

Методика измерения и интерпретации фаз жизненного цикла трубопроводного проекта (ЖЦТ): минимально достаточный фазовый индикаторный набор

Мустафа МАФРАТОГЛУ
аспирант, кафедра экономической географии
m.mafratoglu@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0005-5029-5710>
РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. Статья посвящена разработке методической схемы, позволяющей интерпретировать фазы жизненного цикла трубопроводного проекта (ЖЦТ) не как простую календарную последовательность проектных стадий, а как смену относительно устойчивых пространственно-институциональных режимов. Такой подход необходим потому, что магистральные трубопроводы функционируют как протяженные трансграничные коридоры, пересекающие разные юрисдикции, природно-географические барьеры и режимы регулирования. В инженерных описаниях жизненный цикл обычно представлен как стадийная схема, удобная для управления проектом, но недостаточная для анализа пространственно неоднородных инфраструктурных систем. Показано, что фазы ЖЦТ целесообразно распознавать по сочетанию процесса, фазового порога и ключевого результата. Это позволяет фиксировать фазовую асинхронность, наложение режимов и одновременное развитие отдельных сегментов трубопроводного коридора без сведения этих различий к одному интегральному показателю. На этой основе предложен минимально достаточный фазовый индикаторный набор из 21 показателя, организованный по схеме «два процессных и один пороговый индикатор» для каждой фазы. Набор предназначен не для ранжирования проектов, а для внутрифазовой интерпретации и сопоставимого анализа. Для каждого индикатора определены фазовая привязка, форма наблюдения, допустимые типы источников и условия проверяемого кодирования. При нехватке прямых данных допускается ограниченное использование косвенных показателей с обязательной маркировкой допущений и обоснованием связи с измеряемым компонентом. Полученный результат имеет методологический характер и рассчитан на дальнейшую эмпирическую апробацию на материалах конкретных трубопроводных коридоров.

Ключевые слова: жизненный цикл трубопроводного проекта, пространственно-фазовая модель, измерительная архитектура, фазовая интерпретация, трансграничные трубопроводные коридоры

Для цитирования: Мафратоглу М. Методика измерения и интерпретации фаз жизненного цикла трубопроводного проекта (ЖЦТ): минимально достаточный фазовый индикаторный набор // Тихоокеанская география. 2026. № 3. С. 50–63. https://doi.org/10.35735/26870509_2026_27_5

Methodology for Measuring and Interpreting the Phases of the Pipeline Project Life Cycle Model: A Minimally Sufficient Phase Indicator Set

Mustafa MAFRATOGLU

Postgraduate student, Department of Economic Geography

m.mafratoglu@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0005-5029-5710>

Herzen State Pedagogical University of Russia, Saint Petersburg, Russia

Abstract. This article develops a methodological framework for measuring and interpreting the phases of the pipeline project life cycle under conditions of spatial, institutional, and data heterogeneity. The study addresses the problem that long-distance pipeline systems are often described through engineering or project-management stages, while their actual development unfolds within extended cross-border corridors, different regulatory jurisdictions, physical-geographical barriers, and changing actor configurations. For this reason, a purely calendar-based understanding of the life cycle is insufficient for analyzing spatially uneven infrastructure systems. The article argues that the phases of the pipeline project life cycle should be interpreted as relatively stable spatial-institutional regimes rather than as fixed chronological stages. Each phase can be identified through the relationship between an ongoing process, a phase threshold, and a key result. This logic makes it possible to capture phase asynchrony, overlap between regimes, and uneven development of individual corridor segments without reducing these differences to a single composite indicator or project ranking. On this basis, the article proposes a minimally sufficient phase indicator set consisting of 21 indicators. The set is organized according to a 2+1 configuration for each phase including two process indicators and one threshold indicator. Process indicators describe the formation of a phase-specific regime, while threshold indicators record the event or documented condition through which the key result of the phase becomes analytically fixed. For each indicator, the article specifies its phase linkage, form of observation, admissible source types, and minimum conditions for verifiable coding. Where direct evidence is unavailable or incomplete, indirect indicators may be used only under a restricted regime that requires explicit labeling of assumptions and justification of their connection with the measured component. The resulting framework is methodological in nature and is intended for further empirical testing on specific pipeline corridors.

Keywords: pipeline project life cycle, spatial-phase model, measurement architecture, phase interpretation, phase indicator set, cross-border pipeline corridors

For citation: Mafratoglu M. Methodology for Measuring and Interpreting the Phases of the Pipeline Project Life Cycle Model: A Minimally Sufficient Phase Indicator Set. *Pacific Geography*. 2026;(3):50–63. (In Russ.). https://doi.org/10.35735/26870509_2026_27_5

Введение

Магистральные трубопроводные проекты формируют протяженные линейные системы современной энергетической инфраструктуры. Они пересекают природно-географические барьеры, административные границы и разные институциональные режимы. В логистической географии такие системы рассматриваются как пространственно организованные потоки, закрепленные в коридорах и узлах [1]. Их устойчивость определяется не только технической пропускной способностью, но и конфигурацией маршрута, транзитными режимами и степенью институциональной управляемости потоков. Как крупные инфраструктурные проекты, магистральные трубопроводы отличаются высокой капиталоемкостью, длительным циклом реализации и сложным составом участников [2].

Устойчивость маршрута зависит не только от технических параметров, но и от переговорных режимов, транзитного торгового и отношений между государствами и компаниями [3,

4]. Поэтому трубопроводный проект можно рассматривать как инфраструктурную систему потоков, в которой пространственная конфигурация и институциональная согласованность совместно определяют устойчивость коридора.

В анализе трубопроводной инфраструктуры сохраняется методологический разрыв. Модели жизненного цикла и фазовые схемы применительно к трубопроводному транспорту нередко остаются описательными. Стадии фиксируются как последовательность, но не получают сопоставимых измерителей, пригодных для межпроектного и межкуридорного анализа [5].

