

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ / RESEARCH PAPER

УДК 69.009

DOI: 10.22227/2305-5502.2026.2.6

Развитие системотехнических принципов управления при реализации реинжиниринга в строительстве

Сергей Борисович Сборщиков^{1,2}, Наталья Валерьевна Лазарева¹

¹ Национальный исследовательский технологический
университет «МИСИС» (НИТУ МИСИС); г. Москва, Россия;

² Научно-исследовательский центр «Строительство» (НИЦ «Строительство»); г. Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Введение. Контекст синтеза цифровизации национальной экономики и усиления влияния конвергенции на ее составляющие обуславливают усиление влияния системного подхода к организации управления, практики их перманентной трансформации, в том числе за счет формирования принципиально новых технических решений, а также качественного преобразования уже существующих. Таким подходом является реинжиниринг, который в традиционном понимании применяется для модуляции бизнес-процессов, а в новой постановке исследования — к системным решениям, которые выступают квинтэссенцией системного подхода. В такой интерпретации системное решение рассматривается как взаимосвязанная иерархическая совокупность решений. Подобная постановка исследования применительно к реинжинирингу в строительстве обозначается впервые.

Материалы и методы. Основой исследования стали системный подход и его интеграция с такими концепциями, как устойчивое развитие, логистика регулирующих воздействий, организационные изменения и трансформации. Они определили целесообразность использования методов нормативного, функционального, структурного и ретроспективного анализа. Научный поиск базировался на трудах отечественных и зарубежных ученых, представленных в списке источников.

Результаты. Идентифицирована категория «системное решение», в том числе применительно к инвестиционно-строительной сфере; определен состав системного решения, а также характер охвата им сфер общественного производства и проявления при реинжиниринге; установлены порядок и особенности формирования системного решения при реинжиниринге в строительстве.

Выводы. Использование системотехнических принципов управления при реализации реинжиниринга в строительстве позволит обеспечить хозяйствующему субъекту устойчивость в развитии, гибкость во взаимодействии с окружающей экономической средой, эффективность производства и на этом основании сформировать конкурентные преимущества и получить дополнительный эффект.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: строительство, реинжиниринг, организация, управление, системный подход, системное решение, системотехника, жизненный цикл

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Сборщиков С.Б., Лазарева Н.В. Развитие системотехнических принципов управления при реализации реинжиниринга в строительстве // Строительство: наука и образование. 2026. Т. 16. Вып. 2. Ст. 6. URL: <http://nso-journal.ru>. DOI: 10.22227/2305-5502.2026.2.6

Автор, ответственный за переписку: Наталья Валерьевна Лазарева, tous2004@mail.ru.

Development of Systems Engineering Principles of Management in the Implementation of Re-engineering in the Construction Industry

Sergey B. Sborschikov^{1,2}, Natalia V. Lazareva¹

¹ National University of Science and Technology “MISIS” (NUST MISIS); Moscow, Russian Federation;

² Research Centre for Construction; Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. The context of the digitalization of the national economy and the growing influence of convergence on its constituent parts are leading to an increased emphasis on a systems-based approach to management organization and the practice of their ongoing transformation, including through the development of fundamentally new technical solutions and the qualitative transformation of existing ones. This approach is re-engineering, which, in the traditional sense, is used to modulate business processes, whilst in the new research context it is applied to systemic solutions, which represent the quintessence of a systematic approach. In this interpretation, a systemic solution is viewed as an interconnected hierarchical set of solutions. This is the first time such a study has been conducted in the field of construction re-engineering.

Materials and methods. The study was based on a systematic approach and its integration with concepts such as sustainable development, the logistics of regulatory impacts, and organizational changes and transformations. These concepts de-

terminated the appropriateness of using methods of normative, functional, structural and retrospective analysis. The research drew upon the works of domestic and foreign scholars, as listed in the bibliography.

Results. The category of “system solutions” has been identified, including in relation to the investment and construction sector; the composition of a system solution has been determined, as well as the nature of its coverage of the spheres of social production and its manifestation in re-engineering; and the procedure and features of forming a system solution in construction re-engineering have been established.

Conclusions. The application of systems engineering principles of management when implementing re-engineering in the construction sector will enable a business entity to achieve sustainable development, flexibility in its interaction with the surrounding economic environment, and production efficiency; and, on this basis, to build competitive advantages and realize additional benefits.

KEYWORDS: construction, re-engineering, organization, management, systems approach, systems solution, systems engineering, life cycle

FOR CITATION: Sborschikov S.V., Lazareva M.A. Development of Systems Engineering Principles of Management in the Implementation of Re-engineering in the Construction Industry. *Stroitel'stvo: nauka i obrazovanie* [Construction: Science and Education]. 2026; 16(2):6. URL: <http://nso-journal.ru>. DOI: 10.22227/2305-5502.2026.2.6

Corresponding author: Natalia V. Lazareva, tous2004@mail.ru.

ВВЕДЕНИЕ

Контекст конвергенции цифровизации национальной экономики и усиления влияния конвергенции на ее составляющие обуславливают растущее доминирование системного подхода к организации управления, практики их перманентной трансформации, в том числе и за счет формирования принципиально новых технических решений, а также качественного преобразования уже существующих. Таким подходом является реинжиниринг, который в традиционном понимании применяется для модуляции бизнес-процессов, а в новой постановке исследования — к системным решениям, которые выступают квинтэссенцией системного подхода. В такой интерпретации системное решение рассматривается как взаимосвязанная иерархическая совокупность решений.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Цель исследования — идентификация категории «системное решение», применимость его для инвестиционно-строительной сферы (ИСС), установление специфики формирования подобных решений при реинжиниринге в рамках управления жизненным циклом (ЖЦ) объектов капитального строительства (ОКС) на уровнях иерархии.

Необходимо решить следующие задачи:

1. Идентификация категории «системное решение», в том числе относительно ИСС.
2. Определение состава системного решения, охвата им сфер общественного производства и проявления при реинжиниринге.
3. Установление схем формирования системного решения при реинжиниринге в строительстве.

Осуществление намеченной цели исследования и поиска ответов на соответствующие ей задачи стали возможными за счет использования научного задела, сформированного ранними публикациями авторов [1–4], а также исследованиями отечественных и зарубежных ученых по смежной проблематике [5–25].

Методологическую основу исследования сформировали: системный подход, логистика регулирующих воздействий, управление ЖЦ, инженерный менеджмент, организация строительства. При решении конкретных задач применялись методы анализа и синтеза.

Информационную базу сформировали действующие в инвестиционно-строительной деятельности законодательные и нормативно-правовые акты, а также справочно-аналитические и реферативные материалы, отражающие конкретные практики инжиниринга и реинжиниринга.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Современные теоретические и практические методологические принципы, а также подходы к управлению характеризуются широким разнообразием и большой вариативностью применения.

Как известно, управление в практической плоскости рассматривается как совокупность взаимосвязанных действий и процедур по достижению заданной цели, которая затем обуславливает постановку соответствующих задач. В свою очередь, они предполагают решения, называемые управленческими и состоящие из регулирующих воздействий объекта на субъект управления [1–6].

Принято подразделять регулирующие воздействия на следующие виды:

- задающие;
- возмущающие;
- управляющие;
- корректирующие.

Все эти воздействия могут быть реализованы в рамках отдельных теоретических подходов к управлению [7–11], которыми являются:

- системный подход;
- функциональный подход;
- процессный подход;
- ситуационный подход.

Наиболее прогрессивным и всеобъемлющим из приведенных концепций служит системный подход, представляющий в плоскости исследования

проектирование системотехники (системного инжиниринга) — дисциплины, охватывающей все аспекты ЖЦ сложных систем [12, 13].

В этой связи следует отметить, что сложные системы могут формироваться во всех сферах общественной жизни, в ее составляющих: общественном производстве и общественных отношениях и, соответственно, могут носить социальный, технический и антропотехнический характер в зависимости от акцента приложения [14–18]. Однако для них всех без исключения определены общие системотехнические принципы:

- 1) обоснованность — наличие законов, определяющих внутренние взаимодействия;
- 2) моделируемость — возможность упрощенного представления при помощи одной или нескольких моделей;
- 3) целенаправленность — ориентация функционирования на определенное состояние.

Приведенные принципы указывают на общие свойства сложных систем:

- 1) целостность — представление как единого объекта, состоящего из взаимосвязанных элементов (подсистем);
- 2) автономность — независимость, обособленность во временных и пространственных границах, обусловленная наличием внутренних закономерностей;
- 3) эмерджентность — наличие синергетического эффекта от объединения отдельных компонентов (подсистем) в единое целое — систему.

Принимая во внимание приведенные выше системотехнические принципы, свойства сложных систем, а также необходимость управления их ЖЦ, становится очевидной потребность в увеличении периода эффективной эксплуатации объектов воздействия, а значит получении дополнительной прибыли на этом основании.

В логике проводимого исследования в качестве подобных сложных систем, как правило антропотехнического характера, рассматриваются ИСС в целом и отдельно ее элементы, а механизмом управления их жизненным циклом представляется реинжиниринг.

Классификационные признаки, по которым можно группировать системы в строительстве, отличаются большим разнообразием и могут относиться, например, к ОКС, их комплексам, земельному участку, обеспечению функционального назначения и эксплуатации, строительному производству, организации и управлению инвестиционно-строительной деятельностью и т.д.

Тем не менее имея в качестве генезиса приведенные выше общие системотехнические принципы, условия создания и функционирования, системы ИСС будут обладать и специфическими чертами, обусловленными отраслевыми особенностями строительной продукции, уникальностью ее ЖЦ, а также

региональными условиями строительного производства и эксплуатации.

Указывая в качестве механизма управления жизненным циклом систем в строительстве реинжиниринг, а также основываясь на проведенном исследовании, в качестве основных объектов воздействия выступают технические (инженерные) решения.

В работе [4] выполнена идентификация термина «техническое решение», изучена этапность его ЖЦ, произведена привязка к отраслевым особенностям инвестиционно-строительной деятельности, установлена корреляция с этапами ЖЦ хозяйствующего субъекта. В этой связи достаточно явно проявляется сближение технического решения с научно-исследовательским, организационным, управленческим решениями, а также появляется возможность верификации основных закономерностей формирования интеграции данных решений при реинжиниринге в строительстве (рис. 1).

Основанием подобного сближения служит перманентная подвижность внешней среды и ответная реакция на эти флуктуации внутренней среды антропотехнической системы. Динамизм обстановки определен множественными экономическими явлениями, что, в свою очередь, указывает на разные причины и условия воздействия на инженерные (технические) решения, это:

- научно-технические факторы;
- социальные факторы;
- экономические, финансовые факторы;
- производственные, технологические факторы;
- правовые, законодательные, нормативные факторы;
- природные, географические факторы.

