УДК 005.6
DOI 10.47367/0021-3497_2026_3_108

ПРОЦЕССНОЕ УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ НА СТАДИЯХ ЕЕ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

PROCESS MANAGEMENT OF PRODUCT QUALITY AT THE STAGES OF ITS LIFE CYCLE

И.А. НАУГОЛЬНОВА

I.A. NAUGOLNOVA

(Самарский государственный экономический университет)

(Samara State University of Economics)

E-mail: naugolnovaia@mail.ru

В статье рассматривается проблема обеспечения качества продукции на всех стадиях ее жизненного цикла. Установлено, что существующие подходы к управлению качеством на промышленном производстве преимущественно ограничиваются фрагментарным контролем на выходе и не учиты-

вают возможности формирования отклонений на ранних этапах проектирования, подготовки производства, материально-технического обеспечения и эксплуатации. Обоснована необходимость использования процессного подхода, обеспечивающего непрерывное управление качеством с учетом причинно-следственных связей между стадиями жизненного цикла продукции. Автором выделено 10 стадий жизненного цикла продукции, что обусловлено необходимостью обозначения точек контроля, в которых качество продукции может быть либо сформировано, либо нарушено. Систематизированы основные факторы, влияющие на качество продукции и вызывающие риски брака.

В ходе исследования использовались методы логико-структурного, сравнительного анализа, экспертной оценки, статистического анализа производственных данных. Разработана укрупненная классификация факторов, вызывающих отклонения параметров качества, по стадиям жизненного цикла продукции.

На базе АО "РКЦ "Прогресс" проведена апробация элементов модели, включающая внедрение цифровых средств контроля. Результаты внедрения показали снижение уровня брака, сокращение сроков реакции на отклонения и повышение доли продукции, соответствующей требованиям без доработок. Представленный подход может быть использован в системах управления качеством при производстве высокотехнологичной продукции.

The article addresses the issue of ensuring product quality at all stages of its life cycle. It is established that existing approaches to quality management in industrial production are largely limited to fragmented output control and fail to account for the emergence of deviations at early stages such as design, production preparation, material and technical support, and operation. The necessity of transitioning to a process-based approach is substantiated, which enables continuous quality management with consideration of cause-and-effect relationships between life cycle stages. The author identifies ten stages of the product life cycle, reflecting the need to define control points where product quality can either be formed or compromised. Key factors influencing product quality and causing defect risks are systematized.

The research employs methods of logical-structural analysis, comparative analysis, expert evaluation, and statistical analysis of production data. A generalized classification of factors causing deviations in quality parameters by life cycle stages is developed.

The proposed model was partially tested at JSC "Progress Rocket and Space Centre" through the implementation of digital control tools. The results demonstrated a reduction in defect rates, shorter response times to deviations, and an increase in the share of products meeting requirements without rework. The proposed approach can be applied in quality management systems for high-tech product manufacturing.

Ключевые слова: качество продукции, жизненный цикл продукции, управление качеством, производственные риски, процессный подход, отклонения параметров качества.

Keywords: product quality, product life cycle, quality management, production risks, process-based approach, quality parameter deviations.

Возрастающие ожидания потребителей, жесткие отраслевые стандарты и конкурентная среда обусловливают необходимость совершенствования процессов, обеспечивающих соответствие продукции ее функциональному назначению и нормативным требованиям. Качество продукции становится базовым и приоритетным параметром промышленного производства. Обеспечение требуемого уровня качества продукции при этом не может рассматриваться в пределах одной стадии производственного цикла продукции.

Практика показывает, что управление качеством на многих предприятиях по-прежнему носит локальный характер и реализуется преимущественно через контроль соответствия продукции на выходе технологического процесса. Между тем возможности предупреждения отклонений закладываются значительно раньше – на этапах проектирования и конструкторской подготовки, организации материально-технического снабжения, построения производственных процессов и сопровождения продукции в эксплуатации.

Отсутствие целостной научной модели управления качеством, охватывающей все фазы жизненного цикла изделия, существенно ограничивает возможности его повышения. Существующие в теории и практике подходы в основном направлены на решение частных задач и устранение последствий выявленных несоответствий, что не позволяет формировать систему превентивного управления на основе причинно-следственного анализа факторов качества.

