

# Сравнительный анализ теоретических моделей каскадных, итеративных и гибридных подходов к управлению жизненным циклом ИТ-проекта

**Д.В. Первухин**<sup>a,b</sup> 

E-mail: [dpervuhin@hse.ru](mailto:dpervuhin@hse.ru)

**Е.А. Исаев**<sup>a</sup> 

E-mail: [eisaev@hse.ru](mailto:eisaev@hse.ru)

**Г.О. Рытиков**<sup>c</sup> 

E-mail: [GR-yandex@yandex.ru](mailto:GR-yandex@yandex.ru)

**Е.К. Филюгина**<sup>a</sup>

E-mail: [ekfilyugina@edu.hse.ru](mailto:ekfilyugina@edu.hse.ru)

**Д.А. Айрапетян**<sup>a</sup>

E-mail: [hayrapetyandiana@gmail.com](mailto:hayrapetyandiana@gmail.com)

<sup>a</sup> Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»  
Адрес: 101000, г. Москва, ул. Мясницкая, д. 20

<sup>b</sup> Финансовый университет при Правительстве РФ  
Адрес: 125993, г. Москва, Ленинградский проспект, д. 49

<sup>c</sup> Московский политехнический университет, Высшая школа печати и медиаиндустрии  
Адрес: 127550, г. Москва, ул. Прянишникова, д. 2А

## Аннотация

Отсутствие общего и универсального подхода к управлению ИТ-проектами позволяет сформулировать задачу анализа и изучения проблемы выбора наиболее эффективной методологии проектного менеджмента. На основе относительно небольшого числа работ по обобщению практических кейсов на уровне теоретических представлений в данной статье в общем виде показаны оценочные математические модели жизненного цикла абстрактного ИТ-проекта, планируемого к реализации с помощью каскадного, итеративного и сочетающего их (гибридного) подходов. На основании выделенных преимуществ и недостатков каждой из существующих методологий показано, что дополнительное применение итеративных подходов на отдельных этапах реализации каскадной методологии в некотором смысле улучшает процесс реализации ИТ-проекта по сравнению с чисто каскадной реализацией. При этом рекурсивное применение итеративного подхода на отдельных этапах реализации проекта ухудшает характеристики жизненного цикла проекта и может применяться исключительно для снижения определенного класса проектных рисков. По результатам исследования предложен полуэмпирический способ оценивания качества планирования проекта и оценки достоверности декларируемых разработчиком характеристик реализации проекта, что должно положительным образом сказаться на эффективности выбора стратегии управления ИТ-проектом.

**Ключевые слова:** управление ИТ-проектом; итеративная методология; Agile; каскадная методология; гибридная методология; анализ моделей.

**Цитирование:** Первухин Д.В., Исаев Е.А., Рытиков Г.О., Филогина Е.К., Айрапетян Д.А. Сравнительный анализ теоретических моделей каскадных, итеративных и гибридных подходов к управлению жизненным циклом ИТ-проекта // Бизнес-информатика. 2020. Т. 14. № 1. С. 32–40. DOI: 10.17323/2587-814X.2020.1.32.40

## Введение

Несмотря на многолетнюю историю вопроса [1], обсуждение достоинств и недостатков каскадного и итеративного подходов к управлению жизненным циклом ИТ-проекта вообще и разработке программного обеспечения в частности продолжается вплоть до настоящего времени [2, 3]. Начиная с 2009 года, PMI рекомендует гибридный вариант методологии управления проектами (PMBOK–4) [4], при котором для стратегического планирования применяется каскадная методология WaterFall (WF) [5], а основные этапы проекта реализуются итеративно (Agile) [6]. В последние годы большое внимание уделяется сравнительному анализу рисков при использовании всевозможных модификаций WF [7] и Agile [8, 9], необходимости адаптации гибких подходов управления проектами к особенностям предметной области (банковское дело, медицина) [10–12], оптимизации структурного сочетания гибкой и каскадной методологий [13] и т.д. При этом в большинстве случаев при описании недостатков WF авторы научных статей, книг и докладов на конференциях опираются на многочисленные накопленные данные по реализации или провалу проектов, реализовывавшихся с помощью каскадной методологии [14], в то время как преимущества Agile в основном демонстрируются на примерах успешной реализации соответствующих проектов [15–17].

Таким образом, противники гибкой методологии в качестве контраргумента всегда приводят отсутствие репрезентативной статистики по реализациям Agile-проектов, некоторые специфические особенности предметной области успешного применения итеративного подхода [18] и отсутствие четкой структуры системы и процессов управления проектом в случае применения модификаций итеративного подхода. На практике компромиссным вариантом оказываются различные схемы гибридизации подходов, позволяющие сочетать элементы четкого планирования и документирования процессов управления жизненным циклом проекта [19] с возможностью относительно эффективного и экономного дости-

жения необходимых практических результатов за счет применения итераций на ключевых этапах реализации проекта [20, 21]. Вопрос о существовании оптимального соотношения применения обсуждаемых управленческих практик в сфере ИТ рассматривается в данной статье.

