

Алгоритм управления портфелем инновационных проектов на основе Парето-оптимального распределения трудовых ресурсов

Algorithm for managing a portfolio of innovative projects based on the Pareto-optimal allocation of labor resources



С. М. Бекетов,
ассистент
✉ salbek.beketov@spbpu.com

S. M. Beketov,
assistant



М. В. Дергачёв,
аспирант
✉ dergachev.mv@edu.spbstu.ru

M. V. Dergachev,
postgraduate student

Высшая школа проектной деятельности и инноваций в промышленности, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
High school of project management and innovation in industry, Peter the Great St. Petersburg polytechnic university

Исследование посвящено разработке алгоритма управления портфелем инновационных проектов с учетом оптимального распределения трудовых ресурсов на отдельных проектах. Эффективное управление портфелем проектов с учетом ограниченности трудовых ресурсов является важной задачей в современных условиях. Недостаточное внимание к оптимальному распределению трудовых ресурсов может приводить к превышению сроков выполнения и увеличению затрат. Целью данной работы является разработка алгоритма управления портфелем проектов на основе Парето-оптимального распределения трудовых ресурсов. В результате предложен поэтапный алгоритм, включающий генерацию состава портфеля из Парето-оптимальных сценариев по каждому проекту, расчет сроков и перераспределение трудозатрат, Парето-оптимизацию на уровне всего портфеля и анализ вариативности параметров с использованием метода Монте-Карло. Разработанный подход позволяет получать множество Парето-оптимальных решений, соответствующих заданным ограничениям. Помимо этого, было рассмотрено применение алгоритма оптимизации состава проектных команд для формирования портфеля инновационных проектов. Алгоритм может быть использован для принятия решений в управлении проектами, позволяя распределять трудовые ресурсы, предоставлять лицу, принимающему решения, набор Парето-оптимальных сценариев, а также повышать эффективность реализации проектов и портфелей проектов.

The research is devoted to the development of an algorithm for managing a portfolio of innovative projects, taking into account the optimal allocation of labor resources on individual projects. Effective management of the project portfolio, taking into account the limited labor resources, is an important task in modern conditions. Insufficient attention to the optimal allocation of labor resources can lead to exceeding deadlines and increasing costs. The purpose of this work is to develop an algorithm for managing a portfolio of projects based on the Pareto-optimal allocation of labor resources. As a result, a step-by-step algorithm is proposed, including the generation of the portfolio composition from Pareto optimal scenarios for each project, the calculation of deadlines and the redistribution of labor costs, Pareto optimization at the portfolio level and the analysis of parameter variability using the Monte Carlo method. The developed approach makes it possible to obtain a set of Pareto-optimal solutions corresponding to the specified constraints. In addition, the application of an algorithm for optimizing the composition of project teams for the formation of a portfolio of innovative projects was considered. The algorithm can be used for decision-making in project management, allowing you to allocate labor resources, provide the decision maker with a set of Pareto-optimal scenarios, as well as increase the effectiveness of projects and project portfolios.

Ключевые слова: управление портфелем проектов, оптимальное распределение трудовых ресурсов, Парето-оптимизация, управление проектами, инновационные проекты.

Keywords: project portfolio management, optimal allocation of labor resources, Pareto optimization, project management, innovative projects.

Введение

Современные условия реализации крупных проектов и портфелей проектов характеризуются высокой степенью неопределенности, ограниченностью ресурсов и возросшими требованиями к эффективности использования имеющегося потенциала [1]. Портфель проектов как объект исследования представляет собой организационную систему, в которой применяется каскадная методология управления проектами, решаются задачи формирования портфеля проектов, а также распределения трудовых ресурсов. Инновационные проекты представляют собой основу технологического и экономического развития, обеспечивая создание прорывных решений и конкурентных преимуществ [2]. Их успешная реализация во многом зависит от качественного формирования состава команды с наличием требуемых компетенций [3]. В связи с этим важно понимать, насколько общие методы формирования команды проекта и формирования портфеля проек-

тов в целом применимы к инновационным проектам. Управление портфелем таких проектов выходит за рамки традиционного проектного менеджмента и становится самостоятельным направлением, требующим комплексных решений. Одной из актуальных задач в данном контексте является задача оптимального распределения трудовых ресурсов между различными проектами, входящими в состав портфеля, а также внутри портфеля проектов в целом [4].