Так, И.И. Антонова, В.А. Смирнов, А.Т. Хадиева рассматривают статистические методы обеспечения качества, уделяя внимание выборочному контролю и анализу стабильности технологических процессов. Эти методы оказываются результативными в отдельных звеньях производства, но не формируют целостного взаимодействия между стадиями жизненного цикла [1]. Д.О. Скобелев и И.С. Курошев исследуют потенциал цифровых и аналитических инструментов в управлении качеством, однако преимущественно в контексте автоматизации отдельных операций [2]. П.С. Серенков акцентирует внимание на измерении и оценке уровня качества, подчеркивая значимость объективных метрик, но ограничивается мониторингом и сравнительным анализом [3]. В.А. Панченко предлагает комплексное рассмотрение проблем качества, однако его подход не раскрывает конкретных механизмов реализации на практике [4].

Таким образом, сохраняется необходимость разработки научного подхода к управлению качеством, при котором все стадии жизненного цикла продукции рассматриваются как взаимосвязанные процессы, подлежащие управлению.

Цель исследования – создание научно обоснованной модели управления качеством, интегрированной в структуру жизненного цикла продукции.

Жизненный цикл продукции

Существует большое многообразие взглядов на перечень этапов жизненного цикла продукции, что свидетельствует о неоднозначности и многогранности данного понятия. В одних случаях под жизненным циклом продукции понимается цикл обращения товара на рынке, в других – полный производственно-эксплуатационный путь изделия.

Классической считается четырехступенчатая модель, предложенная Ф. Котлером и К.Л. Келлером [5], в которую входят стадии внедрения, роста, зрелости и спада. Другие авторы вносят в эту схему уточнения, акцентируя внимание на нюансах поведения товара на рынке. Так, например, В.А. Щегорцов и В.А. Таран дополняют стадию зрелости фазой насыщения рынка [6]; некоторые исследователи, в частности Р.Б. Ноздрева, Г.Д. Крылова и М.И. Соколова, предлагают называть первую стадию "выходом на рынок", делая акцент на ценности маркетинга [7]; В.Н. Гунин, В.П. Баранчеев и В.А. Устинов вводят стадии зарождения (до внедрения), развития (в рамках роста) и завершающую стадию – старение и отмирание [8].

Особый интерес представляют работы ученых, которые в жизненный цикл продукции включают не только рыночные, но и производственные стадии. Так, И.Л. Акулич, С.Г. Божук, Л.Н. Ковалик и Э.А. Уткин

вводят в структуру стадию разработки продукции [9, 10]. И.Б. Павлов поддерживает эту точку зрения, утверждая, что жизненный цикл начинается не с момента появления товара на рынке, а с замысла и создания самой продукции [11].

В рамках настоящего исследования было принято решение о целесообразности более глубокой детализации стадий жизненного цикла продукции (рис. 1). Это обусловлено необходимостью выявления точек, в которых качество продукции может быть либо сформировано, либо нарушено, а также возможностью обоснованного выбора инструментов управления качеством, применяемых на каждой конкретной стадии.

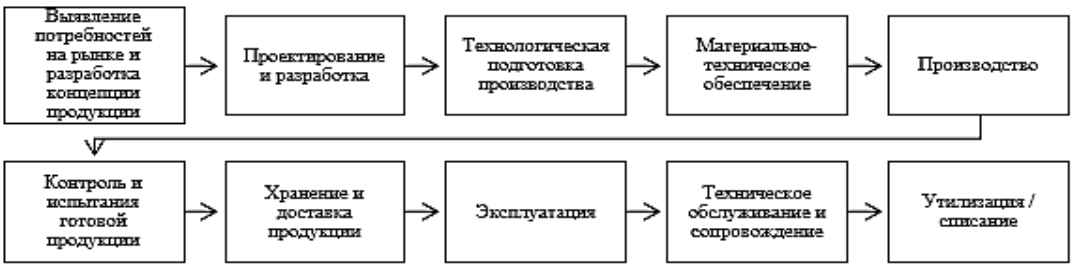

Рис. 1

Важно отметить, что наименования и содержание этапов жизненного цикла продукции может немного варьироваться в зависимости от отрасли, специфики деятельности предприятия, конкретной продукции. Так, например, для аэрокосмической отрасли иногда целесообразно дополнительно выделить этап ввода продукции в эксплуатацию.

