

УДК: 004.9

DOI: 10.30987/2658-6436-2020-3-45-55

А.А. Захарова, К.В. Захарченков, Ю.В. Вайнилович

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОЕКТНЫХ КОМАНД И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАДАЧ ИТ-ПРОЕКТОВ

*В процессе управления ИТ-проектами возникает множество задач, требующих обработки информации и поддержки принятия управленческих решений. Наиболее актуальными задачами при управлении ИТ-проектами являются синтез состава и структуры проектных команд и распределение участников ИТ-проектов на задачи. В статье проведен подробный анализ существующих подходов к повышению эффективности управления ИТ-проектами. Предложен способ повышения эффективности управления ИТ-проектами на основе эволюционного моделирования, алгоритм формирования структуры и состава проектных команд, алгоритм распределения участников ИТ-проектов на задачи. Продемонстрирована эффективность предложенного решения при реализации учебных, аутсорсинговых ИТ-проектов и стартапов.*

**Ключевые слова:** повышение эффективности формирования проектных команд, распределение задач ИТ-проекта, эволюционное моделирование.

A.A. Zakharova, K.V. Zakharchenkov, Yu.V. Vaynilovich

## IMPROVING THE EFFICIENCY OF PROJECT TEAMS FORMATION AND IT PROJECT TASKS ALLOCATION

*In the process of managing IT projects, there are many tasks that require information processing and support for management decisions. The most relevant tasks in managing IT projects are the synthesis of the composition and structure of project teams and the allocation of participants in IT projects to tasks. The article provides a detailed analysis of existing approaches to improving the efficiency of IT project management. A method for improving the efficiency of IT projects management based on evolutionary modeling, an algorithm for forming the structure and composition of project teams, and an algorithm for allocating IT projects participants to tasks are proposed. The effectiveness of the proposed solution in the implementation of educational, outsourcing IT projects and startups is demonstrated.*

**Keywords:** improving the efficiency of project teams formation, IT project tasks allocation, evolutionary modeling.

### Введение

Методология управления разработкой программного обеспечения Agile [1] предполагает следование следующим принципам, специфическим для ИТ-проектов: люди и взаимодействие важнее процессов и инструментов; сотрудничество с заказчиком важнее согласования условий контракта; готовность к изменениям важнее следования первоначальному плану; работающий продукт важнее исчерпывающей документации. Выстраивание эффективного взаимодействия участников проектных команд обуславливает необходимость оценки личностных и психологических качеств. Эффективное сотрудничество с заказчиком предполагает изменение требований к конечному продукту на протяжении всего жизненного цикла. Готовность к изменениям обуславливает необходимость многократного решения задачи формирования состава и структуры проектных команд, формирования состава и структуры проектных задач, перераспределения участников проектов на задачи.

В процессе формирования проектных команд проводится предварительная оценка личностных и психологических качеств участников проекта. Это обеспечивает рациональное распределение ролей в команде, сокращение количества конфликтов, повышение эффективности обучения участников в процессе работы над проектом.

Состав проектных задач влияет на набор технологий, которыми должны владеть участники проектных команд. Уровень владения технологиями оценивается на основе результатов решения задач предыдущих проектов. Комплексная оценка личностных и психологических качеств участников в сочетании с профессиональными компетенциями обеспечивает рациональный подбор участников проектных команд. Рациональный состав и структура проектной команды обеспечивает уменьшение времени реализации проекта.

Состав проектных задач определяется на основе требований заказчика и может изменяться в ходе реализации проекта. Синтез состава и структуры проектных задач осуществляется путем декомпозиции каждой проектной задачи на подзадачи с последующей оценкой целесообразности декомпозиции с точки зрения трудоемкости проекта в целом. На основе состава и структуры проектных задач с учетом состава и структуры проектных команд руководителем проекта осуществляется рациональное распределение участников проекта на задачи.

В статье проанализированы существующие подходы к управлению IT-проектами, предложен комплексный системный подход к повышению эффективности управления IT-проектами за счет оптимального формирования структуры и состава команд IT-проектов и распределения участников команд IT-проектов на задачи, разработаны алгоритмы.

### **1. Анализ подходов к повышению эффективности управления проектами**

**Общая методология управления проектами.** Н. В. Бурков [2] развил теорию активных систем. В. И. Воропаев, И. И. Мазур, В.Д. Шапиро развили методологию управления проектами. Новиков Д. А [3, 4] разработал методологию управления социальными и экономическими системами, которую адаптировал к различным предметным областям, в частности, к управлению проектами. Б. П. Титаренко создал робастную технологию, предназначенную для поддержки принятия проектных решений в условиях неопределенности. Е.С. Гламаздин, А.В. Цветков занимались исследованием и развитием информационных систем управления проектами.