## 1. Концепция

Согласно общим подходам к управлению проектами [22] при каскадном подходе выделяются стадии инициализации, планирования, реализации и завершения проекта. При этом типичные виды моделей жизненных циклов проектов представлены в работе [23] и могут быть описаны в рамках обобщенной модели:

$$\rho(t) = \rho_0 \cdot t^k \cdot \exp(-\gamma \cdot t), \quad (1)$$

где  $\rho(t)$  — доля проектных работ, выполненных к моменту времени  $t$ ;

$\gamma, k$  — параметры, определяющие частные формы моделей жизненного цикла;

$\rho_0$  — нормировочный множитель, обеспечивающий выполнение условия

$$\int_0^{\infty} \rho(t) dt = 1.$$

Представление (1) естественным образом позволяет описывать динамику степени завершенности проекта  $P$  от времени  $\tau$  с помощью выражения

$$P(\tau) = \int_0^{\tau} \rho(t) dt = 1 - \exp(-\gamma \cdot \tau) \cdot \sum_{n=0}^k \frac{\tau^n \cdot \gamma^n}{n!}. \quad (2)$$

Рассмотрим частные случаи ( $k = 1, 2, 3, 4$ ), описывающие типичные частные модели жизненного цикла проекта:

$$\rho(t) = \gamma^2 \cdot t \cdot \exp(-\gamma \cdot t), \quad (3a)$$

$$\rho(t) = \frac{\gamma^3}{2} \cdot t^2 \cdot \exp(-\gamma \cdot t), \quad (3б)$$

$$\rho(t) = \frac{\gamma^4}{6} \cdot t^3 \cdot \exp(-\gamma \cdot t), \quad (3в)$$

$$\rho(t) = \frac{\gamma^5}{24} \cdot t^4 \cdot \exp(-\gamma \cdot t). \quad (3г)$$

Согласно (2), им соответствуют частные модели динамики реализации проекта:

$$P(\tau) = 1 - (\gamma \cdot \tau + 1) \cdot \exp(-\gamma \cdot \tau), \quad (4a)$$

$$P(\tau) = 1 - \left( \frac{(\gamma \cdot \tau)^2}{2} + (\gamma \cdot \tau) + 1 \right) \cdot \exp(-\gamma \cdot \tau), \quad (4б)$$

$$P(\tau) = 1 - \left( \frac{(\gamma \cdot \tau)^3}{6} + \frac{(\gamma \cdot \tau)^2}{2} + (\gamma \cdot \tau) + 1 \right) \cdot \exp(-\gamma \cdot \tau), \quad (4в)$$

$$P(\tau) = 1 - \left( \frac{(\gamma \cdot \tau)^4}{24} + \frac{(\gamma \cdot \tau)^3}{6} + \frac{(\gamma \cdot \tau)^2}{2} + (\gamma \cdot \tau) + 1 \right) \cdot \exp(-\gamma \cdot \tau). \quad (4г)$$

На рисунке 1 представлено несколько вариантов моделей жизненных циклов и соответствующих им моделей динамики степени завершенности проекта.

Выберем для упрощения дальнейших расчетов определенный способ представления модельных

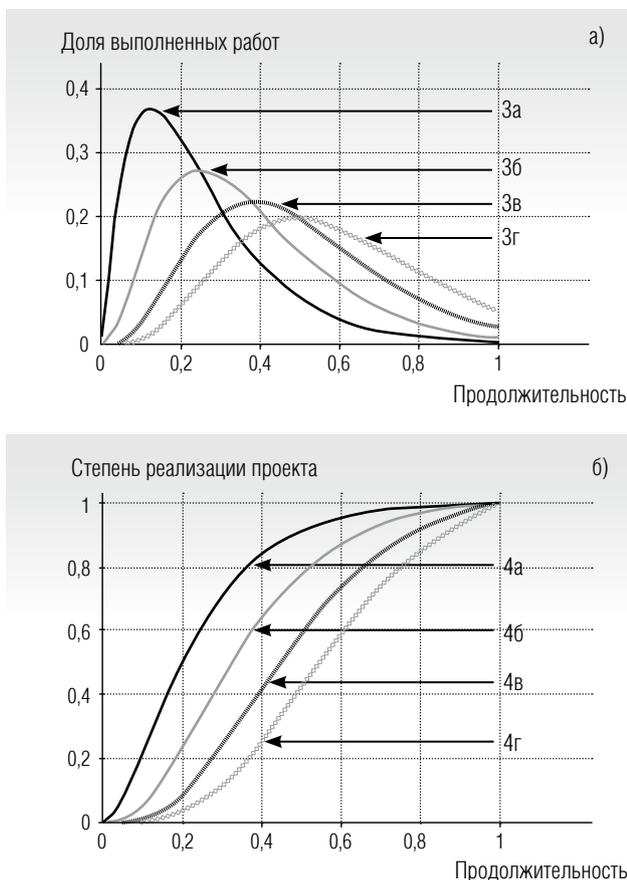


Рис. 1. Варианты моделей жизненных циклов и динамики степени завершенности проекта в зависимости от нормированной продолжительности его реализации (при  $\gamma = 1$ )

функций в кусочно-линейном виде (например, выделив стадии жизненного цикла):

$$P(\tau) \cong \begin{cases} a_1 \cdot \tau + b_1, & \tau \in [0; 1,25 \cdot \tau_1) \\ a_2 \cdot \tau + b_2, & \tau \in [0,75 \cdot \tau_1; 1,25 \cdot \tau_2) \\ a_3 \cdot \tau + b_3, & \tau \in [0,75 \cdot \tau_2; 1,25 \cdot \tau_3) \\ a_4 \cdot \tau + b_4, & \tau \in [0,75 \cdot \tau_3; \tau_4] \end{cases} \quad (5)$$

где  $a_3 > a_2 > a_4 > a_1$ .

