

Интернет-журнал «Наукоедение» ISSN 2223-5167 <https://naukovedenie.ru/>

Том 9, №6 (2017) <https://naukovedenie.ru/vol9-6.php>

URL статьи: <https://naukovedenie.ru/PDF/17TVN617.pdf>

Статья опубликована 30.11.2017

Ссылка для цитирования этой статьи:

Краснов Ф.В., Докука С.В. Моделирование и оценка влияния от применения каркаса Scrum в процессе написания научных статей // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 9, №6 (2017)

<https://naukovedenie.ru/PDF/17TVN617.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

УДК 316.452

Краснов Федор Владимирович

ООО «Газпромнефть НТЦ», Россия, Санкт-Петербург¹

Эксперт

Кандидат технических наук

E-mail: Krasnov.FV@Gazprom-Neft.ru

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9881-7371>

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=855886

Докука София Владимировна

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Россия, Москва

Научный сотрудник

Кандидат социологических наук

E-mail: sdokuka@hse.ru

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0847-5129>

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=661868

Researcher ID: <http://www.researcherid.com/rid/H-7306-2015>

Моделирование и оценка влияния от применения каркаса Scrum в процессе написания научных статей

Аннотация. В работе рассмотрено нестандартное применения «гибкого» (Agile) подхода к процессам разработки интеллектуальной собственности. В качестве предмета разработки выбран процесс написания научной статьи несколькими соавторами. В качестве конкретной «гибкой» методики выбрана широко используемая для повышения эффективности процессов разработки методика Scrum.

Процесс написания научных статей рассмотрен авторами в широком смысле: от образования команды соавторов до ее распада. Научная статья рассмотрена авторами как основной продукт этого процесса. Авторами определены основные показатели продуктивности процесса написания научных статей. Так же авторами определены необходимые для образования команд соавторов алгоритмы, основанные на понятиях гомогенности и комплементарности компетенций.

На основании разработанной авторами методики процесса написания научных статей был проведен многовариантный цифровой имитационный эксперимент с использованием технологии агентного моделирования. Авторами разработана многоагентная ролевая модель процесса написания научных статей.

¹ 190000, Россия, Санкт-Петербург, наб. реки Мойки, д. 75-79, литер Д

В результате цифрового моделирования авторами выявлены наиболее чувствительные к изменениям параметры процесса написания научных статей.

В заключение авторами проведено сравнение основных показателей продуктивности процесса написания научных статей с применением методологии Scrum и без нее.

Результаты показывают положительный эффект от применения методологии Scrum на процесс написания научных статей.

Ключевые слова: модель организационного процесса; показатели продуктивности; ролевая модель; «гибкие» методы разработки; процесс командообразования; парное объединение; остаточный командный код; Scrum; имитационная модель; математическая; граф соавторства

Введение

Гибкие (Agile) методики разработки программного обеспечения широко применяются в различных индустриях. Написание программного кода по своей сути является процессом создания логически структурированного текста так же, как и написание научной статьи. Коллективная работа над написанием научных статей требует разделения обязанностей для повышения продуктивности так же, как и написание программного кода требует выделения специалистов для тестирования, документирования, и т. п. Использование ролевой модели гибких методик представляется авторам перспективным кросс-индустриальным опытом для применения, но нуждается в теоретической проверке. Одним из вариантов проверки гипотез, показавшим себя в условиях, когда постановка реального эксперимента представляется высоко затратной, является метод имитационного моделирования. Авторы видят дополнительные преимущества от институционализации процесса написания научных статей и применения проверенных индустриальных показателей эффективности для его оценки.

Методика

Провозглашение основных принципов гибких методик в виде манифеста [1] обозначило насущную необходимость перехода к более эффективным методам разработки программного обеспечения. Решительность этого шага многократно себя оправдала на практике и в последствии нашла теоретические обоснования [3]. Суть гибких методик может быть изложена по-разному, но для данного исследования нами выбрана следующая формулировка:

1. Приоритет командных взаимодействий.
2. Приоритет работающего программного кода.
3. Приоритет реакций над планом.

Современные методики написания научных статей остаются на позициях последовательного, «водопадного» подхода. Такой подход был уместен во времена Ньютона, когда один уникальный ум работал над трудом всей своей жизни. В условиях современной скорости обмена научной информацией одиночки остаются не у дел. Им на смену приходят научные коллективы. Интуитивно понятно, что от согласованной работы научного коллектива соавторов зависит их продуктивность: оптимальное соотношение качества и скорости публикации результатов научных исследований в виде научных статей, доступных наиболее широкому кругу заинтересованных лиц. Каково время работы на одной научной статье? Как разделять работу по написанию и публикации научной статьи? Как объединяются соавторы?

В гибких методиках разработки программного обеспечения образование команды основано на принципах самоорганизации [4, 5]. Самоорганизующиеся команды (СК) в работе [6] разделены на три типа:

1. «Команда пилотов самолёта»: Управление воздушным судном.
2. «Компьютерные команды»: Создание новых программных продуктов.
3. «Команда КВН»: Решение сложных проблем.

Для целей дальнейшего исследования нас больше будут интересовать тип «Компьютерные команды».

Размер команд

Размеры команд играют важную роль. В гибких методиках разработки программного обеспечения рассматриваются малые (5-7), большие (10-50) и сверхбольшие команды (100-200) [18]. Зависимость размера команды рассмотрена в [24], где приводят следующую статистику среднего количества участников команд по отраслям (рис. 2).

