

Развитие инфраструктурных коридоров

ЧАСТЬ II: Инструментарий и оценка наиболее подходящей модели развития новых инфраструктурных коридоров

Вадим Каптур

Аида Каражанова

АЗИАТСКО-ТИХООКЕАНСКАЯ
ИНФОРМАЦИОННАЯ СУПЕРМАГИСТРАЛЬ
СЕРИЯ РАБОЧИХ ДОКУМЕНТОВ ИЮНЬ 2021



Экономическая и социальная комиссия для Азии и Тихого океана (ЭСКАТО) является наиболее инклюзивной межправительственной платформой в Азиатско-Тихоокеанском регионе. Комиссия продвигает сотрудничество с 53 государствами-членами и 9 ассоциированными членами в поиске решений по вызовам устойчивого развития. ЭСКАТО является одной из пяти региональных комиссии ООН.

Секретариат ЭСКАТО поддерживает инклюзивное, устойчивое развитие в регионе через разработку знаний направленных на практическое приложение, через обеспечение технической помощи и развития потенциала службы в поддержку национальных целей, региональных соглашений и выполнения повестки дня на 2030 по устойчивому развитию.



Затененные области карты обозначают членов и ассоциированных членов ЭСКАТО.¹

¹ Обозначения и презентация материала на этой карте не выражает официального мнения секретариата ООН и не претендует на законодательный статус стран, территорий, городов, или административных территорий касающихся их границ.

Отказ от ответственности (Дисклеймер): Мнения, выраженные в серии рабочих документов Азиатско-Тихоокеанской информационной супермагистрали (AP-IS), следует рассматривать не как отражающие точку зрения Организации Объединенных Наций, а как точку зрения автора (авторов). Рабочие документы описывают исследования, проводимые автором (авторами), и публикуются с целью получения комментариев для дальнейшего обсуждения. Они выпускаются без официального редактирования. Затененные области карты указывают на членов и ассоциированных членов ЭСКАТО. Используемые обозначения и представление материала на этой карте не подразумевают выражения какого-либо мнения со стороны Секретариата Организации Объединенных Наций относительно правового статуса какой-либо страны, территории, города или района или его властей, или относительно определения границ. Организация Объединенных Наций не несет ответственности за доступность или функционирование URL-адресов. Мнения, цифры и оценки, приведенные в этой публикации, являются ответственностью авторов и не обязательно должны рассматриваться как отражающие точку зрения, одобренную Организацией Объединенных Наций. Авторы несут ответственность за любые ошибки. Упоминание названий фирм и коммерческих продуктов не означает одобрения со стороны Организации Объединенных Наций.

Рабочие документы Азиатско-Тихоокеанской информационной супермагистрали (AP-IS) содержат политически актуальный анализ региональных тенденций и проблем в поддержку развития инициативы Азиатско-Тихоокеанской информационной супермагистрали (AP-IS) и инклюзивного развития. Результаты исследований не следует рассматривать как отражающие точку зрения Организации Объединенных Наций. Мнения, выраженные здесь, принадлежат авторам. Этот рабочий документ выпущен без официального редактирования, и используемые обозначения и представленные материалы не подразумевают выражения какого-либо мнения со стороны Секретариата Организации Объединенных Наций относительно правового статуса какой-либо страны, территории, города или района, или его властей, или относительно определения границ.

Контакт:

Секция информационно-коммуникационных технологий и развития
Отдел информационно-коммуникационных технологий и уменьшения опасности бедствий
Экономическая и социальная комиссия ООН для Азии и Тихого океана
Здание Организации Объединенных Наций
Проспект Раджадамнерн Нок, Бангкок 10200, Таиланд
Электронная почта: escap-ids@un.org

Пожалуйста цитируйте документ так:
Вадим Каптур, Аида Каражанова (2021)
Развитие инфраструктурных коридоров.
Часть II: Инструментарий и оценка
наиболее подходящей модели развития
новых инфраструктурных коридоров.
Организация объединенных наций,
ЭСКАТО

Июнь 2021. Бангкок.

Доступно по адресу: <http://www.unescap.org/kp>

Номер для отслеживания: ESCAP / 5-WP / 14-R

Благодарности

Под руководством Тицианы Бонапаче, Директора Департамента по информационно-коммуникационным технологиям (ИКТ) и снижения риска опасностей стихийных бедствий, Экономической и социальной комиссии ООН для Азии и Тихого океана английская и русская версии настоящей серии публикаций «Развитие инфраструктурных коридоров» подготовлены Вадимом Каптуром, проректором по научной работе Одесской национальной академии связи (ОНАС) им. А.С. Попова (Государственного университета интеллектуальных технологий и связи – ГУИТС), Украина и Аидой Каражановой, Отдел ИКТ и развития, ЭСКАТО. Документ содержательно отредактирован на русском языке Еленой Дьяконовой, консультант Отдела ИКТ и развития, ЭСКАТО.

Существенные комментарии предоставили Таи Хунг Ким, Руководитель Отдела информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) для развития, Елена Дьяконова Отдел ИКТ и Развития, ЭСКАТО. Саколлерд Лимкриайнкрай, Отдела ИКТ и Развития, ЭСКАТО оказал административную поддержку и необходимую помощь при выпуске этого документа.

Об авторах: Вадим Каптур (Г-н, Доктор) , консультант ЭСКАТО и Проректор Национальной Академии Телекоммуникаций им. Попова (ONAT), Украина и Аида Каражанова (г-жа и к.б.н., PhD), Офицер по экономическим вопросам, Департамента по ИКТ и Снижению риска стихийных бедствий, ЭСКАТО

Июнь 2021

Секретариат ЭСКАТО выражает боагодарность за участие следующих научных и технических консультантов, представляющих ОНАС им. А.С. Попова (ГУИТС): д-р Елена Князева, д-р Владимир Баляр, Ирина Тимченко Елена Мазуркевич, а также Бекзоду Рахматову из Департамента по развитию транспорта ЭСКАТО и Анне Лобановой, из Департамента по энергетике, ЭСКАТО, которые также провели обзор документов на двух языках и дали существенные предложения.

Представители министерств, государственных агентств, государственных и частных организаций, операторов и назначенных субъектов, работающих в секторах информационных и коммуникационных технологий и телекоммуникационной инфраструктуры, автомобильного и железнодорожного транспорта, электро-энергетики и нефте- и газопроводов из Казахстана, Кыргызстана и Монголии, рассмотрели этот набор инструментов во время серии обучающих семинаров, организованных в мае 2021 года, и стали первой группой, прошедшей обучение по двум веб-инструментам - симулятору инфраструктурного коридора и партнерскому portalу по совместному развертыванию инфраструктуры.

Сводное резюме

Инициатива ЭСКАТО по региональному экономическому сотрудничеству и интеграции (РЭСИ) направлена на продвижение интегрированных рынков товаров, услуг, информации и капитала; возможность подключения к инфраструктуре; финансовое сотрудничество; и экономическое и техническое сотрудничество на основе многомерного и междисциплинарного подхода. Обеспечение бесперебойной связи, включая транспорт, энергетику и ИКТ, является центральным элементом инициативы RECI.

В качестве ключевой части инициатив ЭСКАТО реализовала проект Счета развития Организации Объединенных Наций «Учет трансграничных аспектов Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 года посредством регионального сотрудничества и интеграции (RECI) в странах Азиатско-тихоокеанского региона» с 2018 по 2021 г. Этот проект ЭСКАТО направлен на предоставление информационных продуктов, таких как аналитические отчеты, и укрепление потенциала государств-членов в продвижении беспрепятственной региональной связи и интеграции с упором на комплексное развитие совместной инфраструктуры, включая ИКТ, энергетику и транспорт.