В этом случае при , получим упрощенную модель динамики реализации проекта при каскадной парадигме планирования и управления (рисунки 2).

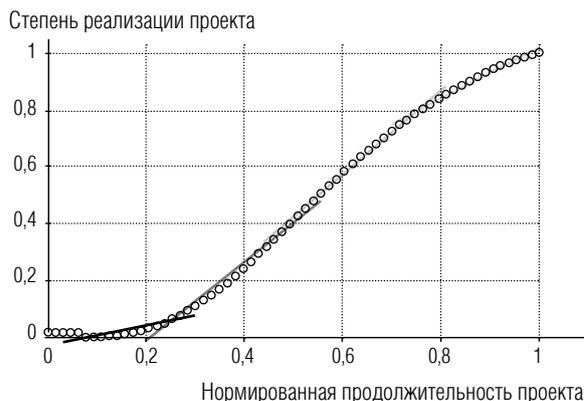


Рис. 2. Динамика степени завершенности абстрактного проекта вида (4г) и соответствующая кусочно-линейная модель (5) представлены кружочками и отрезками прямых соответственно

## 2. Преимущества и недостатки

Согласно каскадной парадигме, окончание предыдущей и начало последующей работы перекрываются приблизительно на 25%, вследствие чего достигается преимущество над эстафетной парадигмой, при которой окончание предшествующей работы совпадает с началом последующей. Степень перекрытия во времени соседних этапов выполнения проекта определяет отличие каскадного планирования от эстафетного и влияет на параметры уравнений прямых, отрезки которых формируют график кусочно-линейной функции, описывающей динамику реализации проекта в целом. Параметры линейных уравнений, описывающих обсуждаемые прямые, были получены с помощью метода наименьших квадратов [24].

Заметим, что само появление каскадного подхода к управлению проектами связано с применением итеративного подхода к эстафетной парадигме планирования, поскольку возможность фактического перекрытия во времени окончания предшествующей и

начала последующей работ связана с выделением базовой и улучшенной версий реализации каждого этапа проектной работы, вследствие чего последующая работа может начинаться по окончании выполнения базовой компоненты предшествующей работы, а не по окончании всех ее доработок и исправлений.

Известным недостатком каскадного (и, тем более, эстафетного) подхода является отсутствие возможности согласования с заказчиком перечня исполняемых работ и промежуточных результатов в процессе выполнения проекта [25, 26]. Внедрение элементов итеративных подходов к решению отдельных групп задач в рамках каскадного «стратегического» плана проекта фактически является современным стандартом управления проектами [27, 28]. Для иллюстрации преимуществ такого гибридного подхода можно, например, разбить кусочно-линейную модель прогнозируемой динамики выполнения проекта на два/четыре последовательно выполняемых подпроекта (москольку ресурсы ограничены, в рассматриваемом модельном случае постулируется невозможность параллельного выполнения подпроектов даже при использовании чисто итеративного подхода). Предполагая, что в модельном случае для любого абстрактного проекта соблюдается принцип Парето (за 20% времени выполняется 80% задач, а за 80% времени – 20% задач), оценим отличия во времени достижения уровня 80% выполненных работ при разбиении проекта на подпроекты и перераспределении порядка выполнения этапов проектных работ, реализующих элементы итеративного подхода [29]. На *рисунке 3* представлены соответствующие графики (кружочками представлена теоретическая модель динамики степени реализуемости жизненного цикла, а треугольниками – соответствующие кусочно-линейные модели).

При простом разбиении проекта на подпроекты при взятом за основу каскадном подходе время достижения 80% выполнения всего проекта даже несколько увеличивается по сравнению с базовым планом реализации проекта, однако наблюдается повышение скорости выполнения проекта на начальном этапе его реализации. Т.е. разбиение проекта на подпроекты способствует увеличению средней скорости выполнения проекта на начальных этапах его реализации и в целом ожидаемо выравнивает среднюю скорость его выполнения (т.е. эффективно уменьшает вероятность срыва графика выполнения проектных работ). Возможность распараллеливания работ улучшает ситуацию радикально, однако в рамках данной статьи предполагается, что ресурсы крайне ограничены и зафиксированы, вследствие чего, параллельное выполнение работ невозможно.

Очевидно, что даже при таком модельном представлении время достижения локального целевого показателя начальных этапов реализации проекта уменьшается на 4% и 14% при разбиениях на два и четыре подпроекта. Следовательно, широко применяемое разбиение проектных работ на отдельные задачи и операции оказывается математически обоснованным из самых общих предположений.