Э. Голдратт сформулировал и обосновал теорию ограничений систем. Т. Де Марко [5] разработал методологию структурного анализа. Г. Гантт предложил новый способ календарного планирования с использованием диаграмм. Г. Файоль определил пять функций менеджмента при управлении проектами.

**Управление разработкой программного обеспечения.** Б. Бозомом была создана первая версия концепции RAD (Rapid Application Development), ставшей основой для создания гибкой, адаптивной системы разработки приложений, которую назвал «спиральная модель». Ф. Брукс [6] одним из первых выполнил анализ деятельности по управлению IT-проектами в своей работе «Мифический человеко-месяц». Он определил основные типы команд разработки ПО, выделил командные роли и оценил применимость различных команд к различным типам проектов. А. Коберн предложил структурированный подход к выбору адекватной проектной методологии, предложил набор методологий семейства Crystal и определил область применения этих методологий. Э. Йордон выделил условия применения методологий управления «критическими» проектами. М. Фаулер выполнил сравнительный анализ адаптивных проектных методологий и сформулировал рекомендации по процедуре их выбора. Исследования в области теории управления разработкой ПО проводит институт Карнеги Меллона (Carnegie Mellon University Software Engineering Institute, CMU SEI), а также ведущие компании-вендоры: IBM, HP, Microsoft, SAP, Oracle.

**В современной IT-сфере** наиболее распространенной методологией управления проектами является PMI PMBOK5 Американского института управления проектами – PMI. Положительной стороной методологии является процессный подход. Весь процесс управления разделен на пять этапов, которые, в свою очередь, разделены на 47 процессов.

Недостатком данной методологии являются большие затраты на планирование и разработку проектной документации.

Стандарт PRINCE2 разработан по заказу Британского агентства Central Computer and Telecommunications Agency (CCTA), дает пошаговый алгоритм управления проектом и сфокусирован на достижении тех бизнес-задач, ради которых он был принят. Методология PRINCE2 более ориентирована для ИТ-индустрии, чем PMI PMBOK5.

Семейство методологий Agile разработано для управления ИТ-проектами и базируется на принципах противоположных классическому подходу PMBOK.

Наиболее известной методологией данного семейства в настоящее время является SCRUM. Преимуществом использования методологии SCRUM является отсутствие предпроектного периода, начать работу над проектом можно, как только соберутся все участники проекта. Методология SCRUM при правильном подходе позволяет решать задачи за короткий период времени, внедрять по ходу выполнения проекта новые элементы, заранее не предусмотренные проектом. Недостатком методологии является возможное затягивание времени выполнения проектов из-за большого числа итераций.

В настоящее время в ИТ-индустрии используется комплексный подход к управлению ИТ-проектами, заключающийся в использовании нескольких методологий на разных стадиях реализации проекта.

**Синтез состава и структуры проектных задач.** В работах В. И. Аверченкова, В.В. Емельянова, В. В. Курейчика, В. М. Курейчика, К. С. Мышенкова, А. Н. Полетайкина, I. Okada, E. Osaba, E. Sriprasert рассмотрены вопросы применения эвристических методов эволюционного моделирования к задаче планирования.

Наиболее популярными методами планирования являются метод сетевого планирования, методы теории расписаний, метод PERT, методы теории графов, метод ветвей и границ, муравьиные алгоритмы.

Анализ исследований показывает, что методами планирования проектных задач занимались многие исследователи [7-11]. Однако, в соответствии с ежегодным аналитическим отчетом специалистов компании The Standish Group International [12], планирование занимает четвертое место среди причин, по которым ИТ-проекты не были закончены или имели существенные недостатки, что указывает на необходимость дальнейшего совершенствования методов планирования проектов.

**Синтез состава и структуры проектных команд.** Курт Левин, Д. Мак Грегор и его коллеги, Р. Лайкерт, Р. Блейк, Дж. Моутон, Р. Валтон, Р. Шварц исследовали организационное поведение в группах, определили характеристики эффективных команд, связали стили управления и эффективность команд, разработали модель групповой эффективности, опираясь на показатели эффективности групповой деятельности. Р. М. Белбин [13] в результате исследований выделил девять типов ролей, которые может исполнять человек в команде в зависимости от личных качеств. Для выявления склонности участника к той или иной командной роли, а, следовательно, и для формирования успешных команд он предложил использовать разработанный им тест. Артемовым О. Е. [14] в результате исследования выявлены наиболее значимые проблемы формирования эффективных команд, показана с точки зрения социологии необходимость учитывать психотипы работников при подборе состава команд. Оригинальные результаты исследований математических моделей формирования и функционирования команд изложены в работах Д. А. Новикова [4], А. Г. Чхартишвили, В. Holmstrom, J. Marshak, R. Radner.