На каждой стадии жизненного цикла продукции формируются специфические факторы, оказывающие определяющее влияние на уровень ее качества (табл. 1).

Таблица 1

№	Стадия жизненного цикла	Основные факторы, влияющие на качество продукции и вызывающие риски брака
1	Выявление потребностей на рынке и разработка концепции продукции	– неполнота или искажение информации о потребностях потенциальных потребителей; – недостаточный учет тенденций развития отрасли и требований нормативной базы; – ошибки при формировании обобщенного облика продукции и ее ключевых характеристик; – отсутствие системы сбора и анализа обратной связи от заинтересованных сторон.
2	Проектирование и разработка	– проектные просчеты, вызванные недостаточным уровнем проработки требований к качеству; – несогласованность между конструкторскими и технологическими подразделениями; – применение устаревших методик расчета и моделирования; – недостаточная проверка проектных решений на соответствие стандартам и нормативам.
3	Технологическая подготовка производства	– несоответствие проектных решений возможностям оборудования и уровням квалификации исполнителей; – недоработка маршрутных и операционных карт; – отсутствие отладки технологического процесса на опытных образцах; – игнорирование факторов воспроизводимости и стабильности производственного процесса.
4	Материально-техническое обеспечение	– использование материалов и комплектующих, не отвечающих установленным требованиям; – нарушение условий хранения, транспортировки и складирования; – недостаточная надежность поставщиков и слабость входного контроля; – сложности логистического характера, приводящие к простою и нарушениям производственного цикла.
5	Производство	– отступления от утвержденного технологического регламента; – снижение производственной дисциплины, ошибки и недочеты со стороны исполнителей; – износ оборудования, сбои в системах обеспечения точности операций; – отсутствие своевременного технического обслуживания производственного оборудования; – недостаточный производственный контроль на отдельных этапах изготовления.

Окончание табл. 1

6	Контроль и испытания готовой продукции	– ограниченная точность средств измерения и испытательного оборудования; – нарушения методики проведения испытаний и контроля; – формальный подход к процедурам приемки; – игнорирование результатов предшествующих проверок и отказ от корректирующих действий; – отсутствие надежной системы документирования результатов контроля.
7	Хранение и транспортировка	– повреждение продукции вследствие нарушения температурно-влажностного режима; – неправильная упаковка и размещение при транспортировке; – нарушение сроков доставки, приводящее к порче продукции или ее моральному устареванию; – недостаточный контроль условий хранения на промежуточных складах и терминалах.
8	Эксплуатация	– превышение установленных режимов и условий эксплуатации; – нарушение инструкций по применению продукции конечными пользователями; – отсутствие достаточной информационной поддержки со стороны производителя; – несвоевременное выявление и устранение отклонений в работе изделия.
9	Техническое обслуживание и сопровождение	– нарушения периодичности и регламента проведения обслуживания; – применение неоригинальных запасных частей и расходных материалов; – недостаточная квалификация специалистов, осуществляющих сопровождение; – слабая обратная связь между производителем и эксплуатационными организациями.
10	Утилизация / списание	– нарушения экологических требований при утилизации; – отсутствие регламентов по безопасному демонтажу, обезвреживанию и переработке изделий; – игнорирование требований к раздельному сбору и обращению с отходами; – недостаточная осведомленность пользователей о способах безопасного вывода продукции из эксплуатации.

От полноты и точности анализа потребностей на этапе формирования концепции до соблюдения экологических и технических регламентов при утилизации – на всех этапах проявляются риски, способные привести к возникновению брака, снижению потребительских свойств, ухудшению эксплуатационных характеристик. Нарушения на любой из стадий, даже при соблюдении требований на последующих, способны оказывать кумулятивный эффект, накапливая отклонения и деформации качества, которые с трудом поддаются корректировке.

Таким образом, обеспечение высокого качества продукции требует целостного, сквозного управления, охватывающего весь жизненный цикл изделия.

Процессный подход к управлению качеством продукции по стадиям ее жизненного цикла

По мнению авторов, процессный подход к управлению качеством, охватывающий все стадии жизненного цикла продукции, является наиболее оптимальным, поскольку обеспечивает сквозную координацию работ, минимизацию потерь между этапами и максимальную адаптивность к изменениям факторов внешней среды, требований заказчика к качественным и количественным характеристикам изделия и др.

