

УДК 004.021

doi:10.18720/SPBPU/2/id25-287

Бекетов Сальбек Мустафаевич

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

salbek.beketov@spbpu.com

АЛГОРИТМ ФОРМИРОВАНИЯ ПОРТФЕЛЯ ПРОЕКТОВ С УЧЕТОМ ОПТИМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТРУДОВЫХ РЕСУРСОВ НА ОТДЕЛЬНЫХ ПРОЕКТАХ

Аннотация. В современных условиях проектного управления эффективное формирование портфеля проектов с учетом ограниченности трудовых ресурсов является важной задачей. Недостаточное внимание к оптимальному распределению персонала может приводить к превышению сроков выполнения и увеличению затрат. Целью данной работы является разработка алгоритма формирования портфеля проектов, обеспечивающего оптимальное распределение 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 вариабельности параметров с использованием методов Монте-Карло. Разработанный подход позволяет получать множество Парето-оптимальных решений, соответствующих заданным ограничениям. Алгоритм может быть использован для принятия решений в управлении проектами, позволяя балансировать загрузку трудовых ресурсов, предоставлять лицу, принимающему решения, набор Парето-оптимальных сценариев, а также повышать эффективность реализации проектов в целом.

Ключевые слова: оптимальное распределение ресурсов, Парето-оптимизация, управление проектами, формирование портфеля проектов.

Salbek M. Beketov

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

salbek.beketov@spbpu.com

PROJECT PORTFOLIO FORMATION ALGORITHM, TAKING INTO ACCOUNT THE OPTIMAL ALLOCATION OF LABOR RESOURCES ON INDIVIDUAL PROJECTS

Abstract. In modern conditions of project management, the effective formation of a project portfolio, taking into account the limited labor resources, is an important task. Insufficient attention to the optimal allocation of personnel can lead to exceeding deadlines and increasing costs. The purpose of this work is to develop an algorithm for forming a project portfolio that ensures 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 level of the entire portfolio and the analysis of parameter variability using Monte Carlo methods. The developed approach makes it possible to obtain a set of Pareto-optimal solutions corresponding to the specified constraints. The

algorithm can be used for decision-making in project management, allowing you to balance the workload of labor resources, provide the decision maker with a set of Pareto-optimal scenarios, as well as increase the efficiency of project implementation in general.

Keywords: optimal resource allocation, Pareto optimization, project management, project portfolio formation.

Введение

Современные условия реализации крупных проектов и портфелей проектов характеризуются высокой степенью неопределенности, ограниченностью ресурсов и возросшими требованиями к эффективности использования имеющегося потенциала [1]. Управление портфелем 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 [2].

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 [3]. 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 [4], моделирования [5] и анализа [6] 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 [4].

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

Результатом исследования является алгоритм, обеспечивающий принятие обоснованных решений по выбору оптимального состава портфеля с учетом заданных ограничений, предпочтений и доступных трудовых ресурсов. Полученные в результате исследования Парето-оптимальные решения могут повысить эффективность реализации проектов, минимизировать риски перегрузки персонала и способствовать развитию проектной деятельности в организации.

Результаты

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 [4, 7], так и общие ограничения на уровне всего портфеля. Основное внимание было уделено разработке механизма формирования сбалансированных сценариев реализации, которые позволяют достигать компромисса между сроками и трудозатратами проектов. Алгоритм формирования портфеля проектов представлен на рисунке 1.