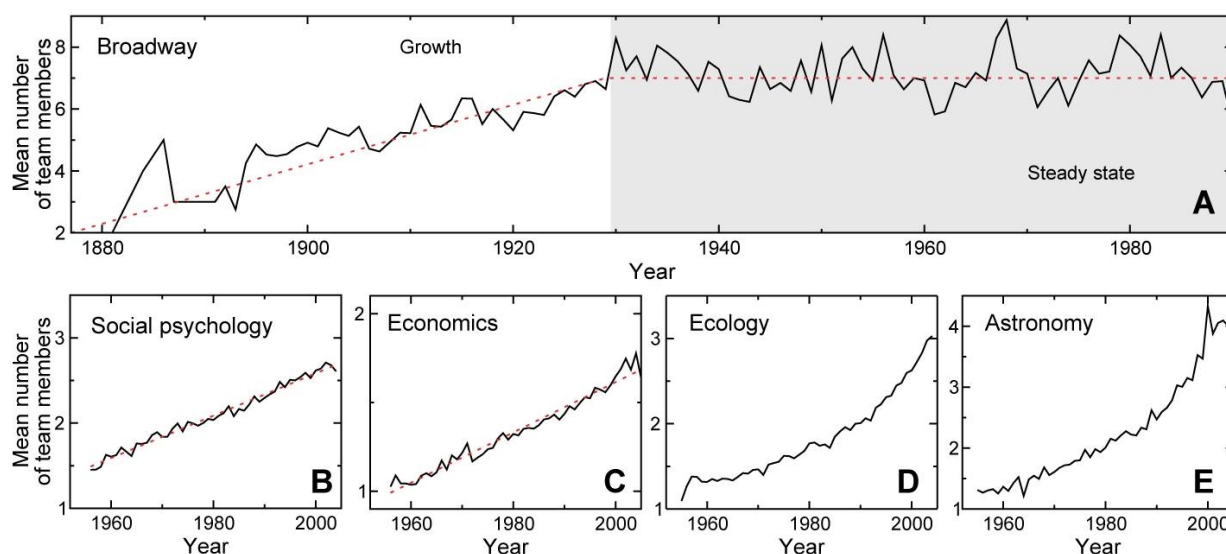


Рисунок 1. Среднее количество участников команд по отраслям [24]

Важно отметить, что приведенные оценки сходятся с полученными в работе [25] для команд соавторов: современные творческие команды соавторов в среднем состоят из 3 участников. В дальнейшем изложении мы будем подразумевать, что число участников команды состоит в среднем из 3 соавторов.

Образование команд

Гибкие методики [1] подразумевают под самоорганизацией только возможность работы команды с ограниченным управлением из вне. На взгляд авторов данного исследования, целесообразно рассмотреть, как образуются команды в деталях.

Для рассмотрения механизма необходимо понимать, что команда образуется с определённой целью. Рассматривая образование команд авторы исследования [24] предлагают эмпирический вероятностный алгоритм присоединения нового участника к уже сформированной группе (рис. 3).

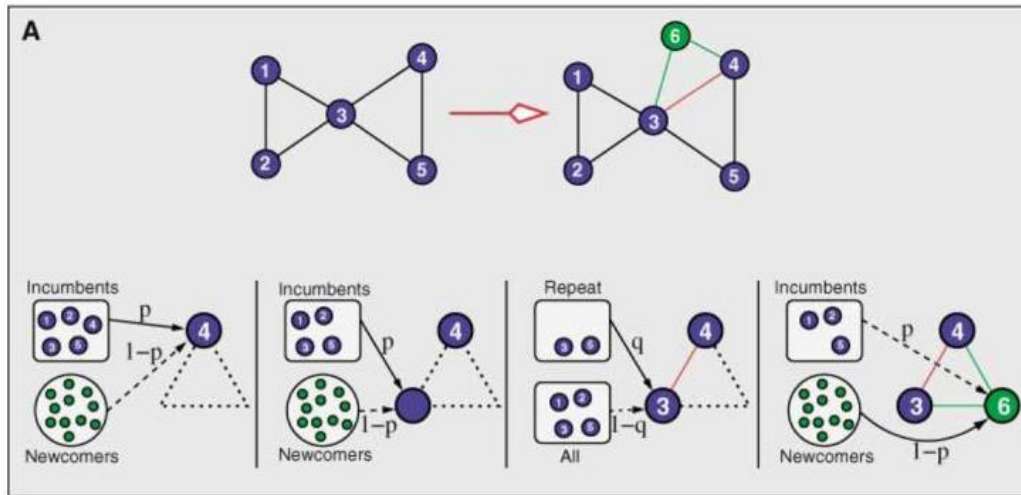


Рисунок 2. Алгоритм образования команд на основе вероятностей (p – для новых участников, q – для участников группы) [24]

Таким образом, авторы [24] оценивают влияние внутренней структуры команды на её расширение.

В работе [7] отмечено, что основным фактором для самоорганизации команд являются индивидуальные компетенции. При этом компетенции каждого участника оцениваются с точки зрения полезности для достижения цели. В исследованиях [22, 23] утверждается, что такая оценка приводит к появлению системы статусов участников команды, которая выражается в иерархичности коммуникаций. Для настоящего исследования нам достаточно того, что:

1. Цель является образующим базисом для команды;
2. Цель декларирует потребности в компетенциях участников команды;
3. Участники производят оценку компетенций друг друга для достижения цели.

Базовый алгоритм образования команды для двух участников может быть представлен в виде следующей временной последовательности (табл. 1).

Таблица 1

Базовый алгоритм образования команды

Шаг	Описание
1	Определены компетенции и опыт в этих компетенциях необходимый для достижения цели
2	Первый участник команды узнает о цели и производит оценку своих компетенций с точки зрения потребностей в компетенциях для достижения цели. Принимает решение о создании команды для достижения цели. Решение положительно, если хотя бы одна из компетенций первого участника превосходит по опыту требования цели. Далее для случая положительного решения.
3	Второй участник узнает от первого участника о цели и оценке компетенций первого участника. Второй участник производит оценку своих компетенций с точки зрения потребностей в компетенциях для достижения цели в команде с первым участником. Принимает решение о присоединении к команде. Решение положительно в случае если хотя бы одна из компетенций второго участника превосходит по опыту требования цели и не повторяет в этом компетенцию первого участника. Далее для положительного решения.
4	Команда образована с определённой целью и состоит из двух участников.

Составлено автором

Приведенная в табл. 1 последовательность описывает основное образующее команду действие – *парное объединение*. Можно сказать, что после присоединения участников у команды появляется собственный профиль компетенций для достижения заданной цели. Компетенции команды получаются в результате суперпозиции компетенций участников.

Некоторые из компетенций необходимых для достижения цели «закрыты опытом» участников, а некоторые нет.

Следующий за первым участник присоединяется уже с учётом профиля компетенций команды. Для удобства дальнейшего изложения сформулируем следующие утверждения:

Утверждение 1. *Сотрудники объединяются в команду для достижения цели P .*

Утверждение 2. *Компетенции команды являются функцией от компетенций участников.*

Утверждение 3. *Объединение первого участника с командой для достижения цели происходит по таким же принципам, что и объединение команды из n участников с $n+1$ участником.*

Парное объединение

Рассмотрим подробнее *парное объединение*. Организационная среда задает размерность N_{comp} пространства компетенций. Каждый участник организационной среды a обладает вектором компетенций c_i таких, что $i \in [0, N_{comp}]$. Каждая компетенция участника c_i характеризуется опытом e_i . Опыт участника – это натуральное число, $e_i \in [0, \infty]$. В результате, участник обладает вектором опыта в пространстве компетенций. Отметим, что пространство компетенций организационной среды обладает существенно большей размерностью, чем вектор компетенций участника.