### 3. Наибольшая эффективность

Возникает вопрос о «предельно возможной полезности» применения итеративного подхода для каскадного проекта, прогнозируемая динамика исполнения которого описывается заданной кусочно-линейной функциональной зависимостью доли успешно завершённых проектных работ от продолжительности реализации проекта. Поскольку основным преимуществом итеративного подхода является

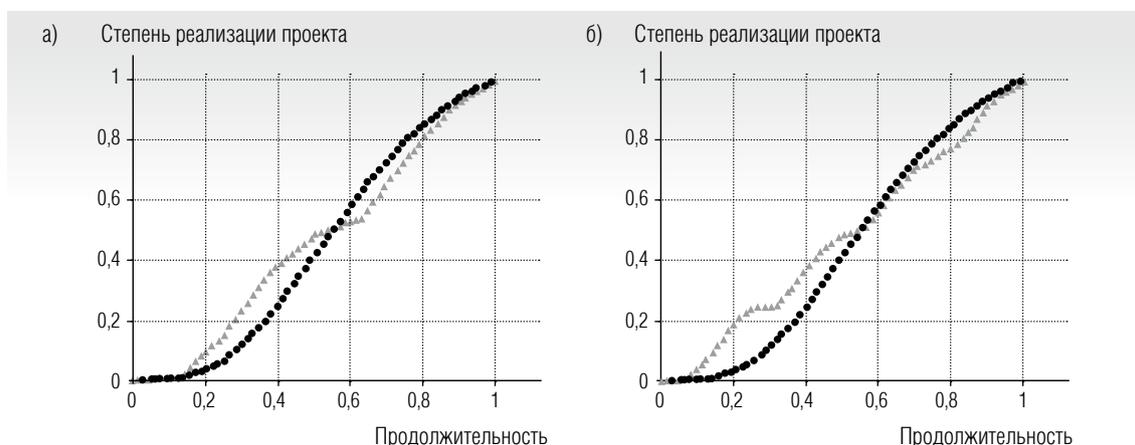


Рис. 3. Динамика степени завершенности проекта, формально разделенного на (а) два и (б) четыре подпроекта

возможность динамического пересогласования последовательности выполнения работ, рассмотрим модель (5) каскадного проекта, в которой откажемся от требования следования этапов проекта по принципу «один за другим». Очевидно, что в условиях зафиксированных ресурсов предполагается, что скорость выполнения каждого этапа работ не может быть изменена, вследствие чего согласовываться с заказчиком может только последовательность выполнения работ. Также очевидно, что, с точки зрения заказчика, наиболее эффективным планом проекта является такой, при котором 80% результата достигается как можно быстрее. Таким образом, единственной эффективной стратегией перестановки работ является перенос этапов, характеризующихся наибольшим значением производной первого порядка  $dP/d\tau$ , на начальные позиции последовательности выполнения работ. Принимая во внимание выбранное в качестве примера соотношение  $a_3 > a_2 > a_4 > a_1$  между параметрами модели (5), рассматриваемый пример эффективной перестановки последовательности выполнения работ примет вид:

$$P(\tau) \cong \begin{cases} a_3 \cdot \tau + c_1, \tau \in [0; \tau_1) \\ a_2 \cdot \tau + c_2, \tau \in [\tau_1; \tau_2) \\ a_4 \cdot \tau + c_3, \tau \in [\tau_2; \tau_3) \\ a_1 \cdot \tau + c_4, \tau \in [\tau_3; \tau_4] \end{cases} \quad (6)$$

где  $c_1, c_2, c_3, c_4$  найдены из условия отсутствия разрывов первого рода.

Итеративный подход, применяемый на этапе планирования к каскадной модели (5), обеспечивает возможность реализации нескольких вариантов исполнения проекта. При условии фиксации ресурсов для рассматриваемых моделей не существует кусочно-линейных функций, обеспечивающих более быстрое достижение целевого показателя в 80% объема выполненных работ, по сравнению с функцией, представленной на рисунке 4. Для подтверждения этой гипотезы воспользуемся приемом, который применялся при демонстрации отличий гибридного и каскадного подходов. Разобьем модельный проект (6) на два/четыре подпроекта, каждый из которых реализует итеративный подход. Соответствующие зависимости представлены на рисунке 4. Видно, что, с точки зрения заказчика, 80% эффективность реализации проекта достигается за 63% (при использовании чисто итеративного подхода), 73% (разбиение на два подпроекта с перестановкой последовательности работ) и 79% (разбиение на четыре подпроекта с перестановкой

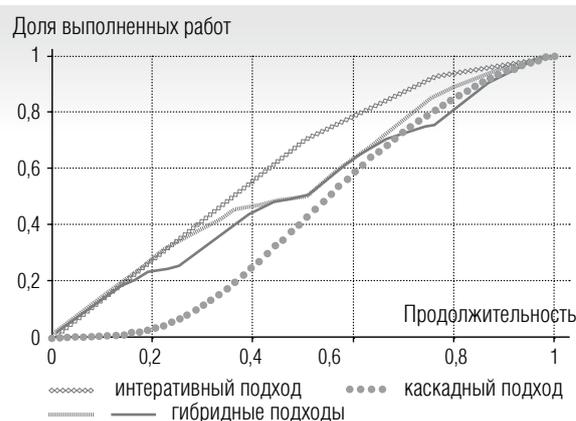


Рис. 4. Динамика степеней реализации проекта при итеративном, гибридных и каскадном подходах к планированию и управлению проектами

последовательности работ) времени, отведенного на достижение цели проекта.

Таким образом, наиболее эффективной стратегией достижения целей проекта оказывается применение чисто итеративного подхода непосредственно к реализуемому проекту, а не к отдельным его стадиям, выделяемым при использовании каскадной парадигмы планирования.