**Для ИТ-проектов** Прихожим А.А., Ждановским А. М. [15] предложено решать проблему оптимального разбиения исполнителей проектов на группы путем оценивания их профессиональных компетенций с учетом требований к конкретному проекту. Проблемы формирования и функционирования команд для выполнения ИТ-проектов исследует в своей работе А. В. Будыльский [16], который разработал методику распределения задач ИТ-проекта

между ресурсами и принятия решения о замене ресурса на основе кооперационных коэволюционных генетических алгоритмов. Критериями эффективности разработанной методики являются минимизация бюджета и длительности выполнения проекта. Разработанная методика позволяет снизить неопределенность информации экспертного характера. Недостатком предложенной методики является отсутствие ограничений на владение технологиями и опыта работы ресурсов проекта.

Исходя из анализа исследований задачи синтеза состава и структуры проектных команд, можно сделать вывод, что существующие научные работы не охватывают в полной мере все аспекты формирования команд ИТ-проектов.

Результаты обзора существующих подходов к решению задачи повышения эффективности управления проектами представлены на рисунке 1.

Анализ литературных источников позволяет сделать вывод о недостаточной проработанности проблемы управления командами ИТ-проектов, об отсутствии комплексных системных подходов к задаче повышения эффективности управления командами ИТ-проектов. Большинство научных работ посвящено исследованию отдельных аспектов проблемы управления проектами, без учета специфики ИТ-проектов. Соответственно, актуальной является задача комплексного повышения эффективности управления командами ИТ-проектов для поддержки принятия управленческих решений на всех этапах реализации проекта.

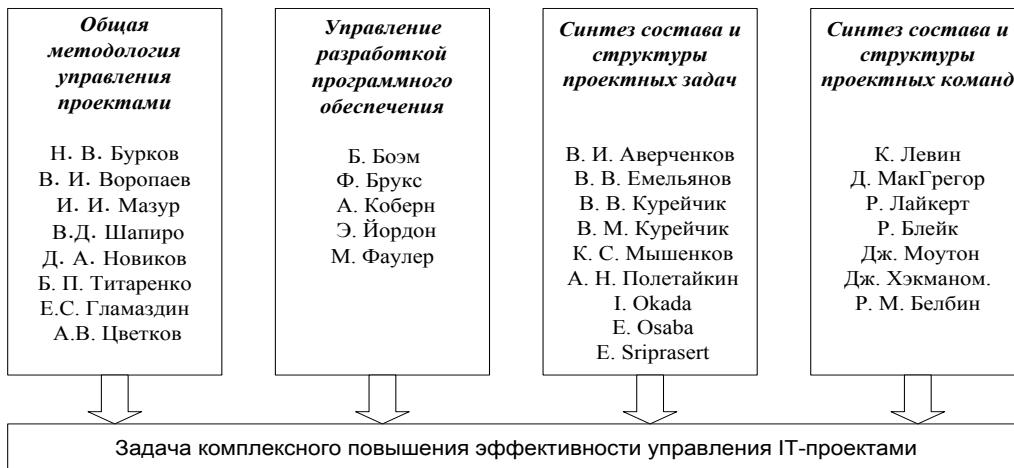


Рис. 1. Результаты обзора существующих подходов к решению задачи повышения эффективности управления проектами

## 2. Постановка задачи комплексного повышения эффективности управления ИТ-проектами

Критерием повышения эффективности управления ИТ-проектами является снижение трудоемкости решения задач проекта и уменьшение времени выполнения проекта

$$PM_{it_{pr}} \rightarrow \min, TDEV_{it_{pr}} \rightarrow \min,$$

где  $PM_{it_{pr}}$  – трудоемкость проекта,  $TDEV_{it_{pr}}$  – длительность проекта.

Исходными данными для решения задачи являются следующие компоненты ИТ-проектов: состав и структура проектных команд, состав и структура проектных задач, распределение участников проекта на задачи

$$IT_{pr} = \langle Struct_{team}, Composition_{team}, Struct_{task}, Composition_{task}, ||Distr_{ij}|| \rangle$$

где  $\|Distr_{ij}\|$  – распределение участников на задачи проекта,  $Structure_{team}$  – структура проектной команды,  $Composition_{team}$  – состав проектной команды;  $Structure_{task}$  – структура проектных задач,  $Composition_{task}$  – состав проектных задач.

Структура проектной команды характеризуется общим количеством участников и количеством участников со знанием каждой, используемой для реализации проекта, технологии

$$Structure_{team} = \langle TotalNumber, \{TechNumber_i | TechNumber_i \in Tech_{it_{pr}}\} \rangle,$$

где  $TotalNumber$  – общее количество участников проектной команды,  $TechNumber_i$  – количество участников проектной команды, владеющих  $i$ -й технологией,  $Tech_{it_{pr}}$  – множество технологий, используемых для реализации IT-проекта.