Изначально команда t_0 не содержит участников и не обладает собственными компетенциями (рис. 3).

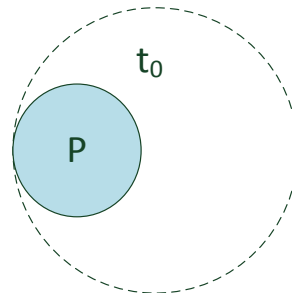


Рисунок 3. *Схема команды без участников (составлено автором)*

Пусть P обозначает цель для объединения команды, c_j – вектор компетенций, а e_j – опыт по каждой компетенции необходимый для достижения P . В результате успешного объединения a_1 и t_0 для достижения P будет образована команда t_1 (рис. 4).

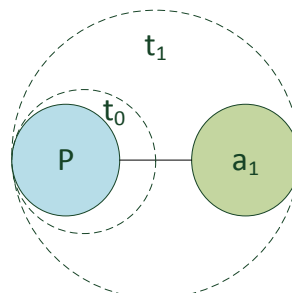


Рисунок 4. *Схема команды из одного участника (составлено автором)*

Команда t_1 обладает собственным вектором компетенций. Так как в t_1 только один участник a_1 , то вектор компетенций t_1 будет совпадать с вектором компетенций a_1 . При присоединении к t_1 участника a_2 будет образована команда t_2 (рис. 5).

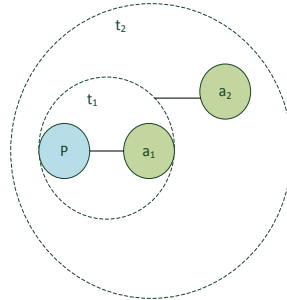


Рисунок 5. Схема команды из двух участников (составлено автором)

Так как участник a_2 присоединяется ко всем элементам команды t_1 , то можно привести схему (рис. 5) к виду графа команды t_2 (рис. 6).

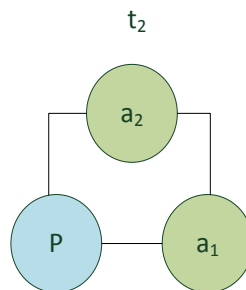


Рисунок 6. Граф команды из двух участников с избыточными связями (составлено автором)

Цель P является атрибутом ребра, связывающего a_1 и a_2 , поэтому можем преобразовать граф команды с двумя участниками к виду (рис. 7).

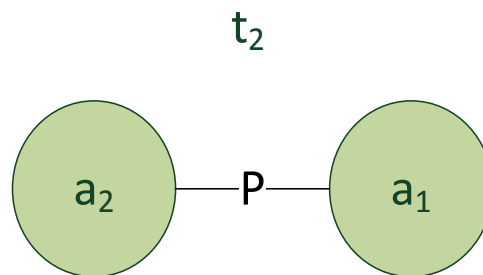


Рисунок 7. Граф команды из двух участников (составлено автором)

Для случая написания научных статей граф команды t_2 , изображенный на рис. 7 обозначают $g(t_2)$ и называют графом соавторства, где под P подразумевают научную статью. Информация о истории создания команды в такой нотации не приводится. На рис. 8 приведен пример фрагмента графа соавторства. Вершинами графа являются исследователями, а ребрами – совместная научная публикация. Граф соавторства является ненаправленной сетью.

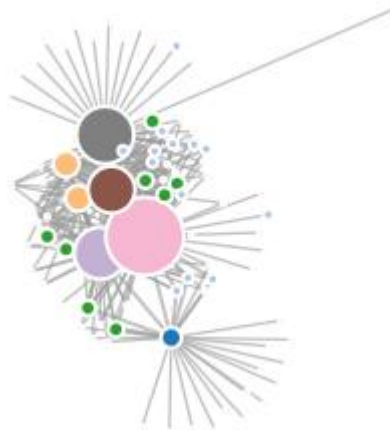


Рисунок 8. Фрагмента графа соавторства для нескольких команд (составлено автором)

Отметим, что для наглядности на рис. 8 размер вершин отражает количество научных статей, написанных участником.

Командный код

В этом разделе мы вводим понятия *полного командного кода (ПКК)* и *остаточного командного кода (ОКК)*. Эти понятия играют ключевую роль в образовании команды. Составляющими командного кода являются компетенции. По своему типу *полный* и *остаточный командный код* – это вектора в пространстве N_{comp} .

Рассмотрим, как участником производится оценка своих компетенций с точки зрения потребностей в компетенциях для достижения цели.

Характеристики цели P являются основанием для образования команды. То есть, первый участник команды a и цель P должны быть объединены на основании представления о компетенциях. Другими словами, необходимыми условиями для достижения цели должно быть обладание a определенным набором компетенций и опыта. С точки зрения множеств компетенции сотрудника a и цели P должны находиться в одном пространстве и иметь пересечения. Наличие пересечений будет приводить к объединению в команду.

Введем функцию оценки в виде $\Phi(P, t, a)$, $\Phi \in [0,1]$. Результатом Φ будет вероятность возможности объединения участника a в команду t для достижений цели P . Тогда согласно [Утверждению 2](#) функция Φ для n -ого участника будет $\Phi(P, t_{n-1}, a_n)$.

По мере присоединения участника вектор компетенций команды будет изменяться. В него будут входить компетенции новых участников, а опыт по одинаковым компетенциям будет складываться.

$$ut_{n-1} = \prod_{a_j}^{a_{n-1}} \sum_i^{N_{comp}} c_j * e_i \quad (1)$$

Величину ut_{n-1} будем называть *полным командным кодом (ПКК)*. *ПКК* характеризует потенциал команды для достижения целей.

В соответствии с вышеописанным алгоритмом (табл. 1) функцию Φ можно представить в виде

$$\Phi = P \odot \prod_{a_j}^{a_{n-1}} \sum_i^{N_{comp}} c_j * e_i \odot a_n \quad (2)$$

Важную смысловую часть в выражении [2] несет rt_n^P , которую авторы называют *ОКК*.

$$rt_n^P = P \odot \prod_{a_j}^{a_{n-1}} \sum_i^{N_{comp}} c_j * e_i. \quad (3)$$

$OKK rt_n^P$ характеризует незакрытые командой t_n компетенции цели P . Нулевой вектор в качестве OKK характеризует полную укомплектованность компетенциями команды для достижения цели.