### Заключение

Несмотря на то, что нами были рассмотрены чисто модельные задачи, и на практике в полной мере применить итеративный подход для реализации концептуально каскадного проекта, по всей видимости, невозможно (поскольку, например, этап инициализации почти наверняка окажется последним), значимые преимущества и недостатки итеративного, гибридного и каскадного подходов были продемонстрированы именно при рассмотрении математических моделей, а не частных реализаций соответствующих проектов.

Если отвлечься от прокрустовы ложа стандартов, рассматривать работы по содержанию и структурировать проект исходя из «принципа наибольшей производной», то чем в большей степени используется итеративный подход, тем более эффективным воспринимается заказчиком план реализации проекта.

Наконец, есть ряд наблюдений из практики: большое количество успешных проектов (по крайней мере, в сфере ИТ [30]), реализуется по схеме «сначала сделали, потом заключили договор», что, вообще говоря, в точности совпадает с рекомендациями модели (6), несмотря на кажущееся нарушение логики процесса исполнения проекта. ■

## Литература

1. Royce W.W. Managing the development of large software systems // Technical Papers of Western Electronic Show and Convention (WesCon). Los Angeles, USA. 25–28 August 1970. P. 328–338.
2. Morien R. A retrospective on constructing a personal narrative on agile development // *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2018. Vol. 685. P. 290–304. DOI: 10.1007/978-3-319-70019-9\_24.
3. Jiang L., Eberlein A. Towards a framework for understanding the relationships between classical software engineering and agile methodologies // *Proceedings of the 2008 International Workshop on Scrutinizing Agile Practices or Shoot-Out at the Agile Corral (APOS'08)*. Leipzig, Germany, 10 May 2008. P. 9–14. DOI: 10.1145/1370143.1370146.
4. Руководство к своду знаний по управлению проектами (Руководство РМВОК). Филадельфия: Project Management Institute, 2008.
5. Камаев В.А. Каскадные технологические подходы. М.: Высшая школа, 2008.
6. Wright C. Agile governance and audit: An overview for auditors and Agile teams. Cambridgeshire, UK: IT Governance Publishing, 2014.
7. Bierwolf R., Frijns P., Van Kemenade P. Project management in a dynamic environment: Balancing stakeholders // *Proceedings of the 2017 IEEE European Technology and Engineering Management Summit (E-TEMS 2017)*. Munich, Germany, 17–19 October 2017. P. 1–6.
8. Ramamoorthy B.T., Mayilvahanan P. Comparative study on agile scrum over traditional waterfall lifecycle projects // *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*. 2019. Vol. 11. No 4. P. 524–529.
9. Quality metrics for hybrid software development organizations – A case study / S. Pradhan [et al.] // *Proceedings of the 19th IEEE International Conference on Software Quality, Reliability and Security (QRS-C 2019)*. Sofia, Bulgaria, 22–26 July 2019. P. 505–506.
10. Милошевич Д.З. Набор инструментов для управления проектами. М.: Академия АйТи; ДМК Пресс, 2008.
11. Земляная Е.М. Особенности управления проектами в медицинских организациях // Сб. статей IX Международной научно-практической конференции «Экономика, бизнес, инновации», г. Пенза, 15 августа 2019 г. С. 10–13.
12. Hamad R.M.H., Al Fayoumi M. Scalable agile transformation process (SATP) to convert waterfall project management office into Agile project management office // *Proceedings of the 19th International Arab Conference on Information Technology (ACIT 2018)*. Lebanon, 28–30 November 2018. P. 1–8.
13. Hiekata K., Mitsuyuki T., Goto T., Moser B. Design of software development architecture comparison of waterfall and agile using reliability growth model // *Advances in Transdisciplinary Engineering*. 2016. No 4. P. 471–480.
14. Waterfall: Video distribution by cascading multiple swarms / K. Park [et al.] // *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*. 2013. Vol. 31. No 9. P. 165–174.
15. Kniberg H. Toyota's journey from Waterfall to Lean software development. 2016. [Электронный ресурс]: <https://blog.crisp.se/2010/03/16/henrikkniberg/1268757660000> (дата обращения 30.11.2019).
16. Серебрякова Т.А., Серебряков В.Г., Алексин К.В. Сравнительный анализ методологий Agile и Waterfall по разработке информационных систем в банковской сфере // *Colloquium–Journal*. 2019. № 2–5 (26). С. 7–9.
17. The (Go)SMART way to agility: Managing a Scrum subproject in a waterfall environment / O. G tz [et al.] // *Journal of Information Technology Teaching Cases*. 2018. Vol. 8. No 2. P. 149–160.
18. Власов А.И., Карпунин А.А., Ганев Ю.М. Системный подход к проектированию при каскадной и итеративной модели жизненного цикла // Труды Международного симпозиума «Надежность и качество». Пенза, 25–31 мая 2015 г. Т. 1. С. 96–100.
19. Fitsilis P. Comparing PMBOK and Agile project management software development processes // *Advances in Computer and Information Sciences and Engineering*. Springer, 2008. P. 378–383. DOI: 10.1007/978-1-4020-8741-7.
20. Mahadevan L., Kettinger W.J., Meservy T.O. Running on hybrid: Control changes when introducing an agile methodology in a traditional “waterfall” system development environment // *Communications of the Association for Information Systems*. 2015. No 36. P. 77–103. DOI: 10.17705/1CAIS.03605.
21. Shawky D.M. Traditional vs Agile development: A comparison using chaos theory // *Proceedings of the 9th International Conference on Software Paradigm Trends (ICSOFT-PT 2014)*. Vienna, Austria, 29–31 August 2014. P. 109–114.
22. Салахмир В. Методологии управления проектами: Waterfall, Agile / 2018. [Электронный ресурс]: <https://salakhmir.ru/проекты-методологии-waterfall-agile/> (дата обращения: 28.11.2019).
23. Воропаев В.И., Гельруд Ян.Д. Математические модели управления для заказчика // *Управление проектами и программами*. 2013. № 1. С. 18–29.
24. Линник Ю.В. Метод наименьших квадратов и основы математико-статистической теории обработки наблюдений. М.: Физматлит, 1958.
25. Каримов Р.А., Качкынбеков Н.Р. Некоторые аспекты гибкой методологии разработки программного обеспечения // *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*. 2018. № 3. С. 199–202.
26. Nicula D., Ghimii S.S. Command and control vs self management // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2019. Vol. 514. Product Design, Robotics, Advanced Mechanical and Mechatronic Systems and Innovation Conference (PRASIC), Brasov, Romania, 8–9 November 2018. P. 1–6. DOI: 10.1088/1757-899X/514/1/012039.
27. Agile-waterfall hybrid product development in the manufacturing industry – Introducing guidelines for implementation of parallel use of the two models / G. Schuh [et al.] // *Proceedings of the 2017 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*. Singapore, 10–13 December 2017. P. 725–729. DOI: 10.1109/IEEM.2017.8289986.
28. Hybrid software and system development in practice: Waterfall, scrum, and beyond / M. Kuhrmann [et al.] // *Proceedings of the 2017 International Conference on Software and System Process (ICSSP 2017)*. Paris, France, 15–17 July 2017. P. 30–39.
29. Чуланова О.Л. Технология управления проектами и проектными командами на основе методологии гибкого управления проектами Agile // *Вестник евразийской науки*. 2018. № 4. С. 1–11.
30. Первухин Д.В., Исаев Е.А., Рытиков Г.О., Филюгина Е.К., Айрапетян Д.А. Анализ положительного эффекта от внедрения ИТ решения, основанный на оценке рисков // *Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика*. 2019. № 7. С. 45–54.

