

## ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО ПОДХОДА К УПРАВЛЕНИЮ ПРОЕКТАМИ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

*Т.А. Аверина*, [ta\\_averina@mail.ru](mailto:ta_averina@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-9150-9018>  
*Г.П. Вершков*, [vershkovgleb1@gmail.com](mailto:vershkovgleb1@gmail.com)

*Воронежский государственный технический университет, Воронеж, Россия*

**Аннотация.** В настоящее время идет активный процесс цифровизации различных сфер и отраслей. Сфера строительства не исключение. Применение технологий BIM-моделирования, цифровых двойников позволяет сократить сроки реализации проектов, снизить количество ошибок, повысить безопасность, в целом оптимизировать управление объектами капитального строительства на всех этапах жизненного цикла. Но сам процесс трансформации, перехода предприятий строительной отрасли на новый уровень четко не прописан и не структурирован. Отсюда более двух третей проектов цифровых преобразований оказываются неудачными. Как правило, предприятия реализуют данный переход методом проб и ошибок, несмотря на имеющийся в настоящее время задел в области проектного управления. **Цель исследования** состоит в выборе наиболее подходящей методологии для управления проектами перехода к цифровому управлению строительными проектами. **Методы.** В работе проведен сравнительный анализ трех наиболее распространенных в настоящее время подходов к управлению проектами: каскадный (Waterfall водопадный), гибкий (Agile), гибридный (Hybrid). Учитывая специфику строительных проектов, были выделены наиболее важные критерии для сравнения методологий: четкость и понятность алгоритмов, документирование, время, адаптивность (гибкость). С помощью метода анализа иерархий определен лучший вариант. **Результаты.** Наиболее предпочтительным является применение именно классического (водопадного) подхода для проектов цифровой трансформации в области управления строительными проектами. **Заключение.** Выбор именно каскадного (водопадного) подхода связан в первую очередь со сложностью процесса цифровизации и необходимостью описания и фиксации дальнейших алгоритмов работы с виртуальными моделями. Далее по мере приобретения необходимого опыта и компетенций организаций могут переходить к гибриднему и даже гибкому подходам. Для зрелых облачных организаций гибкий подход становится стандартным режимом работы.

**Ключевые слова:** управление, строительный проект, подходы к управлению проектами, цифровизация, виртуальные модели, метод анализа иерархий

**Для цитирования:** Аверина Т.А., Вершков Г.П. Выбор оптимального подхода к управлению проектами цифровой трансформации в строительной отрасли // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». 2025. Т. 25, № 4. С. 96–106. DOI: 10.14529/ctcr250407

Original article  
DOI: 10.14529/ctcr250407

## SELECTING THE OPTIMAL APPROACH TO MANAGING DIGITAL TRANSFORMATION PROJECTS IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY

*T.A. Averina*, [ta\\_averina@mail.ru](mailto:ta_averina@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-9150-9018>  
*G.P. Vershkov*, [vershkovgleb1@gmail.com](mailto:vershkovgleb1@gmail.com)

*Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia*

**Abstract.** Currently, various industries and sectors are actively digitalizing. The construction sector is no exception. The use of BIM modeling and digital twin technologies helps reduce project implementation time and the number of errors, improve safety, and generally optimize the management of capital

construction projects at all stages of the life cycle. However, the process of transformation and transition of construction companies to the next level is not clearly defined and structured. Therefore, more than two-thirds of digital transformation projects fail. Companies typically implement this transition through trial and error, despite the existing foundation in project management. **The research objective** is to select the most appropriate project management methodology for those transitioning to digital management of construction projects. **Methods.** This paper presents a comparative analysis of the three most common project management approaches: Waterfall, Agile, and Hybrid. Given the specifics of construction projects, the most important criteria for comparing methodologies were identified: clarity and comprehensibility of algorithms, documentation, deadlines, and adaptability (flexibility). Using the analytical hierarchy process (AHP) method, the optimal option was identified. **Results.** The classic (waterfall) approach is the most preferable for digital transformation projects in construction project management. **Conclusion.** The choice of a cascade (waterfall) approach is primarily due to the complexity of the digitalization process and the need to describe and document subsequent algorithms for working with virtual models. Subsequently, as organizations accumulate the necessary experience and competencies, they can move to hybrid and even agile approaches. For mature cloud organizations, the agile management model is becoming the standard operating mode.

**Keywords:** management, construction project, project management approaches, digitalization, virtual models, AHP

**For citation:** Averina T.A., Vershkov G.P. Selecting the optimal approach to managing digital transformation projects in the construction industry. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Computer Technologies, Automatic Control, Radio Electronics*. 2025;25(4):96–106. (In Russ.) DOI: 10.14529/ctcr250407

## Введение

Строительная отрасль играет ключевую роль в современном мире, обеспечивая развитие инфраструктуры, жилья и экономики в целом [1]. Она создает новые рабочие места, стимулирует инвестиции и улучшает качество жизни населения (табл. 1).