Состав проектной команды характеризуется множеством участников

$$Composition_{team} = \{PP_{team}\}.$$

Каждый участник проектной команды характеризуется набором параметров

$$PP_{team} = \{\{PPQ_{team}\}, \{Tech_{team}\}\},$$

где  $PPQ_{team}$  – множество параметров, характеризующих личностные и психологические качества участников проектов

$$PPQ_{team} = \langle TB_{pp}, SB_{pp} \rangle,$$

где  $TB_{pp}$  – результат прохождения теста Р. М. Белбина;  $SB_{pp}$  – результат прохождения теста Т. Кеннета,  $Tech_{team}$  – множество технологий, которыми владеет участник проектной команды.

$Tech_{team}$  характеризуются уровнем владения и опытом использования при реализации проектов

$$Tech_{team_i} = \langle LevelTech_{team_i}, Experience_{team_i} \rangle,$$

где  $LevelTech_{team_i}$  – уровень владения  $i$ -й технологией,  $Experience_{team_i}$  – опыт использования  $i$ -й технологии.

Каждая задача проекта из множества задается набором характеристик

$$Task = \langle T_{task}, Type_{task}, Tech_{task} \rangle,$$

где  $T_{task}$  – время выполнения задачи,

$$T_{task} = \{t_{task} | t_{task} \in N\},$$

$Type_{task}$  – тип задачи,

$$Type_{task} = \{type_{task} | type_{task} \in Def_{Type}\},$$

где  $Def_{Type}$  – область определения типа задачи,  $Tech_{task}$  – применяемая технология,  $Tech_{task} = \{tech_{task} | tech_{task} \in Def_T\}$ .

### 3. Способ повышения эффективности управления IT-проектами на основе эволюционного моделирования

Предложенный способ обеспечивает комплексное решение задачи повышения эффективности управления IT-проектами на основе эволюционного моделирования и включает два основных этапа:

**Этап 1.** Формирование команд IT-проектов на основе эволюционного моделирования.

**Шаг 1.1.** Первоначальное формирование проектных команд на основе эволюционного моделирования [17] выполняется с учетом ограничений: каждый кандидат на участие в проектах владеет хотя бы одной, требуемой для реализации проекта, технологией; кандидаты для одной команды психологически совместимы; в команде присутствуют представители

всех командных ролей; состав проектной команды соответствует структуре, определенной руководителем проекта. Создание первоначального набора проектных команд завершается в следующих случаях: все кандидаты на участие в проектах распределены по командам; не выполняется хотя бы одно ограничение для нераспределенных кандидатов на участие в проектах. Функцией приспособленности является трудоемкость и длительность выполнения проекта, рассчитанные по методике СОСОМОП [21].

**Шаг 1.2.** Выполнение основных процедур эволюционного моделирования [17] при формировании команд IT-проектов. Селекция заключается в отборе команд, у которых значение функции приспособленности не больше пороговой величины – среднего значения приспособленности по всем командам. Для скрещивания применяется стратегия одноточечного кроссинговера. Для мутации применяется комбинация двух видов операторов мутации – удаление случайно выбранного участника команды и присоединение случайно выбранного участника команды из совокупности возможных. Для сокращения промежуточного количества проектных команд применяется стратегия элитарного отбора. Процесс завершается, если на очередном шаге не произошло улучшение функции приспособленности. Выходными данными алгоритма является проектная команда с наилучшим значением функции приспособленности.

**Этап 2.** Распределение участников команд IT-проектов на задачи с использованием эволюционного моделирования.

**Шаг 2.1.** Первоначально варианты распределения участников проектной команды на задачи с использованием эволюционного моделирования [17] формируются с учетом следующих ограничений: каждый вариант распределения содержит количество исполнителей равное количеству задач; один исполнитель решает одну задачу; одна задача решается одним исполнителем; варианты распределения, отличающиеся только порядком следования исполнителей, считаются различными. Для каждой команды с использованием методики СОСОМО II [21] рассчитывается значение функции приспособленности.

**Шаг 2.2.** Выполнение основных процедур эволюционного моделирования [17] при распределении участников IT-проектов на задачи. Селекция заключается в отборе только тех вариантов распределения, значение функции приспособленности которых не больше пороговой величины – среднего значения приспособленности по всем вариантам распределения. Для скрещивания применяется стратегия одноточечного кроссинговера. Мутация в рамках решаемой задачи заключается в изменении для двух исполнителей варианта распределения решаемой задачи. Для сокращения промежуточной популяции применяется стратегия элитарного отбора. Алгоритм заканчивает работу, если на очередном шаге не произошло улучшение функции приспособленности. Выходными данными алгоритма является вариант распределения исполнителей на задачи проекта с наилучшим значением функции приспособленности.