**Об авторах****Первухин Дмитрий Васильевич**

старший преподаватель, кафедра управления информационными системами и цифровой инфраструктурой, факультет бизнеса и менеджмента, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 101000, г. Москва, ул. Мясницкая, д. 20;

старший преподаватель, кафедра «Бизнес-информатика», факультет прикладной математики и информационных технологий, Финансовый университет при Правительстве РФ, 125993, г. Москва, Ленинградский проспект, д. 49;

E-mail: dpervuhin@hse.ru

ORCID: 0000-0001-6500-035X

**Исаев Евгений Анатольевич**

кандидат технических наук;

профессор, кафедра управления информационными системами и цифровой инфраструктурой, факультет бизнеса и менеджмента, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 101000, г. Москва, ул. Мясницкая, д. 20;

E-mail: eisaev@hse.ru

ORCID: 0000-0002-3703-447X

**Рытиков Георгий Олегович**

кандидат физико-математических наук;

доцент, кафедра информатики и информационных технологий, Высшая школа печати и медиаиндустрии, Московский политехнический университет, 127550, г. Москва, ул. Прянишникова, д. 2А;

E-mail: GR-yandex@yandex.ru

ORCID: 0000-0001-5521-8662

**Филогина Екатерина Константиновна**

студент образовательной программы «Бизнес-информатика», факультет бизнеса и менеджмента, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 101000, г. Москва, ул. Мясницкая, д. 20;

E-mail: ekfilyugina@edu.hse.ru

**Айрапетян Диана Ареновна**

студент магистерской программы «Управление проектами», факультет бизнеса и менеджмента, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 101000, г. Москва, ул. Мясницкая, д. 20;

E-mail: hayrapetyandiana@gmail.com

---

## Theoretical comparative analysis of cascading, iterative, and hybrid approaches to IT project life cycle management

**Dmitry V. Pervoukhin<sup>a, b</sup>**

E-mail: dpervuhin@hse.ru

**Eugeni A. Isaev<sup>a</sup>**

E-mail: eisaev@hse.ru

**Georgy O. Rytikov<sup>c</sup>**

E-mail: GR-yandex@yandex.ru

**Ekaterina K. Filyugina<sup>a</sup>**

E-mail: ekfilyugina@edu.hse.ru

**Diana A. Hayrapetyan<sup>a</sup>**

E-mail: hayrapetyandiana@gmail.com

<sup>a</sup> National Research University Higher School of Economics  
Address: 20, Myasnitskaya Street, Moscow 101000, Russia

<sup>b</sup> Financial University under the Government of the Russian Federation  
Address: 49, Leningradsky Prospect, Moscow 125993, Russia

<sup>c</sup> Moscow Polytechnic University, Higher School of Press and Media Industry  
Address: 2A, Pryanishnikov Street, Moscow 127550, Russia