Для магистрального трубопровода как протяженной системы такое ограничение особенно существенно. Разные участки трассы, узлы и пограничные пересечения могут одновременно находиться в разных режимах согласования, управляемости и риска [1, 5]. Поэтому фазу трудно сводить к единому календарному интервалу. Длительный жизненный цикл трассы, ограниченные возможности переориентации потоков и зависимость от транзитных режимов делают особенно важными пороговые события — инвестиционные решения, договорные фиксации и ввод в эксплуатацию. Такие события позволяют определить доминирующую фазу [2, 3]. Особенно наглядно эта проблема проявляется в Черноморско-Каспийском макрорегионе, где трубопроводные маршруты включены в конкурирующие геоэкономические и транспортно-инфраструктурные конфигурации [6].

Жизненный цикл трубопроводного проекта (ЖЦП) ранее был обоснован как пространственно-фазовая модель, в которой трубопроводная инфраструктура трактуется не только как последовательность инженерно-технологических стадий, но и как смена относительно устойчивых пространственно-институциональных состояний энергетического коридора [5]. Однако для аналитического применения модели необходима измерительная схема, позволяющая фиксировать фазы по наблюдаемым и сопоставимым признакам, а не только по календарному положению проекта.

Цель статьи состоит в разработке воспроизводимой логики фазовой интерпретации ЖЦП и формировании минимально достаточного фазового индикаторного набора. Для достижения цели решаются три задачи: определить показатели, соотносимые с отдельными фазами модели; установить минимальные правила их операционального описания; определить источники, достаточные для воспроизводимого кодирования.

Материалы и методы

Основное внимание уделено правилам перевода пространственно-фазовой модели ЖЦП [5] в процедуру воспроизводимого анализа и построения минимально достаточного фазового индикаторного набора. В центре анализа находятся три вопроса: по каким признакам можно распознать доминирование фазы; какие показатели позволяют зафиксировать процесс и фазовый порог; какие источники достаточны для проверяемого кодирования.

Источниковая база исследования включает проектно-технические материалы, корпоративную отчетность, государственные стратегии и программы, регуляторные решения, межгосударственные соглашения, материалы оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) и оценки экологического и социального воздействия и др. Статья ограничена методической постановкой вопроса: не проводится оценка отдельных проектов, не строятся межпроектные рейтинги и композитные индексы, не выполняется численная профилизация и не разрабатывается полный протокол реализации в геоинформационной системе (ГИС). Эти задачи отнесены к следующему этапу эмпирической апробации.

ЖЦТ как измерительная архитектура: плоскости интерпретации

ЖЦТ используется как измерительная архитектура. Фаза понимается не как календарная стадия, а как относительно устойчивый пространственно-институциональный режим функционирования и управления инфраструктурой. Такое понимание соотносится с представлениями общественной географии о пространственной организации общества [7], с подходами гуманитарной географии к институционализации исследовательских полей [8], а также с трактовкой территориальных систем как пространственно организованных сочетаний хозяйства, населения, инфраструктуры и управления [9]. В более широком контексте такая трактовка согласуется и с современными исследованиями логистических пространств и инфраструктурных потоков, где устойчивость системы связывается с конфигурацией связей, режимами координации и организацией движения потоков [1].

Измерительная интерпретация ЖЦТ строится в трех взаимосвязанных плоскостях: пространственной, институциональной и акторной. Пространственная плоскость показывает, где фиксируются признаки фазы: на сегментах трассы, в узлах, коридорах и пограничных пересечениях. Институциональная плоскость отражает степень нормативной определенности маршрута, устойчивость межгосударственных и корпоративных соглашений, а также адаптацию транзитных и эксплуатационных режимов. Акторная плоскость позволяет описывать состав участников, распределение ответственности и плотность взаимодействий, что важно для трансграничных коридоров с многоуровневой системой управления [2–4]. В такой логике фаза выступает как состояние проекта, распознаваемое через связь ключевого результата, порогового события и процесса его достижения.

Индикаторное поле ЖЦТ строится по фазовому принципу. Каждый показатель связан с той фазой, в которой он имеет наибольшее интерпретационное значение, и фиксируется либо как процессный, либо как пороговый. Процессные индикаторы показывают ход формирования фазового состояния: изменение потоков, усложнение состава участников, стабилизацию эксплуатационных параметров, динамику участия и другие признаки, предшествующие достижению фазового порога. Пороговые индикаторы, напротив, фиксируют момент институционального или операционного закрепления фазы: принятие решения, ввод объекта в эксплуатацию, деэскалацию конфликтности или вывод инфраструктуры из эксплуатации.

Поэтому пороговые переменные целесообразно задавать в формате «наличие / дата» либо как иной событийно-временной маркер. Процессные переменные могут измеряться в метрических, относительных или нормированных шкалах и интерпретируются как признаки приближения к ключевому результату соответствующей фазы.

Для ряда фаз процессные индикаторы отражают не отдельные факты, а структурные условия формирования соответствующего режима. Например, число пересечений государственных границ и плотность гидропереходов характеризуют не только морфологию трассы, но и переговорную, разрешительную и инженерную нагрузку маршрута на фазе II. Аналогично земельно-имущественные споры и процедуры отчуждения на фазе IV фиксируют не единичный юридический эпизод, а социально-правовой процесс, влияющий на управляемость строительной логистики и достижение порога «первый поток».

Фазовая атрибуция, ключевой результат и межфазовые переходы

Ключевой результат фазы не означает ее мгновенного завершения. В трансграничных линейных инфраструктурных проектах достижение ключевого результата показывает, что фаза реализовала свой основной аналитический эффект. Однако связанные с ней процессы могут сохраняться и после этого. После его достижения начинается следующая фаза, тогда как предыдущая может продолжать действовать на отдельных сегментах трассы, в узлах, пограничных пересечениях или в отдельных контурах управления.

Поэтому межфазовый переход в логике ЖЦТ понимается не как одномоментная замена одной стадии другой, а как пространственно асинхронное смещение доминирующего режима. Такая трактовка важна для международных трубопроводных проектов, где участки коридора и уровни институциональной координации развиваются в разных ритмах. Подобная неодновременность и наложение режимов согласуются с выводами исследований мегапроектов и пространственно организованных потоков [1, 2].