По результату семинаров по наращиванию потенциала для экспертов из Казахстана, Кыргызстана, Монголии и стран Восточной и Северо-Восточной Азии в октябре-ноябре 2019 года подготовлен аналитический отчет, в котором представлен обзор трех межгосударственных интеллектуальных коридоров как продукта знаний. Эти встречи определили ключевое стратегическое направление развития инфраструктуры как «определение потребностей, оценку и выбор первоочередных проектов, направленных на совместное развертывание инфраструктуры ИКТ вместе с транспортными и энергетическими коридорами».

В ответ на потребности государств-членов и с учетом сложных проблем, связанных с ограниченной национальной и региональной инфраструктурой, ключевыми задачами данного исследования являются: (1) предоставить углубленный межотраслевой анализ трех предполагаемых межгосударственных коридоров в рамках проекта RECI, ориентированного на страны (Казахстан и Кыргызстан), (2) предоставить знания и обеспечить наращивание потенциала в сфере определения наиболее перспективных сценариев развития умных транспортных коридоров и (3) содействовать созданию благоприятных условий для развития интеллектуальной инфраструктуры путём совместного развертывания инфраструктур ИКТ, транспорта и энергетики.

В результате предлагается использовать инфраструктурный коридор как привлекательное и разумное решение для связи географических территорий, улучшения региональной и трансграничной связанности. Такой коридор может облегчить поток товаров, услуг, знаний и капитала эффективным с точки зрения затрат и времени образом в контексте Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 года. Современный инфраструктурный коридор, являясь инструментом обеспечения торговли и развития, представляет собой высокотехнологичную транспортную систему, интегрированную с широким спектром информационных и коммуникационных технологий, которая концентрирует транспортные коммуникации в определенном направлении, обеспечивая пассажирские и грузовые перевозки.

Этот исследовательский документ является частью серии «Развитие инфраструктурных коридоров» – набора документов, описывающих стратегический инструментарий, который позволяет лицам, принимающим решения, и владельцам инфраструктуры поддерживать свои решения о развитии новых коридоров. Серия «Развитие

инфраструктурных коридоров» разделена на три основные части:

Часть I

Углубленный анализ перспективных транспортных коридоров «Алматы (Казахстан) – Чолпон-Ата (Кыргызстан)», «Семей (Казахстан) – Рубцовск (Россия)» и «Урджар (Казахстан) – Чугучак (Китай)»

Часть II

Инструментарий и оценка наиболее подходящей модели развития инфраструктурных коридоров

Часть III

Результаты расчётов и определение наиболее подходящей модели развития инфраструктурных коридоров

В этой части серии «Развитие инфраструктурных коридоров» представлена параметрическая модель типичного транспортного коридора, включая классификацию его основных характеристик, методологию определения наиболее подходящей модели развития новых инфраструктурных коридоров и программную реализацию имитационной модели, которая позволяет автоматизировать процесс расчётов.

Методика представлена в виде набора алгоритмов и формул, связывающих базовые параметры параметрической модели с итоговыми показателями экономической эффективности. Выбор наиболее перспективного сценария развития (или группы сценариев) осуществляется на основе средневзвешенной оценки совокупности факторов, среди которых экономический фактор будет доминирующим. Кроме того, методика рассматривает также и различные сценарии партнёрств в рамках каждого из подсценариев развития коридора. Наконец, это исследование содержит описание программной реализации имитационной

модели, разработанной как компонент исследования, которая позволяет автоматизировать расчет вышеупомянутых процессов.

Этот документ был предоставлен для первичного ознакомления и возможных предложений для участников серии интерактивных учебных семинаров на национальном уровне, который собрал экспертов из трех целевых стран проекта: Казахстана, Кыргызстана и Монголии в мае 2021 года.

На онлайн-семинарах презентованы материалы и по инструментам ЭСКАТО ООН (временно доступен по адресу <https://drrgateway.net/regional-toolkits>), для развития новых навыков у политиков и других заинтересованных сторон в использовании методологии и инструментов для эффективного расширения бесшовной трансграничной инфраструктуры посредством инструментов:

- Симулятор комплексных инфраструктурных коридоров - Инструмент моделирования для определения наиболее подходящей модели для развития новых инфраструктурных коридоров.
- Партнерский Портал по совместному развертыванию - направлен на поддержку совместного развертывания инфраструктуры ИКТ с инфраструктурой автомобильного транспорта и энергетики, доступен по адресу <https://co-deployment.online>.

Представители министерств, государственных агентств, государственных и частных организаций, операторов и номинированных структур, занимающиеся отраслевыми направлениями по инфраструктуре ИКТ и электросвязи, автомобильным и железнодорожным транспортом, электроэнергетикой, нефти / газопроводами были приглашены для развития новых навыков и сетевого партнерства.

Содержание

Благодарности.....	3
Сводное резюме.....	6
Список рисунков.....	9
Список таблиц.....	10
Глоссарий.....	11
Список сокращений.....	13
1. Параметрическая модель инфраструктурного транспортного коридора.....	14
1.1. Обобщённая параметрическая модель инфраструктурного коридора.....	14
1.2. Детализация параметров.....	18
2. Методика определения наиболее подходящей модели развития новых инфраструктурных коридоров.....	27
2.1. Обобщённый алгоритм определения наиболее подходящей модели развития новых инфраструктурных коридоров.....	27
2.2. Определение перспективных экономико-технологических потоков на территории инфраструктурного коридора.....	29
2.3. Определение сценариев развития инфраструктурного коридора.....	38
2.4. Определение экономической эффективности реализации сценариев развития инфраструктурного коридора.....	43
2.4.1. <i>Определение капитальных инвестиций на развертывание и регулярных расходов на обслуживание.....</i>	44
2.4.2. <i>Определения эффективности реализации сценариев развития ИК.....</i>	53
2.5. Определение оптимальной комбинации потенциальных партнёров для реализации перспективного сценария.....	55
3. Программная реализация имитационной модели определения наиболее подходящей модели развития новых инфраструктурных коридоров.....	59

Список рисунков

Рисунок 1 - Обобщённая параметрическая модель типового инфраструктурного коридора	15
Рисунок 2 - Взаимоотношение объектов в рамках типовой параметрической модели	17
Рисунок 3 - Обобщённый алгоритм определения наиболее подходящей модели развития новых инфраструктурных коридоров	29
Рисунок 4 - Процесс формирования сметы капитальных инвестиций и регулярных расходов.....	46
Рисунок 5 - Подпроцесс А. Анализ технологических процессов	47
Рисунок 6 - Подпроцесс В - анализ технологических элементов по критерию тривиальности или масштабируемости	48
Рисунок 7 - Подпроцесс С - расчет капитальных инвестиций и затрат на обслуживание с учетом дисконта.....	49
Рисунок 8 - Подпроцесс D – определение срока окупаемости	50
Рисунок 9 - Граф модели выбора потенциальных партнёров для реализации перспективного сценария (упрощенный вид).....	56
Рисунок 10 - Пример графа модели выбора потенциальных партнёров для реализации перспективного сценария с наличием множества прямых и сложных (интегрированных) путей ...	58
Рисунок 11 - Главное рабочее окно имитационной модели.....	59
Рисунок 12 - Блок выбора исследуемого элемента.....	60
Рисунок 13 - Блок вывода основных результатов.....	61
Рисунок 14 - Блок ввода специфических параметров	61
Рисунок 15 - Блок вывода детализированного журнала операций	62
Рисунок 16 - Пример заполнения конфигурационного файла профиля имитационной модели.....	63