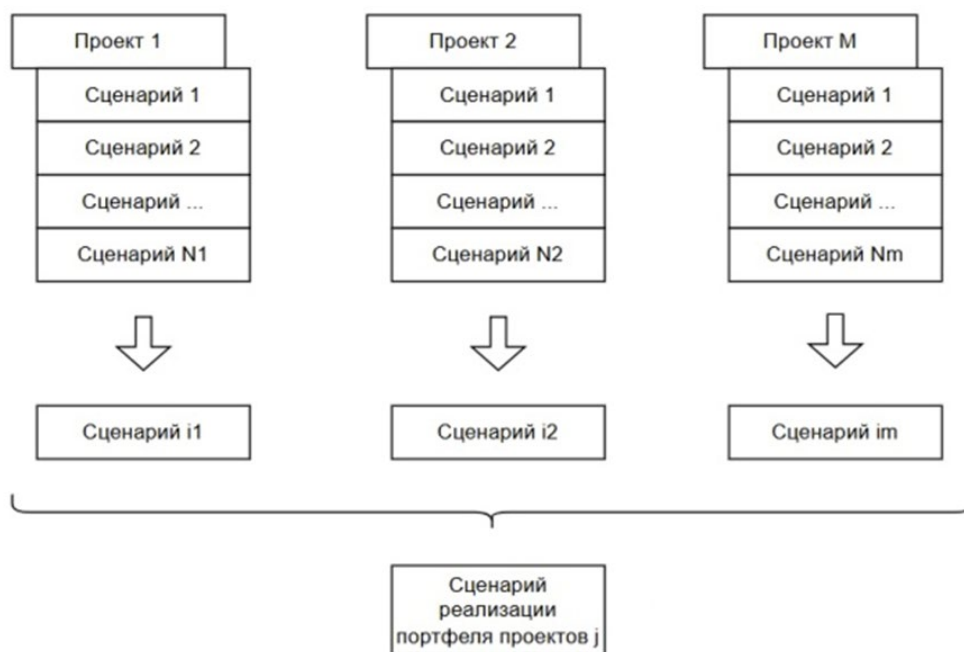


Рисунок 1 – Алгоритм формирования портфеля проектов

Согласно рисунку выше, каждому проекту, включенному в портфель (от Проекта 1 до Проекта М), 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 (1).

$$T_j = \max\{T(i1), T(i2), \dots, T(im)\} \quad (1)$$

Вторым ключевым показателем являются общие трудозатраты портфеля проектов (или совокупная стоимость реализации портфеля), вычисляются как сумма трудозатрат по всем выбранным сценариям проектов по формуле (2).

$$C_j = \sum \{C(i1), C(i2), \dots, C(im)\} \quad (2)$$

На следующем этапе производится оптимизация по двум целевым критериям. Для множества сформированных сценариев портфеля строится пространство решений по осям «срок» и «трудозатраты». Из всего набора решений отбираются только Парето-оптимальные, показано на рисунке 2.

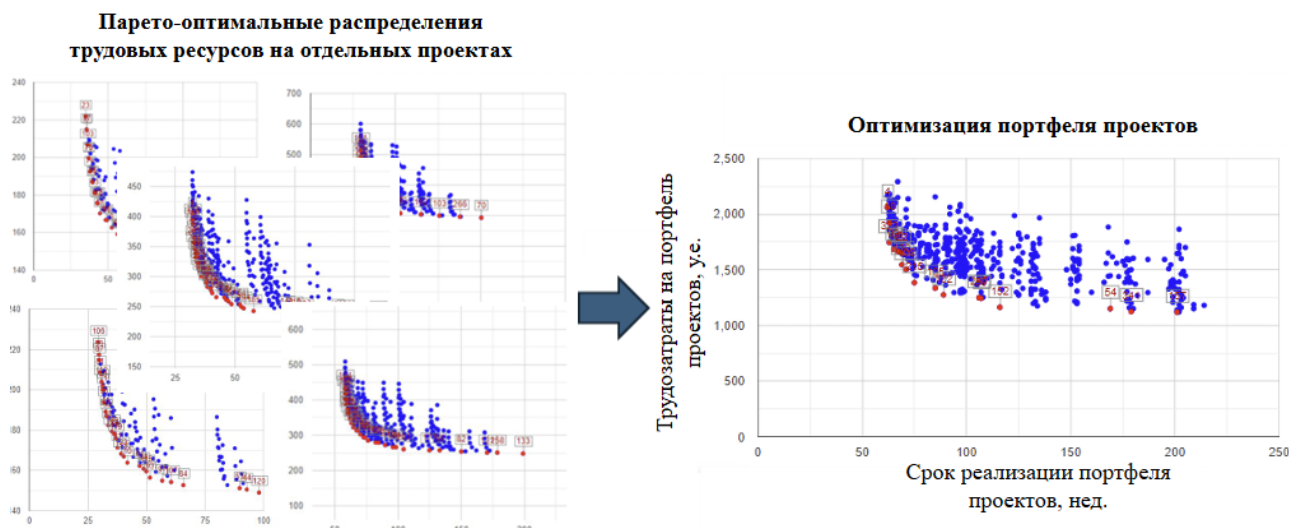


Рисунок 2 – Формирование портфеля проектов с учетом оптимального распределения трудовых ресурсов на отдельных проектах

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 [5,

8], сохранять гибкость в процессе принятия управленческих решений за счет множества Парето-оптимальных сценариев.

