

Моделирование самоорганизующихся команд в научной среде

Т.В. Вознесенская^a

E-mail: tvoznesenskaya@hse.ru

Ф.В. Краснов^b

E-mail: krasnov.fv@gazprom-neft.ru

Р.Э. Яворский^a

E-mail: ryavorsky@hse.ru

П.В. Чеснокова^c

E-mail: chepolina27@gmail.com

^a Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
Адрес: 101000, г. Москва, ул. Мясницкая, д. 20

^b ООО «Газпромнефть НТЦ»
Адрес: 190000, г. Санкт-Петербург, наб. реки Мойки, д. 75–79, литер Д

^c Группа компаний ЛАНИТ
Адрес: 129075, Москва, Мурманский проезд, д. 14, к. 1

Аннотация

В статье представлены результаты исследований, целью которых является моделирование и анализ эффективности работы научно-технического центра. Основное внимание уделено процессу самоорганизации проектной команды (группы соавторов) в ходе выполнения проекта (написания научной статьи), при котором инициатива создания команды исходит от одного из ее членов. В работе описана формальная модель указанного процесса на основе компетентностного подхода, учитывающая типы решаемых задач и наличие у сотрудников необходимых умений и навыков. Представлены результаты имитационного моделирования в среде AnyLogic, а также перечислены открытые вопросы.

Профиль компетенции каждого сотрудника описан в виде вектора, в котором каждая координата характеризует уровень его владения соответствующим навыком. Вектор, описывающий профиль компетенций команды, получается в результате простого сложения профилей компетенций участников. Предложенная модель предполагает, что каждая задача требует определенного набора компетенций. При этом в качестве критериев, на основе которых сотрудник принимает решение о присоединении к команде, выступают список компетенций и профессиональный опыт. Логика принятия решений на разных этапах формирования команды моделируется функциями. Очередность, в которой выбираются сотрудники для применения следующего шага алгоритма, реализуется вероятностно. Для калибровки профиля компетенций члена команды были использованы внутренние данные о квалификации сотрудников научно-технического центра «Газпромнефть НТЦ».

Построенная модель является основой для дальнейших исследований процесса образования и функционирования проектных команд в научной среде, а также разработки методики оценки эффективности деятельности научных коллективов. Она позволяет прогнозировать потребность в кадрах с теми или иными компетенциями, планировать мероприятия по повышению квалификации сотрудников и укреплению связей в коллективе.

Ключевые слова: информационная модель команды; имитационное моделирование; характеристики научно-исследовательской деятельности; наукометрия; организационная гипотеза.

Цитирование: Вознесенская Т.В., Краснов Ф.В., Яворский Р.Э., Чеснокова П.В. Моделирование самоорганизующихся команд в научной среде // Бизнес-информатика. 2019. Т. 13. № 2. С. 7–17.
DOI: 10.17323/1998-0663.2019.2.7.17

Введение

Вопросы эффективности исследовательских проектов и влияющих на нее факторов рассматриваются во многих работах (например, [1–4]). Как правило, в этих публикациях научный коллектив рассматривается как «черный ящик», производящий научные результаты. Оценка его эффективности производится только на основе получаемых результатов, в то время как внутренняя структура исследовательской группы обычно не учитывается. Самоорганизующиеся команды подробно изучены в работе [5]. Отдельно исследуются мотивирующие факторы [4] и факторы, влияющие на результативность [3]. Вопросы моделирования и анализа командной работы активно исследуются с середины XX века [6–8]. Формальное описание профиля компетенций – это также тема многочисленных исследований и публикаций (например, [8, 9]).

В данной работе предложен подход к моделированию процесса образования команд на основе компетенций, для повышения эффективности управления научной деятельностью¹. Авторы ограничились упрощенной моделью, в рамках которой предполагается существование фиксированного набора определенных навыков. При этом профиль компетенций каждого сотрудника можно описать в виде вектора значений, в котором каждая координата описывает уровень его владения соответствующим навыком. Вектор, описывающий профиль компетенций команды, получается в результате простого сложения профилей компетенций участников. Такая модель возникает, если измерять уровень компетенций производительностью при выполнении соответствующего типа задач. Тогда естественно предполагать, что при совместной работе в команде производительность участников складывается. Аналогичным вектором можно также описать профиль задачи. Для подготовки и проведения научного исследования с учетом ограничения по времени требуется определенный уровень производительности для каждого типа задач. Строгое математическое описание данной модели приведено в разделе 2.

Статья имеет следующую структуру. В разделе 1 приведено неформальное описание модели компетенций и процесса формирования команды соавторов. Раздел 2 содержит математические определения и алгоритм формирования команды. Вычислительный эксперимент и его результаты описаны в разделе 3. В Заключении перечислены открытые вопросы и направления дальнейшей работы.

1. Процесс формирования команды соавторов

В данном разделе неформально описан процесс формирования команды и основные предпосылки, которые ниже (в разделе 2) будут переведены на математический язык.

1.1. Принятые допущения и ограничения

В данной работе рассматриваются самоорганизующиеся малые команды (до шести человек [10]), создание которых происходит по инициативе сотрудников. Данное допущение представляется актуальным для большинства научных коллективов, где администрация может различными способами мотивировать сотрудников подать заявку на участие в той или иной научной конференции или рекомендовать подготовить статью для определенного журнала, но итоговое решение, как правило, остается за научным сотрудником.