Значение строительной отрасли  
Importance of the construction industry

Таблица 1

Table 1

Направление	Содержание
Развитие инфраструктуры	Строительство дорог, мостов, аэропортов, энергетических объектов и других объектов инфраструктуры улучшает мобильность, транспортную доступность и обеспечивает функционирование экономики
Жилищное строительство	Обеспечение населения доступным и качественным жильем является одной из важнейших задач строительной отрасли
Экономическое развитие	Строительство стимулирует инвестиции, создает рабочие места и способствует росту ВВП
Создание комфортной среды	Строительство социальных объектов, таких как школы, больницы, спортивные сооружения и культурные центры, улучшает качество жизни населения
Внедрение инноваций	Современные технологии, такие как BIM, цифровые двойники, робототехника и 3D-печать, повышают эффективность строительных процессов, снижают затраты и улучшают качество строительства
Экологичность	Развитие экологичного строительства и использование «зеленых» материалов становится все более актуальным

Рассматривая современные тенденции в строительной отрасли, следует упомянуть следующие [2] (рис. 1).

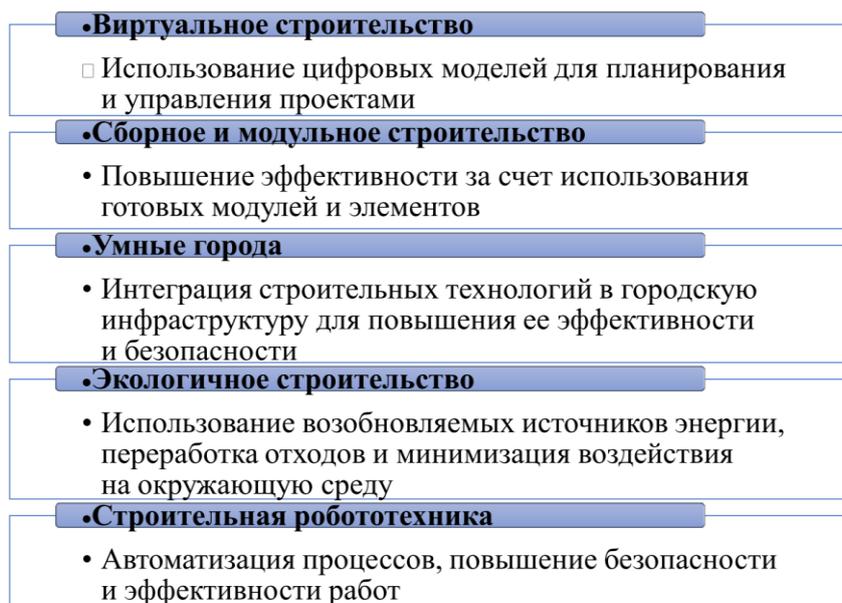


Рис. 1. Современные тенденции в строительной отрасли  
Fig. 1. Current trends in the construction industry

В целом строительная отрасль играет важную роль в развитии современного общества, обеспечивая комфорт, безопасность и экономический рост. Внедрение новых технологий и ориентация на экологичность являются ключевыми факторами дальнейшего развития этой отрасли.

В настоящее время отрасль активно внедряет инновационные технологии, такие как BIM, цифровые двойники и робототехника, что повышает эффективность и безопасность строительства [3–5].

Со слов Н. Парфентьева, директора департамента цифрового развития Минстроя России, «Цифровизация для нас – не самоцель, а инструмент решения двух ключевых задач: сокращения строительного цикла и улучшения качества жизни людей» [6].

При этом внедрение новых технологий в строительной сфере является сложным проектом и требует грамотного управления [7–14].

**Целью исследования** является определение оптимального подхода к управлению проектами при переходе к работе с виртуальными моделями и облачному управлению проектами.

Управление строительными проектами (СРМ) – это процесс управления, регулирования и надзора за строительными процессами. СРМ позволяет командам планировать проектные работы на этапе подготовки к строительству, отслеживать процесс на этапе реализации, т. е. строительства, оценивать эффективность проекта и его отдельных фаз и закрывать проект после завершения инициативы.

Управление строительными проектами ориентировано на сроки. Эти проекты всегда начинаются с этапа планирования и имеют определенный результат в конце жизненного цикла проекта.

В силу множества требований, которые предъявляются к процессам строительства и его конечным результатам, управление именно строительными проектами является достаточно сложным. Хотя многие элементы жизненного цикла проекта аналогичны общему управлению проектами. Особого внимания требуют ограничения строительного проекта и аспекты безопасности.

Таким образом, следует отметить, что при выстраивании комплексной системы управления строительным проектом необходимо учитывать его особенности. Строительный проект имеет много общего, но и ряд существенных отличий по сравнению с традиционным проектом: большое количество заинтересованных сторон, высокие требования к безопасности, особые потребности.

