

На правах рукописи

**ВАЙНИЛОВИЧ
ЮЛИЯ ВИКТОРОВНА**

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ
ОРГАНИЗАЦИОННЫМИ ПРОЦЕССАМИ IT-ПРОЕКТОВ НА ОСНОВЕ
ЭВОЛЮЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Научная специальность 05.13.10 – «Управление в социальных
и экономических системах»

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук

Брянск – 2021

Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет».

Научный руководитель **ЗАХАРОВА Алёна Александровна**, доктор технических наук, доцент

Официальные оппоненты: **КАРПЕНКО Анатолий Павлович**, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой «Систем автоматизированного проектирования» Московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана

МКРТЫЧЕВ Сергей Вазгенович, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Прикладная математика и информатика» Института математики, физики и информационных технологий Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тольяттинский государственный университет»

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»

Защита диссертации состоится «25» января 2022 года в 14.00 на заседании диссертационного совета Д 212.021.03, на базе ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет» по адресу: 241035, г. Брянск, ул. Харьковская, д.10-Б, учебный корпус № 4, ауд. Б101.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет» и на сайте университета по адресу: <https://www.tu-bryansk.ru/mainpage/dissertatsii/vaynilovich-yuliya-viktorovna>

Отзывы на автореферат высылать по адресу: 241035, г. Брянск, бульвар 50 лет Октября, 7.

Автореферат разослан «___» _____ 20__ г.

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 212.021.03,
кандидат технических наук, доцент


М.Ю. Рытов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы диссертации.

Одним из путей повышения эффективности управления организационными системами учреждений образования и предприятий является реализация и внедрение IT-проектов. Успешная реализация IT-проектов зависит от эффективной организации процессов разработки программного обеспечения.

Рассматриваемые в данной работе организационные аспекты управления IT-проектами обеспечивают повышение эффективности работы участников команд исполнителей, что позволяет снизить трудоемкость решения проектных задач. Повышение эффективности управления предполагает снижение трудоемкости выполнения проекта за счет комплексного учета личностных и психологических качеств участников команд исполнителей, уровня и опыта владения технологиями и инструментами, опыта участия в аналогичных проектах, сработанности команды.

В соответствии с современными методологиями разработки программного обеспечения, в IT-проектах определяющее значение имеют люди и взаимоотношения. Поэтому IT-проект можно рассматривать как организационную систему, а задачу повышения эффективности управления IT-проектом рассматривать как задачу управления организационной системой.

Специфической особенностью управления IT-проектами в настоящее время является частое изменение условий внешней среды. Изменение состава и структуры задач IT-проекта, обусловленное изменением требований заказчика, приводит к необходимости оперативного принятия решений по изменению состава и структуры команд исполнителей, перераспределения исполнителей на задачи. При удаленном управлении IT-проектами с использованием современных информационно-коммуникационных технологий распределение задач IT-проекта между исполнителями и организация контроля качества решения задач приобретает особую актуальность.

Современные методологии разработки программного обеспечения позволяют организовать работу над проектом при постоянном изменении условий внешней среды. При этом в процессе планирования и организации работ руководители IT-проектов сталкиваются со сложностями **комплексной** обработки информации для оперативного принятия решений по изменению параметров организационных процессов. Соответственно, создание математического и программного обеспечения для повышения эффективности управления организационными процессами IT-проектов является актуальной задачей.

Исследованиями в области управления проектами занимались Д. А. Новиков, В. Н. Бурков, В. И. Воропаев, Б. П. Титаренко, Э. Голдратт, Т. ДеМарко, Г. Гантт. Значительный вклад в развитие теории управления процессами разработки программного обеспечения внесли Б. Боэм, Ф. Брукс, М. Фаулер, Новиков Д. А. Задачами повышения эффективности формирования и работы команд занимались Д.А. Новиков, К. Lewin, Р. М. Belbin, К. Арджирис, Р. Шварц, Т. Кеннет, Остроух Е.Н. Развитием методов эволюционного моделирования для оптимизации процессов в сложных системах занимались Д. Холланд, Н. Packard, А. Perelson, А. Фрейзер, А.П. Карпенко, В.М. Курейчик, В.В. Курейчик.

Однако в этих работах не рассматривались вопросы повышения эффективности управления IT-проектами на основе эволюционного моделирования.

Существующие подходы к управлению проектами позволяют выполнять определение основных этапов реализации проекта, разбиение каждого этапа на работы,

определение последовательности работ. При этом в существующих универсальных системах управления процессами реализации проектов обработка информации для поддержки принятия решений по формированию состава задач, декомпозиции проектных задач на подзадачи, формированию состава и структуры команд, назначению исполнителей на задачи, оценка трудоемкости и продолжительности выполнения работ выполняется руководителем проекта без учета всех специфических особенностей IT-проектов.

Существующие подходы рассматривают только **отдельные аспекты** задачи повышения эффективности управления IT-проектами: оценку личностных качеств разработчиков; формирование команды исполнителей; оценку трудоемкости проекта; распределение ресурсов проекта. Анализ существующих подходов показал отсутствие **комплексных подходов** к повышению эффективности управления организационными процессами IT-проектов, обеспечивающих **комплексную обработку информации и поддержку принятия управленческих решений** на следующих этапах проекта: при отборе участников проектов, формировании команд исполнителей, планировании и контроле качества проектных работ.

Для исследования организационных процессов в IT-проектах предлагается использовать эволюционное моделирование, так как данный математический аппарат обеспечивает возможность решения **поисковых** задач, которые являются многомерными с большим объемом пространства поиска. Критерием эффективности управления организационными процессами IT-проектов является трудоемкость выполнения проекта, для расчета которой использована методика СОСОМО II. Данная методика адаптирована к современным методологиям разработки ПО и учитывает большее число факторов, влияющих на выполнение IT-проекта, чем альтернативные методики оценки трудозатрат. Для повышения точности оценки поправочных коэффициентов методики СОСОМО II использован метод парных сравнений Т. Саати.

Объектом исследования в диссертационной работе являются процессы управления организационными системами IT-проектов.

Предметом исследования являются математические методы и программные средства повышения эффективности управления организационными процессами IT-проектов.

Целью диссертационной работы является повышения эффективности управления организационными процессами IT-проектов за счет поддержки принятия решений при формировании команд исполнителей и распределения исполнителей на задачи на основе эволюционного моделирования.

Для достижения цели исследования необходимо решить следующие **задачи**:

1. Провести анализ существующих подходов к управлению организационными процессами IT-проектов и программных систем, предназначенных для управления проектами.

2. Разработать концепцию решения задачи повышения эффективности управления организационными процессами IT-проектов, реализующую комплексную обработку информации о личностных и психологических качествах и профессиональных компетенциях участников команд исполнителей; комплексную поддержку принятия решений при управлении синтезом состава и структуры проектных задач и распределении участников проекта на задачи с использованием средств эволюционного моделирования.

3. Разработать метод повышения эффективности управления организационными процессами IT-проектов, основанный на использовании кластерного анализа для обработки информации об участниках проектов, интеграции результатов комплексной

обработки информации о личностных и психологических качествах и профессиональных компетенциях участников команд исполнителей в операции эволюционного моделирования.

4. Разработать алгоритмы поддержки принятия решений при формировании структуры и состава команд исполнителей и распределения исполнителей на задачи проекта путем применения эволюционного моделирования в сочетании с методикой СОСОМО II метода парных сравнений Т.Саати для определения поправочных коэффициентов методики СОСОМО II при оценке трудоемкости проекта.

5. Разработать программный комплекс многоуровневого управления IT-проектами, реализующий концепцию, авторский метод и авторские алгоритмы поддержки принятия решений при формировании структуры и состава команд исполнителей и распределения исполнителей на задачи проекта.