Предполагается, что каждый сотрудник принимает решение о присоединении к команде на основе определенных критериев, в качестве которых выступают список компетенций и профессиональный уровень.

В качестве входных данных модели рассматривается набор тем, которые соответствуют последовательности поступающих приглашений от конференций и журналов, в которых открыт прием заявок. Для каждого мероприятия или издания известна одна или несколько тем. Подготовка статьи по заданной тематике требует определенного набора компетенций.

Предполагается использование модели для анализа работы средних и больших коллективов, раз-

¹ Предварительные результаты исследования представлены в выпускной квалификационной работе П.В. Чесноковой, защищенной на факультете компьютерных наук НИУ ВШЭ в 2018 г.

мером от нескольких десятков до нескольких сотен человек, в течение длительного периода (1–3 года).

1.2. Начало процесса образования команды

Началом процесса образования команды является принятие одним из сотрудников решения о создании команды для подготовки заявки на конференцию или статьи в журнал (сборник). Это происходит следующим образом. Незанятый сотрудник просматривает список приглашений и оценивает свои компетенции на предмет соответствия объявленной тематике. Если хотя бы одна из его компетенций соответствует требованиям или превосходит их, сотрудник создает команду и становится ее первым участником. В начальный момент профиль компетенций команды совпадает с профилем первого участника. Затем к команде будут присоединяться новые участники, с учетом требований, соответствующих выбранной тематике, а также профилей компетенций других членов команды.

1.3. Присоединение к команде новых участников

Второй (и каждый последующий) участник узнает от одного из членов команды о цели проекта и текущей оценке компетенций команды. Эта информация становится известной сотрудникам, которые достаточно хорошо знакомы друг с другом. Мы предполагаем, что по сравнению с периодом работы над проектом временем на передачу коммуникационных сообщений в процессе организации команды можно пренебречь. В модели это представлено с помощью коммуникационного графа. Каждый последующий участник оценивает свои компетенции с точки зрения полезности для команды и принимает решение о присоединении. Решение является положительным, если хотя бы одна из компетенций нового участника при добавлении к профилю команды приближает ее к поставленной цели.

1.4. Финализация состава команды

Ввиду ограниченности времени на решение поставленной задачи, время на формирование команды тоже не может быть безграничным. Если в течение отведенного времени команду с необходимым набором компетенций сформировать не удалось, то происходит остановка процесса формирования команды. В этом случае участники освобождаются от принятых обязательств и переключаются на другие задачи.

Если же команда успешно сформирована, то можно считать, что входящие в ее состав сотрудники заняты в течение некоторого времени, и итогом этой работы является публикация.

2. Модель

В данном разделе приведены формальные математические определения для понятий и процедур, описанных выше.

2.1. Формальная модель компетенций

Пусть N – число ключевых навыков, необходимых для работы в данной предметной области, W – множество сотрудников организации. Тогда профиль компетенций сотрудника представляет собой вектор

$$\vec{k}(w) = (k_1, \dots, k_N), \text{ где } w \in W, k_i \in R^+$$

Профиль компетенций команды T , состоящей из M человек – это вектор той же размерности N , который определяется путем суммирования по всем участникам команды:

$$\vec{k}(T) = \sum_{i=1}^M \vec{k}(w_i), \text{ где } T = \{w_1, \dots, w_M : w_i \in W\}.$$

Неформально i -я компонента вектора характеризует производительность сотрудника и команды при выполнении определенного типа задач.

Профиль тематики p имеет тот же тип, а именно – является N -мерным вектором:

$$\vec{k}(p) = (k_1, \dots, k_N).$$

Здесь i -я компонента вектора характеризует минимальную производительность команды, при которой все соответствующие задачи будут гарантированно выполнены в срок, с требуемым качеством.

2.2. Модель принятия ключевых решений

Моделирование процесса образования команды предусматривает использование функций, которые характеризуют логику принятия решения на разных этапах формирования команды. К таким функциям относятся:

♦ $\alpha(w, p)$ – описывает выбор цели первым участником команды. Данная функция принимает значение 1, если сотрудник по итогам рассмотрения цели принимает положительное решение о создании команды, в противном случае функция принимает значение 0;

♦ $\beta(w, T, p)$ — служит для формализации принятия решения о присоединении к команде вторым и последующими участниками;

♦ $\gamma(T, p, t)$ — служит для моделирования решения о самороспуске в момент времени t на основании сопоставления профиля созданной команды и профиля задачи.