При идентификации методологии общего исследования автора публикации [4] в качестве предметов реинжиниринга установлены:

- материальные объекты, к которым относятся здания, сооружения, их комплексы, земельные участки;
- нематериальные объекты, в их качестве рассматриваются процессы (управленческие, технологические), организационные структуры.

В обоих случаях основу указанных объектов составляют инженерные решения, которые под воздействием факторов внешней и внутренней среды изменяют свое состояние.

Для материальных объектов и соответственно для инженерных решений, их формирующих, изменение состояния будет характеризоваться износом и внешним (экономическим) устареванием. В свою очередь, износ, по причинам его вызвавших, принято делить на физический и моральный.

Физический износ — это ухудшение, потеря физико-механических свойств в процессе эксплуатации материального объекта или по естественным причинам его деградации. Категория физического

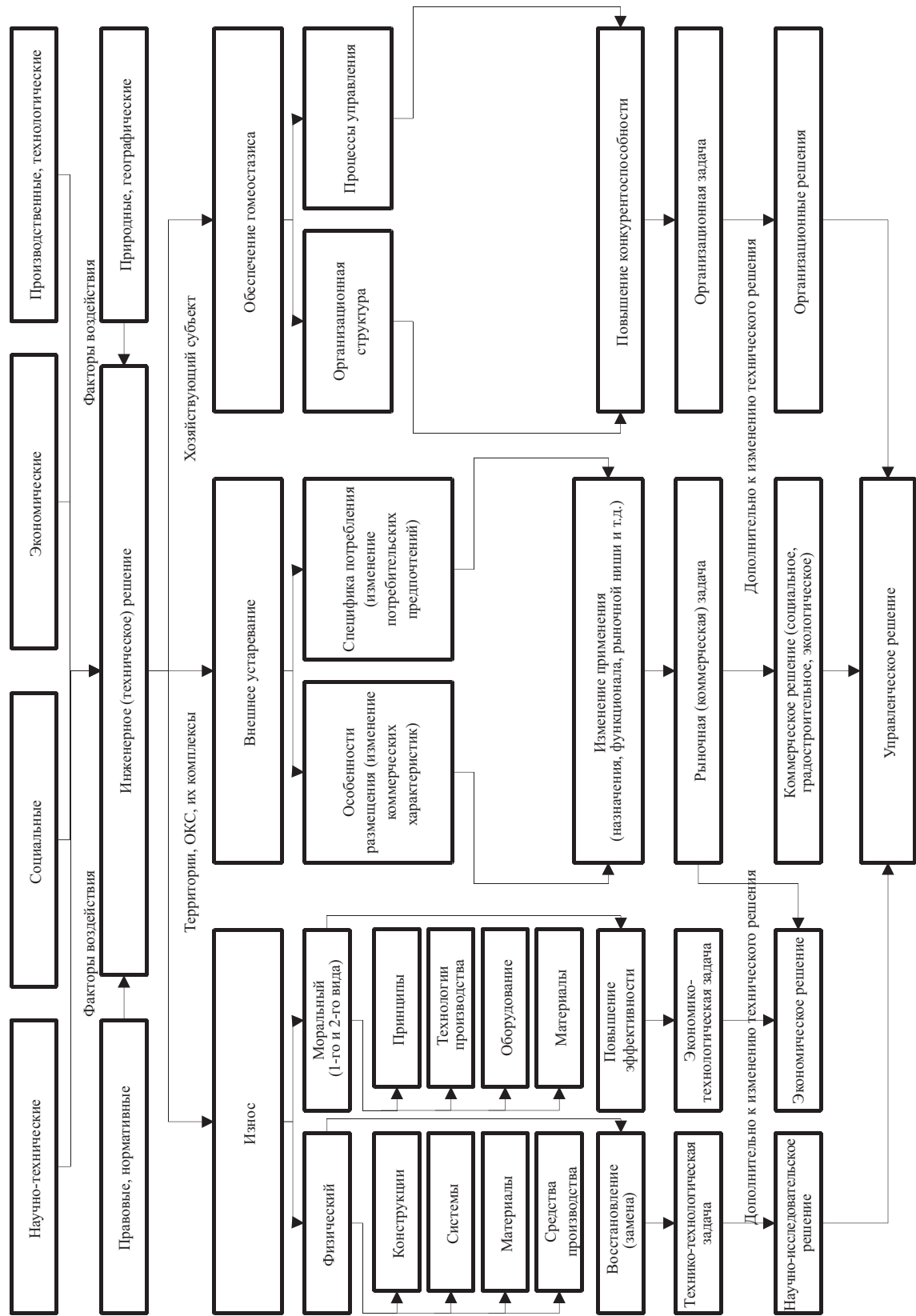


Рис. 1. Схема формирования решений при реинжиниринге в строительстве

износа регламентирована и закреплена в существующей нормативно-методической базе строительства¹.

Физическому износу подвержены строительные конструкции, материалы, инженерные системы и оборудование, а также средства производства, используемые для возведения зданий, сооружений, технического обслуживания и ремонта в процессе их эксплуатации.

Подвергнутые физическому износу материальные объекты, их элементы можно восстановить или частично заменить до первоначального состояния, либо до определенного уровня, который делает возможным дальнейшую эксплуатацию объекта безопасной и комфортной. Следовательно, предпринимая меры по восстановлению объектов или замене физически изношенных их частей, необходимо решить технико-технологическую задачу, которая связана с поиском и обоснованием подходящих технологий восстановления (ремонта), использованием соответствующей им техники [19–21].

Приспособление новых технологий и новых материалов для восстановления существующих и овеществленных инженерных решений, в том числе замены их отдельных составляющих, без изменения основных характеристик и назначения объекта носит, помимо прочего, научно-технический характер (требует некоторых видов НИОКР), т.е. предполагает дополнительное научно-исследовательское решение.

Равным образом с физическим износом моральный износ также нормативно зафиксирован и идентифицирован² как постепенное (во времени) отклонение эксплуатационных показателей от современного уровня технических требований эксплуатации зданий и сооружений.

В экономической интерпретации моральный износ рассматривается как уменьшение стоимости основных фондов вследствие изменения потребительского спроса, а также развития науки и техники (научно-технического прогресса — НТП). Исходя из этого принято выделять две формы морального износа применительно к ОКС.

Первая форма морального износа ОКС связана с уменьшением его стоимости в текущем моменте по сравнению с периодом проектирования и строительства.

Вторая форма морального износа ОКС определяется необходимостью дополнительных затрат для приведения зданий и сооружений к современным требованиям (нормативным, потребительским).

Следовательно, моральный износ связан с изменениями в принципах проектирования, строительства и эксплуатации ОКС, технологии их возведения, вызван появлением нового оборудования, новых материалов.

Для преодоления подобной экономико-технологической задачи требуется решение, увязанное с повышением отдачи (эффективности) ОКС при эксплуатации, предполагающее комплекс мероприятий в этом направлении, которые имеют, в первую очередь, экономико-финансовое обоснование.

Отталкиваясь от приведенного выше, можно констатировать, что для физического и морального видов износа побудительными силами являются научно-технический прогресс и его производная (деприват) технологическая конвергенция. В подобной логике можно утверждать, что социальная и территориальная конвергенция определяют внешнее устаревание материального объекта, а организационная конвергенция вызывает ответную реакцию на флуктуации внешней среды, обеспечивающую таким образом гомеостазис системы, в качестве которой рассматривается экономическая единица — инвестиционно-строительный проект и т.д.

Внешнее устаревание материального объекта верифицируется потерей в его стоимости из-за влияния внешних взаимосвязанных факторов [22–25], обусловленных:

- принципами территориального планирования и зонирования населенных пунктов;
- потребительскими предпочтениями.

Как следствие модулирования указанных факторов возможна корректировка эксплуатации ОКС, например изменение его назначения, функционала, рыночной ниши и т.д. Вероятнее всего, подобная коррекция — это результат зональной трансформации населенного пункта и, следовательно, изменения зональной принадлежности ОКС, что может повлечь несоответствие с первоначальным назначением объекта. Исправление подобного рода нестыковки составляет суть рыночной (коммерческой) задачи, решением которой могут быть мероприятия широкого спектра воздействия, носящие градостроительный, социальный, экологический и иной характер.

Обозначая в качестве предмета реинжиниринга в том числе нематериальные объекты, необходимо указать их легкость в трансформации, большую подвижность в реакции на воздействия, скорость подобного отклика, меньшую трудоемкость и потребность в материально-технических ресурсах относительно реинжиниринга материальных объектов.

Однако воздействия в данном ключе на нематериальные объекты имеют непреложное значение и во многом определяют положение хозяйствующего субъекта во внешней среде, а также характер взаимодействия с другими участниками рыночной экономики.

¹ ГОСТ 31937–2011. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния : введ. в действ. Приказом Росстандарта от 27.12.2012 № 1984-ст, п. 3.25.

² ГОСТ 31937–2011. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния : введ. в действ. Приказом Росстандарта от 27.12.2012 № 1984-ст, п. 3.24.

В этой связи на основании работы [4] можно указать, что реинжиниринг нематериальных объектов направлен на обеспечение гомеостаза определенной экономической единицы, который достигается за счет воздействий и трансформаций организационной структуры, а также процессов управления.

Гомеостазис в проводимом исследовании трактуется как способность открытой системы поддерживать динамическое равновесие и внутреннее единство при помощи регулирующих воздействий.

Таким образом, обеспечение гомеостаза направлено на повышение конкурентоспособности хозяйствующего субъекта путем формирования как фактических, так и потенциальных конкурентных преимуществ за счет внутренней трансформации системы управления, что представляет собой организационную задачу, допускающую одноименное решение.

Являясь объектом воздействия факторов внешней среды, инженерные (технические) решения конвертируют их во внутренней среде системы в смежные, сопряженные предметные области, достигая при этом дополнительно к изменению технического решения результатов, лежащих в различных проекциях. Такими проекциями могут быть:

- научно-исследовательское решение;
- экономическое решение;
- коммерческое решение;
- организационное решение.

В свою очередь, данные решения имеют свою собственную группировку и иерархию.

Но, тем не менее, преобразование технического решения и соответствующих ему проекций требует регулирующих воздействий, которые могут интегрировать сопряженные с техническим решением в единый формат — управленческое решение.

Из приведенного выше видно, что все решения взаимосвязаны, имеют явную иерархию, охватывают широкий спектр управленческих мероприятий. Данная интеграция, обнаруживая свойства сложных систем и соответственно подчиняясь общим системно-техническим принципам при описании формирования решений в рамках реинжиниринга в строительстве, позволяет рассматривать ее как отдельную, самостоятельную категорию — системное решение или систему решений.

Системное решение (система решений) — взаимосвязанная совокупность инженерного (технического) и сопряженных с ним решений второго порядка, определяющее построение, функционирование системы, а также взаимодействие ее с другими системами.