В условиях ограниченности трудовых ресурсов и необходимости соблюдения сроков, бюджетных и качественных ограничений, неправильное распределение трудовых ресурсов может привести к негативным последствиям: задержкам в реализации проектов, росту стоимости, снижению общей результативности и эффективности портфеля [5]. Традиционные подходы к формированию портфеля проектов зачастую опираются на экспертные оценки и эвристические методы, что делает их уязвимыми, например, перед факторами неопределенности.

В то же время, современные методы оптимизации [6], моделирования [7] и анализа [8] позволяют учитывать комплекс необходимых ограничений и критериев. Одним из таких подходов является применение Парето-оптимизации, позволяющей формировать множество сбалансированных решений, ни одно из которых не может быть улучшено по одному из критериев без ухудшения по другому критерию [6].

Данная работа направлена на разработку алгоритма формирования портфеля проектов с учетом оптимального распределения трудовых ресурсов на отдельных проектах.

Результатом исследования является алгоритм, обеспечивающий принятие более обоснованных управленческих решений по выбору оптимального состава портфеля проектов с учетом заданных ограничений, предпочтений и доступных трудовых ресурсов. Также проведен анализ применимости разработанного алгоритма к портфелю, состоящему из инновационных проектов.

Материалы и методы исследования

В процессе разработки алгоритма формирования портфеля инновационных проектов с учетом распределения трудовых ресурсов применяются методы иерархической оптимизации для поэтапного решения задачи оптимизации сначала на уровне отдельных проектов, а затем на уровне всего портфеля; математическое моделирование при создании модели Парето-оптимизации проекта при расчете затрат на проект и его сроков, группа методов Монте-Карло использовалась для учета неопределенности при планировании проектов, стохастическая целочисленная оптимизация для выбора целочисленных параметров в условиях неопределенности, Парето-оптимизация при формировании фронта оптимальных сценариев реализации проектов и портфеля,.

В рамках данного исследования метод Парето был выбран в качестве основного инструмента много-

критериальной оптимизации в силу его концептуальной строгости и практической эффективности при решении задач управления проектами в условиях ограниченных ресурсов и конфликтующих целевых показателей. Метод Слейтера, оперирующий понятием слабой эффективности, хотя и позволяет выделить более широкое множество решений, но при этом включает потенциально избыточные варианты, где незначительные улучшения по отдельным критериям не обеспечивают существенного выигрыша в целом. Метод Джеоффриона, учитывающий порядок малости изменений критериев, безусловно, представляет теоретический интерес, особенно в задачах с выраженными приоритетами критериев. Однако его практическое применение сопряжено с существенными вычислительными сложностями и необходимостью введения дополнительных параметров анализа, что делает его менее универсальным в условиях высокой неопределенности, характерной для инновационных проектов [9]. Таким образом, выбор метода Парето-оптимизации в данном исследовании обусловлен его концептуальной строгостью, вычислительной эффективностью и практической значимостью для задач управления портфелем проектов.

Результаты исследования

Формирование портфеля проектов представляет собой один из ключевых процессов в стратегическом управлении организацией, особенно в условиях реализации множества инновационных проектов [10]. Грамотный процесс формирования портфеля проектов позволяет не только учитывать ограничения по ресурсам, срокам и бюджету, но и оптимально распределять трудовые ресурсы между проектами, обеспечивая баланс между рисками, потенциальной выгодой и доступными возможностями [11]. В настоящем исследовании внимание уделяется разработке алгоритма, способного учитывать многообразие факторов, влияю-