Заключение

Разработанный алгоритм формирования портфеля проектов с учетом оптимального распределения трудовых ресурсов представляет собой инструмент поддержки управленческих решений в условиях ограниченности ресурсов и многокритериальности. 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.

Благодарности

Исследование выполнено при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (государственное задание № 075-03-2025-256 от 16.01.2025).

Библиографический список

1. IT Project Team Management based on a Network-Centric Model / M. V. Bolsunovskaya, S. V. Shirokova, A. V. Loginova, A. M. Gintciak // 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, 14–15 ноября 2018 года. – Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. : Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2019. – P. 165-168. – DOI 10.1109/PTES.2018.8604232.
2. Рогов А. С. Распределение трудового потенциала организации в условиях проектного управления / А. С. Рогов, И. А. Рябова // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2022. – Т. 12, № 3-1. – С. 394-403. – DOI 10.34670/AR.2022.94.22.045.
3. Бекетов С. М. Принципиальный подход к оптимизации распределения трудовых ресурсов при иерархическом управлении портфелем проектов / С. М. Бекетов, М. В. Дергачев, А. М. Гинцяк // Интеллектуальная инженерная экономика и Индустрия 5.0 (ЭКОПРОМ) : сборник трудов международной научно-практической конференции, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 01–02 ноября 2024 года. – Санкт-Петербург: Политех-Пресс, 2024. – С. 557-562. – DOI 10.18720/IEP/2024.4/88.
4. Team Formation in Software Projects: Multi-criteria Pareto Optimization / S. M. Beketov, M. V. Dergachev, A. M. Gintciak, S. G. Redko // Programnaya Ingeneria. – 2025. – Vol. 16, No. 2. – P. 92-99. – DOI 10.17587/prin.16.92-99.
5. Цифровое моделирование социотехнических и социально-экономических систем / А. М. Гинцяк, Ж. В. Бурлуцкая, Д. Э. Федяевская [и др.]. – Санкт-Петербург : Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого", 2023. – 164 с. – ISBN 978-5-7422-8254-9.

6. Borovkov A. I. Intelligent Data Analysis for Infection Spread Prediction / A. I. Borovkov, M. V. Bolsunovskaya, A. M. Gintciak // Sustainability. – 2022. – Vol. 14, No. 4. – DOI 10.3390/su14041995.
7. Дергачев М. В. Алгоритм расчета стоимости проекта с учетом сроков и оптимального состава команды для принятия обоснованных управленческих решений / М. В. Дергачев, С. М. Бекетов // Управление инновациями в условиях цифровой трансформации : сборник научных трудов III Всероссийской студенческой учебно-научной конференции, Санкт-Петербург, 12–13 апреля 2024 года. – Санкт-Петербург: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2024. – С. 54-58.
8. Mavrotas G., Makryvelios E. 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. – Т. 291. – №. 2. – С. 794-806.

УДК 004.896

doi:10.18720/SPBPU/2/id25-288

Субботин Глеб Никитич

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
glebsub2306@mail.ru

Научный руководитель:

Коновалова Ольга Александровна

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

ИНТЕГРАЦИЯ ФИЗИЧЕСКИ ИНФОРМИРОВАННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПЛАСТОВОЙ ОБСТАНОВКИ

Аннотация. В статье рассматривается разработка гибридного интеллектуального инструмента моделирования на базе физически информированных нейронных сетей (PINN), применимого к задачам гидродинамического моделирования (ГДМ) в нефтегазовой отрасли. Обоснована актуальность подхода, сочетающего машинное обучение и фундаментальные физические законы, что позволяет повысить точность расчетов, сократить вычислительные затраты и ускорить адаптацию моделей под новые данные. Описаны выявленные проблемы существующих подходов: отсутствие механизмов быстрой оценки влияния параметров, трудоемкость ручного ранжирования и ограничения в масштабировании моделей. В качестве решения предложено создание гибридного аппроксиматора для ГДМ, способного автоматически учитывать данные скважин и проводить ранжирование параметров с использованием PINN. Проведен анализ бизнес-процессов до и после внедрения подхода, выявлены потенциальные преимущества для производственных задач. Работа завершилась формированием фреймворка для интеграции гибридного ИИ в корпоративную ИТ-среду.

Ключевые слова: Гибридный искусственный интеллект, физически информированные нейронные сети, гидродинамическое моделирование, нефтегазовая отрасль, PINN.