Список таблиц

Таблица 1 - Уровень общих параметров инфраструктурного коридора.....	18
Таблица 2 - Уровень специфических параметров видов и объектов инфраструктуры.....	23
Таблица 3 - Матрица межпотокового тяготения	36
Таблица 4 - Объемы потоков.....	36
Таблица 5 - Матрица межпотокового тяготения	37
Таблица 6 - Принцип определения сценария развития для существующего объекта инфраструктуры	40
Таблица 7 - Принцип определения сценария развития для нового объекта инфраструктуры.....	40
Таблица 8 - Исходные данные о наличии и состоянии объектов инфраструктуры в зоне охвата трёх инфраструктурных коридоров (пример)	42
Таблица 9 - Исходные данные об экономико-технологических потоках в зоне охвата инфраструктурных коридоров (пример)	42
Таблица 10 - Набор базовых сценариев развития трёх инфраструктурных коридоров (пример).....	42
Таблица 11 - Затраты на развертывание и обслуживание нетривиальных сегментов	50
Таблица 12 - Затраты на развертывание и обслуживание масштабируемых сегментов.....	52
Таблица 13 - Исходно-расчетные данные для определения эффективности реализации i-го сценария развития ИК (на примере условных данных)	55
Таблица 14 - Выбор оптимального партнера для развертывания ИК «Алматы (Казахстан) – Чолпон-Ата (Кыргызстан)»	57
Таблица 15 - Выбор оптимального партнера на микроуровне для развертывания подсценария S_{id}^f ИК «Алматы (Казахстан) – Чолпон-Ата (Кыргызстан)».....	58
Таблица 16 - Перечень файлов, использующихся имитационной моделью	63

Глоссарий

волоконно-оптическая линия связи – волоконно-оптическая система, состоящая из пассивных и активных элементов, предназначенная для передачи информации в оптическом диапазоне (источник: Википедия)

денежный поток – чистая сумма денежных средств и их эквивалентов, переводимых в бизнес и из бизнеса (источник: www.investopedia.com)

дорожно-транспортная инфраструктура – дорожная сеть и связанная с ней физическая инфраструктура, такая как вывески, освещение и автомобильные заправочные станции.

доступ в Интернет – способность отдельных лиц и организаций подключаться к Интернету с помощью компьютерных терминалов, компьютеров и других устройств для доступа к таким службам, как электронная почта и Всемирная паутина (источник: Википедия)

инфраструктура ИКТ – инфраструктура и системы информационных и коммуникационных технологий (включая программное обеспечение, аппаратное обеспечение, сети и веб-сайты) (источник: www.lawinsider.com)

инфраструктура электроснабжения/электросеть – взаимосвязанная сеть для доставки электроэнергии от производителей к потребителям (источник: Википедия)

коэффициент дисконтирования – коэффициент, используемый для дисконтирования, то есть приведения суммы Денежного потока на n-й шаг многоэтапного расчета эффективности инвестиционного проекта к моменту, называемому моментом снижения. Коэффициент дисконтирования показывает, сколько денег мы получим с учетом времени и факторов риска, насколько уменьшится денежный поток в n-м году, исходя из заданной ставки дисконтирования (источник: <http://1-fin.ru/?id=281&t=341>)

параметрическая модель – модель, позволяющая установить количественную взаимосвязь между функциональными и вспомогательными параметрами системы (источник: собственное определение)

процесс проектирования – общий ряд шагов, которые инженеры используют при создании проектов телекоммуникационных сетей (источник: Википедия)

риск проекта – вероятное событие, в результате которого лицо, принимающее решение, теряет способность достигать запланированных результатов проекта или его отдельных параметров, имеющих временную, количественную и стоимостную оценку (источник: собственное определение)

совместное использование (инфраструктуры) – совместное использование недвижимости и основных средств, включая землю, кабелепроводы, воздуховоды, люки и колодцы, площадки базовых станций, сети переменного тока, магистральные линии, радиoliniии и другие ресурсы,

для избегания дублирования инфраструктуры и снижения расходов (источник: собственное определение)

совместное развёртывание (инфраструктуры) – одновременное развертывание кабельной канализации и/или волоконно-оптических кабелей при строительстве инфраструктуры, такой как новые дороги, автомагистрали, железные дороги, линии электропередач, нефте- и газопроводы (источник: ЭСКАТО)

транспортный коридор – обычно линейная зона, которая определяется одним или несколькими видами транспорта, такими как автомобильные дороги, железные дороги или общественный транспорт, которые имеют общий маршрут (источник: Википедия)

уровень инфляции – устойчивый рост общего уровня цен на товары и услуги в экономике в течение определенного периода времени (источник: Википедия)

чистый денежный поток – разница между приведенной стоимостью притока денежных средств и текущей стоимостью оттока денежных средств за определенный период времени. Данный показатель используется при составлении бюджета капиталовложений и планировании инвестиций для анализа прибыльности прогнозируемых инвестиций или проектов (источник: investopedia.com)

широкополосный доступ – передача данных с широкой полосой пропускания, которая предполагает передачу нескольких сигналов и типов трафика в сети доступа, построенной с использованием различных сред, таких как коаксиальный кабель, оптоволокно, радиозэфир или витая пара (источник: Википедия)

широкополосный доступ в Интернет — доступ в Интернет со скоростью передачи данных, превышающей максимально возможную при использовании коммутируемого доступа с использованием модема и телефонной сети общего пользования. Осуществляется с использованием проводных, оптоволоконных и беспроводных линий связи различных типов (источник: Википедия)

энергетическая инфраструктура – организационная структура, которая позволяет осуществлять масштабную передачу энергии от производителя к потребителю, а также направлять и управлять потоком энергии. Она включает, но не ограничивается, инфраструктуру транспортировки нефти и газа, инфраструктуру транспортировки электроэнергии и т.д. (источник: www.designingbuildings.co.uk)

Список сокращений

AP-IS	Азиатско-Тихоокеанская информационная супермагистраль
СІСТSTI	Комитет по Информационно-коммуникационным технологиям и научно-техническим инновациям
СOTIF	Конвенция о международных железнодорожных перевозках
NPV	чистый денежный поток (Net Present Value)
ВОЛС	волоконно-оптическая линия связи
ИК	инфраструктурный коридор
ИКТ	информационно-коммуникационные технологии
МТК	международный транспортный коридор
НДС	налог на добавленную стоимость
ТК	транспортный коридор
ЧП	чистая прибыль
ЭСКАТО	Экономическая и социальная комиссия ООН для Азии и Тихого океана

1. Параметрическая модель инфраструктурного транспортного коридора

Любой современный инфраструктурный коридор (ИК) является инструментом обеспечения торговли и развития и представляет собой высокотехнологическую систему, концентрирующую на определенном направлении различные коммуникации.

Ключевой задачей ИК является сосредоточение беспрепятственного и экономически эффективного движения различных потоков на магистралях, имеющих необходимую пропускную способность и высокий уровень обустройства.

Целью создания ИК является обеспечение ускорения перевозок, а также их удешевление за счет возникновения дополнительного эффекта масштаба, возникающего при прохождении в полосе коридора инфраструктур нескольких взаимодействующих видов транспорта и телекоммуникаций.

Использование концепции ИК при создании и развитии различных систем позволяет:

- обеспечить согласование приоритетов развития транспортной и экономической инфраструктуры, видов транспорта, территорий;
- снизить издержки, напрямую или косвенно связанные с транспортировкой, за счет концентрации логистических потоков, телекоммуникаций, сокращения необходимого землеотвода и т.д.;
- развивать взаимодействие линейной инфраструктуры в узловых пунктах инфраструктурных коридоров;
- локализовать негативное экологическое воздействие за счет размещения в одной общей полосе коммуникаций разных видов инфраструктур.