Сравнение функционального и процессного подходов к управлению качеством продукции на стадиях ее жизненного цикла показано в табл. 2.

Таблица 2

Стадия жизненного цикла продукции	Функциональный подход	Процессный подход
1. Анализ потребностей рынка	Отвечает маркетинговое подразделение; ограниченная координация с другими функциями.	Совместная работа маркетинга, НИОКР и производства в рамках сквозного процесса выявления и анализа потребностей.
2. Формирование концепции продукции	Решения принимаются в рамках отдельных подразделений, часто без учета технологических ограничений.	Концепция формируется межфункциональной командой с учетом всех последующих стадий и требований к качеству.
3. Проектирование и разработка	Ответственность НИОКР; слабая обратная связь с производством и сервисом.	Проектирование как часть единого процесса с постоянной валидацией требований и оценкой рисков качества.

Окончание табл. 2

4. Подготовка производства	Инженеры работают изолированно; акцент на соблюдении стандартов.	Подготовка как интегрированный процесс, направленный на обеспечение качества продукции на стадии запуска.
5. Производство	Производство отвечает только за выпуск, контроль осуществляется отдельно службой качества.	Управление качеством встроено в производственные процессы; акцент на предупреждение несоответствий.
6. Контроль качества и испытания	Реактивный контроль, выявление дефектов после выпуска.	Встроенный контроль, предотвращение брака на ранних этапах процесса.
7. Хранение и логистика	Ответственность логистики, фокус на сроках и затратах.	Управление качеством включает условия хранения, упаковки и транспортировки для сохранения характеристик.
8. Продажа и ввод в эксплуатацию	Работа отдела продаж; слабая связь с разработкой и производством.	Процесс передачи продукции с контролем соответствия, обучение пользователей, сбор отзывов.
9. Эксплуатация	Отделы сервиса и гарантий работают независимо.	Сбор данных об эксплуатации включен в процесс постоянного улучшения качества.
10. Утилизация и списание	Редко учитывается при разработке.	Входит в жизненный цикл; анализ последствий и экологических аспектов.

На каждой стадии жизненного цикла продукции функциональный подход характеризуется разделением ответственности между отдельными подразделениями, что приводит к разрывам в управлении качеством, запаздыванию реакций на отклонения. Процессный подход обеспечивает целостность управления качеством за счет интеграции всех стадий создания и эксплуатации продукции в единую систему, где каждый участник процесса ориентирован на достижение конечного результата.

В период 2022-2024 гг. на базе АО "РКЦ "Прогресс"" была проведена апробация предложенной автором процессной модели управления качеством продукции на стадиях ее жизненного цикла. Разработанный подход включал структуризацию производственных, конструкторско-технологических, контрольно-испытательных и сервисных процессов с выделением точек контроля, внедрение элементов цифрового мониторинга, а также механизмов межфункциональной координации действий по управлению качеством на ранних стадиях проектирования и подготовки производства.

Реализация модели осуществлялась в рамках поэтапного преобразования организационно-управленческих механизмов обеспечения качества, расширения использования автоматизированных инструментов контроля (в том числе систем машинного зрения, цифровых измерительных стендов, встроенных в продукцию средств самодиагностики), формирования контуров цифровой прослеживаемости параметров продукции (путем интеграции подсистем управления жизненным циклом изделий и производственных процессов с регистрацией контрольных параметров в единой информационной среде), внедрения превентивных методов оценки и предупреждения потенциальных отказов (включая анализ видов и последствий возможных отказов, контроль статистической стабильности технологических процессов, а также методики раннего выявления отклонений на основе анализа тенденций изменения параметров на начальных стадиях производственного цикла). Результаты реализации подхода представлены в табл. 3.

Внедрение процессного подхода к управлению качеством на всех этапах жизненного цикла продукции требует не просто изменения отдельных организационных элементов, а последовательной перестройки системы управления в целом. Основная особенность данного подхода заключается в том, что управление качеством осуществляется не по функциональным признакам внутри отдельных подразделений, а непрерывно на всех этапах создания ценности для потребителя.