Фазовая атрибуция не сводится к отнесению проекта к фазе по одному признаку. Она строится на согласованном чтении пороговых и процессных индикаторов и сопоставлении разнородных источников. Если фазовый порог документально зафиксирован и не противоречит процессным признакам, именно он служит главным ориентиром для атрибуции. Если порог еще не достигнут или его фиксация недостаточно надежна, решение принимается по совокупности двух процессных индикаторов, указывающих на одну доминирующую фазу. При сочетании признаков соседних фаз приоритет получает та фаза, характеристики которой в большей степени соответствуют ее ключевому результату. Если однозначный вывод сделать нельзя, случай фиксируется как пограничный и требует дополнительной источниковой проверки.

Правила фазовой атрибуции обобщены в фазовой структуре ЖЦТ, где для каждой фазы определены фазовый порог и ключевой результат (табл. 1). Таблица служит нормативно-методическим каркасом для привязки индикаторов к фазам: календарное перекрытие допускается, но каждая фаза распознается через собственный порог и результат. Событийная трактовка порогов согласуется с проектной логикой управления решениями и контрольными точками [10], а их институциональная наблюдаемость рассматривается как условие практической обоснованности измерения [11].

Таблица 1

Фазовая структура ЖЦТ и логика измерения

Table 1. Phase structure and measurement logic of the pipeline project life-cycle model

Фаза ЖЦТ	Момент доминирования (фазовый порог)	Ключевой результат фазы
1. Предпроектный ресурсно-географический анализ	Первичное институционально-документальное оформление трубопроводной инициативы на основе ресурсно-географической оценки	Закрепление идеи трубопроводного коридора в стратегических и корпоративных документах
2. Маршрутизация и институциональное согласование	Выделение базового коридора и запуск формализованного межгосударственного согласования	Институционально зафиксированный приоритетный маршрут
3. Проектирование и финансово-организационная сборка	Достижение стадии окончательного инвестиционного решения	Согласованный проектно-финансовый пакет и организационная структура
4. Строительство и ввод в эксплуатацию	Начало необратимых физических инвестиций и развертывание строительной логистики	Физически завершенная инфраструктура, доведенная до порога первого потока
5. Эксплуатация, модернизация и институциональная адаптация	Переход к устойчивому режиму эксплуатации и управленческой оптимизации	Стабилизированная эксплуатационная модель в коммерческом и регуляторном режиме
6. Социально-пространственная адаптация и конфликтность	Превращение социальных реакций и конфликтов в системный фактор устойчивости проекта	Институционализированный механизм урегулирования жалоб и компенсаций либо устойчивая конфигурация конфликтности
7. Трансформация, консервация и демонтаж инфраструктуры	Документируемая утрата инфраструктурой стратегической функции в энергетической системе	Перепрофилирование, консервация или демонтаж инфраструктуры

Примечание. Фазовая атрибуция в данной работе опирается на принцип доминантной фазовой релевантности. Календарное и пространственное перекрытие фаз допускается, однако каждая фаза распознается через собственный фазовый порог и ключевой результат.

Под моментом доминирования понимается тот рубеж, после которого соответствующая конфигурация признаков становится аналитически ведущей. Поэтому фаза не назначается по одному признаку, а подтверждается согласованным чтением пороговых и процессных индикаторов и сопоставлением разнородных источников [12]. Такой подход снижает зависимость интерпретации от одного источника или признака и обеспечивает воспроизводимость и проверяемость процедуры [13].

Принципы отбора и группировки индикаторов

Отбор индикаторов направлен на воспроизводимое описание пространственной динамики и управляемости трубопроводного проекта в рамках фаз ЖЦТ. Приоритет отдан показателям, которые допускают пространственную и институциональную интерпретацию без сведения результатов к интегральным индексам и рейтингам [14–16]. Такой подход сохраняет чувствительность анализа к фазовой неоднородности и различиям в типе фиксации, наблюдаемости и надежности источников.

Каждый показатель закрепляется за одной доминирующей фазой по принципу доминантной фазовой релевантности и фиксирует либо фазовый порог, либо процесс формирования ключевого результата. Поэтому индикатор рассматривается не как универсальная характеристика проекта в целом, а как измеритель определенного фазового состояния.

Индикаторный набор организован по конфигурации «два процессных и один пороговый показатель» на каждую фазу. Такая структура задает минимально достаточную внутрифазовую логику проверки. Она позволяет одновременно фиксировать ход формирования режима и момент его порогового закрепления, не расширяя набор до избыточного числа показателей. Развернутое содержание этой конфигурации и ее операциональная спецификация представлены в разделе результатов.

При отборе дополнительно учитываются два требования: пространственная интерпретируемость для протяженных и неоднородных объектов и институциональная обоснованность, т.е. документируемая связь показателей с практиками регулирования, договорными режимами и организационными процедурами управления проектом [3, 4, 11]. Их совместное применение особенно важно для трансграничных трубопроводных систем, где пространственная конфигурация коридора и институциональная конфигурация управления часто развиваются несинхронно. Поэтому один и тот же сегмент может иметь разную степень пространственной устойчивости, нормативной определенности и акторной согласованности, что требует фазо-ориентированного, а не усредняющего подхода к измерению.

Самостоятельным критерием выступает минимальная достаточность набора показателей, предпочтение отдается тем индикаторам, которые отражают ключевые фазовые различия и могут быть проверены по публично доступным либо документируемым источникам. Отбор индикаторов основан на пяти критериях: прямое отношение к ключевому результату соответствующей фазы; возможность воспроизводимой фиксации по проверяемым данным и документам; ясная принадлежность к процессному либо пороговому типу; функциональная дополняемость внутри одной фазы; применимость как к полным, так и к сокращенным траекториям ЖЦТ.

Прозрачность операционализации обеспечивается тем, что для каждого индикатора заранее задаются его определение, шкала или единица измерения, допустимые типы источников, минимальные требования к доказательной базе и границы интерпретации. Источники различаются по функциональной роли: официальная статистика и материалы мониторинга, нормативно-регуляторные документы, корпоративная и проектная документация, научные и отраслевые базы, а при необходимости — допустимые косвенные источники. Такое разграничение повышает надежность фазовой интерпретации и делает процедуру проверки более понятной.