Таким образом, перед созданием ИК необходимо построить его модель. В рамках данной модели, главным образом,

моделируются технологические задачи, связанные с выбором технологий сооружения или модернизации путей сообщения, терминалов (хабов), телекоммуникационно-информационных систем и т.п.

При создании ИК должна быть решена проблема технологической совместимости, а именно: технологические объекты построения ИК (транспорт, энергетика и связь) могут быть совокупно объединены в систему, если они обладают свойством совместимости по наиболее существенным видам связей и отношений, т. е. такой общностью по выполняемым функциям, структурным и функциональным свойствам, благодаря которым обеспечивается их совместное функционирование как единой технологической системы в соответствии с заданными изначально параметрами.

1.1. Обобщённая параметрическая модель инфраструктурного коридора

На рис. 1 изображена обобщённая параметрическая модель типового инфраструктурного коридора, отображающая классификацию его основных характеристик, которые в той или иной мере влияют на выбор групп технологий с учетом их совместимости, топологии трассы и масштаба при разработке сценария (модели) построения/развития коридора.

Структурно все параметры можно разделить на два уровня: уровень общих параметров, которые характерны для всего коридора в целом, и уровень специфических параметров видов и объектов инфраструктуры, который включает специфические характеристики для объектов дорожно-транспортной (ДТ), железнодорожной (ЖД), информационно-коммуникационной (ИКТ) и энергетической инфраструктур.

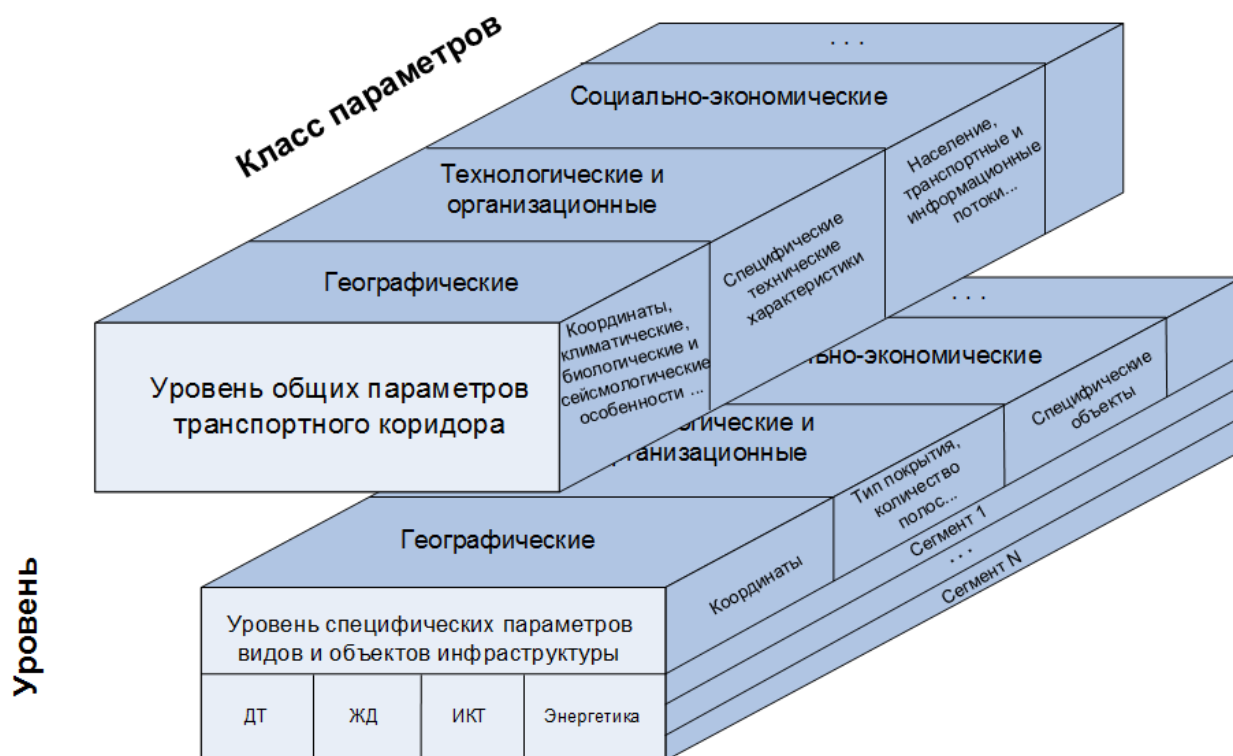


Рисунок 1 - Обобщённая параметрическая модель типового инфраструктурного коридора

Уровень общих параметров включает параметры, характеризующие объект в целом. При этом по способу определения параметры этого уровня могут определяться как централизованно (всё то, что относится одновременно ко всем объектам инфраструктуры и участкам моделируемой трассы соответствующих объектов), так и рассчитываться для каждого конкретного участка в отдельности с последующим обобщением (усреднением) для всего коридора.

В свою очередь, уровень специфических параметров видов и объектов инфраструктуры включает параметры, которые характеризуют лишь отдельные объекты или даже их фрагменты (например, отдельные участки дороги или линии электропередач, входящие в состав того или иного объекта инфраструктуры).

Еще одним ключевым признаком параметров обоих уровней является их разделение на "определяющие", "количественные" и "непрямые".

К "определяющим" параметрам объектов относятся такие параметры, которые однозначно могут определить возможность или невозможность применения тех или иных технологий или же той или иной архитектуры (в пределах одной технологии) строительства объекта инфраструктуры и могут использоваться для определения общей стратегии строительства.

В свою очередь, "количественные" параметры определяют только количественные (масштабные) показатели строительства в пределах объекта или его фрагмента и могут использоваться для определения экономических показателей такого строительства (при условии получения решения о его возможности).

Группа "непрямых" параметров используется для обоснования значений отдельных параметров, а также при принятии решений по формированию соответствующих баз данных по трудоёмкости работ, количеству используемых материалов и т.д.

Следует отметить, что представленная на рис. 1 классификация является динамической

и может дополняться как дополнительными параметрами, так и другими классами параметров в принципе. При этом, если некоторые из параметров являются обязательными для определения способа построения, то остальные носят рекомендательный характер.

Как видно из рис. 1 параметры обоих уровней можно условно разделить по группам классов, которые определяют тип параметров, входящих в определённый класс, и источник информации для определения их условных значений в процессе последующего моделирования сценариев. Итак, предполагаемые типы параметров для оценки наиболее подходящей модели развития новых инфраструктурных коридоров включают в себя следующие классы:

- класс географических параметров;
- класс технологических и организационных параметров;
- класс социально-экономических параметров.

На рис. 2 представлена модель взаимоотношения объектов в рамках типовой параметрической модели построения/развития инфраструктурного коридора. Как видно из представленной на рисунке модели в состав одного инфраструктурного коридора может входить несколько объектов существующей или потенциальной инфраструктуры различных типов (автомобильная дорога, железная дорога, линия электропередач, волоконно-оптическая магистраль и т.п.). При этом каждый из объектов, в свою очередь, также состоит из сегментов, имеющих как базовые характеристики (географические координаты, протяжённость и т.д.), так и специфические (характерные для объекта инфраструктуры определённого типа). Дополнительным уровнем специфических параметров фрагментов инфраструктуры являются относящиеся к ним сооружения (например, мосты, строения, железнодорожные станции, трансформаторные подстанции и т.д.).