### Материалы и методы

В работе рассмотрены три наиболее популярных подхода к управлению проектами: каскадный (Waterfall водопадный), гибкий (Agile), гибридный (Hybrid). Для выбора лучшего варианта применяется метод анализа иерархий.

### Сравнение методологий управления проектами

Сегодня используется множество методологий управления проектами [15–17]. Наиболее популярными из них являются каскадная (водопадная), гибкая и гибридная.

Каждый из подходов имеет свои особенности, преимущества и недостатки, рекомендации к применению. Рассмотрим основные аспекты подробнее.

### Каскадный (классический) подход – Водопад (Waterfall)

Водопадная методология или традиционное управление проектами предписывает следование четко определенным последовательным стадиям (рис. 2).

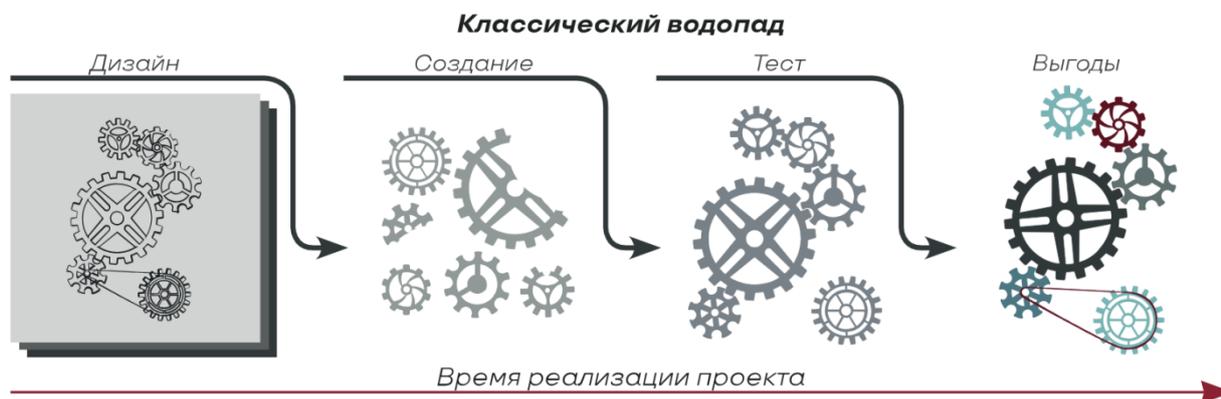


Рис. 2. Водопадная модель управления проектами  
Fig. 2. Waterfall Project Management Model

В зависимости от регламентирующего документа это могут быть фазы выполнения проекта: требования, проектирование, разработка, тестирование и развертывание или, например, стадии управления проектами: инициация, планирование, организация и контроль, анализ и регулирование, закрытие. В любом случае здесь важно отметить, что каждая фаза должна быть завершена до начала следующей. При этом каждый член команды выполняет определенную задачу. Таким образом, главное преимущество методологии каскада заключается в том, что она позволяет менеджерам проектов прогнозировать и отслеживать основные параметры проекта: стоимость, объем и сроки. Самый большой недостаток заключается в том, что конечные пользователи видят результаты только после завершения проекта. Это увеличивает затраты на управление изменениями и устранение неполадок. Например, если бизнес-приоритеты немного изменятся на более позднем этапе цикла, потребуется переработать некоторые артефакты и компоненты, что повлияет на стоимость, объем работ и сроки.

### Гибкий подход – Agile

Методология Agile-проектов появилась в начале 2000-х годов как ответ на жесткую структуру традиционных методов управления проектами каскадной модели. Фундаментальное отличие от последовательной методологии каскадной модели состоит в том, что методология Agile фокусируется на итеративной поставке продукта и постоянной обратной связи от пользователей (рис. 3). Члены команды тесно сотрудничают, разрушая разрозненность между различными функциями. Методология Agile использует набор практик, которые объединяют разработку и ИТ-операции, называемые DevOps.

Основное преимущество Agile – гибкость, поскольку она позволяет командам быстро внедрять функции, которые наиболее важны для бизнеса. Вместо того чтобы выпускать весь продукт сразу, методология Agile разбивает процесс поставки на более мелкие итерации. Каждая итерация обычно длится от одной до четырех недель.

Основным недостатком гибкой методологии является сложность прогнозирования конечных сроков и бюджетов. Постоянная обратная связь от пользователей может расширить область действия, что негативно скажется на сроках и бюджетах.