Выбор шкал измерения подчинен задаче сопоставимости при неоднородности источников. Для пороговых индикаторов приоритет имеют событийно-временные признаки в формате «наличие / дата». Для процессных показателей более уместны метрические и

относительные величины, отражающие динамику приближения к ключевому результату. Малые упорядоченные шкалы 0–2 используются только там, где качество реализации нельзя надежно выразить одной метрикой. В этом случае шкала выступает не техническим дополнением к индикатору, а частью его интерпретации.

Использование косвенных показателей допускается только при дефиците прямых данных. Их применение допустимо при двух условиях: связь с процессом или порогом фазы объяснена, а результат может быть проверен по независимому источнику или альтернативному индикатору той же фазы. Если эти условия не выполняются, такой показатель рассматривается как ограничение данных, а не как полноценное измерение. Для институционально-управленческого блока, наиболее чувствительного к составу источников, обязательны маркировка статуса измерителя и внутрифазовая триангуляция¹, поскольку существуют риски измерения, основанного на косвенных показателях [17–19].

Базовой единицей фазового кодирования выступает трубопроводный проект или коридор в целом. Сегменты трассы, узлы и пограничные пересечения рассматриваются как уровни пространственной детализации в тех случаях, когда это допускается составом и качеством источников. При кодировании необходимо различать отсутствие признака, отсутствие верифицируемых данных и неприменимость показателя к конкретному случаю; эти состояния не должны интерпретироваться как равнозначные.

Для отдельных пороговых показателей допускается контекстное задание порога и периода наблюдения. Универсальные значения таких параметров не устанавливаются; воспроизводимость обеспечивается фиксацией источника порогового значения, даты наблюдения и обоснования его применимости к рассматриваемому коридору.

Управление данными в данной статье понимается не как техническое приложение к методике, а как условие ее проверяемости. Если для индикатора неясны происхождение данных, способ их фиксации и последовательность обращения к источнику, такая интерпретация трудно воспроизводима даже при формально корректной конструкции показателя. Поэтому для набора важны не только сами измерители, но и прозрачность их документирования, хранения и повторной проверки. В этом смысле предлагаемый подход соотносится с принципами обнаружимости, доступности, совместимости и пригодности к повторному использованию исследовательских данных [20] и одновременно создает основу для последующей реализации в геоинформационной системе.

Результаты и их обсуждение

Основным результатом исследования является минимально достаточный фазовый набор из 21 индикатора, дополненный правилами интерпретации, источниковой проверки и операционального описания. Индикаторы рассматриваются как взаимосвязанные признаки фазового состояния, позволяющие различать процесс формирования ключевого результата и момент его порогового закрепления. Состав набора представлен в табл. 2.

Табл. 2 задает минимально достаточную конфигурацию показателей для фазового чтения ЖЦТ по связке «процесс — порог». Ее основная функция состоит не в исчерпывающем описании всех возможных параметров трубопроводного проекта, а в выделении тех признаков, которые позволяют распознавать фазовое состояние проекта без перехода к интегральному индексу или рейтинговой оценке.

Вместе с тем одного перечня показателей недостаточно для воспроизводимой интерпретации. Для эмпирической апробации необходимо определить способы фиксации показателей, источники их проверки и условия использования косвенных данных; соответствующая операциональная спецификация представлена в табл. 3.

¹ Под внутрифазовой триангуляцией понимается сопоставление порогового и процессных индикаторов одной фазы с использованием независимых типов источников.

Таблица 2

Минимально достаточный фазовый индикаторный набор: фиксация фазовых порогов
и процессов достижения ключевых результатов ЖЦП

Table 2. Minimally sufficient phase indicator set: recording phase thresholds and the processes leading
to key phase results in the pipeline project life-cycle model

№	Фаза ЖЦП	Индикатор	Тип фиксаци	Измеряемый компонент	Ед. изм. / шкала
1	I	Ожидаемый экспортируемый поток	Процесс	Геоэкономическая реализуемость коридора	млрд м³/год; млн т/год
2	I	Концентрация поставок и маршрутов по индексу Херфиндаля—Хиршмана	Процесс	Уязвимость конфигурации поставок	индекс 0–1
3	I	Стратегическое или корпоративное закрепление коридора	Порог	Документальная фиксация трубопроводной инициативы	да/нет; дата
4	II	Число пересечений государственных границ	Процесс	Пространственно-институциональная сложность маршрута	ед.
5	II	Плотность гидропереходов и критических пересечений	Процесс	Инженерно-пространственная сложность маршрута	ед./100 км
6	II	Количество и качество межгосударственных соглашений	Порог	Институциональная фиксация маршрута	ед.; 0–2
7	III	Длительность разрешительных процедур	Процесс	Регуляторная готовность к окончательному инвестиционному решению	дни/мес.
8	III	Акторная диверсификация проекта	Процесс	Конфигурация участников проекта	индекс 0–1
9	III	Окончательное инвестиционное решение	Порог	Инвестиционно-решенческий порог	да/нет; дата
10	IV	Отклонение сроков	Процесс	Управляемость строительной логистики	дни/мес.
11	IV	Земельно-имущественные споры и процедуры отчуждения	Процесс	Социально-правовые барьеры строительства	ед.; ед./100 км
12	IV	Ввод в эксплуатацию, или первый поток	Порог	Операционный порог ввода	да/нет; дата
13	V	Коэффициент использования мощности	Процесс	Стабилизация режима потоков	%
14	V	Длительность простоев	Процесс	Эксплуатационная устойчивость	ч/год
15	V	Дата начала коммерческой эксплуатации	Порог	Порог устойчивой эксплуатации	да/нет; дата
16	VI	Интенсивность участия и консультаций	Процесс	Институционализация участия	ед.; 0–2
17	VI	Полнота компенсационного механизма	Процесс	Компенсационное обеспечение и снижение претензий	0–2 или %
18	VI	Доля урегулированных жалоб	Порог	Порог деэскалации и урегулирования	%; дата при наличии
19	VII	Риск «застрявших» активов	Процесс	Давление к трансформации или консервации	индекс 0–1
20	VII	Доля перепрофилирования	Процесс	Потенциал перепрофилирования коридора	%
21	VII	Выведенная из эксплуатации протяженность	Порог	Порог фактического вывода инфраструктуры	км; дата

Примечание. В табл. 2 каждый показатель закреплен за одной доминирующей фазой и интерпретируется либо как процесс формирования ключевого результата, либо как фазовый порог его фиксации. Набор организован по конфигурации «два процессных и один пороговый показатель» на каждую фазу. Такая структура обеспечивает внутрифазовую проверку без перехода к интегральным индексам и межфазовому ранжированию.