## Abstract

The absence of a common and universal approach to IT project management allows us to formulate a problem to analyze and study when choosing the most efficient project management methodology. The relatively small number of scientific works summarizing practical experience of a theoretical approach allowed us to formulate a generalized mathematical model for a common IT project lifecycle estimation in this work using waterfall, agile or hybrid approaches for the project management. Based on the advantages and disadvantages of existing methodologies that we revealed, it appears that use of agile approaches within stages of the cascade methodology approach improves the process of IT project management compared to a pure cascade implementation. Moreover, the recursive application of an iterative approach at certain stages of the project implementation worsens the characteristics of the project life cycle and can be used only to reduce a certain class of project risks. The results of our study allow us to propose a semi-empirical method for project planning estimation accuracy and attainability of the declared project implementation characteristics. All of this should have a positive impact on the effectiveness of the IT project management strategy choice.

**Key words:** IT project management; iterative methodology; Agile; waterfall; hybrid methodology; model analysis.

**Citation:** Pervoukhin D.V., Isaev E.A., Rytikov G.O., Filyugina E.K., Hayrapetyan D.A. (2020) Theoretical comparative analysis of cascading, iterative, and hybrid approaches to IT project life cycle management. *Business Informatics*, vol. 14, no 1, pp. 32–40. DOI: 10.17323/2587-814X.2020.1.32.40

## References

- Royce W.W. (1970) Managing the development of large software systems. *Technical Papers of Western Electronic Show and Convention (WesCon)*, Los Angeles, USA, 25–28 August 1970, pp. 328–338.
- Morien R. (2018) A retrospective on constructing a personal narrative on agile development. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol. 685, pp. 290–304. DOI: 10.1007/978-3-319-70019-9\_24.
- Jiang L., Eberlein A. (2008) Towards a framework for understanding the relationships between classical software engineering and agile methodologies. *Proceedings of the 2008 International Workshop on Scrutinizing Agile Practices or Shoot-Out at the Agile Corral (APOS'08)*, Leipzig, Germany, 10 May 2008, pp. 9–14. DOI: 10.1145/1370143.1370146.
- Project Management Institute (2008) *Project Management Knowledge Base Guide (PMBOK Guide)*. Philadelphia, USA: PMI.
- Kamaev V.A. (2008) *Cascading technological approaches*. Moscow: Higher School (in Russian).
- Wright C. (2014) *Agile governance and audit: An overview for auditors and Agile teams*. Cambridgeshire, UK: IT Governance Publishing.
- Bierwolf R., Frijns P., Van Kemenade P. (2017) Project management in a dynamic environment: Balancing stakeholders. *Proceedings of the 2017 IEEE European Technology and Engineering Management Summit (E-TEMS 2017)*, Munich, Germany, 17–19 October 2017, pp. 1–6.
- Ramamoorthy B.T., Mayilvahanan P. (2019) Comparative study on agile scrum over traditional waterfall lifecycle projects. *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*, vol. 11, no 4, pp. 524–529.
- Pradhan S., Nanniyur V., Melanahalli P., Palla M., Chulani S. (2019) Quality metrics for hybrid software development organizations – A case study. *Proceedings of the 19th IEEE International Conference on Software Quality, Reliability and Security (QRS-C 2019)*, Sofia, Bulgaria, 22–26 July 2019, pp. 505–506.
- Miloshevich D.Z. (2008) *Project management toolkit*. Moscow: AjTi; DMK Press (in Russian).
- Zemlyanaya E.M. (2019) Features of project management in medical organizations. *Proceedings of the IX International Scientific and Practical Conference "Economics, Business, Innovations"*, Penza, Russia, 15 August 2019, pp. 10–13 (in Russian).
- Hamad R.M.H., Al Fayoumi M. (2018) Scalable agile transformation process (SATP) to convert waterfall project management office into Agile project management office. *Proceedings of the 19th International Arab Conference on Information Technology (ACIT 2018)*, Lebanon, 28–30 November 2018, pp. 1–8.
- Hiekata K., Mitsuyuki T., Goto T., Moser B. (2016) Design of software development architecture comparison of waterfall and agile using reliability growth model. *Advances in Transdisciplinary Engineering*, no 4, pp. 471–480.
- Park K., Kim J., Cho K., Kwon T.T., Choi Y., Pack S. (2013) Waterfall: Video distribution by cascading multiple swarms. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, vol. 31, no 9, pp. 165–174.
- Kniberg H. (2016) *Toyota's journey from Waterfall to Lean software development*. Available at: <https://blog.crisp.se/2010/03/16/henrik-kniberg/1268757660000> (accessed 30 November 2019).
- Serebryakova T.A., Serebryakov V.G., Aleksin K.V. (2019) Comparative analysis of Agile and Waterfall methodologies for developing information systems in the banking sector. *Colloquium—Journal*, no 2–5, pp. 7–9 (in Russian).
- Götz O., Wai Y., Klein S., Roßmehl M., Basten D. (2018) The (Go)SMART way to agility: Managing a Scrum subproject in a waterfall environment. *Journal of Information Technology Teaching Cases*, vol. 8, no 2, pp. 149–160.
- Vlasov A.I., Karpunin A.A., Ganev Yu.M. (2015) A systematic approach to design with a cascading and iterative life cycle model. *Proceedings of the International Symposium "Reliability and Quality"*, Penza, Russia, 25–31 May 2015, vol. 1, pp. 96–100 (in Russian).