**Итеративный и инкрементальный Scrum**

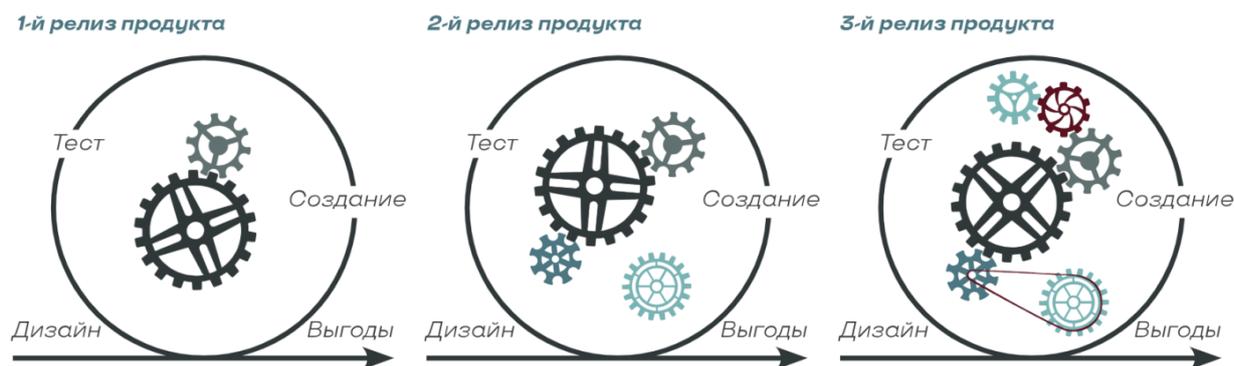


Рис. 3. Гибкая модель управления проектами  
Fig. 3. Flexible project management model

**Гибридный подход – Hybrid**

Гибридная методология управления проектами объединяет лучшие практики каскадной и гибкой методологий. Согласно исследованию PMI «Будущее работы: прокладывая путь с помощью PMTQ», 60 % компаний используют гибридный подход к управлению проектами. При гибридной методологии руководители проектов документируют требования и создают полную конструкцию системы заранее, поскольку они обеспечивают бюджет и ресурсы на весь срок проекта. После определения общей концепции команды используют гибкую структуру для итеративной поставки конечным пользователям и учета их пожеланий в дальнейшей работе. Таким образом, при необходимости уже в следующей итерации, необходимые изменения могут быть внесены, не дожидаясь окончания фазы внедрения. Гибридный подход позволяет компаниям извлечь выгоду из гибкого управления проектами, одновременно снижая связанные с ним риски. Главное в данном случае найти оптимальный баланс сочетания водопадного и гибкого подходов (табл. 2).

Сравнение подходов

Таблица 2

Comparison of approaches

Table 2

Параметры	Waterfall	Agile	Hybrid
Простота понимания	+++	++	+
Прогнозируемость	+++	+	++
Обеспечение качества на каждом этапе	+++	++	+
Документирование	+++	+	++
Время	+	+	++
Вовлеченность клиентов	+	++	+++
Гибкость	+	+++	++
Дополнительное ПО и обучение	+	+++	++

Обобщим выявленные преимущества и недостатки вышеуказанных подходов в позиции проявления или оптимизации нижеуказанных параметров в табл. 3.

Оценка подходов к управлению по выбранным критериям

Таблица 3

Evaluation of management approaches according to selected criteria

Table 3

Параметры	Waterfall	Agile	Hybrid
Четкость и понятность алгоритмов	Высокая	Средняя	Низкая
Документирование	Высокая	Средняя	Средняя
Время	Низкая	Средняя	Высокая
Адаптивность (гибкость)	Низкая	Высокая	Выше среднего

Применение современных цифровых технологий позволяет в значительной степени оптимизировать процессы управления проектами. Но по данным Harvard Business Review, более 70 % цифровых преобразований терпят неудачу. А по данным Forbes, 84 % компаний не успешны в процессах цифровой трансформации [5].

Одной из причин является отсутствие надлежащего управления, что приводит к плохой кросс-функциональной согласованности. Чтобы избежать этой распространенной ошибки, организации должны выбрать методологию управления проектами для разработки стратегий до начала преобразований.

### Выбор лучшего подхода к управлению проектами цифровой трансформации в строительной отрасли

Для выбора оптимального подхода к управлению проектами цифровой трансформации будем использовать метод анализа иерархий (МАИ). Метод реализуется по следующему алгоритму (рис. 4).



Рис. 4. Алгоритм реализации метода анализа иерархий  
Fig. 4. Algorithm for implementing the hierarchy analysis method

Рассмотрим 3 альтернативы, которые обозначим  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$ , где  $A_1$  – традиционный подход к управлению проектами (Waterfall – водопадный),  $A_2$  – гибкий подход (Agile),  $A_3$  – гибридный подход (Hybrid); и четыре критерия выбора альтернатив  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$ ,  $K_4$ , где  $K_1$  – четкость и понятность алгоритмов,  $K_2$  – документирование,  $K_3$  – время,  $K_4$  – адаптивность.

Дерево альтернатив представлено на рис. 5.