#### 4. Алгоритм формирования структуры и состава проектных команд

Предложенный алгоритм обеспечивает комплексную обработку информации о кандидатах на участие в проектах и повышение эффективности управленческих решений при формировании проектных команд лицом, принимающим решения.

Алгоритм процесса управления формированием проектных команд включает следующие шаги:

1) Интерпретация результатов прохождения тестов кандидатами на участие в проекте в соответствии с методикой тестов. Диагностический инструментарий основан на концепции командных ролей Р. М. Белбина [13] и методике диагностирования поведения личности в конфликтной ситуации Т. Кеннета [18].

2) Разбиение кандидатов на участие в проекте на группы в соответствии с их личностными и психологическими качествами методом кластерного анализа k-средних

[19, 20]. Исходными данными для метода является множество характеристик кандидатов на участие в проектах, полученных на шаге 1. Разбиение осуществляется на четыре кластера, что соответствует количеству групп командных ролей по Р. М. Белбину.

3) Определение степени владения требуемыми технологиями на основе результатов многоуровневой оценки качества решения проектных задач. Оценка формируется на основании результатов участия в предыдущих проектах и учитывает следующие показатели: количество задач, решенных в проекте, с использованием  $i$ -й технологии; сложность решенных задач; количество найденных ошибок в результате тестирования; количество подтвержденных ошибок; скорость решения задач

$$LevelTech_{teami} = \frac{\sum quality + \sum speed}{NumberTasks} \cdot complexity,$$

где  $quality$  – качество решения задачи проекта

$$quality = 1 - \frac{ConfirmedErrors}{\sum FindErrors},$$

где  $ConfirmedErrors$  – количество подтвержденных ошибок;  $FindErrors$  – количество найденных ошибок;  $speed$  – скорость решения задачи проекта, находится как отношение планового времени решения задачи к фактическому времени решения

$$speed = \frac{TermPlanned}{TermActual},$$

где  $TermPlanned$  – плановое время решения задачи;  $TermActual$  – фактическое время решения задачи;  $NumberTasks$  – количество задач проекта, решенных участником;  $complexity$  – сложность задачи.

Сложность задачи определяется методом парных сравнений Т. Саати.

4) Предварительная оценка трудоемкости проектов с использованием базового уровня методики СОСОМОП [21]. Для оценки размера программного кода используется метод экспертных оценок [22]. Для оценки факторов масштаба методики СОСОМО П используется метод парных сравнений Т. Саати [23]. Производится сравнительная оценка факторов масштаба и множителей трудоемкости оцениваемого проекта и завершенных проектов на основе матриц парных сравнений. Результатом данного шага является предварительная оценка трудоемкости проектов.

5) Ранжирование проектов по приоритету методом парных сравнений Т. Саати.

6) Синтез состава и структуры проектных команд. Структуры проектных команд определяются руководителем проекта, исходя из проектных задач. Составы проектных команд формируются в соответствии с этапом 1 способа повышения эффективности управления командами ИТ-проектами, описанным в пункте 3. Входными параметрами алгоритма являются: структуры проектных команд; выходные данные алгоритма кластерного анализа  $k$ -средних, полученные на шаге 2; оценки уровня владения технологиями кандидатов на участие в проектах, полученные на шаге 3; результат ранжирования проектов по приоритету, полученный на шаге 5.

7) Оценка состава и структуры проектных команд лицом, принимающим решения. В случае согласия с предложенной структурой и составом проектной команды считается решенной, в противном случае следует повторить шаг 6.



## 5. Алгоритм распределения участников команд IT-проектов на задачи

Алгоритм процесса управления распределением участников проектных команд на задачи включает следующие шаги:

1) Декомпозиция задач проекта на подзадачи лицом, принимающим решения. Декомпозиция проводится в соответствии с методикой SADT [24]. Для декомпозиции выбирается наиболее приоритетная задача. Приоритеты задачам присваивает заказчик.

2) Оценка уровня сложности задач проекта методом парных сравнений Т. Саати. Строится матрица парных сравнений задач по критерию «сложность» на основе шкалы относительной важности Т. Саати, рассчитывается вес каждой задачи. Задача, имеющая больший вес считается более сложной.

3) Распределение участников проектной команды на задачи проекта методом с использованием эволюционного моделирования на основе этапа 2 способа, описанного в пункте 3.