К базовым характеристикам инфраструктурного коридора, кроме географических, можно отнести также характеристики, обуславливающие

биологические, климатические и сейсмологические особенности, а также организационно-технические и социально-экономические характеристики территории охвата инфраструктурного коридора. В свою очередь, социально-экономические характеристики среди прочего определяются также населёнными пунктами, расположенными на территории охвата инфраструктурного коридора, а также потоками (пассажиропотоки, грузопотоки, информационные потоки и т.д.), определяющими текущую или потенциальную загруженность тех либо иных объектов инфраструктуры.

Инструментарий и оценка наиболее подходящей модели развития новых инфраструктурных коридоров

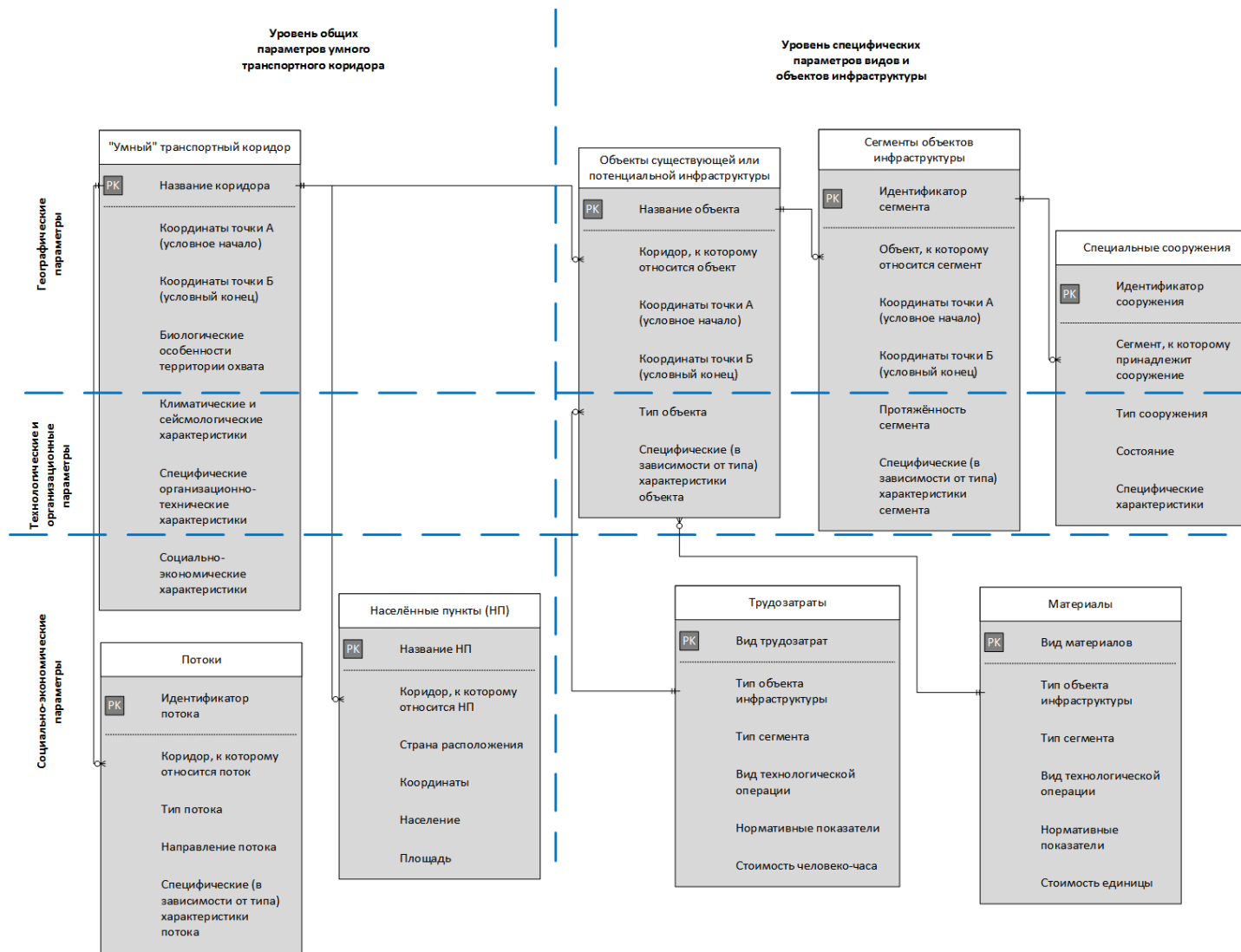


Рисунок 2 - Взаимоотношение объектов в рамках типовой параметрической модели

1.2. Детализация параметров

Уровень общих параметров инфраструктурного коридора

В табл. 1 представлена детализация параметров, относящихся к уровню общих параметров инфраструктурного коридора.

Таблица 1 - Уровень общих параметров инфраструктурного коридора

№ п/п	Название параметра	Единица измерения	Типа параметра*	Примечание
<i>Класс географических параметров</i>				
1	Координаты условного начала коридора	широта и долгота	О, Н	Данные параметры определяют зону охвата инфраструктурного коридора, и как следствие, множество объектов инфраструктуры и населённых пунктов, входящих в эту зону
2	Координаты условного конца коридора	широта и долгота	О, Н	
3	Ширина транспортного коридора	км	О, К, Н	
4	Основной рельеф местности	баллы (от 0 до 10, где 0 – равнинный рельеф на всей площади охвата, 10 – горный рельеф на всей площади охвата)	О, К, Н	Данный параметр показывает, насколько сложным и разнообразным является рельеф коридора, и как следствие, какие вспомогательные инженерные сооружения необходимы для построения инфраструктуры (тоннели, мосты, акведуки, клеверные транспортные развязки)
5	Основные грунты	баллы (от 0 до 10, где 0 – мягкие грунты на всей площади охвата, 10 – твёрдые грунты на всей площади охвата)	О, К, Н	Данный параметр показывает основные породы грунтов в границах коридора. Чем более твердыми являются породы грунтов, тем выше потребность в спецтехнике, которую нужно перебрасывать в коридор развития
6	Уровень развития водных ресурсов на территории охвата	баллы (от 0 до 10, где 0 – водные ресурсы отсутствуют, 10 – большое количество водных ресурсов)	О, К, Н	Данный параметр показывает наличие доступных водных ресурсов, потребность в которых нужно учитывать для всех видов строительных работ
7	Месторождения	–	О, К, Н	Массив разрабатываемых, разведанных или законсервированных

				месторождений полезных ископаемых, которые являются или могут в перспективе стать аттракторами различных потоков
8	Крупные транспортные узлы	–	О, К, Н	Массив крупных транспортных узлов, расположенных на территории охвата (порты, аэропорты), которые являются или могут в перспективе стать аттракторами различных потоков
9	Биологические особенности территории охвата	–	О, К, Н	Массив с информацией о заповедниках, заказниках, расположенных на территории охвата, которые могут, с одной стороны, создавать препятствия при развитии объектов инфраструктуры, а с другой стороны, стать дополнительными аттракторами различных потоков
<i>Класс технологических и организационных параметров</i>				
1	Средняя температура января на территории охвата	°С	О, Н	Данные параметры показывают основные температурные характеристики в самом теплом и самом холодном среднестатистическом месяце. Чем больше разброс температурных характеристик (январь – июнь), тем больше требований к материалам строительства объектов инфраструктуры, и одновременно тем более коротким является период года, в котором возможно производить строительные работы
2	Средняя температура июня на территории охвата	°С	О, Н	
3	Среднегодовое количество осадков на	мм в год	О, Н	Данные параметры определяют класс