Операциональная спецификация задает минимальные условия воспроизводимого координирования и источниковой проверки показателей, но не заменяет контекстную интерпретацию конкретных трубопроводных проектов.

Таблица 3

Операциональная спецификация минимально достаточного фазового набора ЖЦТ

Table 3. Operational specification of the minimally sufficient phase indicator set of the pipeline project life-cycle model

№	Индикатор	Минимальная операционализация	Источниковая привязка
1	Ожидаемый экспортируемый поток	Годовой ожидаемый экспортируемый поток; при дефиците прямых данных — проектная мощность.	осн.: Ис2, Ис3; косв.: Ис1
2	Концентрация поставок и маршрутов по индексу Херфиндаля—Хиршмана	Индекс рассчитывается как сумма квадратов долей направлений, рынков или маршрутов.	осн.: Ис7; косв.: Ис2
3	Стратегическое или корпоративное закрепление коридора	Наличие проекта или коридора в стратегиях, программах либо корпоративных документах; фиксируется дата первого приоритетного закрепления.	осн.: Ис3 и/или Ис2
4	Число пересечений государственных границ	Число международных границ по трассе; для морских сегментов учитываются исключительные экономические зоны.	осн.: Ис11, Ис1/Ис6; доп.: Ис4
5	Плотность гидропереходов и критических пересечений	Число гидропереходов и критических пересечений на 100 км трассы.	осн.: Ис1, Ис6; косв.: Ис2
6	Количество и качество межгосударственных соглашений	Число межгосударственных соглашений по маршруту и их качество по шкале 0–2; операциональный референтный порог — 2.	осн.: Ис5
7	Длительность разрешительных процедур	Интервал от подачи документации до получения пакета разрешений, достаточного для окончательного инвестиционного решения.	осн.: Ис4; доп.: Ис2; косв.: Ис6
8	Акторная диверсификация проекта	Индекс разнообразия участников по категориям акторов при едином классификаторе участников.	осн.: Ис2; доп.: Ис1, Ис9, Ис4
9	Окончательное инвестиционное решение	Наличие и дата решения об утверждении финансирования и ключевых контрактов.	осн.: Ис2; подтв.: Ис9
10	Отклонение сроков	Разница между фактической и плановой датой достижения порога «первый поток».	план: Ис1/Ис2; факт: Ис2 или Ис4
11	Земельно-имущественные споры и процедуры отчуждения	Число споров, процедур отчуждения и компенсационных случаев; при необходимости — на 100 км трассы.	осн.: Ис8, Ис6; доп.: Ис2; трианг.: Ис13
12	Ввод в эксплуатацию, или первый поток	Наличие и дата первого физического прохождения продукта по системе.	осн.: Ис2; подтв.: Ис4
13	Коэффициент использования мощности	Отношение фактического потока к проектной мощности $\times 100\%$ при фиксированной базе знаменателя.	числ.: Ис7; знамен.: Ис1
14	Длительность простоев	Суммарная длительность простоев за год; правило учета плановых ремонтов фиксируется отдельно.	осн.: Ис2, Ис4
15	Дата начала коммерческой эксплуатации	Наличие и дата начала регулярного коммерческого режима системы.	осн.: Ис4 и/или Ис2
16	Интенсивность участия и консультаций	Число процедур участия и оценка их полноты по шкале 0–2.	осн.: Ис6, Ис2; подтв.: Ис13
17	Полнота компенсационного механизма	Полнота компенсационного механизма по шкале 0–2; учитывается документируемая динамика претензий и споров.	осн.: Ис6, Ис2, Ис4; доп.: Ис8, Ис9*
18	Доля урегулированных жалоб	Доля урегулированных жалоб рассчитывается как отношение числа урегулированных жалоб к числу поступивших жалоб $\times 100\%$; операциональный референтный порог — не менее 80 % в двух последовательных периодах.	осн.: Ис10; доп.: Ис9, Ис6
19	Риск «застывших» активов	Индекс 0–1 по документируемым факторам, подталкивающим к трансформации или консервации инфраструктуры.	осн.: Ис4, Ис9, Ис7, Ис3, Ис2; доп.: Ис1/Ис11, Ис12

№	Индикатор	Минимальная операционализация	Источниковая привязка
20	Доля перепрофилирования	Доля мощности или протяженности, переведенной под иной продукт либо иной режим использования; база расчета фиксируется отдельно.	осн.: Ис1, Ис2, Ис4
21	Выведенная из эксплуатации протяженность	Протяженность выведенных из эксплуатации участков и дата решения; режим учета консервации фиксируется отдельно.	осн.: Ис2, Ис4, Ис1; доп.: Ис12

Примечание. Обозначения в столбце «Источниковая привязка»: осн. — основной источник; косв. — допустимый косвенный источник при отсутствии сопоставимых прямых данных; доп. — дополнительный источник для уточнения и проверки; подтв. — источник подтверждения ключевого факта или даты; трианг. — источник, используемый только в логике триангуляции; план — источник планового значения; факт — источник фактического значения; числ. — источник данных для числителя; знамен. — источник данных для знаменателя.

* Ис9 применяется к показателю № 17 только при участии международных финансовых институтов или кредиторов.

Коды типов источников: Ис1 — проектно-технические документы; Ис2 — корпоративные раскрытия и отчетность операторов / консорциумов; Ис3 — государственные стратегии, программы и планы; Ис4 — регуляторные решения, разрешения и официальные реестры; Ис5 — межгосударственные соглашения; Ис6 — материалы оценки воздействия на окружающую среду и оценки экологического и социального воздействия; Ис7 — статистика потоков, поставок и загрузки мощности; Ис8 — судебные материалы, жалобы и споры; Ис9 — документы финансирования, кредиторов и международных финансовых институтов; Ис10 — отчетность механизма рассмотрения жалоб; Ис11 — картографические и геопространственные данные; Ис12 — данные дистанционного зондирования Земли; Ис13 — материалы средств массовой информации и некоммерческих организаций, используемые только для триангуляции.