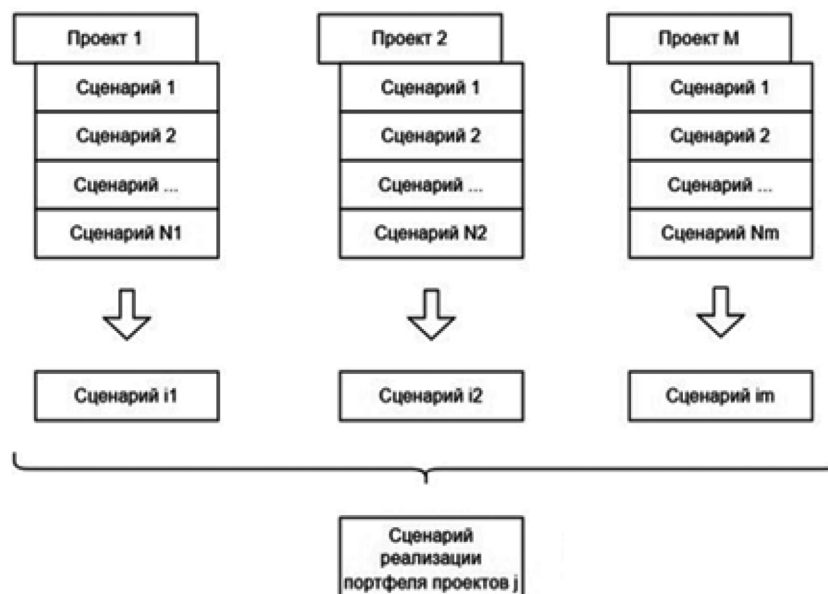


Рис. 1. Подход к формированию портфеля проектов

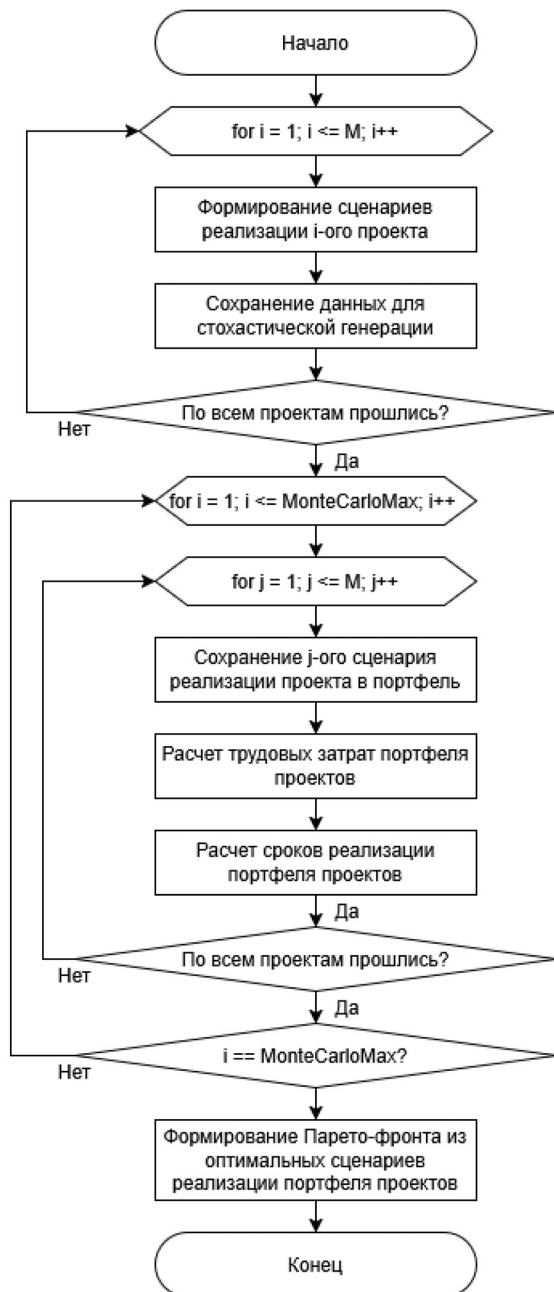


Рис. 2. Схема результирующего алгоритма

щих на реализацию инновационных проектов, включая их трудоемкость, продолжительность и специфику командной работы.

Разработанный алгоритм формирования портфеля проектов направлен на обеспечение оптимального распределения ограниченных трудовых ресурсов между проектами в условиях высокой степени неопределенности и многокритериальности. В ходе исследования был реализован подход, позволяющий учитывать как индивидуальные параметры проектов, например, оптимизация трудовых ресурсов на уровне проектов с учетом рассчитанных сроков и трудозатрат [6, 12], так и общие ограничения на уровне всего портфеля. Основное внимание было уделено разработке механизма формирования сценариев реализации, которые позволяют достигать компромисса при выборе между

определенными сроками и трудозатратами портфеля проектов.