	территории охвата			сложности строительства, что влияет на доступные технологии и, как следствие, на стоимость и продолжительность работ по созданию и обслуживанию объектов инфраструктуры
4	Максимальные ветровые нагрузки	кПа	О, Н	
5	Потенциальная интенсивность сейсмических воздействий	Баллы по шкале ШСИ-17	О, Н	
<i>Класс социально-экономических параметров</i>				
1	ВВП на душу населения на территории охвата	долларов США	К, Н	Учитываются показатели как в части условного начала, так и в части условного конца коридора
2	Средняя заработная плата на территории охвата в части условного начала коридора	долларов США / месяц	К, Н	
3	Размер налога на прибыль	%	К	Учитываются показатели как в части условного начала, так и в части условного конца коридора
4	Размер налога с продаж (налога на добавленную стоимость)	%	К	Учитываются показатели как в части условного начала, так и в части условного конца коридора
5	Структура населения (распределение по возрастным группам)	{%}	К, Н	Массив процентов, характеризующих распределение населения по различным возрастным группам (от 7 до 18 лет; от 18 до 65 лет; более 65 лет). Учитываются показатели как в части условного начала, так и в части условного конца коридора
6	Количество домохозяйств в регионе охвата	домохозяйств	К	Используется среднее за период значение
7	Количество бизнес-единиц в регионе охвата	бизнес-единиц	К	Учитывается количество бизнес-единиц, социальных объектов и субъектов местного управления
8	Средние доходы домохозяйств в регионе охвата	долларов США в год	К	Учитываются показатели как в части условного начала, так и в части условного конца коридора
9	Тарифы на услуги связи, транспорта,	{долларов США/единица	К	Массив тарифов на услуги связи, транспорта,

	электроснабжения и т.д. для населения	/месяц}		электроснабжения и т.д. как для населения, так и для бизнеса. Учитываются показатели как в части условного начала, так и в части условного конца коридора
10	Структура расходов населения (распределение по отраслям экономики)	{%}	К	Массив процентов, характеризующих долю затрат населения (от общего объёма среднегодовых затрат) на услуги связи, транспорта, электроснабжения и т.д. Учитываются показатели как в части условного начала, так и в части условного конца коридора
11	Структура расходов бизнес-единиц, социальных объектов и субъектов местного управления	{%}	К	Массив процентов, характеризующих долю затрат бизнес-единиц (от общего объёма среднегодовых затрат) на услуги связи, транспорта, электроснабжения и т.д. Учитываются показатели как в части условного начала, так и в части условного конца коридора
12	Средние объёмы пользования услугами	Условные единицы	К	Массив средних объёмов пользования услугами различных потоков домохозяйствами и бизнес-единицами. В тех единицах, в которых ведется их учет государственными органами статистики, приведенными к условно-натуральному показателю, например, среднее потребление кВт электроэнергии бытовыми потребителями
13	Наличие временного (сезонного) спроса на	{%}	К, Н	Массив процентов, характеризующих долю и

	услуги связи, транспорта и электроснабжения			продолжительность сезонного (например, в летний период) увеличения спроса на услуги связи, транспорта, электроснабжения и т.д. Учитываются показатели как в части условного начала, так и в части условного конца коридора
14	Экономико-технологические потоки на территории охвата	–	К	Массив экономико-технологических потоков (пассажиропотоки, грузопотоки, информационные потоки), циркулирующие на территории охвата коридора, включая информацию о типе потока, его направлении, интенсивности в различное время года, а также детализированную статистическую информацию для определения уровня его неравномерности (например, почасовая статистика за один полный год)
15	Населённые пункты на территории охвата	–	К, Н	Массив населённых пунктов, расположенных на территории охвата коридора, включая информацию о населении, площади и специфических промышленных объектах, расположенных на территории населённого пункта, а также о типе населённого пункта (город, посёлок и т.д.), преобладающем типе застройки и т.д.

* О – определяющий, К – количественный, Н – непрямым

Уровень специфических параметров видов и объектов инфраструктуры

В табл. 2 представлена детализация параметров, относящихся к уровню специфических параметров видов и объектов инфраструктуры.

Таблица 2 - Уровень специфических параметров видов и объектов инфраструктуры

№ п/п	Название параметра	Единица измерения	Тип инфраструктуры	Типа параметра*	Примечание
<i>Класс географических параметров</i>					
1	Координаты условного начала объекта или сегмента	широта и долгота	любой	О	Данные параметры определяют расположение объекта инфраструктуры (или его сегмента) и, как следствие, множество населённых пунктов, расположенных в непосредственной близости от них или специальных сооружений (существующих или планируемых) в рамках сегмента
2	Координаты условного конца объекта или сегмента	широта и долгота	любой	О	
<i>Класс технологических и организационных параметров</i>					
1	Протяженность сегмента	км	любой	К	Данные параметры могут использоваться для оценки стоимости строительства (реконструкции) и эксплуатации сегмента инфраструктуры
2	Количество полос в обоих направлениях	–	автомобильная дорога	К, Н	
3	Объём	м ³	трубопроводы, газопроводы	К, Н	
4	Производительность	м ³ /ч	газопроводы	К, Н	
5	Уровень электрификации	–	железная дорога	О, Н	
6	Уровень напряжения	кВ	линия электропередач	О, Н	
7	Пропускная способность информационной магистрали	количество волокон	волоконно-оптическая линия связи	О, К, Н	

8	Наличие кабельной канализации	–	автомобильная дорога, железная дорога	О, Н	Данные параметры могут использоваться для оценки потенциала совместного развёртывания дорожной-транспортной инфраструктуры с инфраструктурой ИКТ на том либо ином сегменте
9	Покрытие услугами связи	–	автомобильная дорога, железная дорога	О, Н	
10	Специальные сооружения	–	любой	К	Массив специальных сооружений, расположенных вдоль сегмента, включая информацию о типе сооружения (мост, акведук, развязка, заправка, остановка, парковка, станция и т.д.), информацию о его состоянии (уровне изношенности), а также специфические характеристики

<i>Класс социально-экономических параметров</i>					
1	Трудоёмкость и стоимость часа для проведения операций по созданию (строительству) нового (проектируемого), а также реконструкции и/или обслуживания существующего объекта инфраструктуры	–	любой	К	Массив (база данных) технологических операций, входящих в состав единого технологического процесса по строительству, реконструкции и/или обслуживания сегмента (масштабируемого или нетривиального) объекта инфраструктуры того либо иного типа. Каждая запись в базе данных включает название и тип технологической операции, объём трудозатрат (в человеко-часах) по ней в перерасчёте на условную единицу измерения (например, метр протяжённости трассы, метр туннеля и т.д.), а также среднюю стоимость одного человека-часа для операции данного типа (с учётом региона проводимых работ)

2	Количество материалов и специальных средств для проведения операций по созданию (строительству) нового (проектируемого), а также реконструкции и/или обслуживания существующего объекта инфраструктуры	—	любой	К	Массив (база данных) количества материалов и специальных средств, используемых как часть единого технологического процесса по строительству, реконструкции и/или обслуживания сегмента (масштабируемого или нетривиального) объекта инфраструктуры того либо иного типа. Каждая запись в базе данных включает название и тип материала, количество материалов данного типа (в соответствующих единицах измерения) в перерасчёте на условную единицу измерения (например, метр протяжённости трассы, метр туннеля и т.д.), а также среднюю стоимость единицы материала (с учётом региона проводимых работ)
---	--	---	-------	---	---

* О – определяющий, К – количественный, Н – не прямой

2. Методика определения наиболее подходящей модели развития новых инфраструктурных коридоров

2.1. Обобщённый алгоритм определения наиболее подходящей модели развития новых инфраструктурных коридоров

Обобщённый алгоритм определения наиболее подходящей модели развития новых инфраструктурных коридоров представлен на рис. 3.