4) Оценка трудоемкости решения задач методом COCOMO II до и после декомпозиции лицом, принимающим решение

$$PM_{it_{pr}}(SelectingTeam_T) > PM_{it_{pr}}(SelectingTeam_{ST}),$$

$$TDEV_{it_{pr}}(SelectingTeam_T) > TDEV_{it_{pr}}(SelectingTeam_{ST}).$$

Если условие выполняется, то декомпозиция является целесообразной и оптимальное распределение участников проектной команды  $SelectingTeam^* = SelectingTeam_{ST}$ , в противном случае декомпозиция является нецелесообразной, оптимальное распределение участников проектной команды  $SelectingTeam^* = SelectingTeam_T$  и на очередной итерации выбирается следующая по очереди задача.

Для нового набора задач повторяются этапы 1-4.

Последовательная декомпозиция задач прекращается, если все задачи станут элементарными; дальнейшая декомпозиция каждой задачи станет нецелесообразной с точки зрения трудоемкости; все участники проектной команды распределены на задачи.

## 6. Результаты

Проведена апробация предложенного способа повышения эффективности управления IT-проектами при реализации учебных проектов в группе студентов по специальности «Программная инженерия» Белорусско-Российского университета в рамках учебной практики [25], стартапов и аутсорсинговых IT-проектов в ООО «Стэпл Инк» (г. Минск, Республика Беларусь) [26].

При апробации в Белорусско-Российском университете были созданы три команды для реализации одного и того же проекта. Первая команда формировалась при помощи предложенного алгоритма, две другие – по желанию студентов. Назначение исполнителей на задачи проекта в первой команде осуществлялась в соответствии с разработанным алгоритмом, в двух других командах оценкой трудозатрат и сроков реализации задач занимались ее участники. Результат эксперимента показал, что трудоемкость выполнения проекта первой командой на 19 % ниже остальных команд.

При апробации в ООО «Стэпл Инк» для расчета был выбран IT-проект, при реализации которого участники проектных команд должны были иметь опыт использования пяти технологий промышленного программирования. Для реализации проекта были отобраны 15 претендентов. Расчетная трудоемкость и длительность проекта для проектной команды из пяти человек, сформированной руководителем проекта составила 46,73 чел./мес.



Применение эволюционного моделирования при формировании проектных команд и распределении проектных задач между участниками позволило уменьшить расчетную трудоемкость IT-проекта на 30 % и составила 32,63 чел./мес.

### Выводы

Обзор существующих подходов к повышению эффективности управления проектами показал актуальность развития методов, обеспечивающих решение задачи комплексного повышения эффективности управления IT-проектами за счет улучшения процессов формирования проектных команд и распределения задач между участниками команд IT-проектов. В статье предложен способ комплексного решения задачи повышения эффективности управления IT-проектами на основе эволюционного моделирования, представлены новые алгоритмы формирования проектных команд и распределения участников IT-проектов на задачи. Эффективность предложенного способа и алгоритмов при реализации IT-проектов подтверждена при внедрении результатов научных исследований в ООО «Стэпл Инк» (г. Минск, Республика Беларусь) и в Белорусско-Российском университете (г. Могилев, Республика Беларусь). Внедрение разработанного способа и алгоритмов обеспечило снижение трудоемкости IT-проектов в ООО «Стэпл Инк» на 20-30 %.

### Список литературы:

1. Кон, М. Agile: оценка и планирование проектов. – М.: ООО «Альпина Диджитал», 2018. – 460 с.
2. Бурков, В.Н. Как управлять проектами. / В.Н. Бурков, Н. А. Коргин, Д. А. Новиков // М.: Librokom, 2009. - 264 с.
3. Бурков, В.Н., Новиков, Д. А. Теория активных систем: состояние и перспективы. - М.: Синтег, 1999. - 128 с.
4. Новиков, Д.А. Математические модели формирования и функционирования команд. - М.: Издательство физико-математической литературы, 2008. - 184 с.
5. Марко, Т., Листер, Т. Человеческий фактор: успешные проекты и команды. Издательство: Символ-Плюс, 2005. - 256 с.
6. Брукс, Ф. Мифический человеко-месяц или как создаются программные системы. Пер. с англ. СПб.: Символ-Плюс, 1999. - 304 с.
7. Подвесовский, А.Г. Нечеткие когнитивные модели в задачах анализа и планирования программных проектов / А.Г.Подвесовский, Д.В.Титарев, Р.А.Исаев, // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2019. - № 8. - С. 22–31. DOI: 10.14489/vkit.2019.08.pp.022-031.
8. Ройс, У. Управление проектами по созданию программного обеспечения. Унифицированный подход. - М.: Лори, 2002. - 434 с.
9. Томсетт, Р. Радикальное управление IT-проектами. - Лори, 2005. - 294 стр.
10. Буркова, И.В. Метод сетевого программирования в задачах нелинейной оптимизации. «Автоматика и телемеханика», 2009. - №10.- С. 15–21.
11. Остроух, Е.Н., Чернышов, Ю.О., Климова, Д.Н. Решение задачи моделирования бизнес-процессов it-компании с использованием метода роевого интеллекта. / Е.Н. Остроух, Ю.О. Чернышов, Д.Н.