Таблица 3

Показатель / Направление изменений	До внедрения (2022 г.)	После внедрения (2024 г.)	Динамика / Эффект внедрения
Доля продукции, не соответствующей техническим требованиям, %	4,60%	1,20%	Снижение в 3,8 раза
Средняя продолжительность устранения выявленных дефектов, сут.	18,4	6,7	Сокращение в 2,7 раза
Частота повторных испытаний летных образцов, ед./год	27	11	Снижение на 59 %
Уровень возвратов по причине скрытых дефектов, % от объема поставок	2,10%	0,40%	Снижение более чем в 5 раз
Средние затраты на устранение брака (в расчете на изделие), тыс. руб.	243	91	Снижение на 62,6 %
Время сквозного цикла проектирования и производства, мес.	19,5	13,2	Сокращение на 32,3 %
Удельная трудоемкость контрольных операций, нормо-часов/изделие	118	74	Снижение на 37,3 %
Доля автоматизированного контроля и цифровой прослеживаемости, %	18%	66%	Рост в 3,7 раза
Экономия затрат на исправление дефектов, млн руб./год	—	143 млн руб.	За счет снижения брака и возвратов
Рост коэффициента готовности серийных изделий	0,91	0,97	Повышение на 6,6 %

Для использования такого подхода необходимо, прежде всего, четко определить основные процессы, оказывающие влияние на качество, и установить ответственность за результат не в рамках конкретного структурного подразделения, а за весь цикл, включая исходные требования, разработку, подготовку производства, выпуск продукции, ее поставку, эксплуатацию и конечное списание. Важную роль в этом играет назначение ответственных за процессы (владельцев процессов), формирование междисциплинарных команд и введение механизмов внутреннего контроля и корректировки на каждой стадии.

Одним из существенных условий реализации процессного подхода является наличие современной цифровой инфраструктуры. В качестве приоритетных направлений цифровизации следует выделить использование российских программных решений, обеспечивающих поддержку жизненного цикла продукции и управление качеством. В числе таких решений – программные комплексы управления бизнес-процессами, такие как "ЭЛМА", аналитические платформы "Форсайт", другие, позволяющие формализовать процедуры мониторинга процессов, устанавливать точки контроля и осуществлять анализ отклонений от заданных параметров.

Следует отметить, что внедрение процессного подхода сопряжено с рядом объективных трудностей. Во-первых, речь идет о необходимости коренного изменения привычной логики организационного взаимодействия, что нередко вызывает сопротивление со стороны персонала. Во-вторых, сложность представляет собой согласование и сопряжение различных программных решений, особенно в условиях ограниченного доступа к зарубежным технологиям. В-третьих, важным ограничением является дефицит специалистов, обладающих необходимыми знаниями в области методологии процессного управления и цифровых технологий в промышленности. В-четвертых, если в системе управления качеством акцент смещен исключительно в сторону контроля продукции на выходе, без признания значимости этой функции на стратегическом уровне развития предприятия, внедрение процессного подхода требует предварительного изменения внутрифирменных установок и формирования культуры качества на всех уровнях управления.

ВЫВОДЫ

В данной работе обоснована целесообразность внедрения процессного подхода, сформирована классификация факторов,

влияющих на стабильность качественных характеристик продукции на различных этапах ее жизненного цикла. Его применение преобразует управление качеством в непрерывный цикл, построенный на обратной связи и корректировке процессов на всех этапах жизненного цикла продукции.

Предложенная модель наиболее применима для производств, характеризующихся высокой технологической сложностью, длительным жизненным циклом производства и вывода продукции на рынок и строгими требованиями к надежности.

В то же время для серийных и массовых производств с коротким циклом, а также для продукции, ориентированной преимущественно на ценовую конкуренцию, целесообразность внедрения процессной модели ограничена ввиду ее ресурсоемкости и необходимости проведения значительных организационных преобразований.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Антонова И.И., Смирнов В.А., Хадиева А.Т.* Система статистического управления процессами создания качества продукции // Стандарты и качество. 2023. № 1. С. 104…109. – DOI: 10.35400/0038-9692-2023-1-85-22.

2. *Скобелев Д.О., Курошев И.С.* Роль наилучших доступных технологий в управлении качеством продукции // Стандарты и качество. 2023. № 12. С. 72…76. – DOI: 10.35400/0038-9692-2023-12-201-23.