6. Разработать технологию повышения эффективности управления организационными процессами IT-проектов с применением предложенного метода и разработанного программного комплекса.

Методы и средства исследования. Для решения поставленных задач использованы положения теории организационных систем, методология управления проектами, методы кластерного анализа, методы принятия решений, методы эволюционного моделирования.

Научная новизна работы.

1. Разработана концепция решения задачи повышения эффективности управления организационными процессами IT-проектов. Предложенная концепция **отличается** применением комплексного подхода к решению задачи повышения эффективности управления организационными процессами IT-проектов, обеспечивающего комплексную обработку информации о личностных и психологических качествах и профессиональных компетенций участников команд исполнителей, комплексную поддержку принятия решений при управлении синтезом состава и структуры проектных задач и распределении участников проекта на задачи на основе эволюционного моделирования.

Соответствует п.2 и п.3 паспорта специальности 05.13.10

2. Предложен метод повышения эффективности управления организационными процессами IT-проектов, **отличающийся** интеграцией результатов комплексной обработки информации о личностных и психологических качествах и профессиональных компетенций участников команд исполнителей в операции эволюционного моделирования для поддержки принятия решений при формировании состава команд исполнителей и назначения участников проекта на задачи.

Соответствует п.4 и п.6 паспорта специальности 05.13.10

3. Разработаны алгоритмы поддержки принятия решений при формировании структуры и состава команд исполнителей и распределения исполнителей на задачи проекта путем адаптации средств эволюционного моделирования к решению задачи планирования выполнения работ в IT-проекте. Предложенные алгоритмы **отличаются** применением эволюционного моделирования в сочетании с методикой СОСОМО II для расчета трудоемкости проектов и метода парных сравнений Т.Саати для оценки поправочных коэффициентов методики СОСОМО II.

Соответствует п.4 и п.10 паспорта специальности 05.13.10

4. Разработана структура и состав программного комплекса, технология **многоуровневого** управления IT-проектами, обеспечивающая автоматизацию формирования иерархии задач, синтеза структуры и состава команд исполнителей и многоуровневый контроль качества решения задач.

Соответствует п.12 паспорта специальности 05.13.10

Теоретическая значимость диссертации заключается в адаптации средств эволюционного моделирования к решению задачи повышения эффективности управления организационными процессами ИТ-проектов.

Практическая значимость полученных результатов состоит в следующем.

1. Использование разработанной концепции и метода для поддержки принятия управленческих решений в организационных системах ИТ-проектов.

2. Использование разработанных алгоритмов поддержки принятия решений при формировании структуры и состава команд исполнителей и распределения исполнителей на задачи проекта для автоматизации организационных процессов на этапах планирования и организации работ при реализации ИТ-проектов.

3. Применение разработанного программного комплекса и технологии для принятия управленческих решений при управлении организационными процессами ИТ-проектов в организационных системах учреждений образования и предприятий.

4. Результаты работы внедрены в учебный процесс Белорусско-Российского университета при подготовке бакалавров по направлениям «Программная инженерия» и «Информатика и вычислительная техника».

5. Результаты работы внедрены в ООО «Стэпл Инк» для управления ИТ-проектами.

Положения, выносимые на защиту:

1. Концепция решения задачи повышения эффективности управления организационными процессами ИТ-проектов позволяет проводить комплексную обработку информации о личностных и психологических качествах и профессиональных компетенций участников команд исполнителей, комплексную поддержку принятия решений при управлении синтезом состава и структуры проектных задач и распределении участников проекта на задачи на основе эволюционного моделирования.

2. Метод повышения эффективности управления организационными процессами ИТ-проектов обеспечивает математическую основу решения задачи повышения эффективности управления организационными процессами ИТ-проектов путем интеграции результатов комплексной обработки информации о личностных и психологических качествах и профессиональных компетенций участников команд исполнителей в операции эволюционного моделирования для поддержки принятия решений при формировании состава команд исполнителей и назначения участников проекта на задачи.

3. Алгоритмы поддержки принятия решений при формировании структуры и состава команд исполнителей и распределения исполнителей на задачи проекта на основе эволюционного моделирования в сочетании с методикой СОСОМО II для расчета трудоемкости проектов и метода парных сравнений Т. Саати для определения поправочных коэффициентов методики СОСОМО II обеспечивают автоматизацию организационных процессов на этапах планирования и организации работ при реализации ИТ-проектов.

4. Программный комплекс и технология **многоуровневого** управления ИТ-проектами обеспечивает реализацию алгоритмов поддержки принятия решений при формировании структуры и состава команд исполнителей, распределении исполнителей на задачи проекта.

Личный вклад соискателя. Лично автором разработаны концепция, метод, алгоритмы, выносимые на защиту, программное обеспечение и технология, реализующая предложенный метод и алгоритмы.

Публикации. По материалам диссертации опубликованы 15 печатных работ в том числе: 4 статьи в научных журналах, рекомендованных ВАК РФ, 1 статья в зарубежном издании, индексируемом в БД SCOPUS, свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2020619104 «Программа многоуровневого управления IT-проектами на основе эволюционного моделирования» (дата регистрации в Реестре программ для ЭВМ 11.08.2020).

Апробация. Выступления на конференциях: VIII международная научно-техническая конференция «ЭНЕРГЕТИКА, ИНФОРМАТИКА, ИННОВАЦИИ – 2018 (инновационные технологии и оборудование в промышленности, управление инновациями, экономика и менеджмент, научные исследования в области физической культуры, спорта и общественных наук)». Смоленск, 2018 г, Международная научно-техническая конференция «Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии». Могилев, 2019 г., V научно-практическая конференция «Управление научными исследованиями и разработками: роль науки в достижении национальных целей». Москва, 2019 г., X национальная научно-техническая конференция с международным участием Энергетика, информатика, инновации – 2020 (микроэлектроника и оплотехника, инновационные технологии и оборудование в промышленности, управление инновациями). Смоленск, 2020 г. Имеется 2 акта о внедрении: в ООО «Стэп Инк», в образовательный процесс разработки «Программный комплекс многоуровневого управления IT-проектами на основе эволюционного моделирования».

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность работы, определены цель и задачи, сформулирована научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, приведены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе рассмотрены вопросы развития теории управления разработкой программного обеспечения отечественными и зарубежными учеными, исследованы вопросы командной работы, проведен анализ существующих методов и средств управления организационными процессами IT-проектов, проведен анализ проблем, связанных с повышением эффективности управления IT-проектами, выполнена постановка задачи управления IT-проектом как организационной системой в соответствии с общей теорией управления организационными системами.

Наиболее популярными методами планирования и оценки длительности проектов являются метод сетевого планирования, методы теории расписаний, метод PERT. При управлении проектами используются следующие эвристические методы оптимизации: разбросанный поиск, гармоничный поиск, гравитационный поиск, метод «Сглаживание», метод «Калибровка», муравьиные алгоритмы. Перечисленные методы не позволяют учитывать специфические особенности управления организационными процессами IT-проектов.

Оценка трудоемкости IT-проектов может выполняться методами функциональных точек, ДеМарко, на основе диаграммы вариантов использования, которые не учитывают параметры команды исполнителей IT-проекта.

При реализации сложных проектов используются типовые системы управления проектами: Microsoft Project, Open Plan Professional, Spider Project, Primavera Project, Artemis Views. Все они обладают базовым набором функций, но многие важные процессы управления проектами автоматизированы частично, без учета специфики организационных аспектов управления IT-проектами: не учитывается уровень

квалификации исполнителей, опыт работы с требуемыми технологиями, отсутствует поддержка принятия решения при формировании состава команд исполнителей, при расчете длительности выполнения отдельных работ и проекта в целом..