Перед формированием портфеля проектов предполагается предварительный скрининг проектов. При формировании портфеля проектов необходимо учитывать характеристики составляющих его проектов. Для их расчета используется модель формирования команды IT-проекта с применением Парето-оптимизации [6]. Разработанный алгоритм включает построение сетевой диаграммы проекта, расчет трудозатрат и сроков выполнения работ, а также генерацию возможных конфигураций команд с последующей оценкой по двум критериям: времени выполнения проекта и трудозатратам [6, 12]. На основе полученных данных формируется фронт Парето, который демонстрирует оптимальные сценарии реализации проекта. Математическая модель учитывает номинальную производительность участников команды, количество участников в различных ролях, коэффициент трудоемкости коммуникаций и номинальную трудоемкость этапов проекта. Важным элементом модели является учет нелинейного влияния роста числа участников на эффективность команды, что выражается в увеличении затрат на коммуникации. Для расчета сроков выполнения задач используется метод критического пути.

Сформированные сценарии реализации отдельных проектов, полученные на этапе формирования команд с помощью Парето-оптимизации, используются как основа для построения портфеля проектов. Подход к формированию портфеля проектов представлен на рис. 1.

На рис. 1 каждому проекту, включенному в портфель (от проекта 1 до проекта M), сопоставляется набор Парето-оптимальных сценариев его реализации. Данные сценарии отличаются по трудовым затратам, а также по длительности выполнения проекта. Например, в сценарии с меньшими трудозатратами может увеличиваться срок реализации проекта за счет меньшей численности команды или распределенной загрузки, и наоборот.

На первом этапе алгоритма из множества сценариев для каждого проекта отбирается один, совокупность таких выбранных сценариев формирует один вариант реализации портфеля проектов. Всего может быть сгенерировано большое количество таких вариантов, особенно при большом числе проектов и сценариев для каждого из них.

Для каждого сформированного сценария портфеля рассчитываются два ключевых агрегированных показателя.

Суммарный срок реализации портфеля проектов определяется по наибольшему времени завершения одного из проектов в выбранной конфигурации, рассчитывается по формуле:

$$T_j = \max \{T(i_1), T(i_2), \dots, T(i_m)\}.$$

Вторым ключевым показателем являются общие трудозатраты портфеля проектов (или совокупная стоимость реализации портфеля), вычисляются как