В качестве исходных данных для работы данного алгоритма, кроме общих характеристик инфраструктурного коридора (согласно параметрической модели, описанной в предыдущем разделе), используется информация об объектах существующей инфраструктуры, а также о перспективных экономико-технологических потоках, циркулирующих на территории инфраструктурного коридора. Следует отметить, что информация о потоках может как задаваться непосредственно (на основе углублённого анализа действующей макро- и мезоэкономической ситуации в регионе охвата), так и вычисляться (определяться) на основе информации о населённых пунктах, крупных промышленных объектах и/или месторождениях полезных ископаемых, расположенных на территории охвата инфраструктурного коридора. Алгоритм определения таких потоков детально описан в подразделе 2.2.

Первым шагом алгоритма (рис. 3) является процедура определения базовых сценариев развития инфраструктурного коридора на основе оценки соответствия состояния объектов существующей инфраструктуры характеристикам перспективных экономико-технологических потоков и определения базовых характеристик новых объектов инфраструктуры (при необходимости их создания).

Под сценарием развития инфраструктурного коридора тут и далее будем понимать совокупность сценариев развития объектов инфраструктуры (автомобильных дорог, железнодорожных линий, линий электропередач, волоконно-оптических линий связи и т.д.), существующих или планируемых к построению на территории охвата данного инфраструктурного коридора. При этом каждый сценарий развития того или иного элемента инфраструктуры может определять необходимость построения (создания) этого элемента инфраструктуры (при его отсутствии), необходимость его реконструкции (например, для расширения пропускной способности объекта инфраструктуры) или отсутствие необходимости любого из действий (например, если существующий объект инфраструктуры полностью удовлетворяет заданным потребностям).

Ключевым принципом данной процедуры является выявление только тех сценариев развития, которые в полной мере удовлетворяют потребностям, определяемым вычисленными или заданными потоками. Детально данная процедура описана в подразделе 2.3. Её результатом является множество базовых сценариев развития инфраструктурного коридора, при которых все объекты инфраструктуры строятся или реконструируются независимо друг от друга.

Следующим шагом алгоритма (рис. 3) является процедура выявления дополнительных сценариев развития инфраструктурного коридора за счёт совместного развёртывания инфраструктуры транспорта и энергетики с инфраструктурой ИКТ. Ключевым принципом данной процедуры является комбинирование процесса строительства инфраструктурных объектов различных типов с целью потенциального сокращения расходов. Детально данная процедура также описана в

подразделе 2.3. Её результатом является множество дополнительных сценариев,

которые в совокупности с базовыми будут подвергнуты дальнейшему анализу.

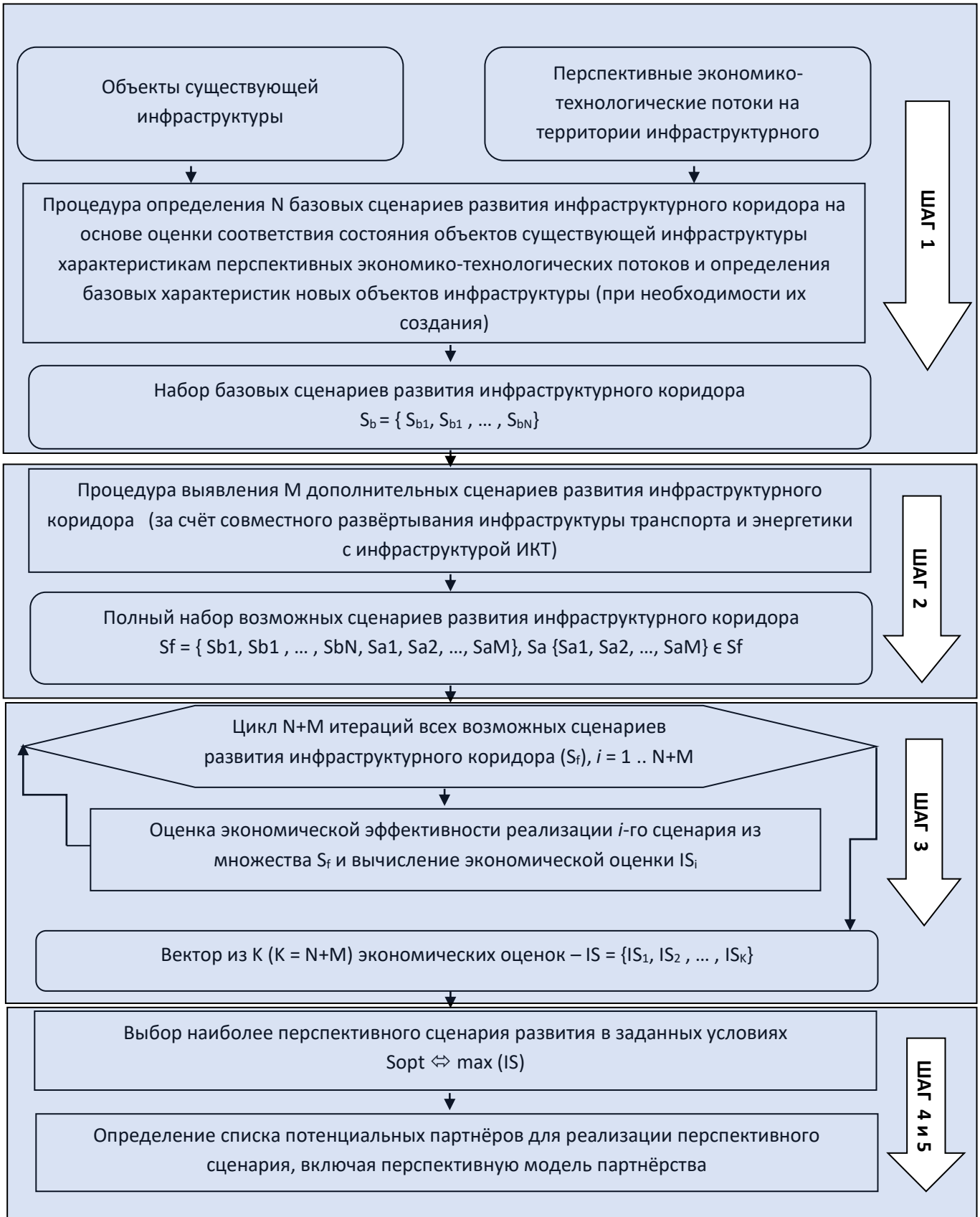


Рисунок 3 - Обобщённый алгоритм определения наиболее подходящей модели развития новых инфраструктурных коридоров

На следующем шаге алгоритма (рис. 3) осуществляется циклический перебор всех возможных сценариев развития инфраструктурного коридора с применением к каждому из них процедуры оценки экономической эффективности его реализации путём вычисления комплексной экономической оценки. Результатом данного цикла является вектор экономических оценок, отражающий потенциальные экономические ожидания от всей совокупности выбранных для анализа сценариев. Детально процедура оценки экономической эффективности реализации сценария развития инфраструктурного коридора описана в подразделе 2.4.

Заключительными шагами алгоритма являются выбор наиболее перспективного (с экономической точки зрения) сценария развития и определение списка потенциальных партнёров для его реализации, включая формирование перспективной модели партнёрства. Детально данная процедура описана в подразделе 2.5.