В связи с этим, актуальной является задача создания комплексного научного подхода, обеспечивающего решение научной задачи повышения эффективности управления организационными процессами IT-проектов.

Пусть руководитель проекта выбирает состав команды исполнителей $team$ из множества $TEAMS$ допустимых составов ($team \in TEAMS$). В результате выбора состава команды исполнителей $team \in TEAMS$, исходя из потребностей проекта Req в используемых технологиях $Tech_p$ и ограничении по длительности выполнения $TDEV$ ($Req = \langle Tech_p, TDEV \rangle$), реализуется результат $team_0 \in TEAMS_0$, где $TEAMS_0$ – множество допустимых составов команд исполнителей. Допустимым является состав команды, в который каждый исполнитель входит один раз. Одновременно один исполнитель может входить только в одну команду.

При выборе состава команды исполнителей руководитель проекта действует согласно своим предпочтениям и тем, как состав команды $Participants = \{Participant\}$ влияет на трудоемкость PM выполнения IT-проекта.

Участник команды исполнителей ($Participant$) характеризуется личностными и психологическими качествами (PPQ), перечнем ($Tech$) и уровнем владения технологиями ($LTech$), опытом участия в аналогичных проектах (Ex)

$$Participant = \langle PPQ, Tech, LTech, Ex \rangle.$$

Трудоемкость IT-проекта PM рассчитывается по методике СОСОМО II, поскольку данная методика учитывает параметры команд исполнителей в комплексе с параметрами IT-проекта, что не позволяют учитывать другие методики оценки трудоемкости.

Выбор состава команды руководителем проектов определяется правилом индивидуального рационального выбора $P^{PM}(TEAMS, Req, Participant) \subseteq TEAMS$, которое выделяет множество наиболее предпочтительных, с точки зрения руководителя проектов, составов команд.

Пусть руководитель проекта осуществляет декомпозицию задач на подзадачи, которые характеризуются типом ($Type$), технологией ($Tech$), приоритетом ($Ptask$)

$$Task = \langle Type, Tech, Ptask \rangle$$

и выбирает вариант распределения $distribution$ исполнителей команды $team$ на задачи из множества допустимых вариантов распределения D . В результате выбора варианта распределения исполнителей $distribution \in D$ реализуется результат $distribution_0 \in D_0$, где D_0 – множество допустимых вариантов распределения исполнителей.

При декомпозиции задач на подзадачи и выборе варианта распределения исполнителей на задачи руководитель проекта действует согласно своим предпочтениям и тем, как состав задач и вариант распределения на задачи проекта влияет на трудоемкость PM выполнения IT-проекта в целом. Трудоемкость выполнения IT-проекта зависит от состава задач $Tasks = \{Task\}$ и характеристик исполнителей проектов $Participants = \{Participant\}$.

Выбор состава задач и варианта распределения исполнителей руководителем проектов определяется правилом индивидуального рационального выбора $P^{PM}(D, Tasks, Participants) \subseteq D$, которое выделяет множество наиболее предпочтительных, с точки зрения руководителя проектов, вариантов состава задач и распределения исполнителей на задачи.

Модель принятия решения руководителем проектов описывается кортежем $\{TEAMS, TEAMS_0, D, D_0, Participants, Tasks, PM\}$.

Структура модели принятия решения руководителем проекта представлена на рисунке 1.

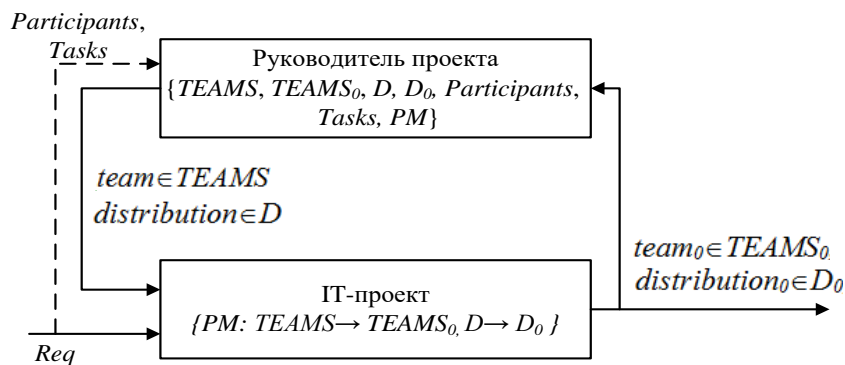


Рисунок 1 - Структура модели принятия решения руководителем проекта

Обозначим $u=(team, distribution) \in U=TEAMS \otimes D$ –вектор управления. В качестве математического аппарата выбрано эволюционное моделирование, которое позволяет получить несколько вариантов рациональных составов команд и распределений исполнителей на задачи за меньшее количество итераций по сравнению с другими математическими методами. Целевая функция руководителя проектов рассчитывается на основе эволюционного моделирования при выборе управления $u \in U$ и равна $PM(u) = EvModel(Tasks, Participants) \rightarrow min$.

Эффективность управленческого решения руководителя проектов без учета результатов эволюционного моделирования рассчитывается по формуле

$$K_m(u) = \frac{1}{PM_m(u)},$$

где $PM_m(u)$ – трудоемкость выполнения проекта без учета результатов эволюционного моделирования. Эффективность управленческого решения руководителя проектов с учетом результатов эволюционного моделирования оценивается по формуле

$$K_{EvM}(u) = \frac{1}{PM_{EvM}(u)},$$

где $PM_{EvM}(u)$ – трудоемкость выполнения проекта с учетом результатов эволюционного моделирования.

Соответственно, задача повышения эффективности управления организационной системой IT-проекта заключается в поиске допустимого рационального управления, обеспечивающего

$$K_{em}(u) \rightarrow \max_{u \in U}.$$

Таким образом, по итогам аналитического обзора формализована задача исследования, предложена структура модели принятия решения руководителем проектов.

Во **второй главе** представлены концепция и метод повышения эффективности управления организационными процессами IT-проектов, включающий новые алгоритмы поддержки принятия решений при формировании структуры и состава команд исполнителей и распределения исполнителей на задачи проекта, методику многоуровневой оценки качества решения задач проекта.

Концепция повышения эффективности управления организационными процессами IT-проектов обеспечивает модификацию и дополнение отдельных аспектов гибких методологий управления разработкой программного обеспечения (Scrum, Kanban и др.); **развитии и комплексном применении** современных подходов к оценке личностных и психологических качеств, методологии структурного анализа, методов формирования

команд исполнителей, оценки трудоемкости, распределения исполнителей на задачи проекта для повышения эффективности управления IT-проектами путем адаптации средств эволюционного моделирования к решению поставленной задачи диссертационного исследования.

Предложенная концепция (рис. 2) основана на следующих принципах:

- 1) комплексный подход к повышению эффективности управления IT-проектами с учетом результатов обработки информации о личностных и психологических качествах участников проектов с изменением параметров алгоритмов эволюционного моделирования в сочетании с методикой СОСОМО II и методом парных сравнений Т.Саати при изменении параметров системы и внешней среды;
- 2) комплексная обработка информации и принятие управленческих решений при формировании команд исполнителей и распределении участников проекта на задачи путем адаптации алгоритмов эволюционного моделирования в сочетании с методикой СОСОМО II и методом парных сравнений Т.Саати к решению задачи управления организационными процессами IT-проектов;
- 3) комплексная поддержка принятия решений на каждом шаге реализации IT-проекта при изменении системных (состава и структуры участников) и внешних (состава и структуры задач) факторов на основе эволюционного моделирования.