Системное решение затрагивает все аспекты управления и преобразования антропотехнической системы и попадает в предметную область исследования системного инжиниринга (рис. 2). Необходимо отметить, что цели системного инжиниринга и реин-

жиниринга имеют полную сходимость, а именно относительно объекта управления это:

- оптимизация;
- обеспечение эффективности;
- снижение рисков.

Основным элементом в составе системного решения является его инженерная (техническая) составляющая, которая испытывает входное воздействие при реинжиниринге. Инженерное решение — это объект промышленного инжиниринга, цели которого детализируют целеполагание системного инжиниринга касательно качества продукции (услуги), производительности основного производства, его затрат, условий труда.

Дальнейшая декомпозиция целеполагания возможна по сферам деятельности хозяйствующего субъекта и обуславливает формирование элементов второго порядка системного решения, которые, в свою очередь, представляют собой объекты функционального инжиниринга. С одной стороны, данные элементы допускают собственную декомпозицию, а с другой наблюдается их сближение, и они формируют результирующий элемент — управленческое решение, являющееся предметом управленческого инжиниринга (бизнес-инжиниринга). Ввиду этого целеполагание управленческого инжиниринга направлено на совершенствование, оптимизацию, трансформацию бизнес-процессов и бизнес-структуры, что соответствует целям реинжиниринга и в итоге собственной реализации, образует выходное воздействие в рассматриваемой конфигурации.

Кроме видовой декомпозиции, системное решение в своем составе имеет подчиненные функциональные элементы, которым соответствует определенный набор характеристик (рис. 3).

Системное решение находится во взаимодействии с другими системными решениями, при этом каждое из них обнаруживает одинаковые функциональные элементы, что обеспечивает их валидацию в рамках исследуемых антропотехнических систем. В качестве таких функциональных элементов выделены:

- 1) состав;
- 2) ресурсы;
- 3) жизненный цикл;
- 4) воздействия.

В указанной группировке состав системного решения верифицируется видовой декомпозицией, которая была приведена выше. И как уже определено, характеризуется в каждом конкретном случае связями подчинения, формирующими иерархию, и связями сопряжения, обеспечивающими внутренние взаимодействия и устанавливающими их особенности.

Любое достижение цели, всякое решение задачи требует ресурсов (материальных, технических, трудовых), которые выражаются номенклатурой (применительно к трудовым ресурсам — профессионально-квалификационным составом), объемом (применительно к трудовым ресурсам — количе-

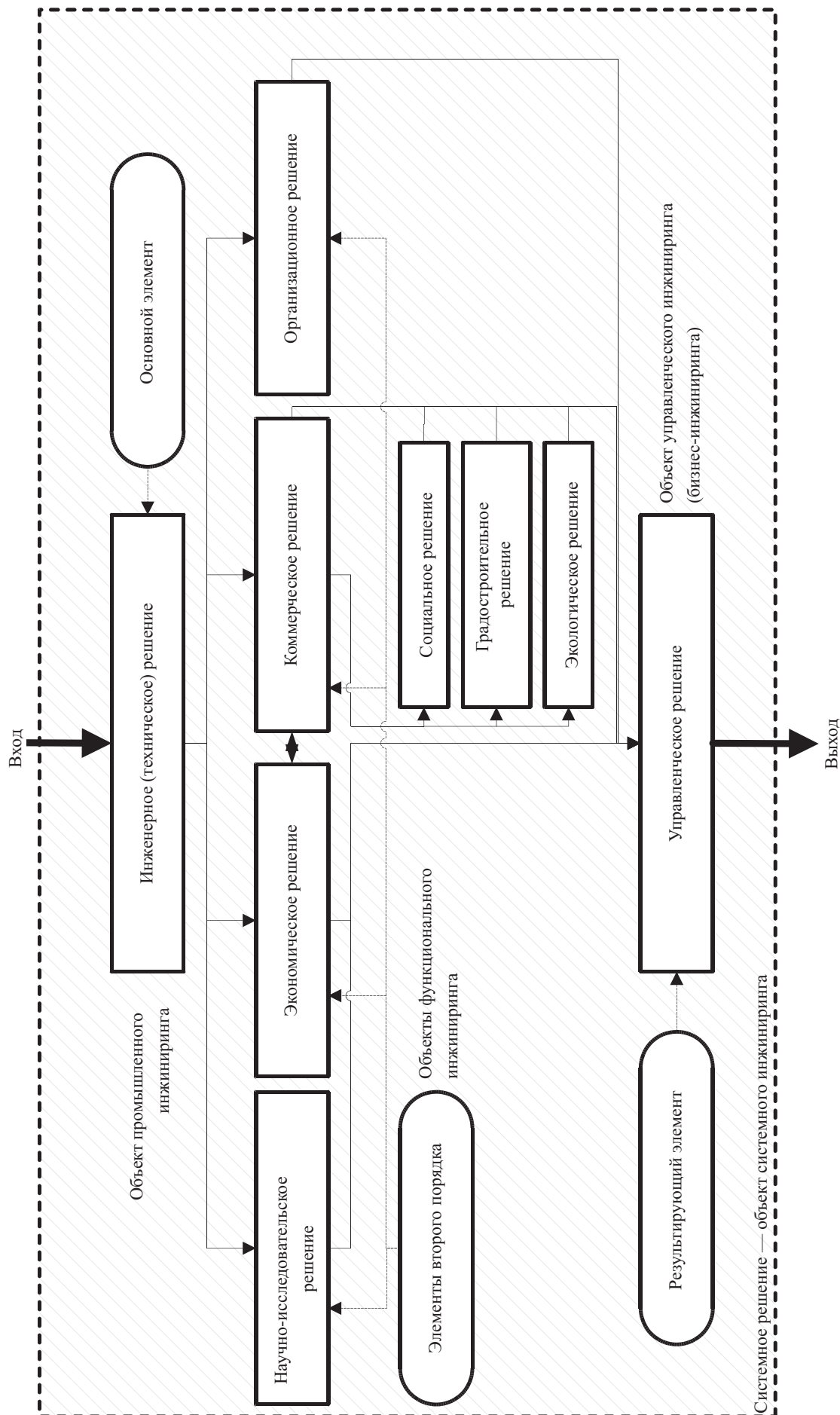


Рис. 2. Состав системного решения

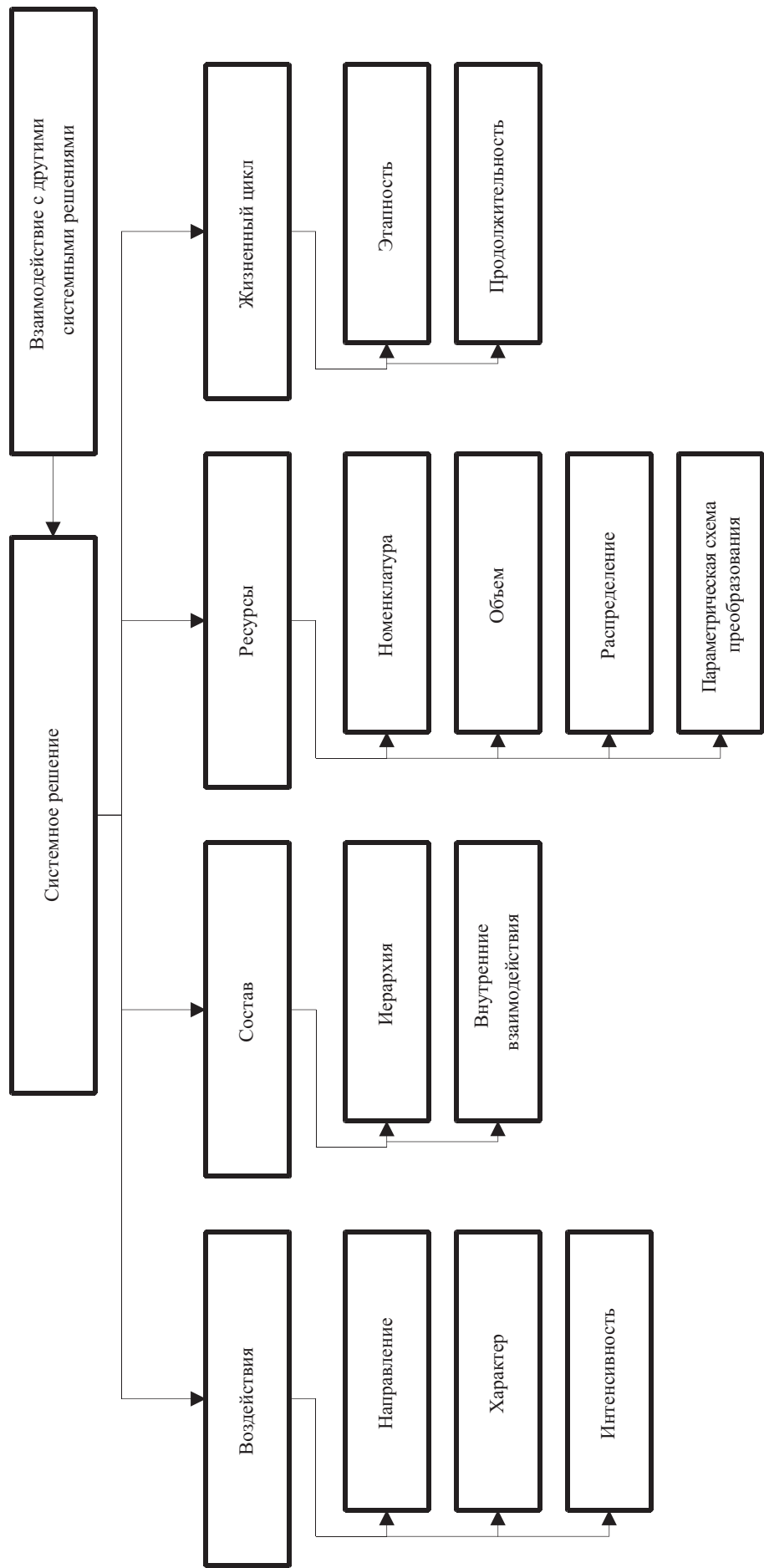


Рис. 3. Основные функциональные элементы и характеристики системного решения

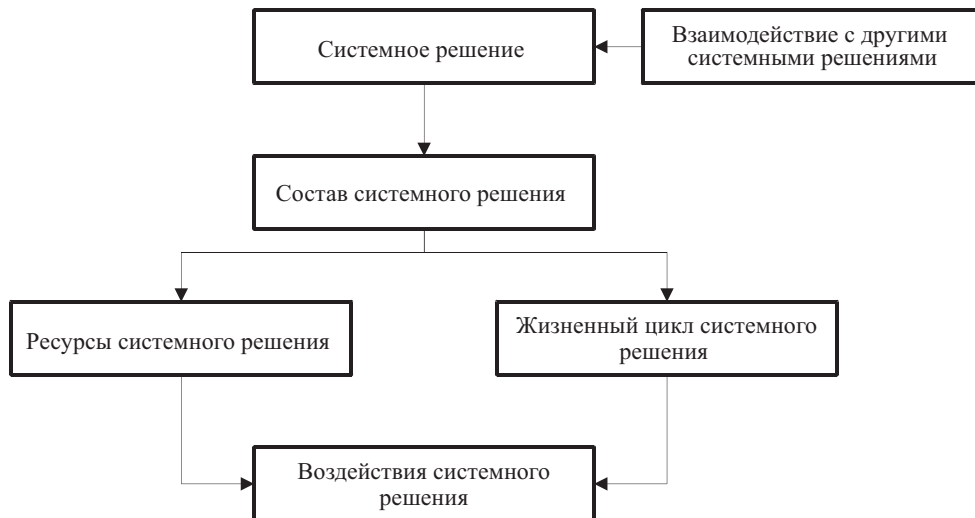


Рис. 4. Схема сложения элементов в общей структуре системного решения

ством) и их распределением во времени и по составляющим элементам.