С учетом OKK можно преобразовать выражение [2] следующим образом:

$$\Phi = r\tau_n^P \odot a_n \quad (4)$$

Выражение [4] имеет интуитивно понятный смысл: для оценки возможности присоединения к команде новый участник должен выяснить обладает ли он необходимым опытом в требуемых для выполнения цели компетенциях с учетом того, что существующая команда уже закрыла часть из необходимых компетенций своим опытом. В работах [37, 38] такой принцип образования команд называют комплементарным.

Гомогенность команд

Мы рассмотрели образование команд на основе дополненности (комплементарности) компетенций. Второй движущей силой для образования команд является гомогенность.

Гомогенность групп в социальных сетях, или склонность людей со схожими характеристиками формировать связи между собой, также называемая гомофилией, является важным фактором формирования и эволюции социальных сетей [39]. Во многих работах отмечается динамическая структура гомофилии [40, 41], в ходе которой параллельно происходят два процесса. С одной стороны – схожие между собой индивиды формируют социальные связи (социальная селекция). С другой – уже связанные друг с другом люди перенимают поведение друг друга (социальное влияние). Совокупность этих факторов результирует в гомогенную социальную систему, в которой между индивидами со схожим поведением и характеристиками есть связь, при этом характер связи может быть, как формальным, так и неформальным.

Несмотря на то, что связи между индивидами со схожими характеристиками более вероятны, чем связи между непохожими, уровень схожести также важен. В работе [42] было показано, что социальная схожесть более, чем по одному показателю, приводит к тому, что люди с меньшей вероятностью будут формировать между собой взаимоотношения. Авторы объясняют данный эффект тем, что слишком схожие по многим характеристикам люди, как правило, не могут привести что-то новое и конструктивное во взаимные отношения или же в команду. Для продуктивного сотрудничества необходима не только схожесть интересов, но также и различный профессиональный и жизненный опыт, позволяющий предложить многомерные подходы к ее решению.

Основным объединяющим фактором в команде являются компетенции участников, влияющие на достижения цели. Основываясь на понятии OKK , введенного ранее, можно рассмотреть остаточные компетенции участника, то есть компетенции, не востребованные для объединения команду для достижения цели. Влияние этой части компетенций на команду может как усиливать ее, так и ослаблять во время работы.

Работа команд

Начало работ по достижению цели определяется участниками команды и не зависит от процесса образования команды. Показатели производительности могут быть только у работающей команды. Например, важное для научной сферы деятельности понятие *научный*

задел означает ни что иное как работы, выполненные командой имеющей не пустой *остаточный командный код*.

Формирование основной системы внутреннего взаимодействия внутри команды согласно исследованию [19] происходит при знакомстве участников. Таким образом, для данного исследования будем пренебрегать временем установления устойчивой работы каналов коммуникаций.

В гибких методиках разработки программного обеспечения наибольшее внимание уделяется именно коммуникациям внутри команды [20] и с внешними агентами [21], которые по сути тоже являются командой, но в более широком смысле.

К каналам коммуникаций согласно [13] относят:

- Коммуникации голосом по телефону.
- Средства коротких сообщений (instant messaging, IM).
- Переписку по электронной почте.
- Собrania (Face To Face, F2F).

Иногда к каналам коммуникаций добавляют коммуникации по заказу помещений, командировкам и обращениям в службы поддержки [14] для представления более полной картины поведения сотрудников в организационной среде. Отметим, что контент коммуникационных каналов может быть нецифровым, но в цифровом виде могут содержаться атрибуты коммуникации: для F2F, например, существует запись в календаре, повестка совещания, приложенные документ, протокол.

Сформулируем следующее утверждение:

Утверждение 4. *Характеристики работы каналов коммуникаций соответствуют характеру работы команды.*

Таким образом, измеряя работу коммуникационных каналов мы можем сделать заключения о характере работы команды.

Отметим, важное следствие: такой тип измерения производительности команды не создаёт дополнительной нагрузки на сотрудников в отличии от методик оценки основанных опросах.

Вопрос измерения вклада отдельных участников или результата команды рассмотрен в ряде работ [15, 16] и все исследователи склоняются к тому, что измерять нужно и командная производительность (Team Performance), и индивидуальная продуктивность (Individual Performance). В исследовании [17] приведена следующая схема измерений (рис. 4).

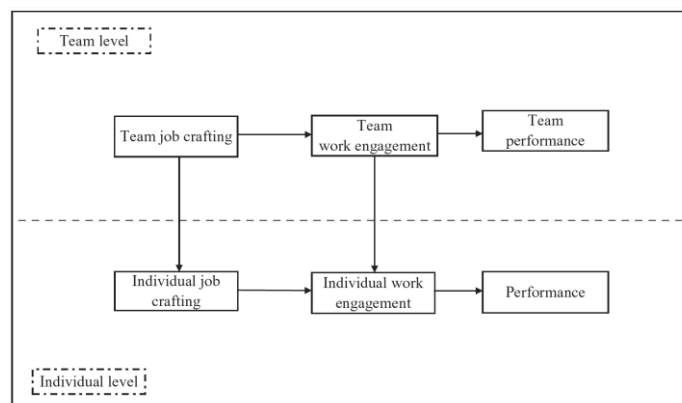


Рисунок 9. Уровни измерения производительности команды и участника [17]

Например, измерение Individual Performance с помощью опросов исследуется в работе [9] путём введения Creative Solution Diagnosis Scale (CSDS) – шкалы креативности. Измерить Individual Performance сотрудника по такой шкале авторы [9] предлагают с помощью Consensual Assessment Technique (CAT), которая требует дополнительных усилий от сотрудников. Сильные и слабые стороны метода опросов для измерения Individual Performance изложены в фундаментальной работе [10].

Вопрос метода измерения Individual Performance находит интересную постановку в современной концепции «sensible organization» [12]. Авторы исследования [12] помимо измерения традиционных цифровых коммуникационных каналов [13] надевают на сотрудников браслеты, отслеживающие перемещения и другие параметры организма.

Вопросы зависимости производительности команд от структуры команд рассмотрены в исследовании [26].