Табл. 3 фиксирует минимальные условия воспроизводимого кодирования показателей и их проверяемую источниковую привязку.

В составе минимально достаточного фазового набора сочетаются расчетные показатели, документируемые событийно-временные и метрические переменные, малые упорядоченные шкалы, а также пороги, задаваемые с учетом контекста конкретного проекта. Показатели концентрации по индексу Херфиндала—Хиршмана, акторной диверсификации по индексу Шеннона, коэффициента использования мощности и доли урегулированных жалоб рассчитываются по стандартным формулам или фиксированным правилам расчета. Для показателей № 6, 16 и 17 используется шкала 0–2, различающая формальное наличие механизма, его частичную действенность и полную институциональную выраженность в логике квалиметрического описания качества реализации [21]. Для показателей, зависящих от фиксированной базы или отдельного режима учета, принципиальное значение имеют стабильность знаменателя, правило учета простоев, а также согласованность базы расчета мощности, протяженности или периода наблюдения. Показатель № 19 в этой логике трактуется как индикатор документируемого структурного давления к трансформации или консервации, а не как самостоятельный прогноз рыночной динамики.

Особого внимания требует использование косвенных источников, а также материалов средств массовой информации и некоммерческих организаций. Такие данные не должны подменять проектную, договорную, регуляторную или корпоративную документацию. Их роль ограничивается уточнением и проверкой спорных случаев, прежде всего в ситуациях, когда прямые источники отсутствуют, неполны или противоречат друг другу. Поэтому материалы типа Ис13 используются только в логике триангуляции и не рассматриваются как самостоятельная основа фазовой атрибуции.

Схематический пример фазового чтения

Для демонстрации внутрифазового чтения рассматривается условный пример фазы II — маршрутизации и институционального согласования. Его задача состоит не в

эмпирической оценке конкретного проекта, а в показе того, как сочетание двух процессных и одного порогового индикатора используется для атрибуции доминирующей фазы. Аналогичная последовательность применяется к остальным фазам на основе показателей и источников, представленных в табл. 2 и 3.

Фаза II (маршрутизация и институциональное согласование)

Для наглядности можно представить трансграничный трубопроводный коридор, выбор которого требует согласования сразу в нескольких юрисдикциях. В такой конфигурации ключевой результат фазы II связан с институциональной фиксацией маршрута, т.е. с моментом, когда договорная база уже позволяет перейти от предварительного выбора трассы к проектированию.

Процессная часть фазы фиксируется индикаторами пространственной сложности. Число пересечений государственных границ (№ 4) отражает институциональную многослойность маршрута; при морских сегментах применяется правило учета исключительных экономических зон. Плотность гидропереходов и критических пересечений (№ 5) рассчитывается как число таких пересечений на 100 км трассы и интерпретируется как характеристика инженерно-пространственных условий, от которых во многом зависит переговорная и регуляторная нагрузка.

Порог фазы определяется индикатором «Количество и качество межгосударственных соглашений» (№ 6): учитываются число соглашений по маршруту и их качество по шкале 0–2; пороговым ориентиром служит значение 2. Доминирование фазы II фиксируется по дате, когда ключевое соглашение достигает этого уровня и тем самым обеспечивает практическое закрепление трассы.

Даже после достижения такого порога процессная нагрузка может сохраняться: отдельные пересечения, транзитные режимы или технически сложные участки нередко требуют повторных согласований. Поэтому в реальной пространственной конфигурации фаза II способна частично накладываться на фазу III. Фаза II сохраняет доминирование, пока согласовательная нагрузка остается аналитически ведущей, а пороговый индикатор подтверждает закрепление маршрута.

Порядок чтения соответствует табл. 2 (№ 4–6: процесс → порог) и табл. 3. Порог № 6 верифицируется по межгосударственным соглашениям (Ис5), тогда как показатели № 4–5 кодируются по картографическим данным (Ис11), проектно-техническим документам (Ис1) и материалам ОВОС или оценки экологического и социального воздействия (Ис6) с дополнительной проверкой при необходимости.

Методологические результаты и ограничения

Предложенная в статье рамка важна прежде всего тем, что позволяет интерпретировать фазы ЖЦТ без сведения разнородных характеристик к единому интегральному значению. Фазы рассматриваются как пространственно-институциональные режимы функционирования инфраструктуры, что соотносится с представлениями современной российской общественной географии о территориальных системах и пространственных структурах регионального развития как о динамичных конфигурациях взаимосвязанных элементов и режимов функционирования [9]. С методической точки зрения такой подход требует явных правил фазовой атрибуции и внутрифазовой проверки показателей. В прикладном отношении он открывает возможность дальнейшей операционализации на материале конкретных проектов и коридоров с учетом их сегментной неоднородности и различий в пространственной локализации признаков.

Основной методологический результат статьи состоит в том, что предложенный набор индикаторов и правила его чтения образуют единую воспроизводимую схему, пригодную для последующей эмпирической апробации. Поэтому данную схему уместнее рассматри-

вать не как завершенную прикладную модель оценки, а как методическую основу для дальнейших исследований.

Ограничения предложенной схемы связаны прежде всего с неравномерной доступностью и качеством данных по странам, сегментам и фазам проекта, а также с институциональной и пространственной неоднородностью трансграничных коридоров. В этих условиях особенно важно ясно обозначать статус источников и измерителей и сохранять осторожность в фазовой интерпретации, чтобы косвенные показатели не подменяли проектную, договорную и регуляторную документацию там, где доступны первичные материалы.

По этой причине в статье не рассматриваются межпроектные сравнения, численные профили фаз и прикладные процедуры в геоинформационной системе. Эти задачи отнесены к следующему этапу исследования и предполагают апробацию набора на материалах конкретных трансграничных коридоров Черноморско-Каспийского макрорегиона.