В данной статье предполагается, что α , β и γ являются функциями, принимающими значения на множестве $\{0, 1\}$, которые зависят только от профиля компетенций человека, команды и задачи соответственно. Таким образом,

$$\begin{aligned} \alpha(w, p) &= \alpha'(\bar{k}(w), \bar{k}(p)), \\ \beta(w, T, p) &= \beta'(\bar{k}(w), \bar{k}(T), \bar{k}(p)), \\ \gamma(T, p, t) &= \gamma'(\bar{k}(T), \bar{k}(p), t). \end{aligned}$$

Пусть K — все пространство возможных значений вектора компетенций. Зависимость алгоритма образования команды только от профилей компетенций участника, команды и цели, определяет тип функций α' , β' и γ' :

$$\alpha': K^2 \rightarrow \{0, 1\}, \quad \beta': K^3 \rightarrow \{0, 1\}, \quad \gamma': K^2 \rightarrow \{0, 1\}.$$

Эти функции могут быть представлены следующими логическими формулами:

$$\begin{aligned} \alpha'(x, y) &= 1 \Leftrightarrow \exists i (x_i \geq y_i) \\ \beta'(x, y, z) &= 1 \Leftrightarrow \exists i [(x_i > y_i) \wedge (y_i < z_i)] \\ \gamma'(x, y, t) &= 1 \Leftrightarrow \exists i (x_i < y_i) \wedge (t > \tau_{\max}). \end{aligned}$$

2.3. Процесс формирования команды

При образовании команды имеется фиксированный список открытых задач P , причем для каждой задачи $p \in P$ задан ее профиль $k(p)$. Также фиксировано множество сотрудников W , для каждого сотрудника $w \in W$ известен профиль его компетенций $k(w)$. Кроме того, задан граф коммуникаций между сотрудниками $G \subseteq W \times W$. Предполагается, что команда должна сформироваться в течение времени τ_{\max} .

На каждом шаге происходит следующая последовательность действий.

1. Сотрудник w_0 , не являющийся членом ни одной из команд и не получивший приглашение присоединиться к команде, рассматривает список целей P . Если находится цель p_0 , для которой $\alpha(w_0, p_0) = 1$, то сотрудник принимает решение о создании новой команды T_0 и приглашает всех знакомых войти

в состав команды (соседи в коммуникационном графе G).

2. Если сотрудник w_1 не состоит в команде и получил приглашение войти в команду T_1 , созданную для решения задачи p_1 , то он принимает приглашение в случае, если $\beta(w_1, T_1, p_1) = 1$, и направляет приглашения всем своим соседям в графе G . В противном случае приглашение отклоняется.

3. Если для какой-то команды T_2 , созданной для решения задачи p_2 , выполняется условие $\gamma(T_2, p_2) = 1$, то команда приступает к работе и все приглашения другим сотрудникам аннулируются.

4. Если для какой-то команды T_3 , созданной для решения задачи p_3 , спустя заданное время τ_{\max} выполняется условие $\gamma(T_3, p_3) = 0$, то эта команда расформировывается и все приглашения другим сотрудникам аннулируются.

Несмотря на то, что α , β и γ являются детерминированными, алгоритм допускает большую степень неопределенности, что объясняется вероятностным характером взаимодействия объектов внутри системы. В частности, на результат существенно влияют следующие вероятностные параметры:

- ♦ очередность рассмотрения свободным сотрудником списка задач;
- ♦ очередность рассмотрения сотрудником полученных приглашений;
- ♦ очередность, в которой выбираются сотрудники для применения очередного шага алгоритма.

3. Вычислительный эксперимент

Ключевыми параметрами модели, необходимыми для проведения вычислительного эксперимента, являются:

- ♦ структура пространства K возможных значений вектора компетенций;
- ♦ характеристики графа коммуникаций сотрудников $G \subseteq W \times W$;
- ♦ распределение профилей компетенций среди сотрудников $k(W)$;
- ♦ характеристики поступающих задач $k(P)$.

Данные параметры зависят от специфики моделируемой организации. Некоторые из них могут быть измерены или легко вычислены на основе доступной информации от кадровой службы и анализа данных, полученных из корпоративных информационных систем. Остальные параметры выбираются путем подбора значений, при которых

результаты моделирования наиболее близко соответствуют параметрам команд, наблюдаемых на практике [11, 12].

В данной работе входные данные для моделирования взаимодействия сотрудников были извлечены из журналов телефонных звонков, а также таких параметров офиса, как расписание внутренних мероприятий и собраний, характерные маршруты движения и т.п. Информация о компетенциях была получена из анализа публикационной активности организации.

Описанная выше модель реализована в системе AnyLogic [13, 14]. Были реализованы базовые классы *Компетенция*, *Тематика*, *Сотрудник*, *Команда*, *Публикация*, а также описанный выше процесс образования команд. Имитационные эксперименты проводились с использованием высокопроизводительного вычислительного кластера из десяти компьютеров с сетевым хранилищем данных.

3.1. Тематика исследований

В области исследований, связанной с добычей и обработкой нефти и газа, список актуальных тем постоянно изменяется. Исследование динамики изменения актуальных тем в нефтегазовой индустрии было проведено в работе [15]. Например, в 2018 году один из ведущих журналов по геофизике опубликовал список актуальных тем². Кроме того, заранее известен календарь важнейших научных и научно-практических конференций³. На основе этих данных производилась настройка параметров множества актуальных исследовательских задач *P*.

темы задач выбирались из журнала «Нефтяное хозяйство» за период с 2011 по 2017 годы.

Агенты принимали решение о формировании команд и соавторстве в соответствии с вышеописанным алгоритмом. На *рисунке 1* приведен один из шагов имитационного процесса. Видно, что некоторые сотрудники ведут совместную работу, они объединены графом соавторства.

3.2. Профили компетенций

Для калибровки профиля компетенций сотрудника были использованы внутренние данные о квалификации сотрудников научно-технического центра «Газпромнефть НТЦ», которые непрерывно собираются и обновляются. Всего в эксперименте было задействовано 20 сотрудников одного отдела. Авторами была использована модель управления персоналом из работы [16] для учета притока и увольнений сотрудников.