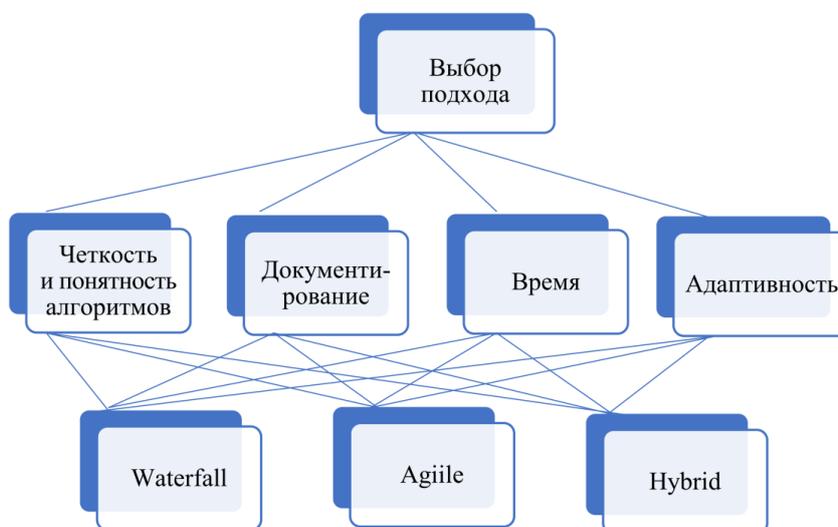


Рис. 5. Дерево альтернатив  
Fig. 5. Tree of alternatives

При построении матрицы альтернатив, оценке критериев будем придерживаться следующей шкалы (рис. 6). Исходно попарное сравнение по качественной шкале с последующим преобразованием в баллы.

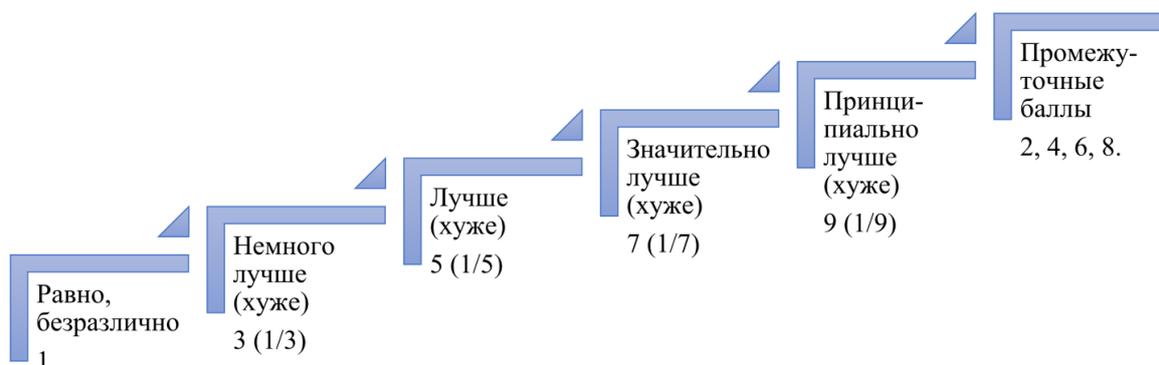


Рис. 6. Шкала для сравнения альтернатив  
Fig. 6. Scale for comparing alternatives

Сравниваем четыре альтернативы друг с другом по критерию  $K_1$ . В результате попарного сравнения получаем матрицу сравнений  $V_{ij}^{(1)}$ , каждый элемент которой в том случае, если альтернатива  $A_i$  не менее предпочтительна, чем альтернатива  $A_j$ , равен  $h$ , где  $h$  является степенью предпочтительности. Соответственно, если альтернатива  $A_i$  не является более предпочтительной, чем альтернатива  $A_j$ , то соответствующий элемент матрицы сравнения  $V_{ij}^{(1)}$  равен  $1/h$ .

Таким же образом вычисляются матрицы сравнения  $V_{ij}^{(k)}$  для других критериев, где  $k = 1, 2, 3, 4$ . Матрицы попарных сравнений альтернатив  $V_{ij}^{(1)}, V_{ij}^{(2)}, V_{ij}^{(3)}, V_{ij}^{(4)}$  представлены в табл. 4–7).

Таблица 4  
Критерий «Четкость и понятность алгоритмов»  
Table 4

	Waterfall	Agile	Hybrid
Waterfall	1	9	7
Agile	1/9	1	1/3
Hybrid	1/7	3	1

Таблица 6  
Критерий «Время»  
Table 6

	Waterfall	Agile	Hybrid
Waterfall	1	1/5	1/3
Agile	5	1	3
Hybrid	3	1/3	1

Таблица 5  
Критерий «Документирование»  
Table 5

	Waterfall	Agile	Hybrid
Waterfall	1	9	7
Agile	1/9	1	1/5
Hybrid	1/7	5	1

Таблица 7  
Критерий «Адаптивность»  
Table 7

	Waterfall	Agile	Hybrid
Waterfall	1	1/7	1/5
Agile	7	1	3
Hybrid	5	1/3	1

Далее проводим нормировку: находим сумму элементов каждого столбца и делим все элементы матрицы на сумму элементов соответствующего столбца.