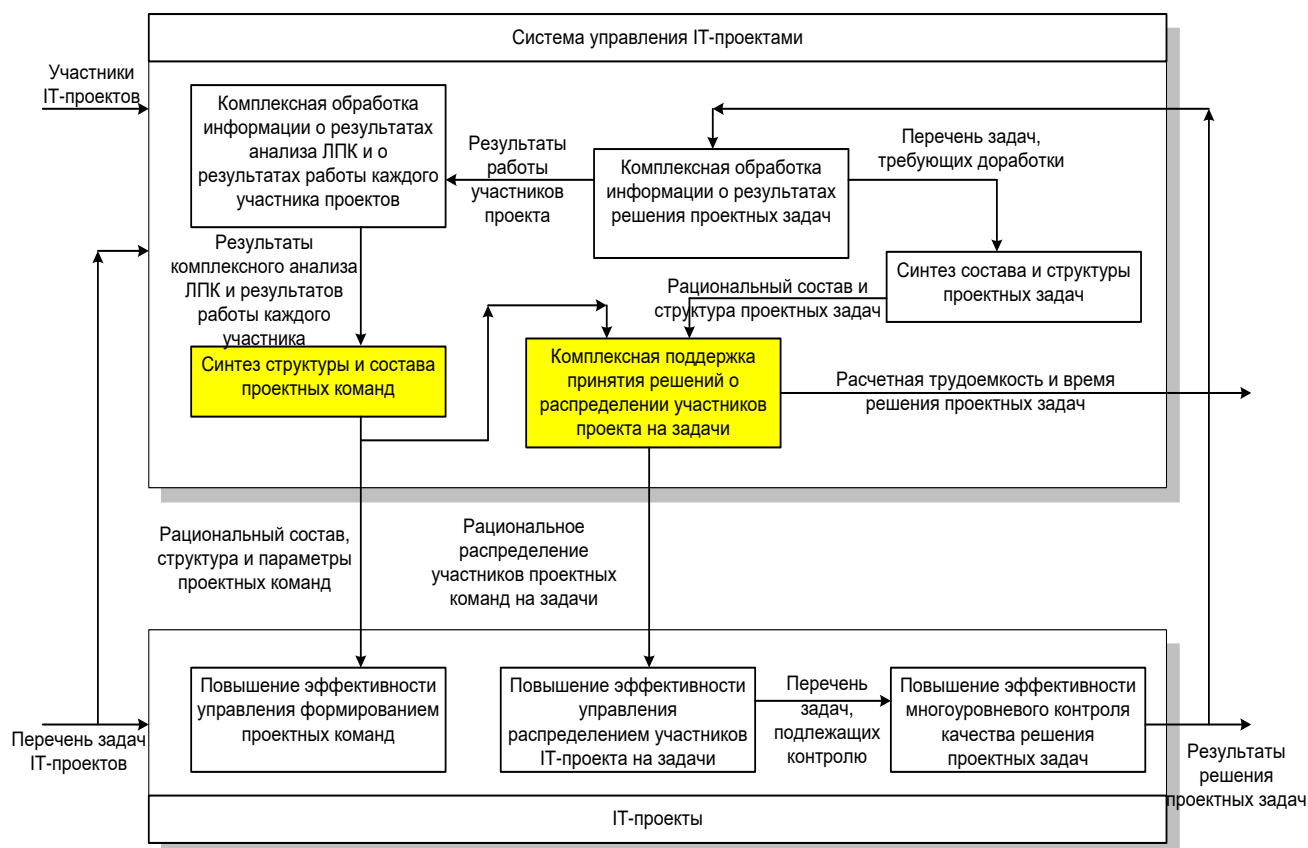


Рисунок 2 – Структурная схема концепции повышения эффективности управления IT-проектами на основе эволюционного моделирования

Выделенные на рисунке 2 структурные компоненты предложенной концепции содержат перечисленные отличительные особенности предложенного комплексного подхода к повышению эффективности управления IT-проектами.

Метод повышения эффективности управления организационными процессами IT-проектов на основе предложенной концепции включает следующие основные этапы.

Этап 1. Управление организационным процессом формирования команд исполнителей.

Шаг 1.1. Исследование личностных и психологических качеств участников проектов для задачи управления процессом формирования команд исполнителей.

Шаг 1.2. Оценка уровня владения технологиями и инструментами и опыта работы с технологиями и инструментами на основании результатов обработки информации результатах участия в предыдущих проектах (определяется по результатам оценки качества решения проектных задач) $LTech_{pp} = \langle LTech, Ex \rangle$, где $LTech$ - уровень владения технологиями, Ex - опыт работы с технологией.

Шаг 1.3. Предварительная оценка трудоемкости выполнения проекта на основе методики СОСОМО II в сочетании с методом парных сравнений Т. Саати для принятия решения о структуре команды исполнителей и решения задач управления формированием команд исполнителей, распределением исполнителей на задачи. Метод Т. Саати используется для оценки поправочных коэффициентов в процессе применения методики СОСОМО II.

Шаг 1.4. Синтез состава и структуры команды исполнителей с использованием средств эволюционного моделирования в сочетании с методикой СОСОМО II (рисунок 3).