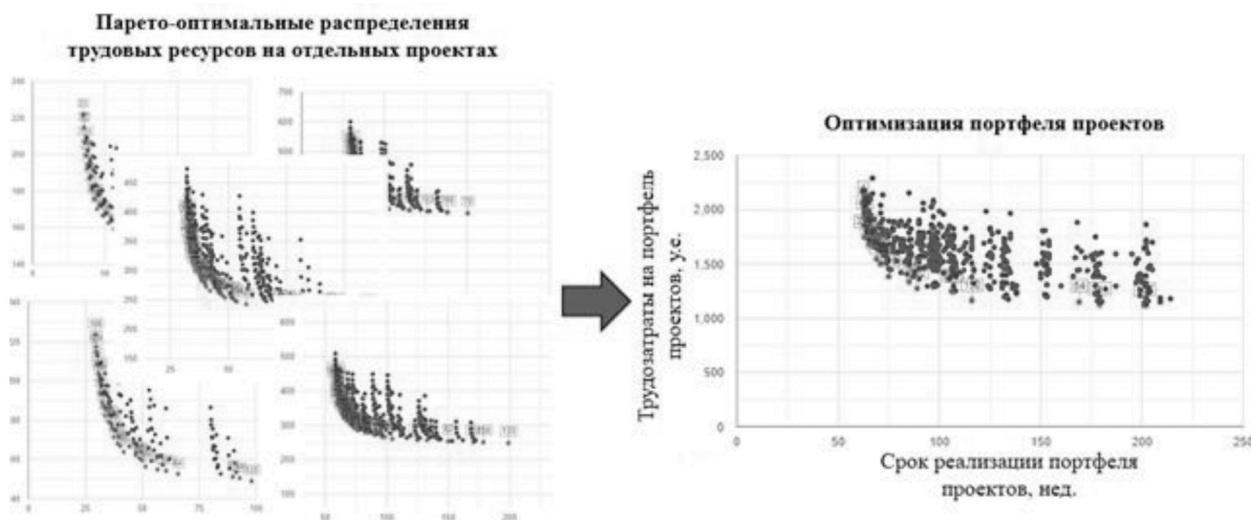


Рис. 3. Формирование портфеля проектов с учетом оптимального распределения трудовых ресурсов на отдельных проектах

сумма трудозатрат по всем выбранным сценариям проектов по формуле:

$$C_j = \sum \{C(i1), C(i2), \dots, C(im)\}.$$

На следующем этапе производится оптимизация по двум целевым критериям. Для множества сформированных сценариев портфеля строится пространство решений по осям «срок» и «трудозатраты». Схема данного алгоритма представлена на рис. 2.

Алгоритм начинается с формирования множества сценариев реализации для каждого проекта в портфеле. Для каждого из M проектов создаются альтернативные сценарии выполнения, учитывающие неопределенности и сохраняются данные для последующего стохастического анализа. Затем осуществляется итерационное моделирование с помощью метода Монте-Карло с заданным числом итераций $MonteCarloMax$. В каждой итерации формируется один сценарий портфеля, включающий случайный выбор одного из сценариев для каждого проекта. Рассчитываются совокупные трудозатраты и сроки реализации для сформированного портфеля. После выполнения всех итераций

осуществляется построение фронта Парето — множества оптимальных по критериям «сроки-трудозатраты» сценариев реализации портфеля.

По результатам программной реализации предложенного алгоритма на языке программирования Python 3.10 были получены Парето-оптимальные сценарии состава портфеля проектов, как показано на рис. 3.

На рис. 3 Парето-фронт состоит из некоторых точек, каждая из которых является определенным составом портфеля проектов, которые были получены в результате использования подхода на рис. 1. Лицом, принимающим решения, был выбран сценарий, который в совокупности улучшает оба показателя: трудозатраты портфеля проектов на 11%, срок на 9%.

Применение предложенного алгоритма позволяет формировать портфель проектов с учетом ограничений по ресурсам, срокам и затратам, обеспечивать равномерную загрузку трудовых ресурсов, потенциально учитывать неопределенность с помощью метода Монте-Карло, который заключается в многократном моделировании различных сценариев с варьированием исходных параметров [7, 13], сохранять гибкость в



Рис. 4. Схема применимости модели Парето-оптимизации состава команды для инновационного проекта

процессе принятия управленческих решений за счет множества Парето-оптимальных сценариев.

Модель Парето-оптимизации может быть применена к инновационным проектам с помощью адаптации к факторам, характерным инновационным проектам. Среди особенностей инновационного проекта выделяют определенный набор ролей, характерный для данного вида проектов и необходимость декомпозиции задач [14], наличие инновационного потенциала сотрудников [15, 16] и вариабельность времени реализации задач проекта [17].

Схема применения модели Парето-оптимизации состава команды для инновационного проекта представлена на рис. 4.

Модель может быть усовершенствована на этапе составления сетевой диаграммы путем декомпозиции задач таким образом, позволяющим учитывать особенности инновационных проектов. Помимо этого, во время расчета трудозатрат задачи возможно использовать наличие инновационного потенциала сотрудников и требуемого для решения задачи инновационного потенциала. Вариабельность времени реализации задач проекта возможно учесть на этапе генерации команд, в частности на этапе расчета времени выполнения проекта.

Данный алгоритм частично уже реализует особенности модели формирования команды инновационных проектов, учитывая риски при реализации задач проекта и самого проекта. Результаты работы алгоритма с учетом рисков, связанных с вероятностными факторами представлены на рис. 5.

Полная адаптация алгоритма управления портфелем проектов к особенностям инновационных проектов возможна путем учета инновационного потенциала сотрудников и требуемого инновационного потенциала задачи, что позволит в полной мере использовать данный алгоритм при расчете портфеля инновационных проектов.