### References:

1. Kon, M. Agile: ozenka i planirovanie proektov. – M.: ООО «Alpina Didzhital», 2018. – 460 s.
2. Burkov, V.N. Kak upravlyat proektami. / V.N. Burkov, N. A. Korgin, D. A. Novikov // M.: Librokom, 2009. - 264 s.
3. Burkov, V.N., Novikov, D. A. Teoriya aktivnyh sistem: sostoyanie i perspektivy. - M.: Sinteg, 1999. - 128 s.
4. Novikov, D.A. Matematicheskie modeli formirovaniya i funkcionirovaniya komand. - M.: Izdatelstvo fiziko-matematicheskoy literatury, 2008. - 184 s.
5. Marko, T., Lister. T. Chelovecheskij faktor: usheshnye proekty i komandy. Izdatelstvo: Simvol-Plyus, 2005. - 256 s.
6. Bruks, F. Mificheskij cheloveko-mesyac ili kak sozdayutsya programnye sistemy. Per. s angl. SPb.: Simvol-Plyus, 1999. - 304 s.
7. Podvesovskij, A.G. Nchetkie kognitivnye modeli v zadachah analiza i planirovaniya programmyh proektov / A.G. Podvesovskij, D.V. Titarev, R.A. Isaev, // Vestnik kompyuternyh i informacionnyh tekhnologij. – 2019. - № 8. - S. 22–31. DOI: 10.14489/vkit.2019.08.pp.022-031.
8. Rojs, U. Upravlenie proektami po sozdaniyu programmnogo obespecheniya. Unificirovannyj podhod. - M.: Lori, 2002. - 434 s.
9. Tomsett, R. Radikalnoe upravlenie IT-proektami. - Lori, 2005. - 294 str.
10. Burkova, I.V. Metod setevogo programmirovaniya v zadachah nelinejnoj optimizacii. «Avtomatika i telemekhanika», 2009. - №10.- S. 15–21.
11. Ostrouh, E.N., Chernyshov YU.O., Klimova D.N. Reshenie zadachi modelirovaniya biznes-processov it-kompanii s ispolzovaniem metoda roevogo intellekta. / E.N. Ostrouh, YU.O. Chernyshov, D.N. Klimova //