Методика Scrum

Одной из распространённых гибких методик командной работы является методика Scrum [8]. Scrum предназначен для получения наилучших из возможных результатов для командной разработки сложных интеллектуальных продуктов.

В классическом Scrum существует 3 базовых роли:

- Product owner – отвечает за соответствия целям.
- Scrum master – отвечает за эффективное взаимодействие в команде.
- Команда разработки (Development team).

Рекомендуемый размер команды – 5-7 человек. Согласно идеологам Scrum [8], команды большего размера требуют значительных ресурсов на коммуникации, в то время как команды меньшего размера уменьшают размер работы, который команда может выполнить в единицу времени.

Основой Scrum является Sprint, в течении которого выполняется работа над продуктом. Sprint имеет одинаковую продолжительность на протяжении всего процесса создания продукта, рекомендуется одна неделя. Задача Sprint состоит в том, чтобы материализовать продукт в текущем виде. Продуктов в данном исследовании является научная статья.

Методика Scrum декларирует необходимость в определенных видах деятельности, не связанных с исследованиями и написанием текста, которые приводят к лучшей результативности. Кроме этого Scrum задает определенный ритм для этих дополнительных деятельностей.

Введем показатели, на которые влияет применение Scrum к процессу написания научных статей:

1. Ускорения обмена сообщениями в каналах коммуникаций.
2. Потери работ из-за дублирования при отсутствии своевременных коммуникаций о прогрессе проведения исследований.
3. Потеря работ из-за несоответствия написанной статьи правилам публикации.

С точки зрения формализма графа соавторства применение Scrum приведет к выделению вершин графа, обеспечивающих функции *Product owner (PO)* и *Scrum master (SM)* (рис. 10).

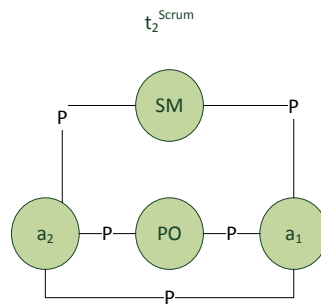


Рисунок 10. Соавторство с ролями Scrum (составлено автором)

С графом $g(t_2^{Scrum})$, отображенным на рис. 10 можно произвести преобразование аналогичное сделанному выше с $g(t_2)$. Как мы видим, Scrum роли PO и SM соединяют вершины a_1 и a_2 . Из чего следует, что PO и SM являются характеристиками ребра графа, соединяющего a_1 и a_2 . Преобразованный граф соавторства с применениями Scrum ролей отображен на рис. 11.

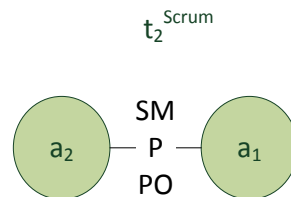


Рисунок 11. Граф соавторство с атрибутами Scrum

Роли Scrum согласно [1] не должны вмешиваться в содержательную часть работы команды, а лишь ускорять информационный обмен и устранять информационные барьеры. Сформулируем это в виде гипотезы, формальное доказательство которой отложим для дальнейших исследований:

Гипотеза 1. Введение ролей Scrum в процесс соавторства не изменяет вид графа соавторства.

Теперь рассмотрим показатели производительности работы команд.

Показатели производительности

В современной работе [2] рассмотрены вопросы разработки показателей, измеряющих скорость перехода продукта из фазы исследований (research) в фазу разработки (development). Авторами [2] предложена интегральная модель для таких показателей. Объектом измерения авторы считают знания, а показатели основывают на процессе Knowledge Management. Никаких конкретных KPI авторы не предлагают, но описывают пространственные оси своей модели – процессы, инструменты и люди.

Помимо структуры команды многие исследователи отмечают важность изменения во времени ментальных моделей (англ. *mental model*) [27, 28]. Понятие ментальной модели является развитием понятий *структуры знания* [29], *схемы знаний* [30, 31], и *неявной теории* [32]. Авторы данного исследования трактуют понятие ментальной модели, как стратегическую согласованность командных компетенций.

Исследователи сходятся в том, что совпадение ментальных моделей участников команды положительно влияет на производительность [35, 33]. Этот факт говорит о связи ментальной модели команды и *полного командного кода* [2]. Интуитивно эта связь вполне

понятна. Например, ментальная модель «Agile geoscience» [36] крупнейшего сообщества ученых-геофизиков основывается на компетенциях «гибкие методики» и «геология».

Связь между способностью команды собраться и ее продуктивностью исследовали в работе [34]. Стоит отметить, что в работе [34] образование команды подразумевает формирование, а не самоорганизацию.

Состав команды во времени не постоянен и говорить от том, что образование команды в тот или иной момент времени завершено не корректно. Участники могут покинуть команду и участвовать в нескольких командах одновременно. Важная веха в работе команды определяется нулевым *ОКК*, когда все компетенции необходимые для достижения цели представлены участниками команды. Сформулируем это в виде утверждения:

Определение 1. Команда считается укомплектованной, тогда и только тогда, когда ее *ОКК* равен нулевому вектору в пространстве N_{comp} . Минимальное время, в котором *ОКК* стал равен нулевому вектору, называется *Временем комплектации* (T_c).

Отметим, что T_c может быть больше времени отведенного издательством или программным комитетом научной конференции на подготовку. Таким образом, статья не будет обладать требуемыми качествами в срок и не будет принята к публикации.

Показатели, наиболее точно отражающие динамику выполнения работы, будут основываться на изменении в динамике всех параметров команды. Введем функцию применения командой опыта в определенных целью компетенциях: $E(P, t)$. Факторами, негативно влияющими на E , будет сложность коммуникаций внутри команды $X(g)$ и необходимость заниматься деятельностью не направленной на создания научных статей $\Gamma(t)$.

И $X(g)$ и $\Gamma(t)$ будут увеличивать время требуемое на написание научной статьи. Таким образом, команда может не достигнуть цели в определенные сроки.

Сформулируем две рассмотренные причины не достижения командой цели:

Определение 2. Несостоявшейся научной статьей (*ННС*) будем считать статью, не уложившуюся во временные рамки публикационного процесса с требуемым качеством.

Отношение количества несостоявшихся статей (F_{nc}) к количеству опубликованных статей является показателем производительности процесса написания научных статей.

Другим более очевидным показателем производительности является время, затраченное на публикацию научной статьи (T_{pub}).