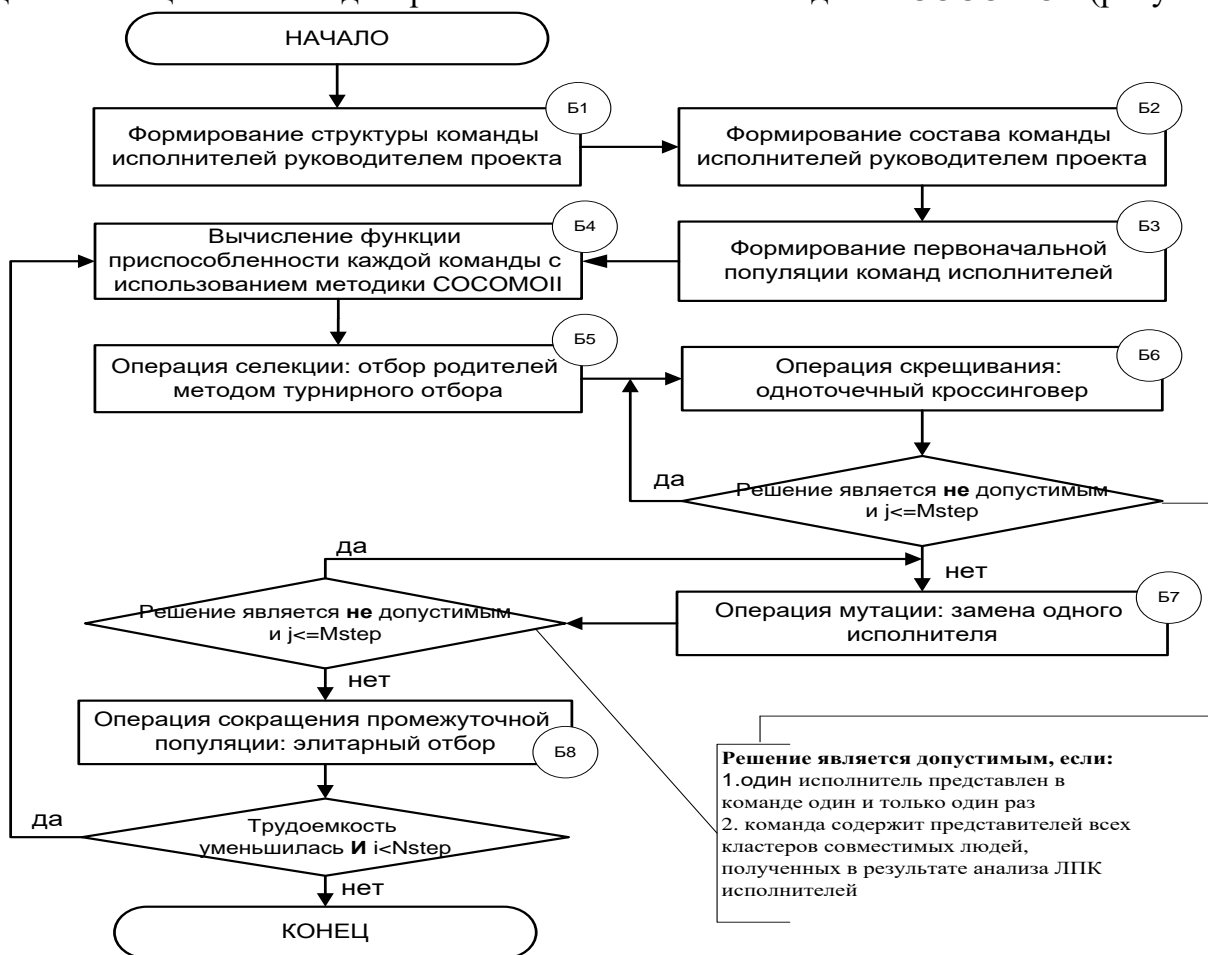


Рисунок 3 – Схема алгоритма формирования команд исполнителей

Шаг 1.5. Оценка состава и структуры команд исполнителей руководителем проекта и принятие решения по составу и структуре команд исполнителей.

Критерием эффективности является минимизация трудоемкости выполнения проекта.

Этап 2. Управление организационным процессом рационального распределения участников проекта на задачи.

Шаг 2.1. Принятие решения заказчиком о приоритетах задач проекта.

Шаг 2.2. Декомпозиция наиболее приоритетной задачи $task_i = \{subTask_{ij}\}$, где $subTask_{ij}$ – j-я подзадача i-й задачи.

Шаг 2.3. Принятие решений по назначению исполнителей на задачи IT-проекта на основе результатов эволюционного моделирования. Рациональным считается распределение, при котором $PM(SelectingTeam) \rightarrow min$.

Процедура эволюционного моделирования при принятии решений по назначению исполнителей на задачи включает следующую последовательность действий (рисунок 4).

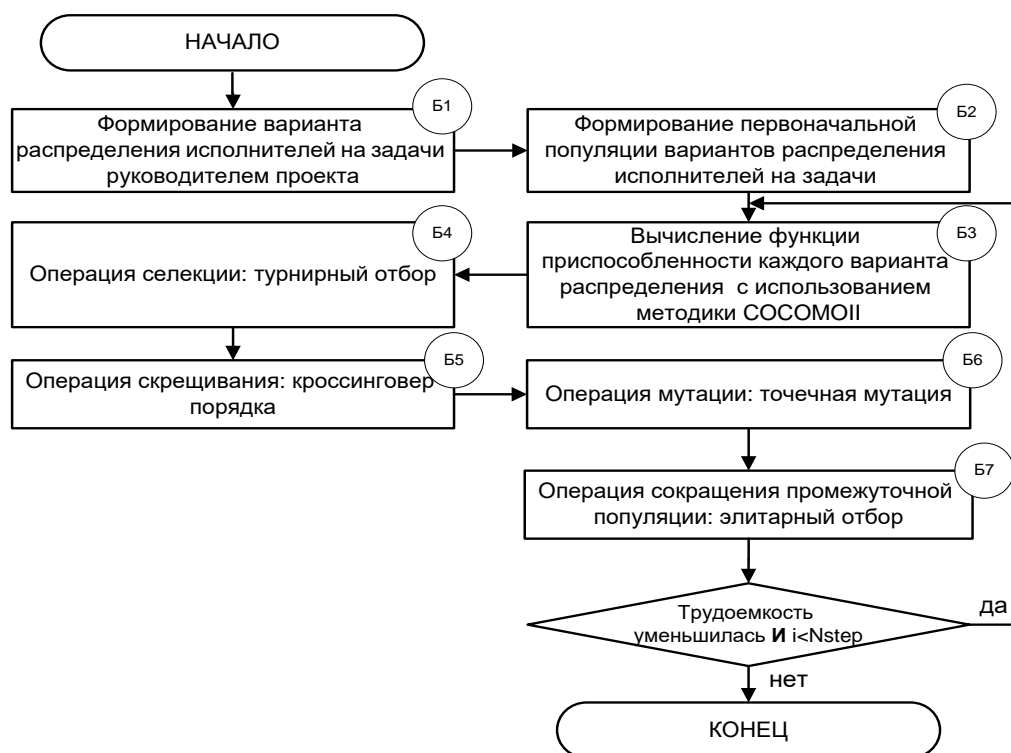


Рисунок 4 – Схема алгоритма распределения исполнителей на задачи

Шаг 2.4. Проверка условия $PM(SelectingTeam_T) > PM(SelectingTeam_{ST})$. При выполнении условия декомпозиция является целесообразной и рациональное распределение участников команды $SelectingTeam^* = SelectingTeam_{ST}$, в противном случае декомпозиция является нецелесообразной, рациональное распределение участников команды $SelectingTeam^* = SelectingTeam_T$.

Для нового набора задач повторяются шаги 2.1.-2.4.

Последовательная декомпозиция задач прекращается, если выполнено одно из следующих условий: все задачи станут элементарными, дальнейшая декомпозиция каждой задачи станет нецелесообразной с точки зрения трудоемкости либо все участники команды исполнителей распределены на задачи.

Этап 3. Получение и обработка информации о качестве решения проектных задач с целью определения эффективности работы каждого исполнителя IT-проекта. Для повышения точности оценок качества решения проектных задач организован многоуровневый контроль.

Контролерами решения задач занимаются исполнители вышестоящего уровня. Качество решения задачи характеризуется величиной $Quality = \langle Positive, Defect, Overall \rangle$, где $Positive$ - множество успешно пройденных тестов, $Defect$ - множество обнаруженных дефектов, $Overall$ - общее количество тестов.

Задача считается решенной, если выполняется условие *Positive = Overall*.

Многоуровневый контроль качества решения проектных задач предлагается с использованием разработанного программного обеспечения, архитектура которого рассматривается далее в главе 3.

Таким образом, решена задача создания нового метода и алгоритмов решения задачи повышения эффективности управления организационными процессами ИТ-проектов.

В третьей главе содержится описание программного комплекса многоуровневого управления ИТ-проектами. Программный комплекс имеет модульную архитектуру (рисунок 5).

В выделенных на рисунке 5 компонентах программного комплекса реализованы авторские алгоритмы повышения эффективности управления организационными процессами ИТ-проектов.