В процессе реализации решения, достижения намеченного результата происходит потребление ресурсов или их преобразование по определенной схеме, которая обусловлена методом (технологией) воздействия и описывается некоторой совокупностью параметров. Параметрическая схема преобразования ресурсов может быть представлена в различном формате, например комплект чертежей, конструкторская и проектная документация, бизнес-план и т.д.

Системное решение имеет свой ЖЦ, который во многом определяет жизненный цикл инженерной составляющей. Остальные решения, входящие в состав системного, также обладают своими временными характеристиками, способными усилить или ослабить параметры ЖЦ инженерного решения и соответствующим образом повлиять на жизненный цикл системного решения. Имея каждый свою продолжительность, составляющие отличаются, помимо прочего, этапностью осуществления, например, могут реализовываться параллельно, последовательно, с определенным лагом.

Принятие и реализация решения всегда обусловлены воздействием субъекта управления на объект, т.е. задается направление, также ему присущи некий характер и некоторая интенсивность, связанные с используемыми методами управления и спецификой организации данной антропотехнической системы.

Приведенные функциональные элементы обладают определенным влиянием друг на друга, что проявляется в последовательности их идентификации в рамках системного решения (рис. 4), такая же закономерность сложения наблюдается и при его преобразовании — реинжиниринге.

Как было установлено выше, системное решение имеет как видовую, так и функциональную декомпозицию, отличающиеся в качественном и количественном отношениях в каждом конкретном

случае. Подобные различия определяют расхождение в ресурсообеспечении, а также характере ЖЦ того или иного системного решения и, как следствие, требуют отдельного подхода к формированию и реализации воздействия на объект управления.

На основе изложенного можно считать установленной фактическую имплементацию основополагающих принципов системотехники в теоретические и практические основы реинжиниринга. Предложенные авторами категория «системное решение» и ее трактование допускают широкое применение в различных сферах научного познания, способствуют расширению спектра и горизонта исследований за счет взаимного обогащения методологического аппарата рассматриваемых предметных областей. Использование этой категории в методологии реинжиниринга усиливает гносеологические аспекты системного подхода к управлению, а именно устанавливает конвергенционные основы развития экономических систем за счет взаимовыгодного сближения и обоюдного проникновения ее базовых подсистем и элементов.

Решение, лежащее в основе системы, может принадлежать к одному из характерных случаев, определяющихся отношением к общественному производству (рис. 5):

- 1) материальной сфере;
- 2) нематериальной сфере;
- 3) материальной и нематериальной сферам.

Рассматривая реинжиниринг в контексте подобного развития системотехнических принципов в управлении, можно определить его развернутое и углубленное приложение в системе общественного производства. Развивая как производительные силы (предметы, средства и технологии производства), так и производственные отношения, связанные с организационными формами (специализацией и кооперацией), реинжиниринг на макроэкономическом уровне обеспечивает расширенное воспроизводство,

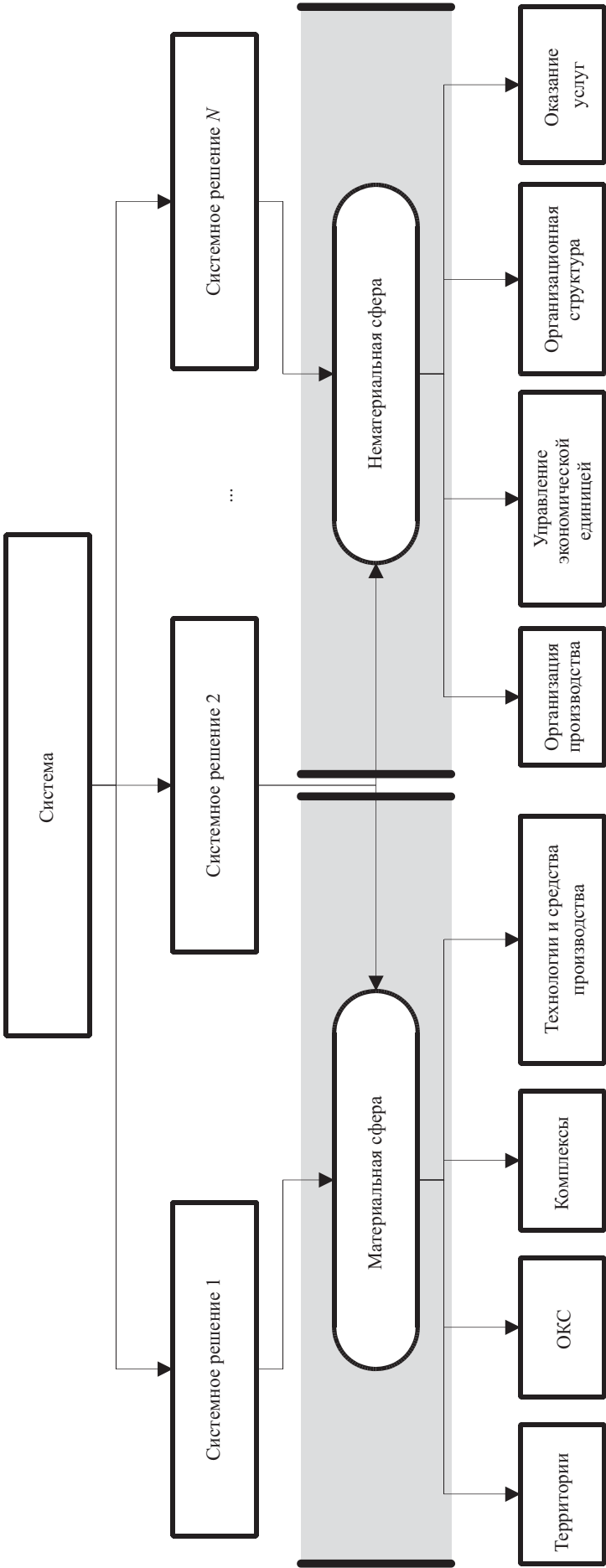


Рис. 5. Охват системным решением сфер общественного производства

основным фактором которого является научно-технический прогресс.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ

На основе вышеприведенного можно констатировать, что методические положения идентификации системного решения и его использования при реинжиниринге в строительстве способствуют: 1) эффективному управлению ЖЦ как материальных, так и нематериальных объектов за счет их ка-

чественной трансформации; 2) повышению качества строительной продукции, снижению стоимости и продолжительности ее возведения. Таким образом, системотехнические принципы управления при реализации реинжиниринга в строительстве позволяют обеспечить хозяйствующему субъекту устойчивость в развитии, гибкость во взаимодействии с окружающей экономической средой, эффективность производства и на этом основании сформировать конкурентные преимущества и получить дополнительный эффект.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Сборщиков С.Б.* Логистика регулирующих воздействий в инвестиционно-строительной сфере (теория, методология, практика) : дисс. ... д-ра экон. наук. М., 2012. 361 с. EDN QGBVJV.
2. *Журавлев П.А., Сборщиков С.Б., Лазарева Н.В.* Комплекс организационно-нормативных мер по совершенствованию систем управления инвестиционно-строительной деятельности на основе реинжиниринга // *Инновации и инвестиции*. 2026. № 2. С. 59–62. EDN DODQIU.
3. *Сборщиков С.Б., Лазарева Н.В.* Теоретико-методологические положения концепций управления изменениями и реинжиниринга, перспективы их интеграции: отличие и сходимость // *Экономика промышленности*. 2026. Т. 19. № 1. С. 59–69. DOI: 10.17073/2072-1633-2026-1-1518. EDN ZBQMVG.
4. *Сборщиков С.Б., Лазарева Н.В.* Теоретические основы и практики реализации реинжиниринга в строительстве // *Вестник МГСУ*. 2024. Т. 19. № 11. С. 1824–1834. DOI: 10.22227/1997-0935.2024.11.1824-1834. EDN EUMLUQ.
5. *Журавлев П.А.* Системные решения в реинжиниринге территорий и застройки // *Экономика промышленности*. 2025. Т. 18. № 4. С. 499–504. DOI: 10.17073/2072-1633-2025-4-1522. EDN OSPAYN.
6. *Журавлев П.А.* Система нормативно-методического обеспечения принятия организационно-технологических решений при реконструкции и реновации зданий и сооружений : дисс. ... канд. техн. наук. 2015. 224 с. EDN UHTWWH.
7. *Митенков А.В., Елисеева Е.Н.* Эволюция инновационных экосистем и трансформация бизнеса // *Вестник Южно-Российского государственного технического университета (НПИ)*. Серия: Социально-экономические науки. 2024. Т. 17. № 2. С. 154–165. DOI: 10.17213/2075-2067-2024-2-154-165. EDN EXRBOL.
8. *Митенков А.В.* Рождение метавселенной и предпосылки трансформации управления в организации: экоаспект // *Менеджмент в России и за рубежом*. 2024. № 4. С. 56–62. EDN XELKPN.
9. *Митенков А.В.* К вопросу методологии управления трансформациями: модель синго // *Вестник Удмуртского университета*. Серия Экономика и право. 2024. Т. 34. № 4. С. 652–659. DOI: 10.35634/2412-9593-2024-34-4-652-659. EDN XUTVLE.
10. *Малахов В.И.* Современные технологии управления в строительстве // *Экономика*. 2018. № 1. С. 10–11.
11. *Малахов В.И.* ИСИ-30. Классификация строительных проектов // *СамоВод*. 2021.
12. *Чельшиков П.Д., Волков А.А., Давыдов А.Е.* Цифровая система управления жизненным циклом объектов капитального строительства // *Промышленное и гражданское строительство*. 2023. № 2. С. 10–19. DOI: 10.33622/0869-7019.2023.02.10-19. EDN NFJCNH.
13. *Волков А.А., Каган П.Б., Афанасьева А.А.* Строительство в условиях развития цифровой экономики // *Системотехника строительства*. Киберфизические строительные системы – 2019 : сб. мат. Всеросс. науч.-практ. конф. 2019. С. 63–67. EDN FJGPCH.
14. *Лейбман Д.М.* Организация строительства технически сложных объектов // *Нормирование и оплата труда в строительстве*. 2018. № 5. С. 64–73. EDN YGZNBG.
15. *Leybman D., Khripko T.* Quality assurance program of a nuclear facility // *E3S Web of Conferences*. 2019. P. 03015. DOI: 10.1051/e3sconf/20199703015. EDN ZWVUYJ.
16. *Шинкарева Г.Н., Маслова Л.А.* Инжиниринг как основа модернизации строительной отрасли // *Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании* : сб. мат. VI Междунар. науч. конф. 2018. С. 162–166. EDN YQGTVB.
17. *Шинкарева Г.Н.* Модель инжиниринговой схемы организации строительства для контрактов жизненного цикла : дисс. ... канд. техн. наук. М., 2018. EDN XJZLZQ.
18. *Шинкарева Г.Н., Маслова Л.А.* Комплексный инжиниринг как способ интенсификации строительного производства // *Нормирование и оплата труда в строительстве*. 2018. № 3. С. 37–41. EDN QIPUEW.
19. *Жаров Я.В.* Организационно-технологическое проектирование в строительстве на основе интеллектуального блока планирования // *Вестник гражданских инженеров*. 2019. № 6 (77). С. 193–199.