19. Fitsilis P. (2008) Comparing PMBOK and Agile project management software development processes. *Advances in Computer and Information Sciences and Engineering*. Springer, pp. 378–383. DOI: 10.1007/978-1-4020-8741-7.
20. Mahadevan L., Kettinger W.J., Meservy T.O. (2015) Running on hybrid: Control changes when introducing an agile methodology in a traditional “waterfall” system development environment. *Communications of the Association for Information Systems*, no 36, pp. 77–103. DOI: 10.17705/1CAIS.03605.
21. Shawky D.M. (2014) Traditional vs Agile development: A comparison using chaos theory. Proceedings of the *9th International Conference on Software Paradigm Trends (ICSOFT-PT 2014), Vienna, Austria, 29–31 August 2014*, pp. 109–114.
22. Salahmir V. (2018) *Project management methodologies: Waterfall, Agile*. Available at: <https://salakhmir.ru/проекты-методологии-waterfall-agile/> (accessed 28 November 2019) (in Russian).
23. Voropaev V.I., Gelrud Yan.D. (2013) Mathematical control models for the customer. *Upravlenie Proektami i Programmami*, no 1, pp. 18–29 (in Russian).
24. Linnik Yu.V. (1958) *Least squares method and the fundamentals of the mathematical and statistical theory of observation processing*. Moscow: Fizmatlit (in Russian).
25. Karimov R.A., Kachkynbekov N.R. (2018) Some aspects of a flexible software development methodology. *Mezhdunarodnyj Zhurnal Gumanitarnyh i Estestvennyh Nauk*, no 3, pp. 199–202 (in Russian).
26. Nicula D., Ghimii S.S. (2019) Command and control vs self management. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019. Vol. 514. Product Design, Robotics, Advanced Mechanical and Mechatronic Systems and Innovation Conference (PRASIC), Brasov, Romania, 8–9 November 2018*, pp. 1–6. DOI: 10.1088/1757-899X/514/1/012039.
27. Schuh G., Rebentisch E., Riesener M., Diels F., Dölle C., Eich S. (2017) Agile-waterfall hybrid product development in the manufacturing industry – Introducing guidelines for implementation of parallel use of the two models. Proceedings of the *2017 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), Singapore, 10–13 December 2017*, pp. 725–729. DOI: 10.1109/IEEM.2017.8289986.
28. Kuhrmann M., Diebold P., Münch J., Tell P., Garousi V., Felderer M., Trektore K., McCaffery F., Linssen O., Hanser E., Prause C.R. (2017) Hybrid software and system development in practice: Waterfall, scrum, and beyond. Proceedings of the *2017 International Conference on Software and System Process (ICSSP 2017), Paris, France, 15–17 July 2017*, pp. 30–39.
29. Chulanova O.L. (2018) Project and project team management technology based on Agile project management methodology. *Vestnik Evrazijskoj Nauki*, no №4, p. 1–11 (in Russian).
30. Pervoukhin D.V., Isaev E.A., Rytikov G.O., Filyugina E.K., Hayrapetyan D.A. (2019) Analysis of the positive effect of the IT solutions implementation based on risk assessment. *Prbory i Sistemy. Upravlenie, kontrol, diagnostika*, no 7, pp. 45–54 (in Russian).

### About the authors

#### Dmitry V. Pervoukhin

Senior Lecturer, Department of Information Systems Management and Digital Infrastructure Management, School of Business Informatics, Faculty of Business and Management, National Research University Higher School of Economics, 20, Myasnitskaya Street, Moscow 101000, Russia;

Senior Lecturer, Faculty of Applied Mathematics and Information Technologies, Financial University under the Government of the Russian Federation, 49, Leningradsky Prospect, Moscow 125993, Russia;

E-mail: dpervuhin@hse.ru

ORCID: 0000-0001-6500-035X

#### Eugeni A. Isaev

Cand. Sci. (Tech.);

Professor, Department of Information Systems Management and Digital Infrastructure Management, School of Business Informatics, Faculty of Business and Management, National Research University Higher School of Economics, 20, Myasnitskaya Street, Moscow 101000, Russia;

E-mail: eisaev@hse.ru

ORCID: 0000-0002-3703-447X

#### Georgy O. Rytikov

Cand. Sci. (Phys.-Math.);

Associate Professor, Department of Informatics and Information Technologies, Higher School of Press and Media Industry, Moscow Polytechnic University, 2A, Pryanishnikov Street, Moscow 127550, Russia;

E-mail: GR-yandex@yandex.ru

ORCID: 0000-0001-5521-8662

#### Ekaterina K. Filyugina

Student, Business Informatics Educational Program, Faculty of Business and Management, National Research University Higher School of Economics, 20, Myasnitskaya Street, Moscow 101000, Russia;

E-mail: ekfilyugina@edu.hse.ru

#### Diana A. Hayrapetyan

Student, Project Management MSc Program, Faculty of Business and Management, National Research University Higher School of Economics, 20, Myasnitskaya Street, Moscow 101000, Russia;

E-mail: hayrapetyandiana@gmail.com