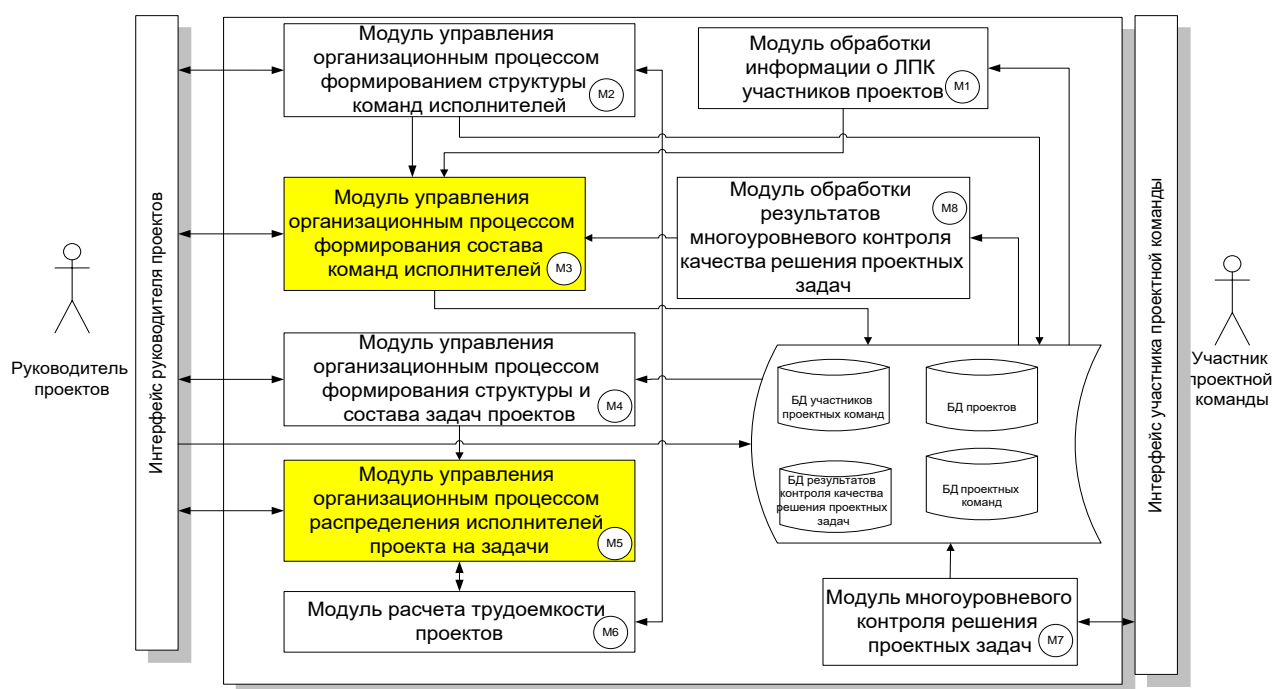


Рисунок 5 – Архитектура программного комплекса

Модуль обработки информации о личностно-психологических качествах участников проектов M1 распределяет претендентов на участие в проектах на кластеры на основе результатов психологического тестирования методом кластерного анализа k -средних. Данные о результатах психологических тестов загружаются в программный комплекс из программы, реализующей прохождение и обработку результатов тестов.

Модуль управления организационным процессом формирования структуры команд исполнителей M2 предназначен для создания рациональной структуры команды исполнителей руководителем ИТ-проекта на основе предварительной оценки трудоемкости и информации об используемых технологиях.

Модуль управления организационным процессом формирования состава команд исполнителей M3 предназначен для поддержки принятия решений при формировании команд исполнителей.

В модулях управления организационными процессами формирования структуры и состава команд исполнителей реализован авторский алгоритм на основе эволюционного моделирования. При разработке алгоритма учтены специфические особенности ИТ-проектов, в процессе эволюционного моделирования использована методика СОСОМО II и метод парных сравнений Т. Саати для оценки трудоемкости проекта (M6).

Модуль управления организационным процессом формирования структуры и состава задач проектов М4 предназначен для поддержки принятия решений в организационных системах IT-проектов в процессе декомпозиции задач проекта на подзадачи.

Модуль управления организационным процессом распределения исполнителей IT-проекта на задачи М5 обеспечивает автоматизацию назначения исполнителей на задачи проекта в соответствии с авторским алгоритмом. Предложенный алгоритм обеспечивает поддержку принятия решений в процессе синтеза состава и структуры проектных задач с использованием методологии IDEF0 для декомпозиции каждой задачи проекта на подзадачи, методики СОСОМО II для оценки трудоемкости проекта в сочетании с методом парных сравнений Т. Саати.

Модуль обработки результатов многоуровневого контроля качества решения проектных задач М8 обеспечивает получение и обработку информации о результатах решения проектных задач для оценки профессиональных компетенций исполнителей проектов. Результаты контроля качества решения проектных задач используются для принятия решений в задачах управления организационным процессом формирования состава и структуры команд исполнителей и назначения исполнителей IT-проектов на задачи. Поступление данных о результатах решения проектных задач в систему обеспечивает модуль М7.

На рисунке 6 представлена технология управления IT-проектами с использованием разработанного программного комплекса. Разработанная технология определяет порядок использования основных модулей программного комплекса для автоматизации основных этапов метода управления организационными процессами IT-проектов.

Технологические этапы повышения эффективности управления организационным процессам IT-проектов.

Этап 1. Комплексная обработка информации о личностных и психологических качествах исполнителей IT-проектов (М1), результатах решения проектных задач исполнителями IT-проектов (М8) для сокращения количества итераций при решении задачи формирования команд исполнителей.

Этап 2. Предварительная оценка трудоемкости проекта (М6). Принятие решения руководителем проектов о структуре команды исполнителей (М2). Синтез состава команды исполнителей на основе эволюционного моделирования (М3). Оценка руководителем проектов структуры и состава команды исполнителей. Принятие решения о рациональной структуре и составе команды исполнителей.

Этап 3. Синтез структуры и состава задач IT-проекта. Декомпозиция наиболее приоритетной задачи на подзадачи на основе методологии SADT (М4).

Этап 4. Распределение исполнителей на задачи проекта с применением эволюционного моделирования (М5). Оценка трудоемкости и длительности проекта (М6). Принятие решений по назначению исполнителей на задачи IT-проекта на основе результатов эволюционного моделирования.

Этап 5. Многоуровневый контроль качества решения проектных задач в процессе выполнения проекта, на основании которого формируется оценка квалификации и опыта разработки участников проектной команды (М7).

Этапы 2-5 периодически повторяются по мере изменения требований заказчика, обеспечивая повышение скорости обработки информации для поддержки принятия решений руководителем IT-проекта.