3.3. Коммуникационный граф организации

Для получения коммуникационного графа анализируются коммуникации голосом по телефону, средства коротких сообщений, переписка по электронной почте, собрания, а также коммуникации по заказу помещений, командировкам, обращениям в службы поддержки и т.п. [17, 18]. Отметим, что содержимое коммуникационных каналов может быть нецифровым, но в цифровом виде могут содержаться атрибуты коммуникации, например, за-

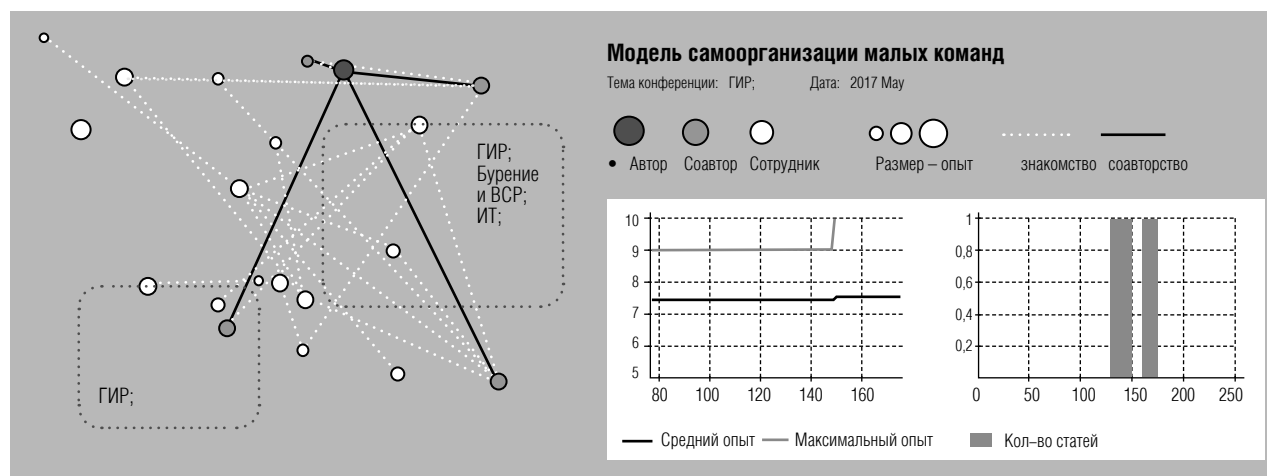


Рис. 1. Шаг имитационного процесса

² <http://fb.eage.org/index/guidelinesforauthors?p=103>
³ <http://www.spe.org/events/calendar/>

писи в календаре, повестки совещаний, приложенные документы, протоколы.

В контексте настоящего исследования важным является то, что при наличии доступа к корпоративным информационным системам граф коммуникаций G может быть вычислен путем анализа соответствующих данных.

Основной компонентой для образования группы является личное знакомство: если соавторы не знают друг о друге, то вероятность того, что они напишут совместную статью, равна нулю.

В данном эксперименте авторы абстрагировались от многих социальных составляющих, описанных в книгах [19, 20]. Например, личные симпатии [21] или чинопочитание [22] могут изменить картину взаимодействия сотрудников в офисе. Влияние социальных аспектов во многом зависит от культурных особенностей и отличается для различных стран и регионов. Поэтому на данном этапе в качестве основной компоненты для образования группы рассмотрено именно личное знакомство. В качестве дальнейших исследований возможно добавление в модель различных социокультурных особенностей.

3.4. Размер команды

Подробный анализ размера команды проведен в работе [10], где исследована статистика среднего размера коллектива авторов в разных областях науки (рисунки 2). В настоящее время среднее количество соавторов в статье колеблется в диапазоне от 2 до 6, эти данные были использованы для калибровки модели, а именно для уточнения шкалы компетенций для сотрудников и тематики.

3.5. Результаты вычислительного эксперимента

Проведенные вычислительные эксперименты с помощью описанной выше модели позволили экспертам для заданного графа коммуникаций выявить потенциальные профессиональные связи, добавление которых приводит к существенному повышению производительности работы. Эти результаты могут быть использованы для организации внутрикорпоративных мероприятий (семинаров и конференций) с явно определенным списком участников для обеспечения максимальной эффективности.

Заключение

Построенная имитационная модель позволяет проводить вычислительные эксперименты для сценарного анализа различных ситуаций, связанных с возможными кадровыми изменениями в научно-исследовательском центре. В частности, модель может быть использована для оценки возможных последствий привлечения в отдел нового сотрудника с определенным набором компетенций, увольнения одного из сотрудников, либо изменения профиля его компетенций по итогам программы повышения квалификации. Также представляется полезной возможность проигрывать разные сценарии, связанные с изменением графа коммуникаций. Таким образом, данная модель может быть использована руководителями научных подразделений, а также начальниками кадровых служб для ответа на следующие вопросы:

- ◆ Какое влияние на производительность команды может иметь увольнение или перевод в другое подразделение данного сотрудника?