Обсуждение результатов

Полученные результаты демонстрируют высокую применимость разработанного алгоритма в задачах портфельного управления при реализации проектов. Применение Парето-оптимизации при

формировании проектных команд дало возможность перейти от локальной оптимизации отдельных проектов к обоснованному построению всего портфеля. Полученные конфигурации команд с рассчитанными сроками и трудозатратами стали исходными данными для распределения ограниченных ресурсов между проектами, что позволило сформировать такие сценарии реализации портфеля, при которых достигается баланс между эффективностью отдельных проектов и общей выполнимостью с учетом существующих ограничений. При этом выявлена необходимость дальнейшей адаптации модели к особенностям инновационного цикла: высокой изменчивости задач и индивидуальному инновационному потенциалу исполнителя. На данный момент алгоритм учитывает только риски, связанные с вероятностными факторами внешней и внутренней среды.

Результаты могут служить основой для создания гибридных цифровых инструментов для поддержки принятия решений в управлении инновационными портфелями проектов. Помимо этого, в дальнейшем возможна адаптация разработанных результатов к задаче управления портфелем проектов в динамике и режиме реального времени, разработка частных отраслевых инструментов управления портфелем проектов на базе полученных результатов, развитие гибридных подходов к управлению портфелем проектов с применением технологий искусственного интеллекта и развитие методологии иерархической многокритериальной вероятностной оптимизации применительно к полному классу сложных организационных систем.

Заключение

Разработан алгоритм управления портфелем инновационных проектов, основанный на многоуровневой Парето-оптимизации, позволяющий учитывать ограничения трудовых ресурсов и вариативность проектных сценариев. Ключевой особенностью предложенного подхода является интеграция модели формирования проектной команды в процедуру портфельного отбора, что особенно значимо для инновационных проектов, где результативность зависит от качественного состава команды.

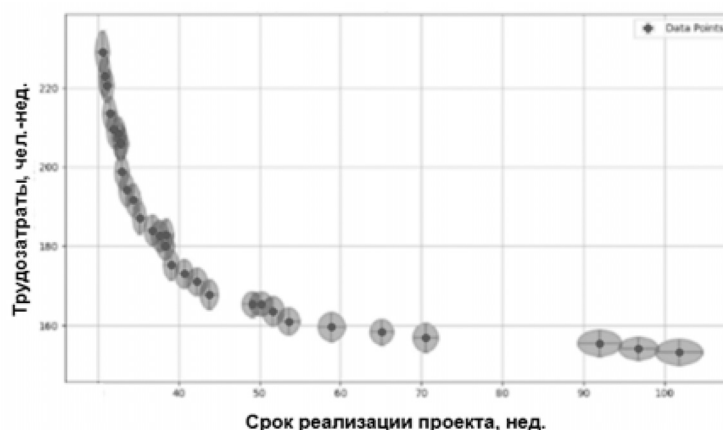


Рис. 5. Результаты работы алгоритма с учетом рисков

Продемонстрирована возможность применения данной модели в условиях неопределенности, с учетом специфики инновационного проекта. В перспективе модель может быть дополнена расчетом инновационного потенциала участников и механизмами оценки командных рисков, что позволит создать более точные инструменты управления инновационными портфелями.

Предложенный подход может способствовать повышению эффективности реализации проектов, а также может быть адаптирован для применения в различных сферах, где ведутся множественные параллельные проекты в рамках портфеля. Помимо этого, разработанный подход имеет потенциал для использования в цифровых платформах управления проектами и может быть адаптирован под отраслевые особенности.