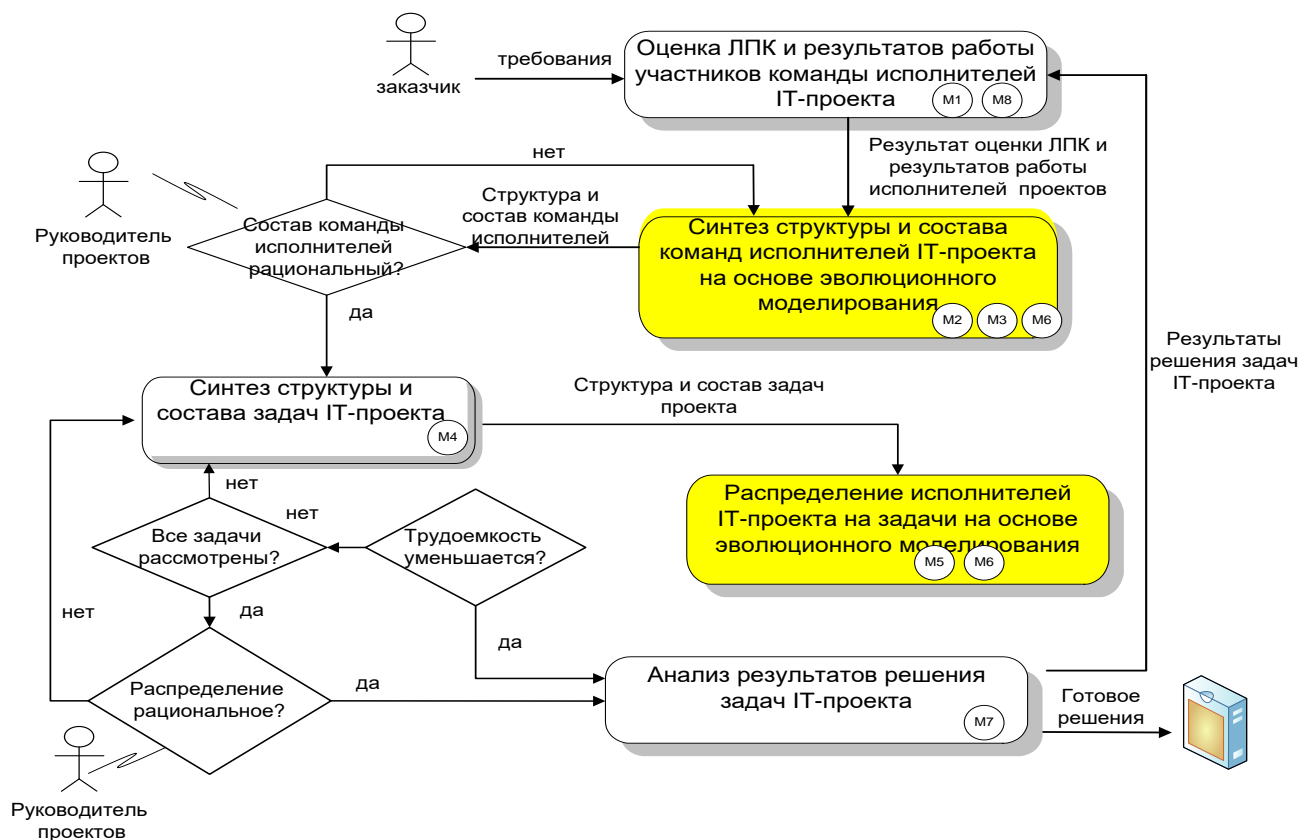


Рисунок 6 – Технология управления организационными процессами ИТ-проектов с использованием разработанного программного комплекса

Таким образом, решена задача создания алгоритмов, программного комплекса и технологии управления организационными процессами ИТ-проектов.

В четвертой главе представлены результаты тестирования, апробации и внедрения предложенной концепции, метода, алгоритмов, программного комплекса и технологии повышения эффективности управления организационными процессами ИТ-проектов.

Результаты исследований стали основой формирования системы проектно-организованного обучения студентов по направлениям подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» и 09.03.04 «Программная инженерия» Белорусско-Российского университета. На основе полученных результатов в рамках выполнения госбюджетной научно-исследовательской работы (№ госрегистрации 20150716) «Инновации в подготовке специалистов по направлению «Разработка программно-информационных систем» реализован программный комплекс для управления подготовкой ИТ-специалистов. Комплекс включает 4 программы для ЭВМ, зарегистрированные в реестре программ для ЭВМ (свидетельства №№ 2019660959, 2019661028, 2019662022, 2020612506), реализованные с участием студентов. Разработанный программный комплекс внедрен в ООО «Стэпл Инк» (г. Минск, Республика Беларусь).

По результатам вычислительного эксперимента, выполненного на основе 15 учебных проектов, установлено, что использование предложенного метода и алгоритмов позволяют снизить трудоемкость выполнения проектов в среднем на 24%.

Оценка эффективности использования разработанного метода и алгоритмов выполнялась при реализации ИТ-проекта «Теплосеть Controlling» в рамках договора о научно-техническом сотрудничестве между Белорусско-Российским университетом и ООО «Стэпл Инк». Результаты подтвердили эффективность применения разработанного

метода и алгоритмов. Проект был успешно реализован и внедрен в МГКУП «Теплоэнергетика» (г. Могилев, Беларусь).

Апробация разработанной концепции, метода, алгоритмов и технологии выполнялась при реализации коммерческих IT-проектов в рамках следующих хозяйственных договоров: ХД11108 с СЗАО «Могилевский вагоностроительный завод» «Разработка автоматизированной системы обработки информации бизнес-процессов СЗАО «Могилевский вагоностроительный завод»; ХД1251 с ООО «СМИТ-Ярцево» «Разработка автоматизированной информационно-аналитической системы формирования отчетов о выпуске, отгрузке продукции дивизионом ППУ и МК, о поставках на склад и отгрузке в цеха сырья и материалов»; ХД1387 с ООО «СМИТ-Ярцево» «Программный комплекс цеха тонкого металла ООО «СМИТ-Ярцево». Разработка программных модулей центральной диспетчерской службы и отдела снабжения»; ХД1767 с ЗАО «Завод полимерных труб» «Разработка функциональной и информационной модели бизнес-процесса планирования продаж ЗАО «Завод полимерных труб», ХД2049 «Разработка автоматизированной системы регистрации сварочных процессов» с РУП «Производственное объединение «Белоруснефть». Все проекты успешно сданы заказчику, что подтверждается актами приемки-сдачи выполненных работ.

По результатам вычислительного эксперимента, выполненного на основе 15 коммерческих проектов в ООО «Стэпл Инк», установлено, что использование предложенного метода и алгоритмов позволяют снизить трудоемкость выполнения проектов в среднем на 20%.

Внедрение разработанной технологии для управления IT-проектами в ООО «Стэпл Инк» (г. Минск, Республика Беларусь) позволило снизить трудоемкость выполнения проектов на 20-30%.

В настоящее время результаты диссертационных исследований используются при выполнении госбюджетной научно-исследовательской работы (№ госрегистрации 20210581) «Методы, модели и интеллектуальные технологии исследования и проектирования информационно-аналитических процессов, ресурсов и систем».

Таким образом, проведена апробация предложенной концепции, метода, алгоритмов, программного комплекса и технологии повышения эффективности управления организационными процессами IT-проектов в учебном процессе и при реализации IT-проектов для предприятий, что подтверждено актами внедрения. Результаты апробации подтверждают эффективность применения разработанного математического и программного обеспечения.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Решена актуальная народнохозяйственная задача повышения эффективности управления организационными процессами IT-проектов за счет предложенных авторских решений – концепции, метода, алгоритмов и программного комплекса.

1. Проведен анализ существующих подходов к управлению IT-проектами и средств автоматизации управления проектами. На основе анализа выявлены следующие недостатки управления организационными процессами IT-проектов.

2. Разработана концепция повышения эффективности управления организационными процессами IT-проектов. Предложенная концепция **отличается** применением комплексного подхода к решению задачи повышения эффективности управления организационными процессами IT-проектов. Разработанная концепция позволяет проводить комплексную обработку информации о личностных и психологических качествах и профессиональных компетенций участников команд

исполнителей, комплексную поддержку принятия решений при управлении синтезом состава и структуры проектных задач и распределении участников проекта на задачи на основе эволюционного моделирования.

3. Предложен метод повышения эффективности управления организационными процессами IT-проектов, **отличающийся** интеграцией результатов комплексной обработки информации о личностных и психологических качествах и профессиональных компетенций участников команд исполнителей в операции эволюционного моделирования для поддержки принятия решений при формировании состава команд исполнителей и назначения участников проекта на задачи.

4. Разработаны алгоритмы поддержки принятия решений при формировании структуры и состава команд исполнителей и распределения исполнителей на задачи проекта путем адаптации средств эволюционного моделирования к решению задачи планирования выполнения работ в IT-проекте. Предложенные алгоритмы **отличаются** применением эволюционного моделирования в сочетании с методикой СОСОМО II и методом парных сравнений Т.Саати. Алгоритмы поддержки принятия решений при формировании структуры и состава команд исполнителей и распределения исполнителей на задачи проекта обеспечивают автоматизацию организационных процессов на этапах планирования и организации работ при реализации IT-проектов.

5. Разработана структура и состав программного комплекса и технология многоуровневого управления IT-проектами, реализующие автоматизированное формирование иерархии задач, многоуровневый контроль качества решения задач, реализованы авторские алгоритмы синтеза структуры и состава команд исполнителей, распределения исполнителей на задачи. Получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

6. Результаты исследования прошли экспериментальную проверку в группе студентов по специальности «Программная инженерия» Белорусско-Российского университета. На основании результатов вычислительного эксперимента **установлено** сокращение трудоемкости выполнения проектов в среднем на 25,3%. Эксперимент в образовательном процессе Белорусско-Российского университета подтвердил соответствие результатов вычислительного эксперимента результатам, полученным на практике. По результатам эксперимента в учебном процессе **доказана** эффективность применения предложенного метода для формирования системы проектно-организованного обучения студентов» Белорусско-Российского университета. Акт о внедрении результатов диссертационных исследований в образовательный процесс прилагается к работе.