- Климова // Международный научно-исследовательский журнал, 2017. - Ч. 3. - №9. - С.53-57.
12. The CHAOS Manifesto. The Standish Group International, 2014. - 16 p.
13. Белбин, Р.М. Типы ролей в командах менеджеров; [пер.с англ.]. - М.: HIPPO, 2003. - 232 с.
14. Артемов, О.В. Управление внутренней интеграцией команды // Управление интеллектуальным капиталом. Материалы международной конференции. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2007. -С 91–95
15. Прихожий, А.А., Ждановский, А.А. Метод оценки квалификации и оптимизация состава профессиональных групп // Системный анализ и прикладная информатика, 2018. – №2. – С.4–11.
16. Будыльский, А.В., Квятковская, И.Ю. Управление проектами разработки программного обеспечения с использованием агентных технологий. Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии, 2013. - №3(23). - С. 119–128.
17. Саймон, Д. Алгоритмы эволюционной оптимизации. – М: ДМК Пресс, 2020. - 940 с.
18. Гришина, Н.В. Психология конфликта. 2-е изд. – СПб.: Питер, 2008. – 544 с
19. Савченко, Т.Н. Применение методов кластерного анализа для анализа данных психологических исследований // Прикладная юридическая психология №4, 2008. - С. 100–111.
20. Мандель, И. Д. Кластерный анализ. - М.: Финансы и статистика, 1988. - 176 с.
21. Boehm, B., etal. Software costestimation with COCOMOII. Englewood Cliffs, NJ: Prentice–Hall, 2000.
22. Гуцыкова, С.В. Метод экспертных оценок. Теория и практика. - М.: Институт психологии РАН, 2012. – 144 с.
23. Саати, Т.Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий. - М.: Радио и связь, 1993. - 320 с.
24. Марка, Д.А., Гоуэн, К. Методология структурного анализа и проектирования. - М., "МетаТехнология", 1993. - 240 с.
25. Вайнилович, Ю.В. Проблемы развития компетенций проектных команд IT-сферы // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии: материалы междунар. науч.-техн. конф. : М. Е. Лустенков (гл. ред.) [и др.]; Могилев, 25–26 апреля 2019 г. – Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, 2019. – С. 408–409.
26. Вайнилович, Ю.В., Захарченков, К.В. Программный комплекс многоуровневого управления IT-проектами // Инновации, 2019. – № 8(250). – С. 88–96.
- Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal, 2017. - CH. 3. - №9. - S.53-57
12. The CHAOS Manifesto. The Standish Group International, 2014. - 16 p.
13. Belbin, R.M. Tipy rolej v komandah menedzherov; [per.s angl.]. - M.: HIPPO, 2003. - 232 s.
14. Artemov, O.V. Upravlenie vnutrennej integraciej komandy // Upravlenie intellektualnym kapitalom. Materialy mezhdunarodnoj konferencii. – Vladimir: Izd-vo VIGU, 2007. -S 91–95
15. Prihozhiy, A.A., Zhdanovskij, A.A. Metod ocenki kvalifikacii i optimizaciya sostava professionalnyh grupp // Sistemnyj analiz i prikladnaya informatika, 2018. – №2. – S.4–11.
16. Budylskij, A.V., Kvyatkovskaya, I.YU. Upravlenie proektami razrabotki programmogo obespecheniya s ispolzovaniem agentnyh tekhnologij. Prikaspijskij zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii, 2013. - №3(23). - S. 119–128.
17. Sajmon, D. Algoritmy evolyucionnoj optimizacii. – M: DMK Press, 2020. - 940 s.
18. Grishina, N.V. Psihologiya konflikta. 2-e izd. – SPb.: Piter, 2008. – 544 s
19. Savchenko, T.N. Primenenie metodov klasternogo analiza dlya analiza dannyh psihologicheskikh issledovaniy // Prikladnaya yuridicheskaya psihologiya №4, 2008. - C. 100–111.
20. Mandel, I. D. Klasternyj analiz. - M.: Finansy i statistika, 1988. - 176 s.
21. Boehm, B., etal. Software costestimation with COCOMOII. Englewood Cliffs, NJ: Prentice–Hall, 2000.
22. Gucykova, S.V. Metod ekspertnyh ocenok. Teoriya i praktika. - M.: Institut psihologii RAN, 2012. – 144 c.
23. Saati, T.L. Prinyatie reshenij. Metod analiza ierarhij. - M.: Radio i svyaz, 1993. - 320 s.
24. Marka, D.A., Gouen, K. Metodologiya strukturnogo analiza i proektirovaniya. - M., "MetaTekhnologiya", 1993. - 240 c.
25. Vajnilovich, YU.V. Problemy razvitiya kompetencij proektnyh komand IT-sfery // Materialy, oborudovanie i resursosberegayushchie tekhnologii: materialy mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. : M. E. Lustenkov (gl. red.) [i dr.]; Mogilev, 25–26 aprelya 2019 g. – Mogilev : Belarus.-Ros. un-t, 2019. – S. 408–409.
26. Vajnilovich, YU.V., Zaharchenkov, K.V. Programmnyj kompleks mnogourovneвого upravleniya IT-proektami // Innovacii, 2019. – № 8(250). – S. 88–96.

Статья поступила в редколлегию 30.07.2020.

Рецензент: канд. техн. наук, доц.,

Брянский государственный технический университет

Подвесовский А.Г.

Статья принята к публикации 07.08.2020.

**Сведения об авторах**

**Захарова Алена Александровна**

доктор технических наук, профессор Брянского государственного технического университета (Брянск, Россия)  
E-mail: zaa@tu-bryansk.ru

**Захарченко Константин Васильевич**

кандидат технических наук, кафедра автоматизированных систем управления, Белорусско-Российский университет (Могилев, Беларусь)  
E-mail: zaharchenkovkv@mail.ru

**Вайнилович Юлия Викторовна**

старший преподаватель, кафедра автоматизированных систем управления, Белорусско-Российский университет (Могилев, Беларусь)  
E-mail: Ylia.v@tut.by

**Information about authors:**

**Zakharova Alena Aleksandrovna**

Sc.D. in Technique, professor of Informatics and Software Engineering Department at Bryansk State Technical University (Bryansk, Russia)  
E-mail: zaa@tu-bryansk.ru

**Zaharchenkov Konstantin Vasilevich**

Ph.D. (Engineering), Associate Professor, Department of Automated Control Systems, Inter-State Educational Institution of Higher Education «Belarusian-Russian University», (Mogilev, Republic of Belarus)  
E-mail: zaharchenkovkv@mail.ru

**Vajnilovich Julija Viktorovna**

Senior Lecturer, Department of Automated Control Systems, Inter-State Educational Institution of Higher Education «Belarusian-Russian University», (Mogilev, Republic of Belarus)  
E-mail: Ylia.v@tut.by