Далее вычисляем собственные векторы альтернатив по каждому из критериев. Для каждой  $i$ -й альтернативы по  $k$ -му критерию находим элемент вектора  $U_i^{(k)}$ , который равен среднегеометрическому показателю матрицы сравнения для данной альтернативы:

$$U_i^{(k)} = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n V_{ij}^{(k)}} = \sqrt[n]{V_{i1}^{(k)} \times V_{i2}^{(k)} \times \dots \times V_{in}^{(k)}}. \quad (1)$$

Аналогично вычисляем собственный вектор для матрицы сравнения критериев. Далее в результате нормализации собственных векторов вычисляем веса альтернатив по каждому критерию, а также веса самих критериев. Результаты вычислений представлены в табл. 8, 9.

Вес  $i$ -й альтернативы по  $k$ -му критерию  $W_i^{(k)}$  рассчитывается как отношение соответствующего элемента собственного вектора  $U_i^{(k)}$  к сумме всех элементов собственного вектора данного критерия:

$$W_i^{(k)} = \frac{U_i^{(k)}}{\sum_{i=1}^n U_i^{(k)}} = \frac{U_i^{(k)}}{U_1^{(k)} + U_2^{(k)} + \dots + U_n^{(k)}} \tag{2}$$

Интегральная таблица критериев и весов

Таблица 8

Table 8

Integrated table of criteria and weights

	Четкость и понятность алгоритмов	Документирование	Время	Адаптивность
Waterfall	0,78539	0,77202	0,10473	0,07193
Agile	0,06579	0,05455	0,63699	0,64911
Hybrid	0,14882	0,17343	0,25828	0,278956

Таблица 9

Веса критериев

Table 9

Criteria weights

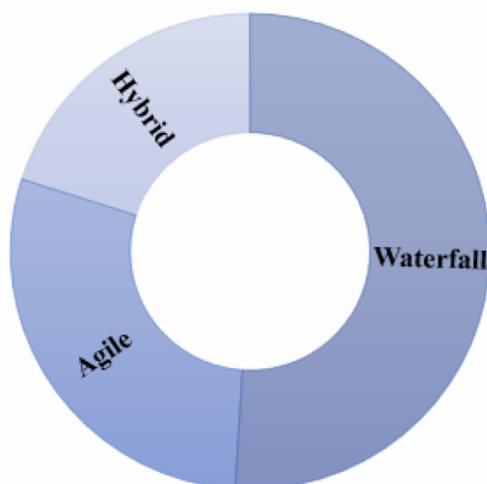
Четкость и понятность алгоритмов	0,44091
Документирование	0,17023
Время	0,12935
Адаптивность	0,25951

Далее рассчитываем функцию полезности  $i$ -й альтернативы по следующей формуле:

$$F_i = \sum_{k=1}^m W_i^{(k)} \times W_{крит}^{(k)} = W_i^{(1)} \times W_{крит}^{(1)} + W_i^{(2)} \times W_{крит}^{(2)} + \dots + W_i^{(m)} \times W_{крит}^{(m)} \tag{3}$$

Полученные значения полезности альтернатив представлены на рис. 7.

**ОПТИМАЛЬНЫЙ ПОДХОД  
К УПРАВЛЕНИЮ**



Waterfall	0,50992
Agile	0,28914
Hybrid	0,20094

Рис. 7. Результаты МАИ

Fig. 7. AHP results

### Заключение

Таким образом, в большей степени с поставленной задачей справится традиционный подход к управлению проектами. В первую очередь это связано со сложностью процесса цифровизации и необходимостью описания и фиксации дальнейших алгоритмов работы с виртуальными моделями.

Данные выводы подтверждаются и практикой. Традиционный способ выполнения проектов, в том числе и проектов в ИТ-сфере, по-прежнему широко распространен в государственных организациях и других достаточно строго регулируемых отраслях. Независимо от отрасли перенос монолитной системы в облако является типичным сценарием для каскадной методологии. Из-за сложных зависимостей, которые должны быть реализованы до полной миграции, рекомендуется последовательный подход. Для многих организаций поэтапная миграция является первым шагом на пути к цифровым инновациям, за которым следуют инициативы по модернизации, которые уже могут реализовываться гибко.

По мере продвижения организаций по облачному пути они переводят свои методы управления проектами на гибкие. Для зрелых облачных организаций гибкий подход становится стандартным режимом работы.

Такая трансформация не происходит в одночасье. Она требует обучения, поддержки и наставничества групп разработки, проектирования и эксплуатации облака в гибких методах. Лучший способ принять новый метод работы – это практический опыт. Акселерация, основанная на опыте (ЕВА), является одним из механизмов, позволяющих командам повысить эффективность бизнеса при внедрении гибких моделей работы. Процесс ЕВА объединяет кросс-функциональные команды и разрушает традиционные барьеры.

