду исполнителей.

Предложена новая модель выбора оптимальной команды проекта, учитывающая множества различных факторов.

Реализация предложенной модели и метода формирования команды исполнителей в любой сфере деятельности позволит обеспечить требуемое качество выполнения проекта.

Дальнейшие исследования связаны с формализацией условий совместимости различных ролей исполнителей.

## МОДЕЛЬ БАГАТОФАКТОРНОГО ВИБОРУ КОМАНДИ ПРОЕКТУ З УРАХУВАННЯМ МІЖОСОБИСТІСНИХ ВІДНОСИН

Н.І. Калита, І.В. Балабанов

*Розглядається синтез математичної моделі формування оптимальної команди проекту, яка враховує вимоги до професійних і особистісних якостей претендентів при призначенні їх на певні посади в проекті.*

**Ключові слова:** ефективна команда проекту, функціональні ролі, особові риси, соціометричні індекси, функція корисності, транспортне завдання.

## MULTIFACTOR MODEL SELECTION OF THE PROJECT TEAM WITH THE INTERPERSONAL RELATIONSHIPS

N.I. Kalita, I.V. Balabanov

*The synthesis of a mathematical model of the formation of the optimal project team, taking into account the requirements of professional and personal qualities of candidates for appointing them to certain positions in the project.*

**Keywords:** effective command of project, functional roles, personality lines, sociometric indexes, function of utility, transport task.

## Список литературы

1. Управление проектами: Учебное пособие / Под ред. И.И. Мазура. – М.: Омега-Л, 2004. – 664 с.
2. Паркер Г. Формирование команды / Г. Паркер, 3. Кролл. – СПб.: Питер, 2003. – 560 с.
3. Карякин А.М. Командная работа: основы теории и практики / А.М. Карякин. – Иваново: Иван. гос. энерг. ун-т, 2003. – 136 с.
4. Белбин Р.М. Типы ролей в командах менеджеров: Пер с англ. / Р.М. Белбин. – М.: Гиппо, 2003. – 216 с.
5. Баркер А. Как еще лучше ... управлять людьми: Пер. с англ. / А. Баркер. – М.: ФАИР-Пресс, 2002. – 272 с.
6. Новиков Д.А. Математические модели формирования и функционирования команд / Д.А. Новиков – М.: ПМСОФТ, 2007. – 140 с.
7. Мескон М. Основы менеджмента: Пер. с англ. / М. Мескон. – М.: Дело, 1999. – 800 с.
8. Минцберг Г. Структура в кулаке: создание эффективной организации: Пер. с англ. / Г. Минцберг. – СПб.: Питер, 2004. – 512 с.
9. Управление персоналом организации. Практикум: / Под ред. А.Я. Кибанова. – М., ИНФРА-М, 2002. – 296 с.
10. Карташов А.Ю. Алгоритмическая модель формирования команды проекта с учетом специфики решаемых задач и межличностных отношений / А.Ю. Карташов, М.С. Мазорчук, И.Н. Бабак // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. – Х., НАУ ХАИ, 2009. – №42. – С. 275-279.
11. Стрельчук Е.А. Прецедентный подход в формировании компетентного резерва / Е.А. Стрельчук, Д.А. Лысенко, И.В. Шостак, Е.Г. Кириленко // Радиоелектронні і комп'ютерні системи. – Х.: НАКУ «ХАИ», 2010. – №2 (43). – С. 139-143.
12. Галинская Е.А. Модель минимизации затрат при формировании команды информационного проекта / Е.А. Галинская, А.И. Половинкина, Е.Л. Рентеева // Управление большими системами, 2006. – Вып. 14. – С. 29-33.
13. Калита Н.И. Синтез модели многофакторного оценивания эффективности команды проекта / Н.И. Калита, А.В. Гурина // Бионика интеллекта: науч.-техн. журнал, 2011. – № 3 (77). – С. 70-73.
14. Петров Э.Г. Методы и средства принятия решений в социально-экономических системах / Э.Г. Петров, М.В. Новожилова, И.В. Гребенник, Н.А. Соколова. – Херсон: ОЛДИ-плюс, 2003. – 380 с.

Поступила в редколлегию 4.02.2013

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. В.В. Бескоровайный, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков.