

УДК 004.89

5.2.2. Математические, статистические и инструментальные методы экономики (физико-математические науки, экономические науки)

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УСПЕШНОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ИТ-ПРОЕКТОВ

Павлов Дмитрий Алексеевич
к.ф.-м.н., доцент
РИНЦ SPIN-код, 8822-5089
dp.logic@gmail.com

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», г. Краснодар, Россия

Кирий Александр Владимирович
к.ф.-м.н., доцент
Краснодарский филиал федерального государственного образовательного бюджетного учреждения высшего образования «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»

Целью работы является разработка методов прогнозирования успешности исхода выполнения ИТ проектов, реализуемых с помощью гибкой методологии. В работе представлены универсальные показатели для оценки качества и эффективности проектов. На основе этих показателей выведены 5 универсальных признаков для оценки проектов. Для построения предиктивной модели использовался адаптированный алгоритм градиентного бустинга (Catboost). На основании полученных результатов разработанный метод оценки Agile-проектов позволяет прогнозировать успешность проектов с вероятностью более 90% с последующим улучшением результата. Данную методологию можно интегрировать и настраивать для различных компаний-разработчиков программного обеспечения

Ключевые слова: МОНИТОРИГ ИСПОЛНЕНИЯ ПРОЕКТОВ, ИТ-ПРОЕКТ, МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-203-045>

UDC 004.89

5.2.2. Mathematical, statistical and instrumental methods of economics (physical and mathematical sciences, economic sciences)

FORECASTING THE SUCCESS OF IT PROJECTS

Pavlov Dmitriy Alexeevich
Cand.Phys.-Math.Sci., associate professor
RSCI SPIN-code, 8822-5089
dp.logic@gmail.com

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin», Krasnodar, Russia

Kiriy Alexander Vladimirovich
Cand.Phys.-Math.Sci., associate professor
Krasnodar branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Financial University under the Government of the Russian Federation»

The aim of the work is to develop methods for predicting the success of the outcome of IT projects implemented using agile methodology. The work presents universal indicators for assessing the quality and effectiveness of projects. Based on these indicators, 5 universal features for assessing projects were derived. An adapted gradient boosting algorithm (Catboost) was used to build a predictive model. Based on the results obtained, the developed method for assessing Agile projects allows predicting the success of projects with a probability of more than 90% with subsequent improvement of the result. This methodology can be integrated and customized for various software development companies

Keywords: MONITORING PROJECT EXECUTION, IT-PROJECT, MACHINE LEARNING

За последнее десятилетие подход к оценке успешности проектов значительно изменился. Ранее основное внимание уделялось тройному ограничению: срокам, бюджету и объему. Если проект соответствовал

<http://ej.kubagro.ru/2024/09/pdf/45.pdf>

этим параметрам, он считался успешным. Однако сейчас признано, что удовлетворенность заинтересованных сторон также играет ключевую роль в успешности проекта. В последнем издании РМВОК факторы успешности проекта не ограничивается тройным ограничением [1].

В работе дан обзор современных подходов к оценке успешности IT-проектов, основанных на гибкой (Agile) методологии. Предлагается один из подходов, который основан на дата-ориентированной концепции и является наиболее удобным для практической реализации оценки успешности проекта с использованием современных методов машинного обучения.

Объектом исследования был выбран гибкий процесс планирования разработки (Agile), поскольку в ходе эволюционного развития данный подход к планированию и управлению проектами набирает популярность среди IT-компаний. Чтобы увеличить количество успешных Agile-проектов, были разработаны показатели успешности проектов и метод оценки успешности для повышения эффективности проектирования и управления процессами в программных проектах на основе машинного обучения.

Разработанная методика, индивидуально, будет адаптирована для каждой компании разработчика программного обеспечения (ПО), повышая качество прогнозирования оценки успешности проекта на основе исторических данных предыдущих проектов компании.

В управлении проектами существует две наиболее часто используемые методологии — гибкая и традиционная [2].

При традиционной методологии команда следует линейной последовательности, которая включает фазу инициации, фазу планирования, фазу выполнения, фазу мониторинга, оценку и закрытие. Этот подход оптимизирован для областей, которые хорошо понятны и известны. Он предлагает несколько преимуществ, таких как четко

фиксированные цели, окончательный контроль, ясная и конкретная документация и большая подотчетность.

Гибкая методология (Agile) стала наиболее широко используемым подходом в управлении проектами в области ИТ-проектов. Этот подход подразумевает разделение проекта на различные фазы. Люди, вовлеченные в проект, должны тесно и последовательно сотрудничать, чтобы гарантировать достижение намеченных целей. Гибкая методология подходит для реализации краткосрочного проекта, ориентированного на выгоды для клиентов, а не на строгое соблюдение целей проекта [2]. Она также обеспечивает большую маневренность, что позволяет вносить изменения в зависимости от того, что должно быть достигнуто. Она появились как альтернатива формальным и громоздким методологиям, обеспечивая большую эффективность процесса и сокращая объем рутинной работы, связанной с оформлением сопроводительной документации.

Более широкое определение успеха и качества проекта стало предметом интереса многих исследователей. Согласно [6], существуют два конкурирующих показателя эффективности проекта и качества:

1. Треугольник управления проектом: бюджет, сроки, объем.
2. Успех проекта: достижение более широких бизнес- и корпоративных целей, определенных ключевыми заинтересованными сторонами.

Хотя измерение бюджета, сроков и объема является относительно простым, измерение удовлетворения ожиданий заинтересованных сторон является более сложным процессом.

На основе исследований [7] были определены 5 общих категорий успеха: (1) Сроки; (2) Бюджет; (3) Область применения; (4) Качество; и (5) Ожидания заинтересованных сторон. Каждая категория содержит определенные факторы. Хотя сами категории универсальны и не зависят от

конкретной отрасли, отдельные факторы могут варьироваться в зависимости от индустрии [3, 4]. Поэтому важно уделять внимание специализированным исследованиям в соответствующих областях. Для определения критериев успеха проект был разделен на два аспекта: эффективность проекта и общий успех проекта. В итоге был составлен список критериев успеха, включающий: бюджет, сроки, качество и ожидания заинтересованных сторон.

Исследование направлено на оценку полезности существующих методов измерения для определения соответствия критериям успешности и критическим факторам. Для этого был создан единый список метрик, основанный на обзоре литературы, который отражает фактические метрики, используемые в индустрии программного обеспечения.

После изучения и отбора в качестве входных данных для модели были выбраны следующие параметры, которые помогут оценить успешность проекта:

- 1) **B** - Размер бюджета (Budget) определит сумму, которую получит компания после завершения проекта. За счет полученной суммы компания должна покрыть все расходы и получить прибыль;
- 2) **PWC** – процент выполненной работы, который определяет количество выполненных задач, назначенных для разработки ПО с начала проекта;
- 3) **NW** – количество использованных недель, прошедших с начала проекта по разработке ПО;
- 4) **SW** – количество запланированных недель определяет максимальное количество недель, которые могут быть использованы для разработки ПО;
- 5) **SB** – израсходованный бюджет на момент оценки проекта;

- 6) **ТС** – размер команды, работающей над разработкой ПО. Информация о размере команды необходима для подсчета количества связей команды.

Предложенные параметры являются базовыми параметрами, без которых сложно оценить состояние проекта.

Для нормализации данных были выбраны следующие показатели предложенные в [5]:

1. Индекс экономической эффективности (**CPI**) - это показатель финансовой эффективности и результативности проекта, который представляет собой объем выполненных работ на каждую затраченную единицу затрат. Показатель рассчитывается следующим образом:

$$CPI = EV / SB,$$

где $EV = PWC * B$ — дополнительный параметр, определяющий стоимость фактически выполненной на сегодняшний день работы. Заработанная стоимость показывает ценность, которую принес проект, если он будет завершен до текущего момента времени.

2. Индекс выполнения сроков/Индекс хода выполнения графика (**SPI**) - это показатель выполнения графика проекта, вычисляемый как отношение использованного объема к запланированному:

$$SPI = EV / PV$$

если $SPI > 1$, то использованный объем на текущую дату больше запланированного, имеет место опережение графика выполнения работ;

если $SPI < 1$, то - отставание;

если $SPI = 1$, то проектные работы выполняются в соответствии с графиком.

В расчете **SPI** использовались дополнительные данные, участвующие в расчете параметра:

- $PPC = NW / SW$ — используется для измерения эффективности системы планирования путем подсчета отношения выполненной работы к запланированному проценту;
- $PV = PPC * B$ — бюджетные расходы, запланированные на текущий момент.

3. Отклонение от бюджета по завершении (VB) — это прогнозируемый излишек или дефицит бюджета. Он выражается как разница между бюджетом по завершении (B) и оцененным по завершении (E). Эта концепция управления проектами представляет собой разницу между ожидаемой или базовой стоимостью проекта и текущей оцененной стоимостью.

$$VB = B - E$$

где $EC = 1 / SPI * SW$, а $E = SB + EC$.

Отрицательный VB указывает на то, что проект не будет завершен с утвержденным бюджетом. Положительный VB указывает на то, что проект не будет использовать выделенный бюджет.

Рассмотрим дополнительные данные, используемые при расчете параметра: EC — это общая стоимость проекта в конце проекта или сумма денег, необходимая для завершения оставшейся работы с определенной даты. Более того, E равен EC в начале проекта.

4. Количество каналов связи (C) — это способ количественно показать важность правильного управления коммуникациями в проекте. Прежде всего, это означает, что количество людей в проекте является основой того, что затрудняет коммуникацию. Подсчет количества каналов производится следующим образом:

$$C = TC * (TC - 1) / 2$$

5. Показатель экономической эффективности ($ЕСPI$) — это мера экономической эффективности, которую необходимо достичь с помощью оставшихся ресурсов для достижения запланированных целей, выраженная

как отношение затрат на выполнение оставшихся работ к оставшемуся бюджету.

$$ЕСРІ = (В - Е) / (В - SB)$$

Факторы, влияющие на успешность и подсчет успешности проекта, были взяты из статистических отчетов известных изданий, таких как РМВОК [1], а также оценке и планирования гибких методологий [2]. Целевой показатель был основан на двух значениях 0 и 1, где 0 означает прогноз успешного проекта, а 1 - прогнозирует провальный проект и рекомендует переоценить значения входных параметров.

В результате для обучения модели использовалась набор данных, состоящая из 5 признаков и целевой переменной. Входные данные являются сбалансированными (процент данных, отнесенных к классу 0 составляет 60%, а к классу 1 – 40%).

В качестве прогнозной модели использовался алгоритм градиентного бустинга - Catboost. Благодаря уникальным методам обработки данных и оптимизации, CatBoost обеспечивает высокую точность предсказаний и устойчивость к переобучению. Для обучения модели использовались следующие настройки гиперпараметров:

- iterations: 600 итераций;
- learning_rate: 0.01;
- depth: глубина деревьев использовалась со значением 6.
- l2_leaf_reg: регуляризация L2 для листьев деревьев соответствовало значению 4;
- bagging_temperature: 0,2;
- random_strength: 1;
- border_count: Количество границ для числовых признаков со значением 2541.

После завершения внедрения методики оценки успешности проекта был реализован следующий эксперимент. Данные для экспериментов были

получены от трех IT компаний, которые реализовывали регулярные Agile-проекты. Для обучения модели было сгенерировано до 2000 проектов по следующему алгоритму:

– Сначала данные были сгенерированы с заданным диапазоном случайных чисел.

- В (объем бюджета) – от 1000 до 250 000;
- PWC (% выполненной работы) – от 0 до 100;
- NW (Количество использованных недель) – от 3 до 30;
- SW (Количество планируемых недель) – от 3 до 30;
- SB (Израсходованный бюджет) – от 100 до $(B + (B * 0,3))$;
- TC (размер команды) – от 1 до 15;

– Во-вторых, из полученных данных была получена грубая оценка индивидуально для каждого проекта на основе показателей VB и ESPI.