В конечном итоге выбор между каскадным, гибким и гибридным управлением проектами для проектов миграции и трансформации в цифровую среду будет зависеть от их зрелости в облаке, ресурсов и организационных целей.

### Список литературы

1. Управление строительным комплексом / Т.А. Аверина, С.А. Баркалов, Е.В. Баутина и др.; под общ. ред. С.А. Баркалова. М.: Изд-во ООО «Ритм», 2024. 456 с.
2. Construction Industry Trends to Watch (2024–2027). [Электронный ресурс]. URL: <https://explodingtopics.com/blog/construction-industry-trends> (дата обращения: 17.05.2025).
3. Аверина Т.А. Виртуальные модели в управлении жизненным циклом объекта капитального строительства // Информационное моделирование в задачах строительства и архитектуры: материалы VII Междунар. науч.-практ. конф. СПб., 2024. С. 42–48. DOI: 10.23968/BIMAC.2024.006
4. Аверина Т.А. О применении цифровых двойников в управлении различными функциональными областями строительных проектов // XIV Всероссийское совещание по проблемам управления: сб. науч. тр. М., 2024. С. 3291–3294.
5. Семь рычагов цифровой трансформации [Электронный ресурс]. URL: <https://dialog.guide/siem-rychagov-tsifrovoi-transformatsii/> (дата обращения: 18.06.2025).
6. Цифровая трансформация строительства: новые подходы и технологии [Электронный ресурс]. URL: <https://digital-build.ru/czifrovaya-transformacziya-stroitelstva-novye-podhody-i-tehnologii/> (дата обращения: 12.07.2025).
7. Управление проектами и программами (углубленный курс) / Т.А. Аверина, С.А. Баркалов, Е.В. Баутина и др.; под общ. ред. С.А. Баркалова. Воронеж: АО «Воронежская областная типография», 2023. 460 с.
8. Управление проектами: Основы профессиональных знаний, Национальные требования к компетентности специалистов (NCB – SOVNET National Competence Baseline Version 3.0) М.: ЗАО «Проектная ПРАКТИКА», 2010. 256 с.
9. Математические методы и модели управления проектами: учеб. пособие / И.В. Буркова, Я.Д. Гельруд, О.В. Логиновский, А.Л. Шестаков. Челябинск: Издат. центр ЮУрГУ, 2018. 193 с.
10. Математические основы управления проектами: учеб. пособие / С.А. Баркалов, В.И. Воропаев, Г.И. Секлетова и др.; под ред. В.Н. Буркова. М.: Высшая школа, 2005. 423 с.
11. Полковников А.В., Дубовик М.Ф. Управление проектами. Курс МВА. М.: Олимп-Бизнес, 2021. 552 с.

12. Товб А.С., Ципес Г.Л. Управление проектами: стандарты, методы, опыт. 2-е изд., стер. М.: Олимп-Бизнес, 2005. 240 с.
13. Умное управление проектами: учеб. пособие / С.А. Баркалов, В.Н. Бурков, Я.Д. Гельруд и др.: под ред. чл.-корр. РАН Д.А. Новикова. Челябинск: Издат. центр ЮУрГУ, 2019. 189 с.
14. Управление проектами = Project Management: справ. для профессионалов / [А.В. Цветков и др.]. М.: Омега-Л, 2010. 1276 с.
15. Руководство к Своду знаний по управлению проектами (Руководство РМВОК). Шестое издание. М.: Олимп-Бизнес, 2017. 762 с.
16. Руководство к Своду знаний по управлению проектами (Руководство РМВОК). Седьмое издание. РМІ, 2021 372 с.
17. Гибкие и каскадные подходы к управлению проектами [Электронный ресурс]. URL: [https://gosagile.cdto.ranepa.ru/1\\_3](https://gosagile.cdto.ranepa.ru/1_3) (дата обращения: 18.06.2025).