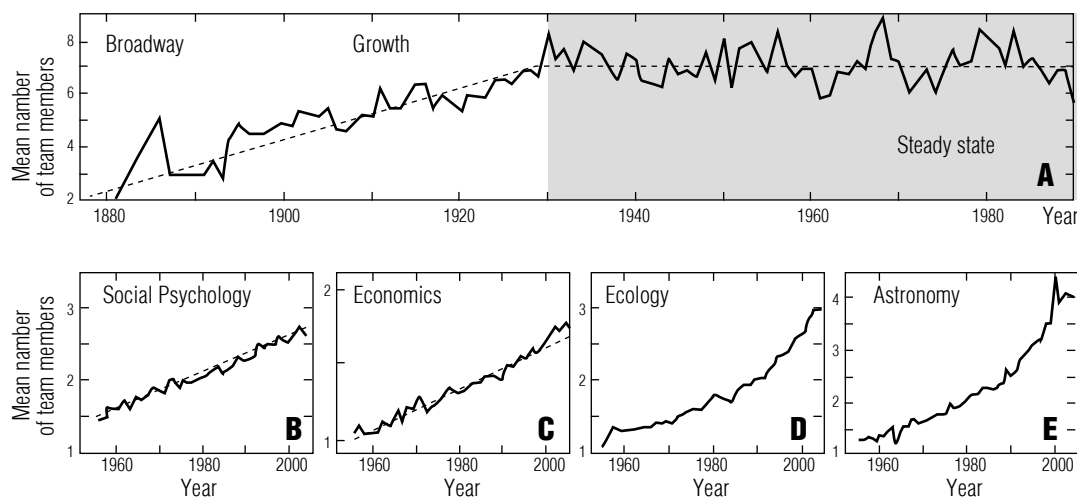


Рис. 2. Статистика среднего размера авторского коллектива в разных областях наук [10]

♦ Как наиболее эффективно организовать вовлечение нового сотрудника в командную работу, взаимодействие с кем из сотрудников нужно обеспечить в первую очередь?

♦ Какие недостающие коммуникации в социальном графе сотрудников нужно обеспечить для максимального повышения эффективности работы коллектива?

♦ Как наиболее эффективно использовать бюджет на повышение квалификации сотрудников, повышение каких компетенций каких сотрудников будет иметь максимальный эффект на общую результативность коллектива?

Проведенные ранее исследования [11] показывают, что в разных отраслевых исследовательских центрах структура графа соавторства может быть очень разной (рисунки 3 и 4), что нередко является следствием недостаточно хорошо налаженных коммуникаций.

Построенная модель является основой для дальнейших исследований процесса образования и функционирования проектных команд в научной среде. В частности, на ее основе планируется разработать методику оценки эффективности научно-исследовательской деятельности.

Также интересным направлением является уточнение и расширение модели, в частности, в следующих направлениях:

♦ Модели компетенций могут быть уточнены с привлечением аппарата нечеткой логики;

♦ При моделировании долгосрочных периодов появляется необходимость учитывать профессиональное и карьерное развитие сотрудников и сопряженные с этим изменения в их профилях компетенций;

♦ Отдельного внимания заслуживают синергетические эффекты, к которым, в первую очередь,

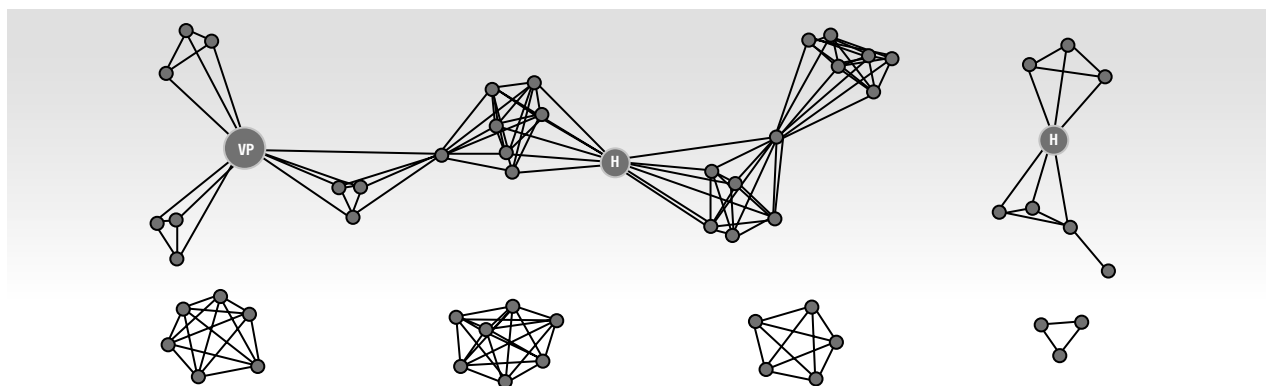


Рис. 3. Структура графа соавторства для исследовательского центра компании «Башнефть» [11]