- Если $VB < 0$ или $ESPI < 0 = 1$;
- В противном случае = 0.

Сгенерировав данные, была получена характеристика поведения компании, по которой будет обучаться модель. Загрузив данные в обучающую модель, были получены следующие экспериментальные результаты:

1. Для оценки модели было использовано 1600 обучающих данных и 400 тестовых данных (20%).

2. Обучение модели проводилось с использованием дополнительных (30%) тестовых данных. В результате было получено 1118 обучающих данных.

В результате ошибка достигла уровня 10% что является неплохим показателем.

После обучения и тестирования была сформирована модель для прогнозирования результатов на основе: 72 реальных проектов, подготовленных в качестве тестовых данных для проверки модели.

На основании полученных результатов разработанный метод оценки Agile-проектов позволяет прогнозировать успешность проектов с вероятностью более 90% с последующим улучшением результата. Данную методологию можно интегрировать и настраивать для различных компаний-разработчиков ПО.

На основе экспериментов был сделан следующий вывод, что качество полученных результатов существенно зависит от объема данных по проектам, доступных для обучения модели.

Литература

- 1) PMBOK® Guide – Sixth Edition (2017).
- 2) Кон М. Agile: Оценка и планирование проектов / Майк Кон; Пер. с англ. — М. : Альпина Паблишер, 2022. — 418 с.
- 3) System of Project Management at a Medical Hub as an Instrument for Implementation of Open Innovation / I. Ilin, O. Voronova, D. Pavlov [et al.] // Systems. – 2023. – Vol. 11, No. 4. – P. 182. – DOI 10.3390/systems11040182.
- 4) Павлов, Д. А. Методика мониторинга и контроля инновационных проектов методами анализа социальных сетей / Д. А. Павлов, А. В. Кирий // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2021. – № 166. – С. 169-181. – DOI 10.21515/1990-4665-166-015.
- 5) Veido, D., Misnevs, B., Plotkin, A. (2020). The Method of Agile Projects Success Evaluation Using Machine Learning. In: Kabashkin, I., Yatskiv, I., Prentkovskis, O. (eds) Reliability and Statistics in Transportation and Communication. RelStat 2019. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 117. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-44610-9_47.
- 6) Serrador, P., Turner, R.: The relationship between project success and project efficiency. Proj. Manag. J. 46(1), 30–39 (2015). <https://doi.org/10.1002/pmj.21468>.
- 7) Nguyen, D.S.: Success factors that influence agile software development project success. ASRJETS 17(1), 172–222 (2016).

Reference

- 1) PMBOK® Guide – Sixth Edition (2017).
- 2) Kon M. Agile: Ocenka i planirovanie proektov / Majk Kon; Per. s angl. — M. : Al'pina Pablisher, 2022. — 418 s.
- 3) System of Project Management at a Medical Hub as an Instrument for Implementation of Open Innovation / I. Ilin, O. Voronova, D. Pavlov [et al.] // Systems. – 2023. – Vol. 11, No. 4. – P. 182. – DOI 10.3390/systems11040182.
- 4) Pavlov, D. A. Metodika monitoringa i kontrolja innovacionnyh proektov metodami analiza social'nyh setej / D. A. Pavlov, A. V. Kirij // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2021. – № 166. – S. 169-181. – DOI 10.21515/1990-4665-166-015.

5) Veido, D., Misnevs, B., Plotkin, A. (2020). The Method of Agile Projects Success Evaluation Using Machine Learning. In: Kabashkin, I., Yatskiv, I., Prentkovskis, O. (eds) Reliability and Statistics in Transportation and Communication. RelStat 2019. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 117. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-44610-9_47.

6) Serrador, P., Turner, R.: The relationship between project success and project efficiency. *Proj. Manag. J.* 46(1), 30–39 (2015). <https://doi.org/10.1002/pmj.21468>.

7) Nguyen, D.S.: Success factors that influence agile software development project success. *ASRJETS* 17(1), 172–222 (2016).