Список использованных источников

1. M. V. Bolsunovskaya, S. V. Shirokova, A. V. Loginova, A. M. Gintciak. IT Project Team Management based on a Network-Centric Model//Proceedings of 2018 17th Russian Scientific and Practical Conference on Planning and Teaching Engineering Staff for the Industrial and Economic Complex of the Region, PTES 2018. St. Petersburg, November 14-15, 2018. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. 2019. P. 165-168. doi 10.1109/PTES.2018.8604232.
2. Д. Р. Зайнуллина. Формирование критериев оценки эффективности инновационных проектов//Вопросы инновационной экономики. 2021. Т. 11. № 2. С. 801-818. doi 10.18334/vinec.11.2.112223.
3. И. А. Соловьева, И. А. Мостовщикова. Модель формирования эффективных команд для реализации инновационной деятельности предприятия//Journal of New Economy. 2021. Т. 22. № 2. С. 110-133. doi 10.29141/2658-5081-2021-22-2-6.
4. А. С. Рогов, И. А. Рябова. Распределение трудового потенциала организации в условиях проектного управления//Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2022. Т. 12. № 3-1. С. 394-403. doi 10.34670/AR.2022.94.22.045.
5. С. М. Бекетов, М. В. Дергачев, А. М. Гинцяк. Принципиальный подход к оптимизации распределения трудовых ресурсов при иерархическом управлении портфелем проектов//Интеллектуальная инженерная экономика и «Индустрия 5.0» (Экопром). Сб. трудов международной научно-практической конференции, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 1-2 ноября 2024 г. Санкт-Петербург: Политех-Пресс, 2024. С. 557-562. doi 10.18720/IEP/2024.4/88.
6. S. M. Beketov, M. V. Dergachev, A. M. Gintciak, S. G. Redko. Team Formation in Software Projects: Multi-criteria Pareto Optimization//Программная инженерия. 2025. Т. 16. № 2. С. 92-99. doi 10.17587/prin.16.92-99.
7. А. М. Гинцяк, Ж. В. Буруцкая, Д. Э. Федяевская и др. Цифровое моделирование социотехнических и социально-экономических систем. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2023. 164 с.
8. A. Borovkov, M. Bolsunovskaya, A. Gintciak. Intelligent Data Analysis for Infection Spread Prediction//Sustainability. 2022. № 14 (4). P. 1995. doi 10.3390/su14041995.
9. В. Д. Ногин. Множество и принцип Парето: учебное пособие. Санкт-Петербург: Издательско-полиграфическая ассоциация вузов, 2022. 110 с.
10. А. Р. Денисов, М. Вахид. Постановка оптимизационной задачи формирования портфеля проектов стратегического развития ИТ-инфраструктуры компании//Системный анализ в проектировании и управлении. 2024. Т. 28. № 2. С. 170-177.
11. Е. Р. Счисляева, Е. В. Кожина, К. И. Сергеева. Управление портфелем проектов - инновационный подход к повышению эффективности судостроительной промышленности//ЭВ. 2022. №3 (30).
12. М. В. Дергачев, С. М. Бекетов. Алгоритм расчета стоимости проекта с учетом сроков и оптимального состава команды для принятия обоснованных управленческих решений//Управление инновациями в условиях цифровой трансформации. Сб. научных трудов III Всероссийской студенческой учебно-научной конференции. Санкт-Петербург, 12-13 апреля 2024 г. Санкт-Петербург: Политех-пресс, 2024. С. 54-58.
13. G. Mavrotas, E. Makryvelios. Combining multiple criteria analysis, mathematical programming and Monte Carlo simulation to tackle uncertainty in Research and Development project portfolio selection: A case study from Greece//European Journal of Operational Research. 2021. Vol. 291. № 2. P. 794-806.
14. Р. Г. Абакумов, Е. Ю. Подоскина. Методы оценки эффективности инновационных проектов//Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2016. № 1 (11). С. 9-13.
15. А. Ю. Каракулин, И. Г. Ершова. Методический подход управления инновационным потенциалом персонала//Вестник Академии знаний. 2020. № 41 (6). С. 145-150. doi 10.24412/2304-6139-2020-10778.
16. И. Н. Иванов, Л. В. Орлова, С. И. Иванов. Инновационный потенциал персонала как фактор конкурентоспособности организации//Управление персоналом и интеллектуальными ресурсами в России. 2021. Т. 10. № 2. С. 31-35. doi 10.12737/2305-7807-2021-10-2-31-35.
17. В. А. Полищученко. Особенности моделирования проектных команд при реализации инновационных проектов//Вестник Академии знаний. 2022. № 51 (4). С. 217-224.