DOI: 10.23968/1999-5571-2019-16-6-193-199. EDN RQXZDJ.

20. Жаров Я.В. Информационное моделирование строительства на основе блочнокластерной структуры // Нормирование и оплата труда в строительстве. 2019. № 11. С. 10–14. EDN XTWNSE.

21. Khripko T. Mathematical modeling of failure of port control systems // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2021. P. 012101. DOI: 10.1088/1757-899X/1030/1/012101. EDN MFGKEQ.

22. Попков А.Г. Реализация комплексных логистических решений корпорации «Единого заказчика»: на примере строительной отрасли // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2022. Т. 12. № 5–1. С. 324–328. DOI: 10.34670/AR.2022.65.75.026. EDN URUYR.

23. Попков А.Г. Организация прогнозирования логистических процессов в строительстве // Экономика и предпринимательство. 2019. № 2 (103). С. 779–781. EDN BZAZYK.

24. Kochenkova E.M. Environmental protection. Features of information modeling at the stages of the high-rise building life cycle // Строительство — формирование среды жизнедеятельности: сб. мат. семинара молодых ученых XXV Междунар. науч. конф. 2022. С. 115–120. EDN XSOQZK.

25. Sborshikov S., Vvedenskiy R., Markova I. Development of methods of operational and production management of construction of nuclear facilities // E3S Web of Conferences. 2021. P. 02047. DOI: 10.1051/e3sconf/202126302047. EDN HBQVXX.

Поступила в редакцию 17 апреля 2026 г.

Принята в доработанном виде 27 апреля 2026 г.

Одобрена для публикации 3 мая 2026 г.

ОБ АВТОРАХ: Сергей Борисович Сборщиков — доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой промышленного менеджмента; Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (НИТУ МИСИС); 119049, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 4, стр. 1; главный научный сотрудник, дирекция научно-технических проектов и экспертиз; Научно-исследовательский центр «Строительство» (НИЦ «Строительство»); 109428, г. Москва, 2-я Институтская ул., д. 6; tous2004@mail.ru;

Наталья Валерьевна Лазарева — кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры промышленного менеджмента; Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (НИТУ МИСИС); 119049, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 4, стр. 1; tous2004@mail.ru.

Вклад авторов:

Сборщиков С.Б. — научное руководство, концепция исследования, развитие методологии, написание исходного текста, научное редактирование, итоговые выводы.

Лазарева Н.В. — обработка материала, проведение исследования, доработка текста и описание результатов, формулирование выводов исследования.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

INTRODUCTION

The context of the convergence of the digitalization of the national economy and the growing influence of this convergence on its constituent parts are driving the increasing dominance of a systems-based approach to organizational management and the practice of their ongoing transformation, including through the development of fundamentally new technical solutions and the qualitative transformation of existing ones. One such approach is re-engineering, which, in the traditional sense, is applied to the optimization of business processes, but in this new research framework is applied to systemic solutions, which represent the quintessence of the systemic approach. In this interpretation, a systemic solution is regarded as an interconnected, hierarchical set of solutions.

MATERIALS AND METHODS

The aim of the study is to identify the category of “systemic solution”, assess its applicability to the in-

vestment and construction sector (ICS), and establish the specific characteristics of how such solutions are formed during re-engineering within the framework of life-cycle management (LCM) of capital construction projects (CCP) at various hierarchical levels.

The following tasks need to be addressed:

1. To identify the category of “systemic solution”, including in relation to the ICS.

2. To define the composition of a systemic solution, the scope of public production sectors it covers, and its manifestation during re-engineering.

3. To establish frameworks for the formation of a system solution during re-engineering in the construction sector.

Achieving the intended research objective and finding answers to the corresponding tasks was made possible by drawing on the scientific groundwork laid by the authors’ earlier publications [1–4], as well as research by domestic and foreign scholars on related topics [5–25].

The methodological basis of the research was formed by: a systems approach, the logistics of regulatory interventions, life-cycle management, engineering management, and construction organization. Methods of analysis and synthesis were applied in solving specific problems.

The information base was compiled from the legislative and regulatory acts governing investment and construction activities, as well as reference, analytical and abstract materials reflecting specific engineering and re-engineering practices.

RESEARCH FINDINGS

Contemporary theoretical and practical methodological principles, as well as approaches to management, are characterized by a wide variety and considerable variability in their application.

As is well known, management in practice is regarded as a set of interrelated actions and procedures aimed at achieving a specified objective, which in turn determines the formulation of corresponding tasks. In turn, these involve decisions known as managerial decisions, which consist of regulatory influences exerted by the object upon the subject of management [1–6].

It is customary to classify regulatory influences into the following types:

- prescriptive;
- disturbing;
- control;
- corrective.

All these influences can be implemented within the framework of specific theoretical approaches to management [7–11], namely:

- the systems approach;
- the functional approach;
- the process approach;
- the situational approach.

The most progressive and comprehensive of these concepts is the systems approach, which, in the context of research, represents a projection of systems engineering — a discipline encompassing all aspects of the life cycle of complex systems [12, 13].

In this regard, it should be noted that complex systems can emerge in all spheres of social life and its constituent parts: social production and social relations; and, accordingly, may be of a social, technical or anthropotechnical nature, depending on the focus of their application [14–18]. However, common systems engineering principles apply to all of them without exception:

- 1) validity — the existence of laws governing internal interactions;
- 2) modelability — the possibility of simplified representation using one or more models;
- 3) purposefulness — the orientation of functioning towards a specific state.

These principles point to the general properties of complex systems:

- 1) integrity — representation as a single entity consisting of interconnected elements (subsystems);
- 2) autonomy — independence and isolation within temporal and spatial boundaries, determined by the presence of internal laws;
- 3) emergence — the presence of a synergistic effect resulting from the combination of individual components (subsystems) into a single whole — a system.

Taking into account the above-mentioned systems engineering principles, the properties of complex systems, and the need to manage their life cycle, there is a clear need to extend the period of effective operation of the objects under consideration, and thus to generate additional profit on this basis.

In the context of this study, information and communication systems (ICS) — both as a whole and their individual components — are regarded as such complex systems, typically of an anthropotechnical nature, whilst re-engineering is presented as the mechanism for managing their life cycle.

The classification criteria by which systems in the construction sector can be grouped are highly diverse and may relate, for example, to building complexes, their associated facilities, the site, the fulfilment of functional requirements and operation, construction works, the organization and management of investment and construction activities, and so on.

Nevertheless, whilst rooted in the general systems engineering principles, conditions of creation and functioning outlined above, ICS systems will also possess specific characteristics determined by the sector-specific features of construction products, the uniqueness of their life cycle, and the regional conditions of construction and operation.

By identifying re-engineering as the mechanism for managing the life cycle of systems in the construction sector, and based on the research conducted, technical (engineering) solutions are identified as the primary objects of intervention.

In [4], the term “technical solution” is defined, the stages of its life cycle are examined, a link is established with the sector-specific characteristics of investment and construction activities, and a correlation is identified with the life cycle stages of a business entity. In this regard, there is a clear convergence between technical solutions and those relating to research, organization and management; furthermore, this opens up the possibility of verifying the fundamental principles governing the integration of these solutions during re-engineering in the construction industry (Fig. 1).

The basis for this convergence lies in the constant fluidity of the external environment and the internal environment’s response to these fluctuations within the anthropotechnical system. The dynamic nature of the situation is determined by a multitude of economic phenomena,

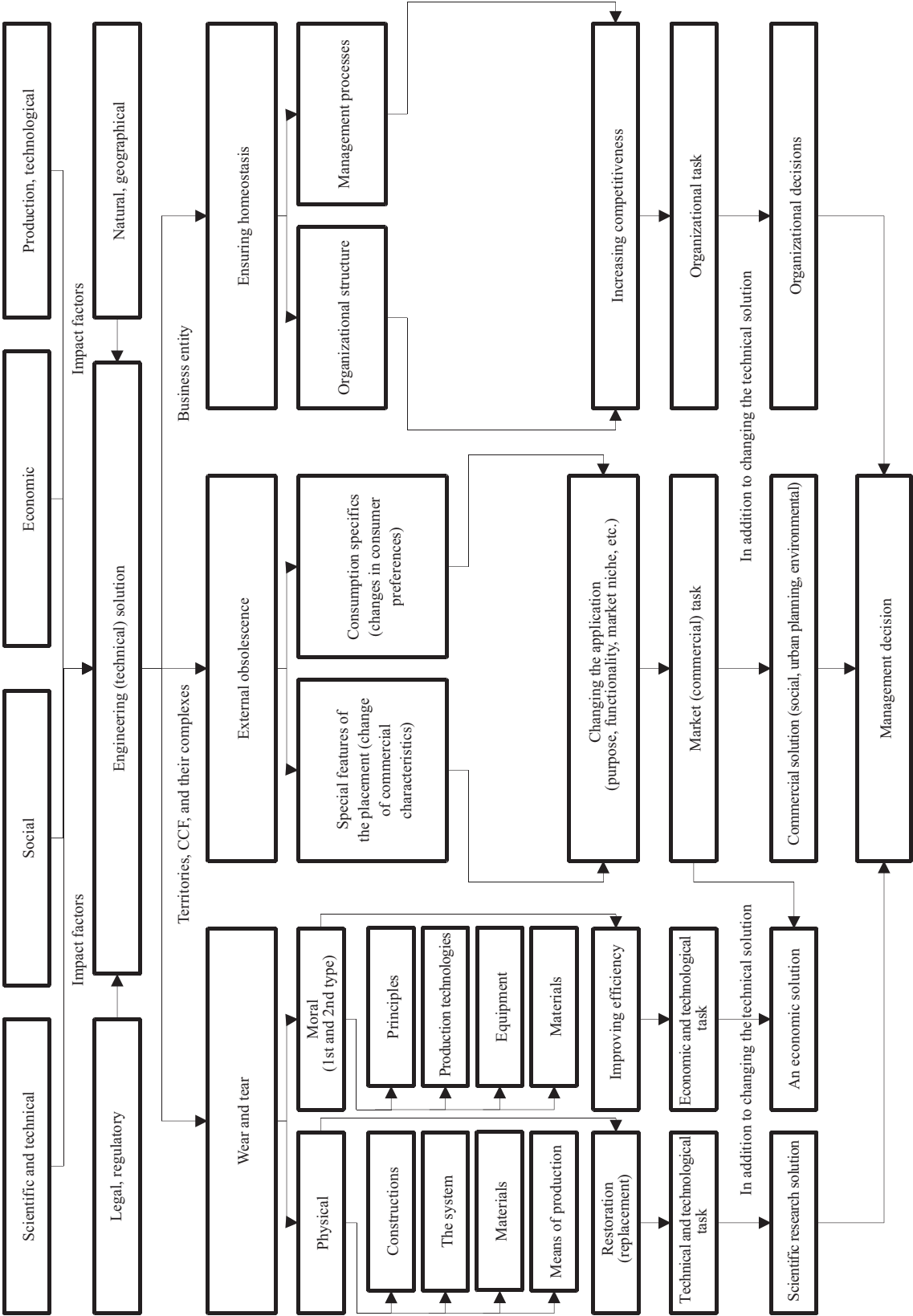


Fig. 1. Diagram illustrating the formation of decisions during re-engineering in the construction sector

which, in turn, point to various causes and conditions influencing engineering (technical) solutions, namely:

- scientific and technical factors;
- social factors;
- economic and financial factors;
- production and technological factors;
- legal, legislative and regulatory factors;
- natural and geographical factors.

In identifying the methodology of the general study, the author of publication [4] has identified the following as subjects for re-engineering:

- tangible objects, which include buildings, structures, their complexes and plots of land;
- intangible objects, which include processes (managerial, technological) and organizational structures.

In both cases, these objects are underpinned by engineering solutions, which change their state under the influence of external and internal environmental factors.

For tangible assets — and, consequently, for the engineering solutions that constitute them — changes in condition are characterized by wear and tear and external (economic) obsolescence. In turn, wear and tear is conventionally divided into physical and obsolescence-related categories, depending on the causes.

Physical wear and tear refers to the deterioration or loss of physical and mechanical properties that occurs during the use of a physical object or as a result of its natural degradation. The concept of physical wear and tear is regulated and enshrined in the existing regulatory and methodological framework for the construction industry¹.

Building structures, materials, engineering systems and equipment, as well as the means of production used for the construction of buildings and structures, and for their maintenance and repair during operation, are subject to physical wear and tear.

Physical assets and their components that have been subject to wear and tear can be restored or partially replaced to their original condition, or to a certain standard that enables the continued safe and comfortable operation of the asset. Consequently, when undertaking measures to restore objects or replace their physically worn-out parts, it is necessary to address a technical and technological challenge involving the identification and justification of suitable restoration (repair) technologies, and the use of the corresponding equipment [19–21].

The adaptation of new technologies and new materials for the restoration of existing and materialized engineering solutions, including the replacement of their individual components, without altering the facility's fundamental characteristics and purpose, is, amongst other things, of a scientific and technical nature (requir-

ing certain types of R&D), i.e. it entails an additional research-based solution.

Similarly, to physical depreciation, obsolescence is also defined in regulatory terms and identified² as a gradual (over time) deviation of operational performance from the current level of technical requirements for the operation of buildings and structures.

In economic terms, obsolescence is regarded as a reduction in the value of fixed assets resulting from changes in consumer demand, as well as from developments in science and technology (scientific and technological progress — STP). On this basis, it is customary to distinguish between two forms of obsolescence as they apply to CCP.

The first form of obsolescence of buildings and structures relates to a reduction in their current value compared with the period of design and construction.

The second form of obsolescence of buildings and structures is determined by the need for additional expenditure to bring them into line with current requirements (regulatory and consumer-related).

Consequently, obsolescence is linked to changes in the principles of design, construction and operation of the building stock, as well as in the technology used in their construction, driven by the emergence of new equipment and new materials.

To address such an economic and technological challenge, a solution is required that is linked to improving the performance (efficiency) of civil engineering structures during operation, involving a set of measures in this direction which are, first and foremost, economically and financially justified.

Based on the above, it can be stated that the driving forces behind both physical and obsolescence-related wear and tear are scientific and technological progress and its derivative — technological convergence. Following this line of reasoning, it can be argued that social and territorial convergence determine the external obsolescence of a physical object, whilst organizational convergence triggers a response to fluctuations in the external environment, thereby ensuring the homeostasis of the system, which is regarded as an economic unit — such as an investment and construction project, etc.

The external obsolescence of a physical asset is verified by a loss in its value due to the influence of external interrelated factors [22–25], determined by:

- the principles of spatial planning and zoning of settlements;
- consumer preferences.

As a result of the modulation of these factors, adjustments to the operation of the CCP may be made, for example, a change in its purpose, functionality, market niche, etc. Most likely, such an adjustment is the result

¹ GOST 31937–2011. Buildings and structures. Rules for the inspection and monitoring of technical condition: brought into force by Order of Rosstandart No. 1984-st of 27 December 2012, clause 3.25.

² GOST 31937–2011. Buildings and structures. Rules for the inspection and monitoring of technical condition: brought into force by Order of Rosstandart No. 1984-st of 27 December 2012, clause 3.24.

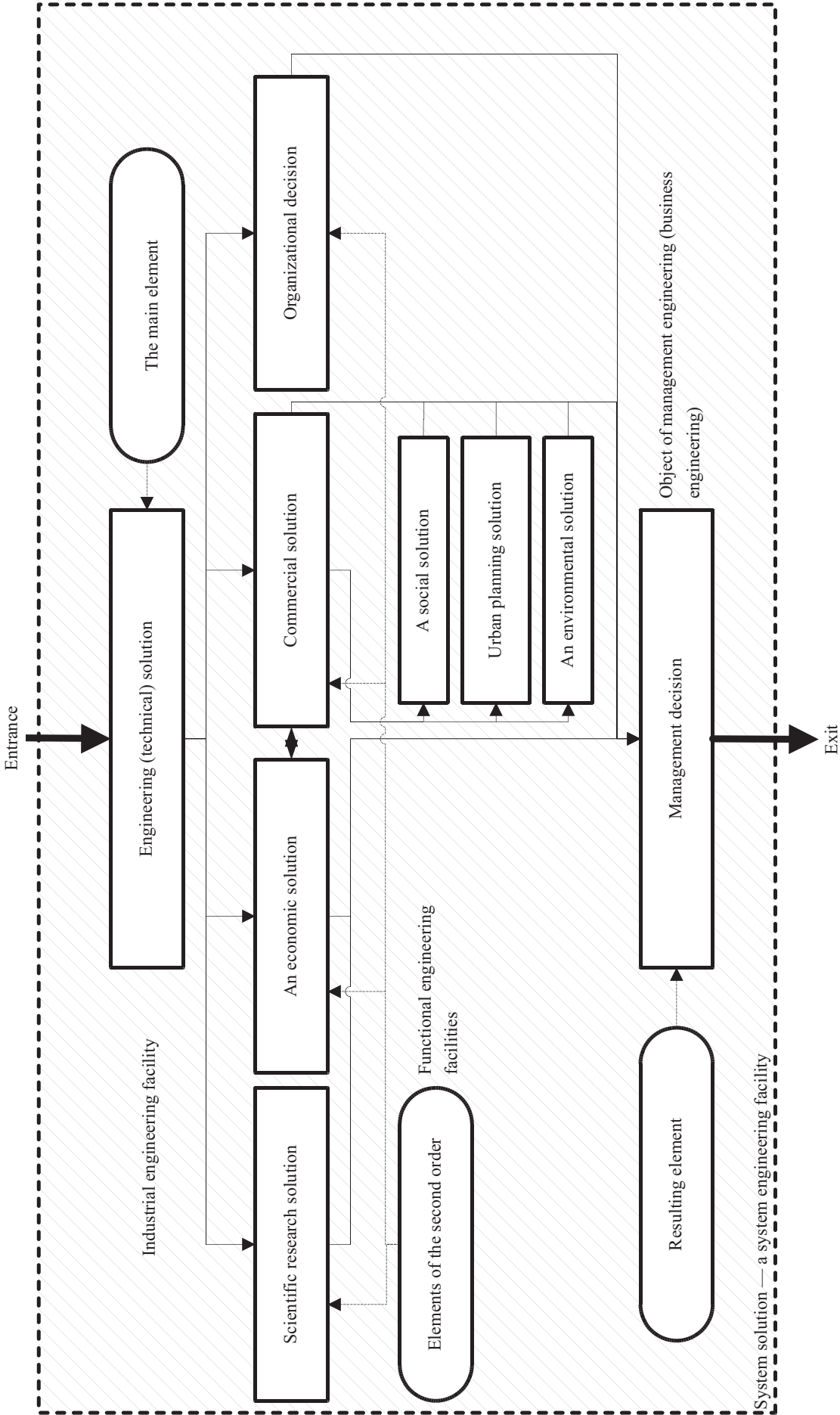


Fig. 2. Components of a system solution

of a zonal transformation of the settlement and, consequently, a change in the zonal classification of the CCP, which may lead to a mismatch with the facility's original purpose. Rectifying this kind of inconsistency is the essence of a market (commercial) challenge, the solution to which may involve a wide range of measures of an urban planning, social, environmental and other nature.

When identifying intangible assets as subjects for re-engineering, it is necessary to highlight their ease of transformation, greater flexibility in responding to external influences, the speed of such responses, and the fact that they require less labour and fewer material and technical resources compared to the re-engineering of tangible assets.

However, such influences on intangible objects are of paramount importance and largely determine the position of an economic entity within its external environment, as well as the nature of its interaction with other participants in the market economy.

In this regard, based on the work in [4], it can be noted that the re-engineering of intangible assets is aimed at ensuring the homeostasis of a particular economic entity, which is achieved through interventions and transformations of the organizational structure, as well as management processes.

In this study, homeostasis is interpreted as the ability of an open system to maintain dynamic equilibrium and internal unity through regulatory interventions.

Thus, ensuring homeostasis is aimed at enhancing the competitiveness of an economic entity by creating both actual and potential competitive advantages through the internal transformation of the management system; this constitutes an organizational task that admits a solution of the same name.

As the object of influence from external environmental factors, engineering (technical) solutions convert these factors within the system's internal environment into adjacent, related subject areas, thereby achieving, in addition to changes in the technical solution, results that lie within various projections. Such projections may include:

- a research and development solution;
- an economic solution;
- a commercial solution;
- an organizational solution.

In turn, these solutions have their own classification and hierarchy.

Nevertheless, the transformation of a technical decision and its corresponding projections requires regulatory measures that can integrate the elements associated with the technical decision into a single format — a management decision.

It is clear from the above that all decisions are inter-related, have a clear hierarchy, and cover a wide range of management activities. This integration, by revealing the properties of complex systems and, accordingly, adhering to general systems engineering principles when

describing the formation of decisions within the framework of re-engineering in construction, allows it to be regarded as a separate, independent category — a systems solution or a system of solutions.

A systemic solution (system of solutions) is an interconnected set of engineering (technical) solutions and associated second-order solutions that determine the structure and operation of a system, as well as its interaction with other systems.

A system solution encompasses all aspects of the management and transformation of an anthropotechnical system and falls within the scope of systems engineering research (Fig. 2). It should be noted that the objectives of systems engineering and re-engineering are entirely congruent; specifically, with regard to the object of control, these are:

- optimization;
- ensuring efficiency;
- risk reduction.

The main element of a system solution is its engineering (technical) component, which is subject to input influences during re-engineering. An engineering solution is an object of industrial engineering, the objectives of which specify the goals of systems engineering with regard to product (service) quality, core production output, production costs and working conditions.

Further decomposition of these objectives is possible according to the business entity's areas of activity and leads to the formation of second-order elements of the system solution, which, in turn, constitute objects of functional engineering. On the one hand, these elements can be broken down further; on the other hand, they converge to form a resulting element — a management decision — which is the subject of management engineering (business engineering). In view of this, the objectives of management engineering are directed towards the improvement, optimization, and transformation of business processes and business structures, which corresponds to the objectives of re-engineering and, ultimately, through its own implementation, produces the output effect in the configuration under consideration.

In addition to its structural decomposition, the system solution comprises subordinate functional elements, each of which corresponds to a specific set of characteristics (Fig. 3).

The system solution interacts with other system solutions, with each of them exhibiting the same functional elements, which ensures their validation within the framework of the anthropotechnical systems under investigation. The following functional elements have been identified:

- 1) composition;
- 2) resources;
- 3) life cycle;
- 4) impacts.

Within this grouping, the composition of the system solution is verified by the typological decomposition outlined above. And, as already defined, it is characterized in

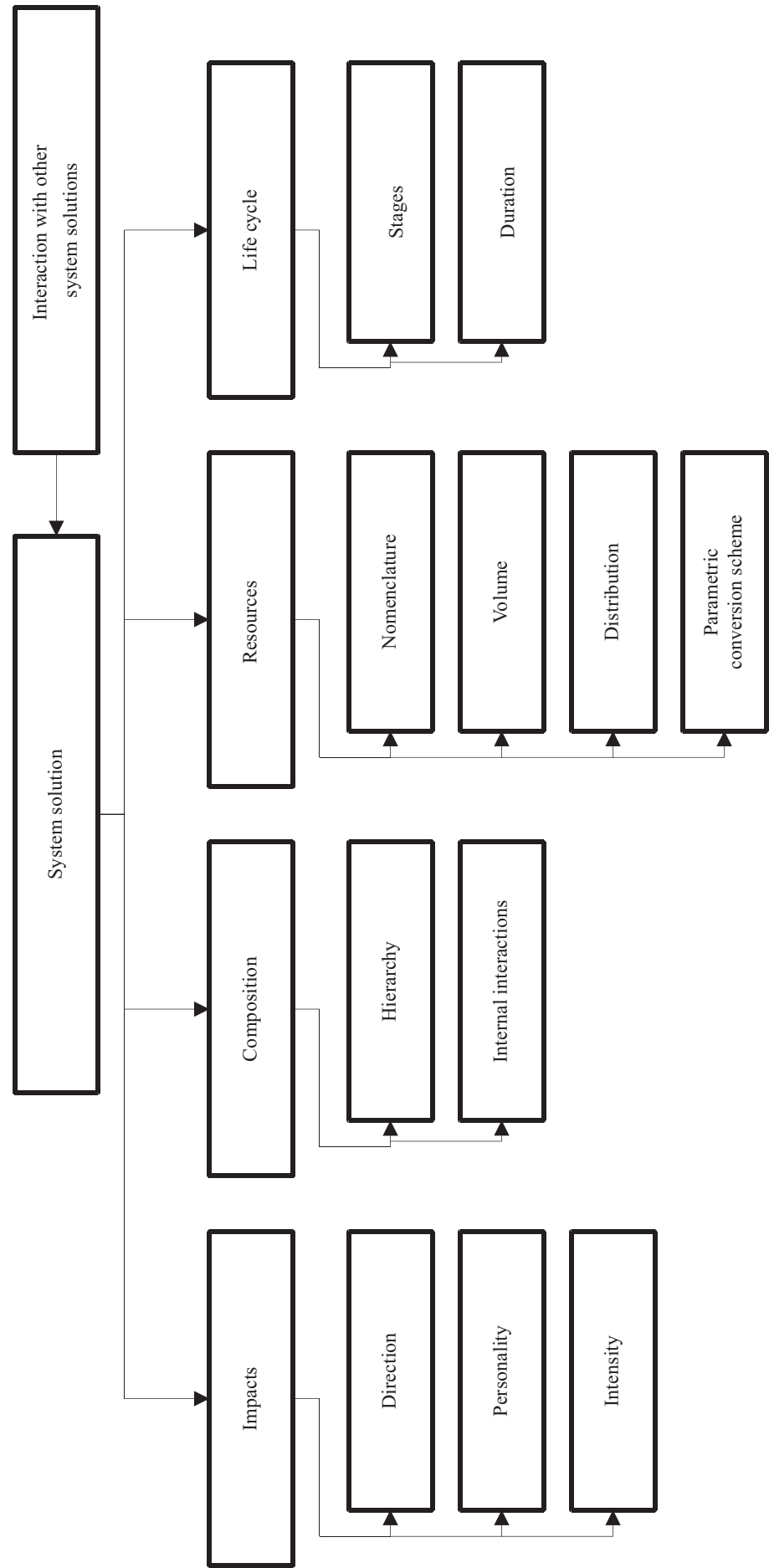


Fig. 3. Main functional elements and characteristics of a system solution

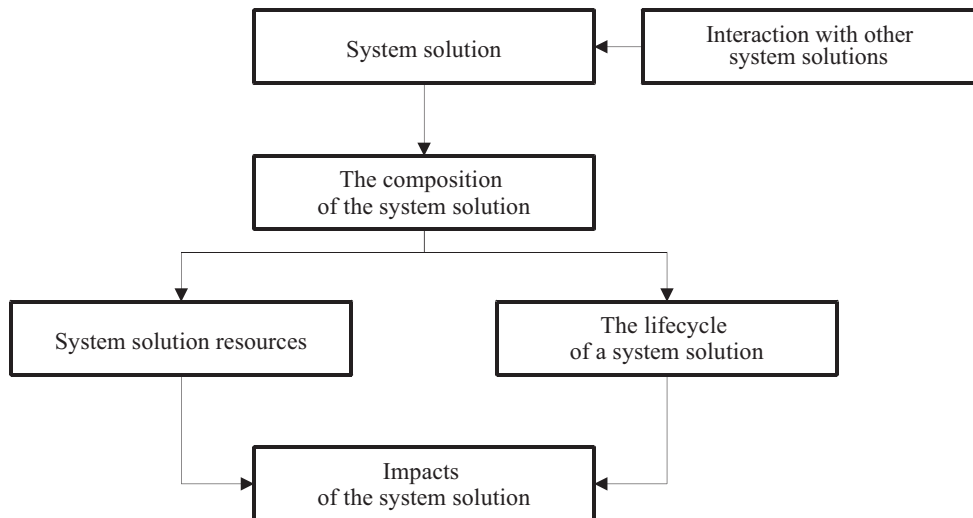


Fig. 4. Diagram showing the composition of elements within the overall structure of a system solution

each specific case by relationships of subordination, which form a hierarchy, and relationships of coupling, which ensure internal interactions and determine their specific features.

Any achievement of an objective, any solution to a problem, requires resources (material, technical, labour), which are expressed in terms of nomenclature (in the case of labour resources — professional and qualification composition), volume (in the case of labour resources — quantity) and their distribution over time and across constituent elements.

In the process of implementing a solution and achieving the intended result, resources are consumed or transformed according to a specific scheme, which is determined by the method (technology) of intervention and is described by a set of parameters. The parametric scheme for the transformation of resources can be presented in various formats, such as a set of drawings, design and project documentation, a business plan, etc.

A system solution has its own life cycle, which largely determines the life cycle of the engineering component. The other solutions that form part of the system solution also have their own temporal characteristics, which can reinforce or weaken the life cycle parameters of the engineering solution and consequently influence the life cycle of the system solution. As each component has its own duration, they differ, amongst other things, in the phased nature of their implementation; for example, they may be implemented in parallel, sequentially, or with a certain time lag.

The adoption and implementation of a solution are always determined by the influence of the controlling entity on the object; that is, a direction is set, and the process is characterized by a certain nature and intensity associated with the control methods used and the specific nature of the organization of this anthropotechnical system.

The functional elements listed above exert a certain influence on one another, as reflected in the sequence

in which they are identified within the system solution (Fig. 4); the same pattern of combination is also observed during its transformation — re-engineering.

As established above, a system solution has both a typological and a functional decomposition, which differ in qualitative and quantitative terms in each specific case. Such differences determine variations in resource allocation, as well as the nature of the life cycle of a particular system solution and, consequently, require a separate approach to the formulation and implementation of actions affecting the control object.

On the basis of the above, the actual implementation of the fundamental principles of systems engineering in the theoretical and practical foundations of re-engineering can be considered established. The category of “system solution” proposed by the authors, and its interpretation, allow for wide application across various fields of scientific knowledge and contribute to broadening the scope and horizons of research through the mutual enrichment of the methodological apparatus of the subject areas under consideration. The use of this category in the methodology of re-engineering reinforces the epistemological aspects of the systems approach to management; specifically, it establishes the convergent foundations for the development of economic systems through the mutually beneficial convergence and reciprocal interpenetration of their basic subsystems and elements.

The decision underpinning the system may fall into one of the characteristic cases defined by its relationship to social production (Fig. 5):

- 1) the material sphere;
- 2) the non-material sphere;
- 3) the material and non-material spheres.