3. *Serenkov P.S., Romanchack V.M., Davidova E.A., Hurynovich A.A.* Model for Ensuring the Reliability of Expert Quality Control of Products and Processes // Science and Technique. 2024, Vol. 23, No 4. P. 345…354. – DOI: 10.21122/2227-1031-2024-23-4-345-354.

4. *Панченко В.А.* Еще раз про качество // Стандарты и качество. 2022. № 7. С. 70…71. – EDN ACGWRW.

5. *Котлер Ф., Келлер К.Л.* Маркетинг менеджмент = Marketing Management. 12-е изд. СПб.: Питер, 2007. 816 с.

6. *Щегорцов В.А., Таран В.А., Хозов В.Ф.* Конкуренция и рынок. М.: МСЭУ, 2003. 318 с.

7. *Ноздрева Р.Б., Крылова Г.Д., Соколова М.И.* Маркетинг. М.: ПРОСПЕКТ, 2005. 231 с.

8. *Гунин В.Н., Баранчеев В.П., Устинов В.А. и др.* Управление инновациями: 17-модульная программа для менеджеров "Управление развитием организации". Модуль 7. М.: ИНФРА-М, 1999. 328 с.

9. *Давлетбаева Л.Ф.* Жизненный цикл товара // Вестник ОГУ. 2010. № 13 (119). – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/zhiznennyy-tsikl-tovara (дата обращения: 18.06.2025).

10. *Зяблов В.А., Онипченко Н.А., Грузинцева Н.А. и др.* Формирование базы данных для процесса проектирования требуемого уровня качества текстильных изделий технического назначения // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2025. № 1(415). С. 123…129.

11. *Павлов И.Б.* Классификация бизнес-процессов проектов по стадиям жизненного цикла // Естественно-гуманитарные исследования. 2025. № 2(58). С. 761…764. – EDN RIYUUV.

REFERENCES

1. *Antonova I.I., Smirnov V.A., Khadieva A.T.* System of statistical process control for product quality creation // Standards and Quality. 2023, № 1. P. 104...109. – DOI: 10.35400/0038-9692-2023-1-85-22.

2. *Skobelev D.O., Kuroshev I.S.* The role of best available technologies in product quality management // Standards and Quality. 2023. № 12. P. 72...76. – DOI: 10.35400/0038-9692-2023-12-201-23.

3. *Serenkov P.S., Romanchack V.M., Davidova E.A., Hurynovich A.A.* Model for Ensuring the Reliability of Expert Quality Control of Products and Processes // Science and Technique. 2024. Vol. 23, No. 4. P. 345...354. – DOI: 10.21122/2227-1031-2024-23-4-345-354.

4. *Panchenko V.A.* Once again about quality // Standards and quality. 2022. No. 7. P. 70…71. – EDN ACGWRW.

5. *Kotler F., Keller K.L.* Marketing management = Marketing Management. 12th ed. St. Petersburg: Piter, 2007. 816 p.

6. *Shchegortsov V.A., Taran V.A., Khozov V.F.* Competition and market. Moscow: MSEU, 2003. 318 p.

7. *Nozdreva R.B., Krylova G.D., Sokolova M.I.* Marketing. Moscow: PROSPEKT, 2005. 231 p.

8. *Gunin V.N., Barancheev V.P., Ustinov V.A. et al.* Innovation management: 17-module program for managers "Organization Development Management". Module 7. Moscow: INFRA-M, 1999. 328 p.

9. *Davletbaeva L.F.* Product life cycle // Vestnik OGU. 2010, № 13 (119). – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/zhiznennyy-tsikl-tovara (accessed: 18.06.2025).

10. *Zyablov V.A., Onipchenko N.A., Gruzintseva N.A. et al.* Formation of a database for the design process of technical textiles of the required quality level // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. 2025. No. 1(415). P. 123…129.

11. *Pavlov I.B.* Classification of business processes of projects by life cycle stages // Natural Sciences and Humanities Research. 2025. No. 2 (58). P. 761…764. – EDN RIYUUV.

Рекомендована кафедрой экономики, организации и стратегии развития предприятия Самарского государственного экономического университета. Поступила 23.07.25.