Моделирование

Задача поиска оптимальных параметров команды соавторов для наиболее продуктивного написания научных статей относится к классу задач оптимизации. Функция, которую необходимо минимизировать будет зависеть от следующих параметров:

- Количество сотрудников в организационной среде (N_o).
- Скорость появления новых сотрудников ($V_{emp_{new}}$).
- Скорость увольнения сотрудников ($V_{emp_{fire}}$).
- Максимальное количество компетенций у сотрудника ($S_{max_{emp}}$).
- Максимальное количество компетенций необходимых для достижения цели ($S_{max_{pub}}$).

Показателями производительности процесса написания статей, оптимальные значения которых необходимо найти, могут быть следующие:

- Время написания научной статьи (T_{pub}).
- Доля сотрудников, опубликовавших статьи от всего количества сотрудников ($Frac_{pub}$).
- Доля несостоявшихся статей ($Frac_{notpub}$).

Параметрами организационной среды будут следующие:

- Минимальное и максимальное количество сотрудников в организации (N_{omax} , N_{omin}).
- Скорость появления потенциальных целей (V_{pub}).
- Временные ограничения на написание статьи (T_{coc}).
- Скорость встреч для заведения знакомств между сотрудниками ($V_{friending}$).
- Скорость встреч участников с потенциальными целями (V_{go}).

Исходя из вышеописанных параметров фитнес-функция \mathcal{F} для оптимизации может быть записана в следующем виде:

$$\mathcal{F} \left(\frac{1}{Frac_{pub}}, T_{pub}, Frac_{notpub} \right) \rightarrow \min$$

При выполнении системы основных условий:

$$\begin{cases} N_o \in [N_{omin}, N_{omax}] \\ Cmax_{emp} < Cmax_{pub} \in [1, N_{comp}] \\ Vemp_{new} > Vemp_{fire} \geq 0 \end{cases}$$

Оптимизационный эксперимент был проведен в среде AnyLogic для моделей, с применением Scrum и без. Графы соавторств с применением Scrum не изменились, что подтверждает сделанное нами теоретическое [Утверждение 3](#).

Калибровка модели

На основании оптимизационного эксперимента была произведена калибровка имитационной модели соавторства разработанной авторами данного исследования. Были найдены оптимальные параметры N_o , $Vemp_{new}$, $Vemp_{fire}$, $Cmax_{emp}$, $Cmax_{pub}$ для научно-технического центра из нефтегазовой отрасли. Оптимальные значения параметров приведены в таблице 2.

Таблица 2

Оптимальные значения параметров (составлено автором)

Название параметра	Значение параметра
Количество сотрудников в организационной среде (N_o)	136
Скорость появления новых сотрудников ($Vemp_{new}$)	1 сотрудник в неделю
Скорость увольнения сотрудников ($Vemp_{fire}$)	1 сотрудник в месяц
Максимальное количество компетенций у сотрудника ($Cmax_{emp}$)	4
Максимальное количество компетенций необходимых для достижения цели ($Cmax_{pub}$)	5

Калиброванная модель стала основой для исследования эффекта от введения Scrum ролей в процесс написания научных статей.

Результаты моделирования

Для выбранных показателей производительности T_{pub} и $Frac_{notpub}$ была проведена многопрогонная симуляция двух типов: с использованием методики Scrum и без Scrum. Анализ данных был произведен в статистической среде R.

Результаты попрогонного изменения T_{pub} и $Frac_{notpub}$ приведены на рисунке 12 и 13 соответственно.

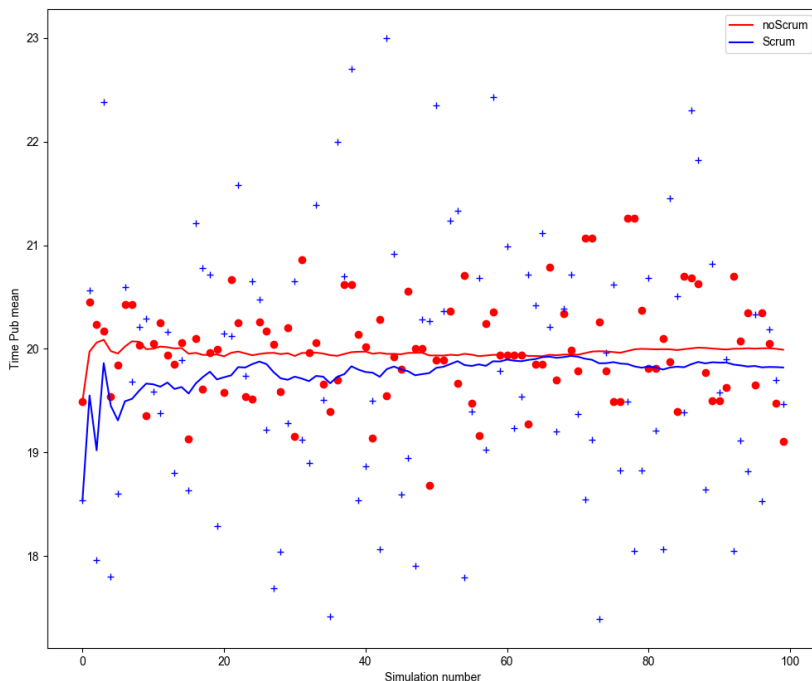


Рисунок 12. Среднее время публикации статей в зависимости от номера прогона. Линиями нарисована зависимость скользящего среднего (составлено автором)

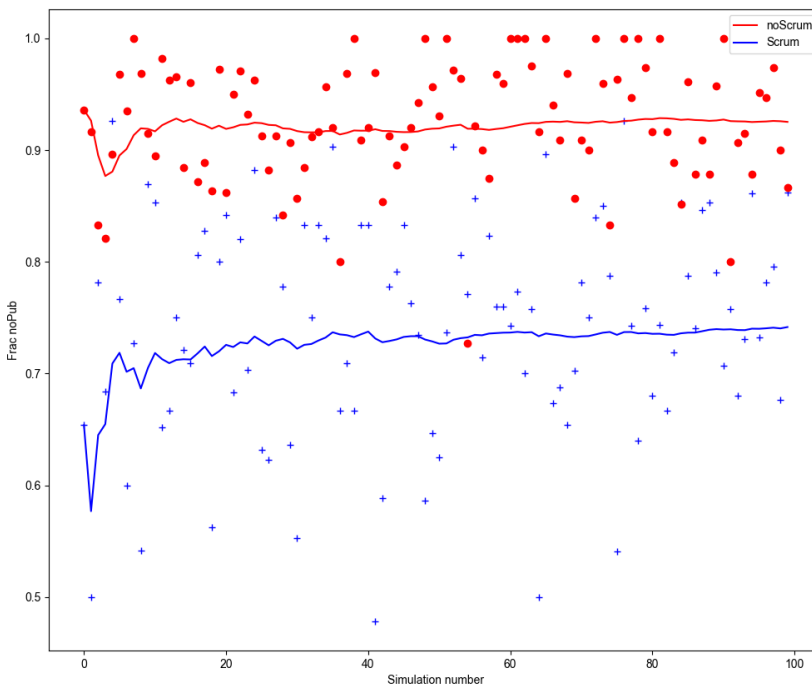


Рисунок 13. Доля несостоявшихся научных статей в зависимости от номера прогона. Линиями нарисована зависимость скользящего среднего (составлено автором)