By considering re-engineering in the context of such a development of systems engineering principles in management, it is possible to identify its comprehensive and in-depth application within the system of social production. By developing both the productive forces (objects, means and technologies of production) and the relations

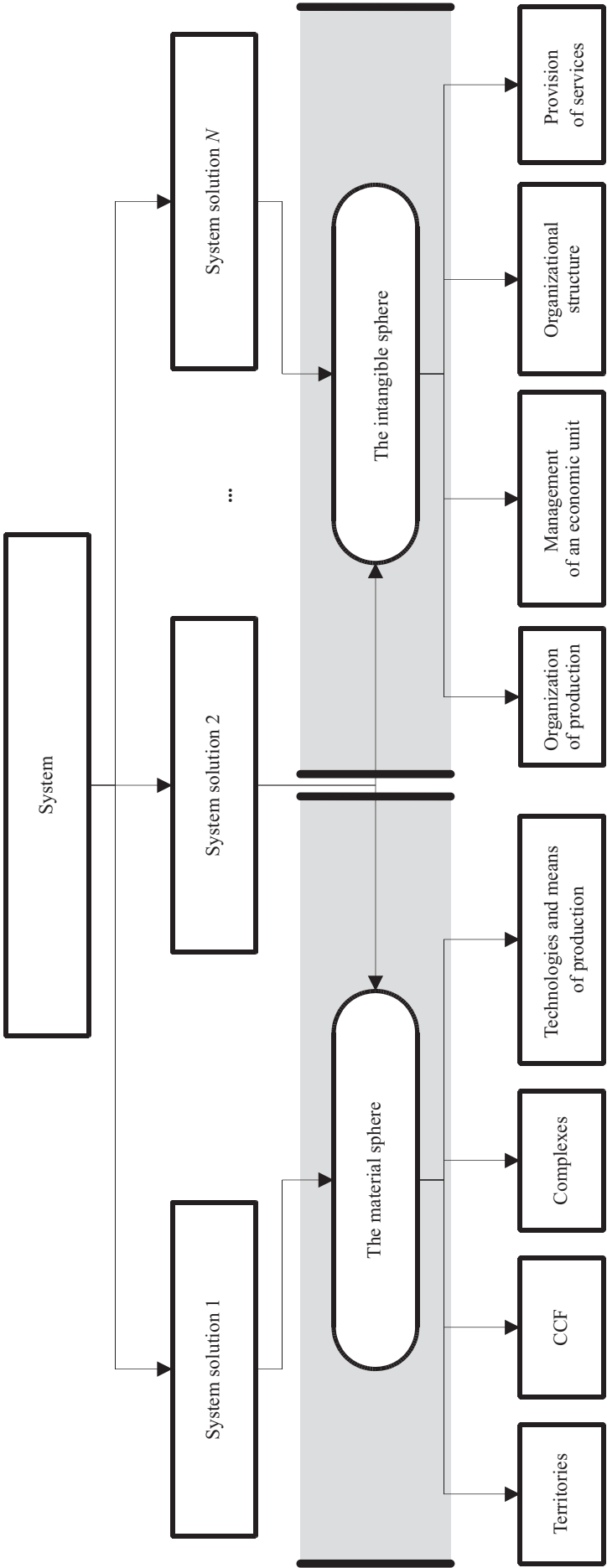


Fig. 5. Coverage of the spheres of social production by a systemic solution

of production associated with organizational forms (specialization and cooperation), re-engineering at the macro-economic level ensures expanded reproduction, the main factor of which is scientific and technological progress.

CONCLUSION AND DISCUSSION

On the basis of the above, it can be concluded that the methodological principles for identifying a systemic solution and applying it to re-engineering in the construction industry contribute to: 1) the effective management

of the life cycle of both tangible and intangible assets through their qualitative transformation; 2) an improvement in the quality of construction output, and a reduction in the cost and duration of construction. Thus, systems engineering principles of management when implementing re-engineering in the construction industry will enable a business entity to achieve sustainable development, flexibility in interacting with the surrounding economic environment, and production efficiency; and, on this basis, to build competitive advantages and realize additional benefits.

REFERENCES

1. Sborshikov S.B. *Logistics of regulatory influences in the investment and construction sector (theory, methodology, practice) : dissertation ... doctor of economics*. Moscow, 2012; 361. EDN QGBVJV. (rus.).
2. Sborshikov S.B., Lazareva N.V., Zhuravlev P.A. A set of measures to improve the management systems of investment and construction activities based on reengineering. *Innovation and Investment*. 2026; 2:59-62. EDN DODQIU. (rus.).
3. Sborshchikov S.B., Lazareva N.V. Theoretical and methodological provisions of the concepts of change management and reengineering, prospects for their integration: difference and convergence. *Russian Journal of Industrial Economics*. 2026; 19(1):59-69. DOI: 10.17073/2072-1633-2026-1-1518. EDN ZBQMGV. (rus.).
4. Sborshchikov S.B., Lazareva N.V. Theoretical foundations and practices of reengineering realization in construction. *Vestnik MGSU [Monthly Journal on Construction and Architecture]*. 2024; 19(11):1824-1834. DOI: 10.22227/1997-0935.2024.11.1824-1834. EDN EUMLUQ. (rus.).
5. Zhuravlev P.A. System solutions in the reengineering of territories and buildings. *Russian Journal of Industrial Economics*. 2025; 18(4):499-504. DOI: 10.17073/2072-1633-2025-4-1522. EDN OSPAYN. (rus.).
6. Zhuravlev P.A. *The system of normative and methodological support for making organizational and technological decisions during the reconstruction and renovation of buildings and structures : dissertation ... candidate of technical sciences*. 2015; 224. EDN UHTWWH. (rus.).
7. Mitenkov A.V., Eliseeva E.N. Evolution of innovation ecosystems and business transformation. Bulletin of the South Russian State Technical University (NPI). *Series: Socio-economic Sciences*. 2024; 17(2):154-165. DOI: 10.17213/2075-2067-2024-2-154-165. EDN EXRBOL. (rus.).
8. Mitenkov A.V. The birth of the metaverse and the prerequisites for the transformation of management in organization: the eco-aspect. *Management in Russia and abroad*. 2024; 4:56-62. EDN XELKPN. (rus.).
9. Mitenkov A.V. On the issue of transformation management methodology: the Shingo model. Bulletin of the Udmurt University. *Economics and Law series*. 2024; 34(4):652-659. DOI: 10.35634/2412-9593-2024-34-4-652-659. EDN XUTVLE. (rus.).
10. Malakhov V.I. Modern management technologies in construction. *Economy*. 2018; 1:10-11. (rus.).
11. Malakhov V.I. ISI-30. Classification of construction projects. *SamoVod*. 2021. (rus.).
12. Chelyshkov P.D., Volkov A.A., Davydov A.E. Digital management system of the life cycle of capital construction objects. *Industrial and Civil Engineering*. 2023; 2:10-19. DOI: 10.33622/0869-7019.2023.02.10-19. EDN NFJCNH. (rus.).
13. Volkov A.A., Kagan P.B., Afanasyeva A.A. Construction in the context of the development of the digital economy. System engineering of construction. *Cyberphysical Building Systems – 2019 : Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference*. 2019; 63-67. EDN FJGPCH. (rus.).
14. Leibman D.M. Organization of the construction of technically complex facilities. *Rationing and Remuneration in Construction*. 2018; 5:64-73. EDN YGZNBG. (rus.).
15. Leybman D., Khripko T. Quality assurance program of a nuclear facility. *E3S Web of Conferences*. 2019; 03015. DOI: 10.1051/e3sconf/20199703015. EDN ZWVUYJ.
16. Shinkareva G.N., Maslova L.A. Engineering as a basis for modernization of the construction industry. *Integration, partnership and innovation in construction science and education : collection of materials of the VI International Scientific Conference*. 2018; 162-166. EDN YQGTVB. (rus.).
17. Shinkareva G.N. *Model of the engineering scheme of construction organization for life cycle contracts : dissertation ... candidate of technical sciences*. Moscow, 2018. EDN XJZLZQ. (rus.).
18. Shinkareva G.N., Maslova L.A. Integrated engineering as a way to intensify construction production. *Rationing and Remuneration in Construction*. 2018; 3:37-41. EDN QIPUEW. (rus.).

19. Zharov Ya.V. Organizational technological design in construction based on an intelligent planning unit. *Bulletin of Civil Engineers*. 2019; 6(77):193-199. DOI: 10.23968/1999-5571-2019-16-6-193-199. EDN RQXZDJ. (rus.).

20. Zharov Ya.V. Building information modeling based on block-cluster structure. *Rationing and Remuneration in Construction*. 2019; 11:10-14. EDN XTWNSE. (rus.).

21. Khripko T. Mathematical modeling of failure of port control systems. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2021; 012101. DOI: 10.1088/1757-899X/1030/1/012101. EDN MFGKEQ.

22. Popkov A.G. Implementation of integrated logistics solutions of the corporation “single customer”: on the example of the construction industry. *Economics: Yesterday, Today and Tomorrow*. 2022; 12(5-1):324-328.

DOI: 10.34670/AR.2022.65.75.026. EDN URUYR. (rus.).

23. Popkov A.G. Promote women in the combination of career and reproductive labor. *Economics and Entrepreneurship*. 2019; 2(103):779-781. EDN BZAZYK. (rus.).

24. Kochenkova E.M. Environmental protection. Features of information modeling at the stages of construction of a high-rise building life cycle. *Construction — formation of the living environment : collection of materials from the seminar of young scientists of the XXV International Scientific Conference*. 2022; 115-120. EDN XSOQZK. (rus.).

25. Sborshikov S., Vvedenskiy R., Markova I. Development of methods of operational and production management of construction of nuclear facilities. *E3S Web of Conferences*. 2021; 02047. DOI: 10.1051/e3sconf/202126-30-2047. EDN HBQVVX.

Received April 17, 2026.

Adopted in revised form on April 27, 2026.

Approved for publication on May 3, 2026.

B I O N O T E S : **Sergey B. Sborschikov** — Doctor of Economics Sciences, Professor, Head of the Department of Industrial Management; **National University of Science and Technology “MISIS” (NUST MISIS)**; build. 1, 14 Leninsky prospekt, Moscow, 119049, Russian Federation; Chief Researcher, Directorate of Scientific and Technical Projects and Expertise; **Research Center of Construction**; 6, 2nd Institutskaya st., Moscow, 109428, Russian Federation; tous2004@mail.ru;

Natalia V. Lazareva — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Industrial Management; **National University of Science and Technology “MISIS” (NUST MISIS)**; build. 1, 14 Leninsky prospekt, Moscow, 119049, Russian Federation; tous2004@mail.ru.

Contribution of the authors:

Sergey B. Sborschikov — scientific guidance, research concept, methodology development, writing the source text, scientific editing, final conclusions.

Natalia V. Lazareva — processing of the material, conducting the study, revision of the text description of the results and formation of conclusions of the study.

The authors declare that there is no conflict of interest.