Заключение и выводы

Проведенное исследование показало, что фазы жизненного цикла трубопроводного проекта продуктивнее рассматривать не как календарно заданные отрезки проектного цикла, а как меняющиеся пространственно-институциональные режимы инфраструктурного коридора. Для протяженных трубопроводных систем такой подход особенно важен, поскольку разные сегменты маршрута, узлы, пограничные пересечения и контуры управления могут развиваться несинхронно. В результате фазовая интерпретация выходит за пределы описательной схемы и приобретает значение методического инструмента анализа пространственно неоднородных инфраструктурных проектов.

Минимально достаточный фазовый индикаторный набор сформирован таким образом, чтобы, с одной стороны, не перегружать анализ избыточным числом измерителей, а с другой — сохранять различие между процессом формирования фазового состояния и его пороговым закреплением. Поэтому предложенная схема не ориентирована на построение интегрального индекса, межфазовое ранжирование или универсальную оценку эффективности проекта. Ее назначение состоит в согласованном внутрифазовом чтении показателей и подготовке основы для последующей эмпирической проверки на материалах конкретных трубопроводных коридоров.

Для предложенного набора разработана операциональная спецификация, включающая минимальные определения индикаторов, логику их источниковой привязки и условия воспроизводимого кодирования. Это позволяет перейти от общего перечня измерителей к более строгой процедуре интерпретации, в которой сохраняется связь между фазовой логикой модели, наблюдаемыми признаками и возможностью их сопоставимой фиксации. Особое значение имеет различие процессных и пороговых показателей: первые показывают формирование фазового режима, вторые фиксируют момент его аналитического закрепления.

Ограничения исследования связаны с его методологическим характером. В статье не выполнялась прикладная оценка конкретных проектов, не строились численные профили фаз и не проводилось межпроектное сравнение. Эти задачи предполагают следующий этап исследования — эмпирическую апробацию минимально достаточного фазового индикаторного набора на материалах конкретных трансграничных трубопроводных коридоров, прежде всего в Черноморско-Каспийском макрорегионе.

Благодарности. Исследование выполнено при поддержке Министерства национального образования Турецкой Республики в рамках стипендиальной программы YLSY (Закон № 1416). Автор выражает благодарность научному руководителю, доктору географических наук, профессору Ю.Н. Гладкому за научные консультации и ценные замечания. Статья подготовлена в рамках диссертационного исследования автора.

Acknowledgments. This research was supported by the Ministry of National Education of the Republic of Türkiye within the framework of the YLSY scholarship program (Law No. 1416). The author expresses sincere gratitude to his academic supervisor, Doctor of Geographical Sciences, Professor Yu.N. Gladkiy, for scientific guidance and valuable comments. This article was prepared as part of the author's doctoral research.

Литература

1. Coe N.M. Logistical geographies // *Geography Compass*. 2020. Vol. 14. e12506. <https://doi.org/10.1111/gec3.12506>.
2. Flyvbjerg B. What You Should Know About Megaprojects, and Why: An Overview // *Project Management Journal*. 2014. Vol. 45, N 2. P. 6–19. <https://doi.org/10.1002/pmj.21409>.
3. Omonbude E. J. The transit oil and gas pipeline and the role of bargaining: A non-technical discussion // *Energy Policy*. 2007. Vol. 35, N 12. P. 6188–6194. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2007.06.001>.
4. Öge K. Understanding Pipeline Politics in Eurasia: Turkey's Transit Security in Natural Gas // *Geopolitics*. 2021. Vol. 26, N 5. P. 1510–1532. <https://doi.org/10.1080/14650045.2019.1687447>.
5. Мафратоглу М. Пространственная логистика трубопроводного транспорта: многофазовая модель жизненного цикла проекта // *Тихоокеанская география*. 2026. № 2. С. 45–57. https://doi.org/10.35735/26870509_2026_26_4.
6. Маркелов К.А., Усманов Р.Х., Головин В.Г. Черноморско-Каспийский регион: от геополитики к геоэкономике транспортных систем // *Каспийский регион: политика, экономика, культура*. 2019. № 1 (58). С. 74–88.
7. Анимича Е.Г. Пространственная организация общества: постановка проблемы и концептуальные установки // *Известия УрГЭУ*. 2007. № 2 (19). С. 82–85.
8. Гладкий Ю.Н. Гуманитарная география: понятийный статус и институционализация // *Гуманитарный вектор*. 2014. № 2 (38). С. 158–164.
9. Бакланов П.Я. Пространственные структуры и территориальные системы в региональном развитии: избранное. Владивосток: Тихоокеанский институт географии ДВО РАН. 2024. 464 с. <https://doi.org/10.35735/9785604968352>.
10. Мазур И.И., Шапиро В.Д., Ольдерогге Н.Г. Управление проектами: учебное пособие / под общ. ред. И.И. Мазура. 2-е изд. М.: Омега-Л, 2004. 664 с.
11. Гладкий Ю.Н. Географическая праксиология и модернизация страны // *Общество. Среда. Развитие*. 2023. № 4 (69). С. 53–61. https://doi.org/10.53115/19975996_2023_04_053_061.
12. Jick T.D. Mixing Qualitative and Quantitative Methods: Triangulation in Action // *Administrative Science Quarterly*. 1979. Vol. 24, No. 4. P. 602–611. <https://doi.org/10.2307/2392366>.
13. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. Reproducibility and Replicability in Science. Washington, DC: National Academies Press, 2019. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://doi.org/10.17226/25303>. (дата обращения: 28.05.2026).
14. Nardo M., Saisana M., Saltelli A., Tarantola S., Hoffman A., Giovannini E. Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide. OECD Statistics Working Papers. No. 2005/3. Paris: OECD Publishing, 2005. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://doi.org/10.1787/533411815016>. (дата обращения: 28.05.2026).
15. Saltelli A. Composite indicators between analysis and advocacy // *Social Indicators Research*. 2007. Vol. 81. P. 65–77. <https://doi.org/10.1007/s11205-006-0024-9>.
16. Paruolo P., Saisana M., Saltelli A. Ratings and rankings: Voodoo or science? // *Journal of the Royal Statistical Society: Series A*. 2013. Vol. 176, N 3. P. 609–634. <https://doi.org/10.1111/j.1467-985X.2012.01059.x>.
17. Kaufmann D., Kraay A., Mastruzzi M. The Worldwide Governance Indicators: Methodology and Analytical Issues. Policy Research Working Paper No. 5430. Washington, DC: The World Bank, 2010. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://doi.org/10.1596/1813-9450-5430>. (дата обращения: 28.05.2026).
18. Braganza O. Proxyeconomics: A theory and model of proxy-based competition and cultural evolution // *Royal Society Open Science*. 2022. Vol. 9, N 2. 211030. <https://doi.org/10.1098/rsos.211030>.
19. Campbell D.T. Assessing the Impact of Planned Social Change // *Evaluation and Program Planning*. 1979. Vol. 2, No. 1. P. 67–90. [https://doi.org/10.1016/0149-7189\(79\)90048-X](https://doi.org/10.1016/0149-7189(79)90048-X).
20. Wilkinson M.D., Dumontier M., Aalbersberg I. J., Appleton G., Axton M., Baak A., Blomberg N. et al. The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. *Scientific Data*. 2016. Vol. 3. 160018. <https://doi.org/10.1038/sdata.2016.18>.
21. Азгальдов Г.Г., Костин А.В., Садовов В.В. Квалиметрия для всех: учебное пособие. М.: ИД Информ Знание, 2012. 165 с.