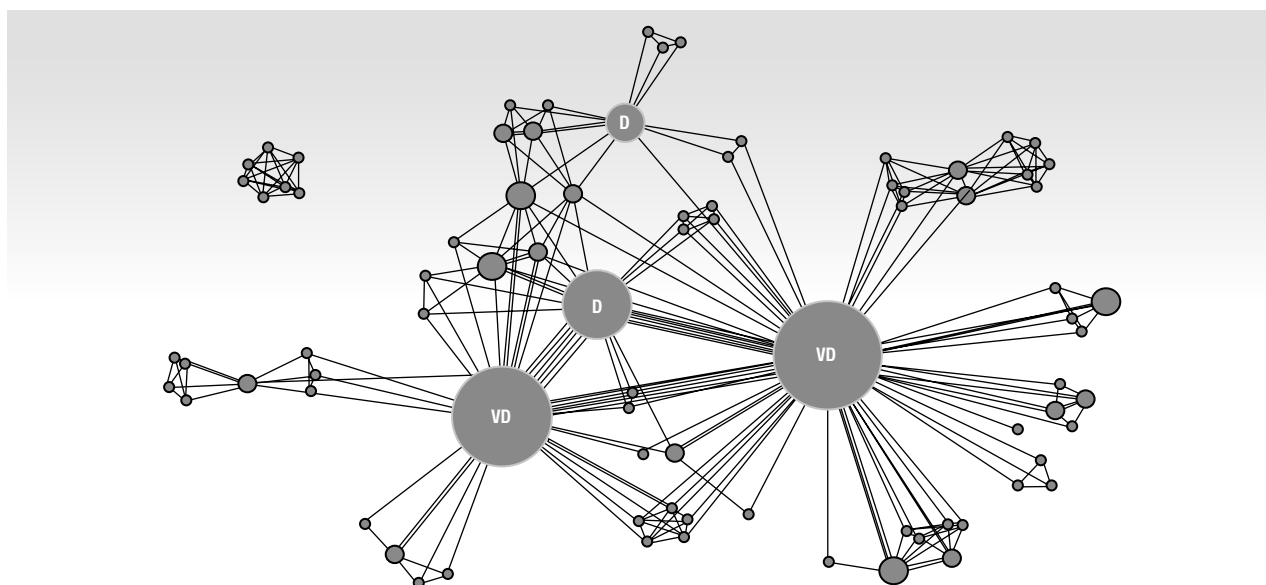


Рис. 4. Структура графа соавторства для исследовательского центра компании «Татнефть» [11]

авторы относят обмен знаниями в группе, наличие дополнительных (не требуемых для решения задачи) компетенций и возникновение наставничества. Синергетические эффекты должны быть учтены в изменяющихся во времени профилях компетенций команд;

◆ Функции α , β и γ , описывающие процесс принятия ключевых решений, могут быть уточнены путем учета других индивидуальных и командных характеристик, а также специфики задач;

◆ Алгоритм командообразования может иметь более сложную итеративную логику, учитывающую раз-

личные подходы к гибкому управлению проектами;

◆ Будет проработана ситуация с неуспешным завершением проекта. В терминах научной деятельности это означает, что написанная публикация не была принята к печати, но полученные результаты являются хорошим заделом для дальнейшей работы. В текущей работе авторы сделали допущение, что сотрудники не пишут «в стол», а каждое соавторство приводит к публикации. ■

Перечисленные направления находятся в поле зрения авторов, и по этим темам планируется продолжение исследований.

Литература

1. Щербаков А.И. Эффективность научной деятельности в СССР: Методологический аспект. М.: Экономика, 1982.
2. Овчинников О.А. К методологии оценки научной деятельности в научных и образовательных учреждениях Российской Федерации // Вестник Московского университета МВД России. 2009. № 3. С. 48–51.
3. Fursov K., Roschina Y., Balmush O. Determinants of research productivity: An individual-level lens // Foresight and STI Governance. 2016. Vol. 10. No 2. P. 44–56.
4. Shmatko N., Volkova G. Service or devotion? Motivation patterns of Russian researchers // Foresight and STI Governance. 2017. Vol. 11. No 2. P. 54–66.
5. Moe N.B., Dingsøyr T., Dybå T. Understanding self-organizing teams in agile software development // 19th Australian Conference on Software Engineering (ASWEC 2008). Perth, Australia, 26–28 March 2008. P. 76–85.
6. Bavelas A. A mathematical model for group structures // Human Organization. 1948. Vol. 7. No. 3. P. 16–30.
7. Новиков Д.А. Математические модели формирования и функционирования команд. М.: Издательство физико-математической литературы, 2008.
8. Бейльханов Д.К., Квятковская И.Ю. Использование модели компетенций в процессе командообразования // Технические науки – от теории к практике. 2014. № 30. С. 7–12.
9. Rózewski P., Ma achowski B. Competence management in knowledge-based organisation: Case study based on higher education organisation // Third International Conference on Knowledge Science, Engineering and Management (KSEM 2009). Vienna, Austria, 25–27 November 2009. P. 358–369.
10. Guimera R., Uzzi B., Spiro J., Amaral L.A.N. Team assembly mechanisms determine collaboration network structure and team performance // Science. 2005. Vol. 308. No 5722. P. 697–702.
11. Krasnov F., Dokuka S., Yavorskiy R. The structure of organization: The coauthorship network case // 5th International Conference on Analysis of Images, Social Networks and Texts (AIST 2016). Yekaterinburg, Russia, 7–9 April 2016. P. 100–107.
12. Krasnov F., Dokuka S., Gorshkov I., Yavorskiy R. Analysis of strong and weak ties in oil & gas professional community // International Workshop on Formal Concept Analysis for Knowledge Discovery (FCA4KD 2017). Moscow, Russia, 1 June 2017. P. 22–33.
13. Боршев А. Применение имитационного моделирования в России – Состояние на 2007 г. // Бизнес-информатика. 2008. № 4 (06). С. 64–68.
14. Borshchev A. The big book of simulation modeling: Multimethod modeling with AnyLogic 6. AnyLogic North America, 2013.
15. Краснов Ф.В., Урмаев О.С. Разведка скрытых направлений исследований в нефтегазовой отрасли с помощью анализа библиотеки OnePetro // International Journal of Open Information Technologies. 2018. Т. 6. № 5. С. 7–14.
16. Курчакова Н.В., Краснов Ф.В. Моделирование изменений интеллектуального капитала в условиях повышенной нагрузки на персонал научно-исследовательской организации // Наукоедение. 2017. Т. 9. № 6. [Электронный ресурс]: <https://naukovedenie.ru/PDF/157TVN617.pdf> (дата обращения 01.09.2018).
17. Краснов Ф.В. Человек и коммуникации // Директор информационной службы. 2008. № 11. [Электронный ресурс]: <https://www.osp.ru/cio/2008/11/5480255/> (дата обращения 01.09.2018).
18. Krasnov F., Sergeev A. Segmentation of IT customers on internal market // Proceedings of the 5th Software Engineering Conference (SEC(R) 2008). Moscow, Russia, 21–25 October 2008. P. 457–465.
19. Homans G.C. The human group. Routledge, 2017.
20. Katz E., Lazarsfeld P.F., Roper E. Personal influence: The part played by people in the flow of mass communications. Routledge, 2017.
21. Mann R.D. A review of the relationships between personality and performance in small groups // Psychological Bulletin. 1959. Vol. 56. No 4. P. 241–270.
22. Hare A.P. Handbook of small group research. N.Y.: Free Press, 1976.