References

1. M. V. Bolsunovskaya, S. V. Shirokova, A. V. Loginova, A. M. Gintciak. IT Project Team Management based on a Network-Centric Model//Proceedings of 2018 17th Russian Scientific and Practical Conference on Planning and Teaching Engineering Staff for the Industrial and Economic Complex of the Region, PTES 2018. St. Petersburg, November 14-15, 2018. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. 2019. P. 165-168. doi 10.1109/PTES.2018.8604232.
2. D. R. Zainullina. Criteria for evaluating the innovative projects efficiency//Russian Journal of Innovation Economics. 2021. Vol. 11. № 2. P. 801-818.
3. I. A. Solov'eva, I. A. Mostovshchikova. Undertaking innovation activities at enterprises: A model for building efficient teams//Journal of New Economy. 2021. Vol. 22. № 2. P. 110-133.
4. A. S. Rogov, I. A. Ryabova. The order of distribution of the labor potential of the organization in the conditions of project management//Economy: Yesterday, Today and Tomorrow. 2022. Vol. 12. № 3-1. P. 394-403.
5. S. M. Beketov, M. V. Dergachev, A. M. Gintciak. Principled approach to optimizing the allocation of labor resources in the hierarchical management of a project portfolio//Proc. Int. Sci.-Pract. Conf. «Intellectual engineering economics and industry 5.0» (IEEI_5.0_Ecoprom)». St. Petersburg, 1-2 November 2024. St. Petersburg, Politekh-Press, 2024. P. 557-562.
6. S. M. Beketov, M. V. Dergachev, A. M. Gintciak, S. G. Redko. Team formation in software projects: multi-criteria Pareto optimization//Software engineering. 2025. Vol. 16. № 2. P. 92-99.
7. A. M. Gintciak, Zh. V. Burlutskaya, D. E. Fedyaevskaya et al. Digital modeling of sociotechnical and socio-economic systems. St. Petersburg: Peter the Great St. Petersburg polytechnic university, 2023. 164 p.
8. A. Borovkov, M. Bolsunovskaya, A. Gintciak. Intelligent Data Analysis for Infection Spread Prediction//Sustainability. 2022. № 14 (4). P. 1995. doi 10.3390/su14041995.
9. V. D. Nogin. Set and Pareto principle. Saint Petersburg: Publishing and Printing Association of Universities, 2022. 110 p.
10. A. R. Denisov, M. Vakhid. Formulation of the optimization problem for forming a portfolio of projects for the strategic development of the company's it infrastructure//Systems analysis in design and management. 2024. Vol. 28. № 2. P. 170-177.
11. E. R. Schislyaeva, E. V. Kozhina, K. I. Sergeeva. Project portfolio management — an innovative approach to increasing the efficiency of the shipbuilding industry//Economic Vector. 2022. № 3 (30).
12. M. V. Dergachev, S. M. Beketov. The algorithm for calculating the cost of the project, taking into account the timing and optimal composition of the team for making informed management decisions//Proc. III All-Russian Student Educational and Scientific Conf. «Innovation Management in the Context of Digital Transformation». St. Petersburg, 12-13 April 2024. St. Petersburg: Politekh-press, 2024. P. 54-58.
13. G. Mavrotas, E. Makryvelios. Combining multiple criteria analysis, mathematical programming and Monte Carlo simulation to tackle uncertainty in Research and Development project portfolio selection: A case study from Greece//European Journal of Operational Research. 2021. Vol. 291. № 2. P. 794-806.
14. R. G. Abakumov, E. Yu. Podoskina. Methods for evaluating the effectiveness of innovative projects//Innovative economy: prospects for development and improvement. 2016. № 1 (11). P. 9-13.
15. A. Yu. Karakulin, I. G. Ershova. Methodological approach to managing innovative potential of personnel//Bulletin of the Academy of knowledge. 2020. № 41 (6). P. 145-150.
16. I. N. Ivanov, L. V. Orlova, S. I. Ivanov. Innovative potential of personnel as a factor of competitiveness of the organization// Human resources and intellectual resources management in Russia. 2021. Vol. 10. № 2. P. 31-35.
17. V. A. Polishchuchenko. Features of modeling project team in the implementation of innovative projects//Bulletin of the Academy of knowledge. 2022. № 51 (4). P. 217-224.