Для оценки влияния Scrum на время написания статей T_{pub} , мы сравнили время написания статей для двух выборок методом t-теста для сравнения двух независимых выборок.

Результаты показали, что на уровне 1 % значимости длительность написания статей с использованием Scrum не изменяется.

- Среднее время написания научной статьи со Scrum составило 19.90 недель со стандартным отклонением 3.33 недели.
- Среднее время написания научной статьи без Scrum составило 19.90 недель со стандартным отклонением 0.77 недели.

Мы также дополнительно использовали непараметрический критерий U Манна-Уитни в случае, при котором распределении признаков не соответствует нормальному распределению, результаты которого оказались аналогичны t-тесту.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что использование Scrum не ускоряет написание статей, даже при условии того, что функция написания статей не подчиняется нормальному распределению.

Другим показателем, который может быть использован для оценки продуктивности Scrum, является доля *несостоявшихся научных статей*. Мы оценили долю *несостоявшихся научных статей* для команд, использующих Scrum и не использующих.

- Доля *несостоявшихся научных статей* в командах, использующих Scrum 0.74 со стандартным отклонением 0.02.
- Доля *несостоявшихся научных статей* в командах, не использующих Scrum составляет 0.92 со стандартным отклонением 0.01.

Другими словами, из 100 % начатых статей в командах, использующих Scrum, успешными будут 26 % статей. В случае, если Scrum не используется, во временные рамки публикационного процесса с требуемым качеством уложатся 8 % статей.

Выводы и заключение

Авторами обобщена и проработана формализация процесса самоорганизации команд для достижения определенной цели – написания научных статей. В отличие от самоорганизации групп на основании ментальных моделей при образовании команд соавторов важна цель образования команды. Например, фанаты футбольного клуба в отличие от авторов научных статей сначала образуют группу на основании ментального кода, а потом ищут цели.

В исследовании разработан детальный алгоритм образования графа соавторств широко используемого в различных исследованиях. Сформулированы основные теоретические утверждения, даны определения *укомплектованности команды* и *несостоявшейся научной статьи*. Сформулирована гипотеза ([Гипотеза 1](#)) об инвариантности графа соавторства относительно введения Scrum ролей в процесс написания статей.

В результате проведенного авторами оптимизационного эксперимента найдены оптимальные значения параметров для построенной авторами модели написания статей. По результатам, сделанным на оптимизированной модели соавторства разработанной авторами, эффект от введения методики Scrum в процесс написания научных статей небольшими командами соавторов состоит в следующем:

- Среднее время написания научной статьи (T_{pub}) не изменяется.
- Средняя доля несостоявшихся научных статей (F_{sc}) уменьшается.

Общее влияние Scrum на процесс написания научных статей командой соавторов является положительным. То, что T_{pub} не изменяется может служить экспериментальным подтверждением [Гипотезы 1](#).

Продуктивность команд, образованных по комплементарному принципу, становится выше от применения гибких методик и Scrum, в частности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Fowler M., Highsmith J. The agile manifesto // *Software Development*. – 2001. – Т. 9. – № 8. – С. 28-35.
2. Pereme F. et al. Toward An integrative CSDS based model of industrial R&D division efficiency // *IFAC-PapersOnLine*. – 2016. – Т. 49. – №. 12. – С. 1785-1790.
3. Bonner N. A. et al. An Empirical Investigation of the Perceived Benefits of Agile Methodologies Using an Innovation-Theoretical model // *Journal of Database Management (JDM)*. – 2016. – Т. 27. – № 3. – С. 38-63.
4. Hoda R., Murugesan L. K. Multi-level agile project management challenges: A self-organizing team perspective // *Journal of Systems and Software*. – 2016. – Т. 117. – С. 245-257.
5. Moe N. B., Dingsøyр T., Dybå T. Understanding self-organizing teams in agile software development // *Software Engineering, 2008. ASWEC 2008. 19th Australian Conference on*. – IEEE, 2008. – С. 76-85.
6. Moe N. B., Dingsøyр T., Dybå T. Overcoming barriers to self-management in software teams // *IEEE software*. – 2009. – Т. 26. – № 6.
7. Cockburn A., Highsmith J. Agile software development, the people factor // *Computer*. – 2001. – Т. 34. – № 11. – С. 131-133.
8. Ken Schwaber and Jeff Sutherland. *The Scrum guide*, 2001.
9. Cropley D. H., Kaufman J. C. Measuring functional creativity: Non-expert raters and the Creative Solution Diagnosis Scale // *The Journal of Creative Behavior*. – 2012. – Т. 46. – № 2. – С. 119-137.
10. Jackson P. W., Messick S. The person, the product, and the response: Conceptual problems in the assessment of creativity // *Journal of personality*. – 1965. – Т. 33. – № 3. – С. 309-329.
11. King L. A., Walker L. M. K., Broyles S. J. Creativity and the five-factor model // *Journal of research in personality*. – 1996. – Т. 30. – № 2. – С. 189-203.
12. Olguín D. O. et al. Sensible organizations: Technology and methodology for automatically measuring organizational behavior // *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B (Cybernetics)*. – 2009. – Т. 39. – №. 1. – С. 43-55.
13. Краснов Ф. В. Человек и коммуникации // *Директор информационной службы* – 2008. – №11.
14. Fedor Krasnov, Alexander Sergeev Segmentation of IT customers on internal market // *The 4th Software Engineering Conference (Russia) 2008 (SEC(R) 2008)*.
15. Tannenbaum S. I., Cerasoli C. P. Do team and individual debriefs enhance performance? A meta-analysis // *Human factors*. – 2013. – Т. 55. – № 1. – С. 231-245.