Об авторах

Вознесенская Тамара Васильевна

кандидат физико-математических наук;

доцент департамента больших данных и информационного поиска, факультет компьютерных наук,
Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 101000, г. Москва, ул. Мясницкая, д. 20;

E-mail: tvoznesenskaya@hse.ru

Краснов Федор Владимирович

кандидат технических наук;

эксперт, ООО «Газпромнефть НТЦ», 190000, г. Санкт-Петербург, наб. реки Мойки, д. 75–79, литер Д;

E-mail: krasnov.fv@gazprom-neft.ru

Яворский Ростислав Эдуардович

кандидат физико-математических наук;

доцент департамента анализа данных и искусственного интеллекта, факультет компьютерных наук,
Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 101000, г. Москва, ул. Мясницкая, д. 20;

E-mail: ryavorsky@hse.ru

Чеснокова Полина Владимировна

системный аналитик, Группа компаний ЛАНИТ, 129075, Москва, Мурманский проезд, д. 14, к. 1;

E-mail: chepolina27@gmail.com

Modeling self-organizing teams in a research environment**Tamara V. Voznesenskaya^a**

E-mail: tvoznesenskaya@hse.ru

Fedor V. Krasnov^b

E-mail: krasnov.fv@gazprom-neft.ru

Rostislav E. Yavorsky^a

E-mail: ryavorsky@hse.ru

Polina V. Chesnokova^c

E-mail: chepolina27@gmail.com

^a National Research University Higher School of Economics
Address: 20, Myasnitskaya Street, Moscow 101000, Russia^b Gazprom Neft PJSC
Address: 75–79 liter D, Moika River Embankment, Saint Petersburg 190000, Russia^c LANIT Group
Address: 14 block 1, Murmanskyy Proezd, Moscow 129075, Russia**Abstract**

This paper presents the results of studies aimed at analyzing the effectiveness of a research center. The study focuses on the process of self-organization of project teams (groups of co-authors) for project implementation (writing a scientific article). The initiative to create a team comes from one of its members. The paper describes a formal model, based on a competence approach, which considers the types of tasks to be solved and the necessary skills of the staff. The paper also presents the results of simulation in the AnyLogic environment and problems for further research.

The competency profile of each employee is a vector where each coordinate describes the level of mastery of the corresponding skill. The competency profile of the team is a vector obtained as the result of simple addition of the competency profiles of the participants. The proposed model assumes that each task requires a certain set

of competencies and that the list of competencies and the level of experience are the criteria for deciding whether to join the team. The logic of decision making at various stages of team creation is modelled by functions. At each step of the modelling, the next employee is chosen randomly. To calibrate the team member's competency profile, internal data on employee qualifications of the Gazpromneft Research Center was used. The constructed model is the basis for further studies of the process by which project teams are created and function in a scientific environment and for developing a methodology to assess the effectiveness of the work of research teams. It helps to predict the need for personnel with different competencies, plan activities to improve the skills of employees and strengthen communication in the team.

Key words: team information model; simulation modeling; characteristics of research work; scientometrics; organizational hypothesis.