### References

1. Averina T.A., Barkalov S.A., Bautina E.V., Karpovich M.A., Mailyan L.D., Serebryakova E.A., Shevchenko L.V. *Upravlenie stroitel'nykh kompleksom* [Construction complex management]. Moscow: LLC "Ritm" Publ., 2024. 456 p. (In Russ.)
2. Construction Industry Trends to Watch (2024–2027). Available at: <https://explodingtopics.com/blog/construction-industry-trends> (accessed 17.05.2025).
3. Averina T.A. Virtual models in life cycle management of construction project. In: *Informatsionnoe modelirovanie v zadachakh stroitel'stva i arkhitektury: materialy VII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Information modeling in construction and architecture problems: Proceedings of the VII International scientific and practical conference]. St. Petersburg; 2024. P. 42–48. (In Russ.) DOI: 10.23968/BIMAC.2024.006
4. Averina T.A. [On the use of digital twins in the management of various functional areas of construction projects]. In: *XIV Vserossiyskoe soveshchanie po problemam upravleniya: sbornik nauchnykh trudov* [XIV All-Russian conference on management problems. Collection of scientific papers]. Moscow, 2024. P. 3291–3294. (In Russ.)
5. *Sem' rychagov tsifrovoy transformatsii* [Seven levers of digital transformation]. (In Russ.) Available at: <https://dialog.guide/siem-rychagov-tsifrovoy-transformatsii/> (accessed 18.06.2025).
6. *Tsifrovaya transformatsiya stroitel'stva: novye podkhody i tekhnologii* [Digital Transformation of Construction: New Approaches and Technologies]. (In Russ.) Available at: <https://digital-build.ru/cifrovaya-transformatsiya-stroitelstva-novye-podhody-i-tehnologii/> (accessed 12.07.2025).
7. Averina T.A., Barkalov S.A., Bautina E.V., Karpovich M.A., Serebryakova E.A., Shevchenko L.V. *Upravlenie projektami i programmami (uglublennyy kurs)* [Project and program management (advanced course)]. Voronezh: JSC "Voronezh Regional Printing House", 2023. 460 p. (In Russ.)
8. *Upravlenie projektami: Osnovy professional'nykh znaniy, Natsional'nye trebovaniya k kompetentnosti spetsialistov* [Project Management: Fundamentals of Professional Knowledge, National Requirements for the Competence of Specialists] (NCB – SOVNET National Competence Baseline Version 3.0). Moscow: JSC "Proektnaja PRAKTIKA", 2010. 256 p. (In Russ.)
9. Burkova I.V., Gel'rud Ya.D., Loginovskiy O.V., Shestakov A.L. *Matematicheskie metody i modeli upravleniya projektami: uchebnoe posobie* [Mathematical Methods and Models of Project Management: A Tutorial]. Chelyabinsk: South Ural St. Univ. Publ., 2018. 193 p. (In Russ.)
10. Barkalov S.A., Voropaev V.I., Sekletova G.I. et al. *Matematicheskie osnovy upravleniya projektami: ucheb. posobie* [Mathematical Foundations of Project Management: A Tutorial]. Moscow: Vysshaya shkola, 2005. 423 p. (In Russ.)
11. Polkovnikov A.V., Dubovik M.F. *Upravlenie projektami. Kurs MBA* [Project management. MBA course]. Moscow: Olimp-Biznes, 2021. 552 p. (In Russ.)
12. Tovb A.S., Tsipes G.L. *Upravlenie projektami: standarty, metody, opyt* [Project management: standards, methods, experience]. 2nd ed., reprinted. Moscow: Olimp-Biznes, 2005. 240 p. (In Russ.)
13. Barkalov S.A., Burkov V.N., Gelrud Ya.D. et al. *Umnoe upravlenie projektami: ucheb. posobie* [Smart project management: a tutorial]. Chelyabinsk: South Ural St. Univ. Publ., 2019. 189 p. (In Russ.)
14. Tsvetkov A.V. et al. *Upravlenie projektami = Project Management: spravochnik dlya professionalov* [Project Management: a guide for professionals]. Moscow: Omega-L, 2010. 1276 p. (In Russ.)

15. *Rukovodstvo k Svodu znaniy po upravleniyu projektami (Rukovodstvo PMBOK)* [A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)]. Sixth edition. Moscow: Olimp-Biznes, 2017. 762 p. (In Russ.)

16. *Rukovodstvo k Svodu znaniy po upravleniyu projektami (Rukovodstvo PMBOK)* [A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)]. Seventh edition. PMI, 2021 372 p. (In Russ.)

17. *Gibkie i kaskadnye podkhody k upravleniyu projektami* [Flexible and cascade approaches to project management]. (In Russ.) Available at: [https://gosagile.cdto.ranepa.ru/1\\_3](https://gosagile.cdto.ranepa.ru/1_3) (accessed 18.06.2025).

#### ***Информация об авторах***

**Аверина Татьяна Александровна**, канд. техн. наук, доц., доц. кафедры управления, Воронежский государственный технический университет, Воронеж, Россия; [ta\\_averina@mail.ru](mailto:ta_averina@mail.ru).

**Вершков Глеб Павлович**, магистрант кафедры управления, Воронежский государственный технический университет, Воронеж, Россия; [vershkovgleb1@gmail.com](mailto:vershkovgleb1@gmail.com).

#### ***Information about the authors***

**Tatiana A. Averina**, Cand. Sci. (Eng.), Ass. Prof., Ass. Prof. of the Department of Management, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia; [ta\\_averina@mail.ru](mailto:ta_averina@mail.ru).

**Gleb P. Vershkov**, Master's student of the Department of Management, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia; [vershkovgleb1@gmail.com](mailto:vershkovgleb1@gmail.com).

**Вклад авторов:** все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution of the authors:** the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

**Статья поступила в редакцию 30.07.2025**

**The article was submitted 30.07.2025**