References

1. Coe, N.M. Logistical geographies. *Geography Compass*. 2020;(14):e12506. <https://doi.org/10.1111/gec3.12506>.
2. Flyvbjerg, B. What You Should Know About Megaprojects, and Why: An Overview. *Project Management Journal*. 2014;45(2):6–19. <https://doi.org/10.1002/pmj.21409>.
3. Omonbude, E.J. The transit oil and gas pipeline and the role of bargaining: A non-technical discussion. *Energy Policy*. 2007;35(12):6188–6194. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2007.06.001>.
4. Öge, K. Understanding Pipeline Politics in Eurasia: Turkey's Transit Security in Natural Gas. *Geopolitics*. 2021; 26(5):1510–1532. <https://doi.org/10.1080/14650045.2019.1687447>.
5. Mafratoglu, M. Spatial logistics of pipeline transport: a multi-phase model of the project life cycle. *Pacific Geography*. 2026;(2):45–57. (In Russian). https://doi.org/10.35735/26870509_2026_26_4.
6. Markelov, K.A.; Usmanov, R.Kh.; Golovin, V.G. The Black Sea-Caspian region: from geopolitics to the geoeconomics of transport systems. *Caspian Region: Politics, Economics, Culture*. 2019;1(58):74–88. (In Russian).
7. Animitsa, E.G. Spatial organization of society: problem statement and conceptual guidelines. *Bulletin of the Ural State University of Economics*. 2007;2(19):82–85. (In Russian).
8. Gladkiy, Yu.N. Humanitarian geography: conceptual status and institutionalization. *Humanitarian Vector*, 2014; 2(38):158–164. (In Russian.)
9. Baklanov, P.Ya. Spatial structures and territorial systems in regional development: selected works. Vladivostok, Pacific Geographical Institute FEB RAS, 2024; 464 p. (In Russian). <https://doi.org/10.35735/9785604968352>.
10. Mazur, I.I.; Shapiro, V.D.; Olderogge, N.G. Project Management: textbook. 2nd ed. Omega-L: Moscow, Russia. 2004; 664 p. (In Russian).
11. Gladkiy, Yu.N. Geographical praxeology and the modernization of the country. *Society. Environment. Development*. 2023;4(69):53–61. (In Russian). https://doi.org/10.53115/19975996_2023_04_053_061.
12. Jick, T.D. Mixing Qualitative and Quantitative Methods: Triangulation in Action. *Administrative Science Quarterly*. 1979, 24(4): 602–611. <https://doi.org/10.2307/2392366>.
13. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. Reproducibility and Replicability in Science. Washington, DC: National Academies Press, 2019. Available online: <https://doi.org/10.17226/25303>. [Accessed: 28.05.2026].
14. Nardo, M.; Saisana, M.; Saltelli, A.; Tarantola, S.; Hoffman, A.; Giovannini, E. Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide. OECD Statistics Working Papers, no. 2005/3. Paris: OECD Publishing, 2005. Available online: <https://doi.org/10.1787/533411815016>. [Accessed: 28.05.2026].
15. Saltelli, A. Composite indicators between analysis and advocacy. *Social Indicators Research*, 2007;(81):65–77. <https://doi.org/10.1007/s11205-006-0024-9>.
16. Paruolo, P., Saisana, M., Saltelli, A. Ratings and rankings: Voodoo or science? *Journal of the Royal Statistical Society: Series A*, 2013;176(3):609–634. <https://doi.org/10.1111/j.1467-985X.2012.01059.x>.
17. Kaufmann, D., Kraay, A., Mastruzzi, M. The Worldwide Governance Indicators: Methodology and Analytical Issues. Policy Research Working Paper No. 5430. Washington, DC: The World Bank, 2010. Available online: <https://doi.org/10.1596/1813-9450-5430>. [Accessed: 28.05.2026].
18. Braganza, O. Proxyeconomics: A theory and model of proxy-based competition and cultural evolution. *Royal Society Open Science*, 2022;9(2):211030. <https://doi.org/10.1098/rsos.211030>.
19. Campbell, D.T. Assessing the Impact of Planned Social Change. *Evaluation and Program Planning*, 1979;2(1):67–90. [https://doi.org/10.1016/0149-7189\(79\)90048-X](https://doi.org/10.1016/0149-7189(79)90048-X).
20. Wilkinson, M.D.; Dumontier, M.; Aalbersberg, I. J.; Appleton, G.; Axton, M.; Baak, A.; Blomberg, N.; et al. The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. *Scientific Data*. 2016;(3):160018. <https://doi.org/10.1038/sdata.2016.18>.
21. Azgaldov, G.G.; Kostin, A.V.; Sadovov, V.V. Qualimetry for Everyone: textbook. Moscow, InformZnanie Publishing House, 2012; 165 p. (In Russian).

Статья поступила в редакцию 09.04.2026; одобрена после рецензирования 05.06.2026; принята к публикации 10.06.2026.

The article was submitted 09.04.2026; approved after reviewing 05.06.2026; accepted for publication 10.06.2026.