7. Экспериментально **подтверждена** эффективность применения разработанной концепции, метода, алгоритмов и технологии при реализации коммерческих IT-проектов в рамках 4 хоздоговоров.

8. Внедрение разработанной технологии для управления организационными процессами IT-проектов в ООО «Стэйпл Инк» (г.Минск, Республика Беларусь) позволило снизить трудоемкость выполнения проекта на 20-30%, **что подтверждено актом внедрения.**

9. Результаты диссертационных исследований могут применяться в высших и средних специальных учебных заведениях, занимающихся подготовкой IT-специалистов при реализации проектно-организованного обучения, в аутсорсинговых IT-компаниях – для повышения квалификации сотрудников при реализации внутренних IT-проектов, в коммерческих проектах – для повышения эффективности формирования команд

исполнителей и распределения исполнителей на задачи, в IT-компаниях с продуктовой линейкой программных продуктов – для сокращения сроков реализации стартапов.

Развитие результатов диссертационных исследований может выполняться в следующих направлениях: оценка влияния ЛПК и профессиональных компетенций исполнителей на эффективность управления в любых типах проектов; развитие предложенного метода для повышения эффективности управления разными типами проектов; модификация предложенного метода для реализации возможности участия одного исполнителя одновременно в нескольких проектах, частичной занятости исполнителя в проекте.

СПИСОК ОСНОВНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в изданиях, входящих в Перечень ВАК РФ:

1. **Вайнилович, Ю.В.** Программный комплекс многоуровневого управления IT-проектами / Ю.В. Вайнилович, К. В. Захарченков // Инновации, 2019. – № 8(250). – С. 88–96.

2. Борисов, В.В. Метод управления процессом обучения промышленному программированию на основе алгоритмов роевого интеллекта / В.В. Борисов, С.П. Янукович, К.В. Захарченков, **Ю.В. Вайнилович** // CloudOfScience, 2020. – Т.7. №1. – С.189–206.

3. **Вайнилович, Ю.В.** Технология комплексного повышения эффективности управления IT-проектами на основе эволюционного моделирования / Ю.В. Вайнилович // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего, 2020. – Т.9. №3(51). – С.10–15.

4. **Вайнилович, Ю.В.** Метод повышения эффективности управления IT-проектами с использованием генетического алгоритма / Ю.В. Вайнилович // Информационные технологии, 2020. – Т.26. №12. – С. 673–682.

Статьи в изданиях, индексируемых в библиографической базе Scopus

5. Zakharova A., Zakharchenkov K., **Vaynilovich Yu.** Integrated System Approach to Improving the Efficiency of IT Projects Management Based on Evolutionary Modeling. In: CEUR Workshop Proceedings of the 8th International Scientific Conference on Computing in Physics and Technology, Vol. 2763. URL: http://ceur-ws.org/Vol-2763/CPT2020_paper_s7-5.pdf

Публикации в других изданиях:

6. **Вайнилович, Ю.В.** Повышение эффективности управления IT-проектом как социально-экономической системой / Ю.В. Вайнилович // Мягкие измерения и вычисления – 2020. – №8. – С. 89-105.

7. Захарова, А.А. Повышение эффективности формирования команд исполнителей и распределения задач IT-проектов / А.А. Захарова, К.В. Захарченков, **Ю.В. Вайнилович** // Автоматизация и моделирование в проектировании и управлении, 2020. – Т.2020. №3(9). – С. 45-55.

8. **Вайнилович, Ю.В.** Методика многоуровневого управления студенческими научно-исследовательскими проектами / Ю.В. Вайнилович, К.В. Захарченков // Управление научными исследованиями и разработками: роль науки в достижении национальных целей – 2019: Труды Пятой науч.-практ. конф. / под общ. ред. Дутова А.В., Новикова Д.А. – М.: ИПУ РАН: НИЦ «Институт им. Н.Е. Жуковского», 2020. – С. 40-43.

9. Захарченков, К.В. Методика многоуровневого управления учебными IT-проектами / К.В. Захарченков, **Ю.В. Вайнилович** // Энергетика, информатика, инновации – 2018 (инновационные технологии и оборудование в промышленности, управление инновациями, экономика и менеджмент, научные исследования в области физической

культуры, спорта и общественных наук): сб. трудов VIII междунар. науч.-техн. конф., Т. 3 – Смоленск: «Универсум», 2018. – С. 18–21.

10. **Вайнилович, Ю.В.** Проблемы развития компетенций команд исполнителей IT-сферы / Ю.В. Вайнилович // 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.

11. Козлова, ЛА. Совершенствование механизма взаимодействия ВУЗа и предприятий-работодателей / Л.А. Козлова, **Ю.В. Вайнилович** // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии: материалы междунар. науч.-техн. конф.: И. С. Сазонов (гл. ред.) [и др.]; Могилев, 26–27 апреля 2018 г. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2018. – С. 444-445.

12. **Вайнилович, Ю.В.** Педагогические условия преодоления пассивности студентов-заочников в процессе обучения в ВУЗе / Ю.В. Вайнилович, О.В. Сергиенко, А.И. Кашпар // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии: материалы междунар. науч.-техн. конф. : И. С. Сазонов (гл. ред.) [и др.]; Могилев, 21–22 апреля 2011 г. – Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, 2011. – С. 250.

13. **Вайнилович, Ю.В.** Программное обеспечение для рационального распределения задач IT-проектов между исполнителями / Ю.В. Вайнилович, А.М. Андреев, С.М. Емельяненко // Междисциплинарность научных исследований как фактор инновационного развития: сб. статей Междунар. науч.-практ. конф. –Иркутск, 2020. – С. 19-21.

14. **Вайнилович, Ю.В.** Программное обеспечение для рационального формирования команд IT-проектов / Ю.В. Вайнилович, А.М. Андреев, С.М. Емельяненко // Теоретические и практические основы научного прогресса в современном обществе: сб. статей Междунар. науч.-практ. конф. – Уфа, 2020. – С. 11-14.

15. **Вайнилович, Ю.В.** Методика исследования личностных и психологических качеств участников для повышения эффективности формирования команд IT-проектов / Ю.В. Вайнилович // Энергетика, информатика, инновации – 2020 (микроэлектроника и оплотехника, инновационные технологии и оборудование в промышленности, управление инновациями): сб. трудов X Нац. науч.-техн. конф. с межд. уч. В 3 т. Т 2. – Смоленск: «Универсум», 2020. – С. 302-305.

Свидетельства о регистрации программ для ЭВМ

16. Программа многоуровневого управления IT-проектами на основе эволюционного моделирования: свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020619104 Российская Федерация / **Ю.В. Вайнилович**, А.М. Андреев, С.М. Емельяненко, А.А. Захарова, К.В. Захарченков. – № 2020618213; заявл. 24.07.2020; опубл. 11.08.2020.

ВАЙНИЛОВИЧ Юлия Викторовна

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННЫМИ
ПРОЦЕССАМИ ИТ-ПРОЕКТОВ НА ОСНОВЕ ЭВОЛЮЦИОННОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук
05.13.10 – Управление в социальных и экономических системах

Подписано в печать 26.10.2021 г. Формат 60×84 1/16 Бумага офсетная. Офсетная печать
Печ. л. 1 Тираж 100 экз. Заказ __.

Издательство Брянского государственного технического университета.
241035, г. Брянск; БГТУ, бульвар 50 лет Октября, 7. Тел. 55-90-49
Лаборатория оперативной печати БГТУ, ул. Институтская, 16