16. Hill G. W. Group versus individual performance: Are N+ 1 heads better than one? // Psychological bulletin. – 1982. – Т. 91. – № 3. – С. 517.
17. Tims M. et al. Job crafting at the team and individual level: Implications for work engagement and performance // Group & Organization Management. – 2013. – Т. 38. – № 4. – С. 427-454.
18. Alnuaimi O. A., Robert L. P., Maruping L. M. Team size, dispersion, and social loafing in technology-supported teams: A perspective on the theory of moral disengagement // Journal of Management Information Systems. – 2010. – Т. 27. – № 1. – С. 203-230.
19. Harper, Robert G. "Power, dominance, and nonverbal behavior: An overview". Power, dominance, and nonverbal behavior. Springer New York, 1985. 29-48.
20. Boehm B., Turner R. People factors in software management: lessons from comparing agile and plan-driven methods // Crosstalk-The Journal of Defense Software Engineering, (Dec 2003). – 2003.
21. Paasivaara M., Heikkilä V. T., Lassenius C. Experiences in scaling the product owner role in large-scale globally distributed scrum // Global Software Engineering (ICGSE), 2012 IEEE Seventh International Conference on. – IEEE, 2012. – С. 174-178.
22. Berger, Joseph, Bernard P. Cohen, and Morris Zelditch Jr. "Status characteristics and social interaction". American Sociological Review (1972): 241-255.
23. Berger, Joseph, Susan J. Rosenholtz, and Morris Zelditch Jr. "Status organizing processes". Annual review of sociology 6.1 (1980): 479-508.
24. Guimera R. et al. Team assembly mechanisms determine collaboration network structure and team performance // Science. – 2005. – Т. 308. – № 5722. – С. 697-702.
25. Krasnov F., Dokuka S., Yavorskiy R. The Structure of Organization: The Coauthorship Network Case // International Conference on Analysis of Images, Social Networks and Texts. – Springer, Cham, 2016. – С. 100-107.
26. Stewart G. L., Barrick M. R. Team structure and performance: Assessing the mediating role of intrateam process and the moderating role of task type // Academy of management Journal. – 2000. – Т. 43. – № 2. – С. 135-148.
27. Klimoski R., Mohammed S. Team mental model: Construct or metaphor? // Journal of management. – 1994. – Т. 20. – № 2. – С. 403-437.
28. Morgeson F. P., Hofmann D. A. The structure and function of collective constructs: Implications for multilevel research and theory development // Academy of management review. – 1999. – Т. 24. – № 2. – С. 249-265.
29. Walsh J. P. Managerial and organizational cognition: Notes from a trip down memory lane // Organization science. – 1995. – Т. 6. – № 3. – С. 280-321.
30. Fiske S. T., Taylor S. E. Social cognition. – 1991.
31. Sims H. P., Gioia D. A. The thinking organization // Jossey-Bass Inc Pub, 1986.
32. Brief A. P., Downey H. K. Cognitive and organizational structures: A conceptual analysis of implicit organizing theories // Human Relations. – 1983. – Т. 36. – № 12. – С. 1065-1089.
33. Lim B. C., Klein K. J. Team mental models and team performance: A field study of the effects of team mental model similarity and accuracy // Journal of organizational behavior. – 2006. – Т. 27. – № 4. – С. 403-418.

34. Edwards B. D. et al. Relationships among team ability composition, team mental models, and team performance // *Journal of Applied Psychology*. – 2006. – Т. 91. – № 3. – С. 727.
35. Mathieu J. E. et al. The influence of shared mental models on team process and performance // *Journal of applied psychology*. – 2000. – Т. 85. – № 2. – С. 273.
36. Agile Geoscience // веб ресурс <https://github.com/agile-geoscience>.
37. Hamilton B. H., Nickerson J. A., Owan H. Team incentives and worker heterogeneity: An empirical analysis of the impact of teams on productivity and participation // *Journal of political Economy*. – 2003. – Т. 111. – № 3. – С. 465-497.
38. Prat A. Should a team be homogeneous? // *European Economic Review*. – 2002. – Т. 46. – № 7. – С. 1187-1207.
39. McPherson M., Smith-Lovin L., Cook J. M. Birds of a feather: Homophily in social networks // *Annual review of sociology*. – 2001. – Т. 27. – № 1. – С. 415-444.
40. Snijders T. A. B., Van de Bunt G. G., Steglich C. E. G. Introduction to stochastic actor-based models for network dynamics // *Social networks*. – 2010. – Т. 32. – № 1. – С. 44-60.
41. Steglich C., Snijders T. A. B., Pearson M. Dynamic networks and behavior: Separating selection from influence // *Sociological methodology*. – 2010. – Т. 40. – № 1. – С. 329-393.
42. Block P., Grund T. Multidimensional homophily in friendship networks // *Network Science*. – 2014. – Т. 2. – № 2. – С. 189-212.

Krasnov Fedor Vladimirovich
LLC "Gazpromneft NTC", Russia, Saint-Petersburg
E-mail: Krasnov.FV@Gazprom-Neft.ru

Dokuka Sofiya Vladimirovna
National research university "Higher school of economics", Russia, Moscow
E-mail: sdokuka@hse.ru

Modelling and assessment of the impact of the application of Scrum framework on the process of writing research papers

Abstract. The research considers non-standard use of Agile approach to development processes of intellectual property. Process of writing research papers in collaboration was selected as the object of the development. As a specific Agile method was selected Scrum framework widely used to improve the efficiency of development processes.

Authors considered the process of writing research papers in a broad sense: from a team assembling to its collapse. The authors consider a research paper as the main product of this process. Authors defined basic indicators of productivity of process of writing research papers. Authors determined algorithms necessary for the formation of teams. The basis of the algorithms are concepts of homogeneity and complementarity of competencies.

Based on developed by authors method of writing research papers was conducted multivariate digital simulation experiment using the technology of agent-based modeling. Authors have developed a multi-agent role-playing model of the process of writing research papers.

After numerical simulation, the authors identified the most sensitive to changes parameters of the process of writing research papers.

In conclusion, the authors conducted a comparison of key parameters of efficiency of process of writing of research papers with use of Scrum framework and without it.

The results show the positive effect of the application of Scrum framework on the process of writing research papers.

Keywords: research papers; Scrum framework; imitation modeling; mathematical model of organization process; performance indicators; role-based model; collaboration graph