Citation: Voznesenskaya T.V., Krasnov F.V., Yavorsky R.E., Chesnokova P.V. (2019) Modeling self-organizing teams in a research environment. *Business Informatics*, vol. 13, no 2, pp. 7–17. DOI: 10.17323/1998-0663.2019.2.7.17

References

1. Scherbakov A.I. (1982) *Efficiency of scientific activity in the USSR: Methodological aspect*. Moscow: Ekonomika (in Russian).
2. Ovchinnikov O.A. (2009) On the methodology of evaluation of scientific activity in scientific and educational institutions of the Russian Federation. *Bulletin of Moscow University of Russian Interior Ministry*, no 3, pp. 48–51 (in Russian).
3. Fursov K., Roschina Y., Balmush O. (2016) Determinants of research productivity: An individual-level lens. *Foresight and STI Governance*, vol. 10, no 2, pp. 44–56.
4. Shmatko N., Volkova G. (2017) Service or devotion? Motivation patterns of Russian researchers. *Foresight and STI Governance*, vol. 11, no 2, pp. 54–66.
5. Moe N.B., Dings yr T., Dyb T. (2008) Understanding self-organizing teams in agile software development. Proceedings of the *19th Australian Conference on Software Engineering (ASWEC 2008), Perth, Australia, 26–28 March 2008*, pp. 76–85.
6. Bavelas A. (1948) A mathematical model for group structures. *Human Organization*, vol. 7, no. 3, pp. 16–30.
7. Novikov D.A. (2008) *Mathematical models of formation and functioning of teams*. Moscow: Fizmatlit (in Russian).
8. Beilkhanov D.K., Kyatkovskaya I.Yu. (2014) Using the competence model in the process of team building. *Technical Sciences – From Theory to Practice*, no 30, pp. 7–12 (in Russian).
9. Rózewski P., Małachowski B. (2009) Competence management in knowledge-based organisation: Case study based on higher education organization. Proceedings of the *Third International Conference on Knowledge Science, Engineering and Management (KSEM 2009), Vienna, Austria, 25–27 November 2009*, pp. 358–369.
10. Guimera R., Uzzi B., Spiro J., Amaral L.A.N. (2005) Team assembly mechanisms determine collaboration network structure and team performance. *Science*, vol. 308, no 5722, pp. 697–702.
11. Krasnov F., Dokuka S., Yavorskiy R. (2016) The structure of organization: The coauthorship network case. Proceedings of the *5th International Conference on Analysis of Images, Social Networks and Texts (AIST 2016), Yekaterinburg, Russia, 7–9 April 2016*, pp. 100–107.
12. Krasnov F., Dokuka S., Gorshkov I., Yavorskiy R. (2017) Analysis of strong and weak ties in oil & gas professional community. Proceedings of the *International Workshop on Formal Concept Analysis for Knowledge Discovery (FCA4KD 2017), Moscow, Russia, 1 June 2017*, pp. 22–33.
13. Borschev A. (2008) Application of simulation modeling in Russia – State for 2007. *Business Informatics*, no 4, pp. 64–68 (in Russian).
14. Borschev A. (2013) *The big book of simulation modeling: Multimethod modeling with AnyLogic 6*. AnyLogic North America.
15. Krasnov F.V., Ushmayev O.S. (2018) Exploration of hidden areas of research in the oil and gas industry by analyzing the OnePetro library. *International Journal of Open Information Technologies*, vol. 6, no 5, pp. 7–14 (in Russian).
16. Kurchakova N.V., Krasnov F.V. (2017) Modeling of intellectual capital changes in the conditions of increased load on the staff of the research organization. *Naukovedenie*, vol. 9, no 6. Available at: <https://naukovedenie.ru/PDF/157TVN617.pdf> (accessed 01 September 2018) (in Russian).
17. Krasnov F.V. (2008) A human and communications. *Director of Information Service*, no 11. Available at: <https://www.osp.ru/cio/2008/11/5480255/> (accessed 01 September 2018) (in Russian).
18. Krasnov F., Sergeev A. (2008) Segmentation of IT customers on internal market. Proceedings of the *5th Software Engineering Conference (SEC(R) 2008), Moscow, Russia, 21–25 October 2008*, pp. 457–465.
19. Homans G.C. (2017) *The human group*. Routledge.
20. Katz E., Lazarsfeld P.F., Roper E. (2017) *Personal influence: The part played by people in the flow of mass communications*. Routledge.
21. Mann R.D. (1959) A review of the relationships between personality and performance in small groups. *Psychological Bulletin*, vol. 56, no 4, pp. 241–270.
22. Hare A.P. (1976) *Handbook of small group research*. N.Y.: Free Press.

About the authors

Tamara V. Voznesenskaya

Cand. Sci. (Phys.-Math.);

Associate Professor, Big Data and Information Retrieval School,
Faculty of Computer Science, National Research University Higher School of Economics,
20, Myasnitskaya Street, Moscow 101000, Russia;

E-mail: tvozesenskaya@hse.ru

Fedor V. Krasnov

Cand. Sci. (Tech.);

Expert, Science & Technology Centre, Gazprom Neft PJSC, 75–79 liter D, Moika River Embankment, Saint Petersburg 190000, Russia;

E-mail: krasnov.fv@gazprom-neft.ru

Rostislav E. Yavorsky

Cand. Sci. (Phys.-Math.);

Associate Professor, School of Data Analysis and Artificial Intelligence,
Faculty of Computer Science, National Research University Higher School of Economics,
20, Myasnitskaya Street, Moscow 101000, Russia;

E-mail: ryavorsky@hse.ru

Polina V. Chesnokova

System Analyst, LANIT Group, 14 block 1, Murmansky Proezd, Moscow 129075, Russia;

E-mail: chepolina27@gmail.com