2.2. Определение перспективных экономико-технологических потоков на территории инфраструктурного коридора

Тут и далее под экономико-технологическим потоком будем понимать совокупность циркулирующих в определённом направлении простейших элементов потока. В контексте инфраструктурных коридоров будем выделять такие виды потоков, как пассажиропоток (движение пассажиров в одном направлении маршрута), грузопоток (количество грузов, перемещаемых в определённом направлении), информационный поток (перемещение информации по каналам связи) и т.д. При этом в ряде случаев целесообразно разделить

эти потоки на транзитные и потоки полного цикла (только в пределах конкретного коридора). Ключевой характеристикой экономико-технологического потока любого вида является его интенсивность, которая может быть неравномерной и зачастую является функцией от времени (месяца, дня недели, времени суток и т.д.).

В основу определения перспективных экономико-технологических потоков положен принцип оценки спроса на его появление за счёт наличия на территории охвата потенциальных источников простейших элементов потока (для пассажиропотока – пассажиров, для грузопотока – грузов, для электропотока – электрических мощностей, а для информационного потока – информации), а также тяготения между этими источниками на одной стороне и потенциальными утилизаторами (приёмниками/потребителями) потока на другой стороне инфраструктурного коридора.

Для определения соответствующих интенсивностей, необходимо изучить и оценить потенциальный спрос на те или иные элементы потока. При этом целесообразно определять как максимальный, так и минимальный спрос. Информация про максимальный поток позволит рассчитать достаточную пропускную способность объектов инфраструктуры. Информация про минимальный поток необходима для определения оптимального размещения объектов инфраструктуры, оценки целесообразности их создания (в случае отсутствия), рекрутинга кадров и пр. в периоды минимальной нагрузки (для недопущения простоев и/или нерентабельного использования активов), а также для решения вопроса о дифференциации тарифной политики (например, в случае взимания платы за проезд). В данном случае дифференциация тарифов (минимизация в периоды

минимальной нагрузки и максимизация – в периоды максимальной) позволит сгладить неравномерность путем перераспределения нагрузки на ИК.

Для удобства расчетов приведем предлагаемую методику в виде последовательных этапов.

Этап 1. Определение потенциального спроса на существующие потоки с учетом объективных факторов. Данные расчеты осуществляются на основании анализа статистической информации о существующих потоках и их пространственно-временных характеристиках.

Учитывая особенности предоставления инфраструктурных услуг, спрос на них может колебаться под влиянием объективных факторов, а именно: времени (в зависимости от времени года, режима отдыха и т.п.), социальных факторов (праздничные дни, отпускные кампании и т.п.) и прочего. Поэтому необходимо определять максимально и минимально возможную нагрузку на поток.

Потенциальный максимальный спрос может быть оценен по следующей формуле:

$$PD = [(UV_n \times QH) + (UV_v \times QB)] \times NUF_{max},$$

где UV_n – средние объемы пользования услугами конкретного потока домохозяйств (в тех единицах, в которых ведется их учет государственными органами статистики, приведенными к условно-натуральному показателю, например, среднее потребление кВт электроэнергии бытовыми потребителями);

QH – количество домохозяйств в данном регионе (в среднем за период);

UV_v – средние объемы пользования услугами конкретного потока бизнес-единиц, социальных объектов и субъектов местного управления на услуги потока (в тех единицах, в которых ведется их учет государственными органами статистики, приведенными к условно-натуральному показателю, например, среднее потребление

кВт электроэнергии производственного назначения);

QB – количество бизнес-единиц, социальных объектов и субъектов местного управления;

NUF_{max} – коэффициент, учитывающий максимальную концентрацию потока, вызванную неравномерностью нагрузки (Non-uniformity factor). Рассчитывается по формуле:

$$NUF_{max} = K_{mkmax} \times K_{dkmax} \times K_{chkmax},$$

K_{mkmax} – наибольший коэффициент концентрации по месяцам года, который выбирается как максимальным из всех полученных значений K_{mki} ,

$$K_{mki} = Qdi / Q;$$

где Q – среднесуточная нагрузка за период (год), $Q = Q_{\Sigma} / 365$, (Q_{Σ} – суммарная нагрузка потока за период);

Qdi – среднедневная нагрузка в i -й месяц;

Например, допустим, что общая нагрузка за январь – 115 ед., февраль – 110 ед., март – 120 ед. и т.д. Общая нагрузка за год – 1400 ед.

$$Q = Q_{\Sigma} / 365 = 1400 / 365 = 3,83$$

(среднесуточная нагрузка за год)

$$K_{mk \text{ янв}} (31 \text{ день в месяце}) = Qdi / Q = (115/31) / 3,83 = 0,96;$$

$$K_{mk \text{ февр}} (28 \text{ дней в месяце}) = Qdi / Q = (110/28) / 3,83 = 1,025;$$

$$K_{mk \text{ март}} (31 \text{ день в месяце}) = Qdi / Q = (120/31) / 3,83 = 1,01 \text{ и т.д.}$$

Условно февраль – месяц с максимальным значением K_{mk} , тогда $K_{mkmax} = 1,025$.

K_{dkmax} – коэффициент концентрации по дням недели, который выбирается как максимальный из всех полученных значений K_{dki} ;

$$K_{dki} = Qwi / Q;$$

Qwi – среднедневная нагрузка в месяц наибольшей нагрузки;

Допустим, для максимального месяца (февраль) среднедневная нагрузка (Qwi):

- по понедельникам: 1 неделя – 3,92; 2 неделя – 3,8; 3 неделя – 3,8; 4 неделя – 3,9;
- по вторникам: 1 неделя – 3,3; 2 неделя – 3,1; 3 неделя – 2,9; 4 неделя – 3,0;
- и т.д.

Средняя нагрузка по понедельникам – $(3,92+3,8+3,8+3,9)/4=3,85$

Средняя нагрузка по вторникам – $(3,3+3,1+2,9+3,0)/4=3,75$ и т.д.

Условно понедельники – дни с максимальной нагрузкой. Тогда коэффициенты концентрации по дням недели определяются как:

$$K_{\text{дк первый понедельник } i} = Q_{wi} / Q = 3.92 / 3.83 = 1,023;$$

$$K_{\text{дк второй понедельник } i} = Q_{wi} / Q = 3.8 / 3.83 = 0,992;$$

$$K_{\text{дк третий понедельник } i} = Q_{wi} / Q = 3.8 / 3.83 = 0,992;$$

$$K_{\text{дк четвертый понедельник } i} = Q_{wi} / Q = 3.9 / 3.83 = 1,018;$$

Таким образом, максимальный коэффициент в первый понедельник февраля, $K_{\text{дкmax}} = 1,023$.

$K_{\text{чкmax}}$ – наибольший коэффициент концентрации по часам суток, который выбирается как максимальное из всех полученных значений $K_{\text{чк}i}$.

$$K_{\text{чк}i} = Q_{hi} / Q;$$

Q_{hi} – нагрузка в i -й час, Qh - среднечасовая нагрузка в год.

Для первого понедельника февраля рассчитываем (почасово, исходя из нагрузки):

1 час – 0,05 ед.;

3 часа – 0,02 ед.;

....

8 час – 0,1 ед.;

...

10 час – 0,12 ед.;

..

12 час – 0,15 ед.;

...

15 час. - 0,17 ед.

и т.д. по часам суток.

Qh - среднечасовая нагрузка в год - $Qh = Q/24 = (Q_{\Sigma} / 365)/24 = (1400/365)/24 = 0,159$

$$K_{\text{чк}1} = Q_{hi} / Qh = 0.05 / 0.159 = 0,314;$$

$$K_{\text{чк}2} = Q_{hi} / Qh = 0.02 / 0.159 = 0,125;$$

.....

$$K_{\text{чк}15} = Q_{hi} / Qh = 0.17 / 0.159 = 1,069.$$

Условно максимальная нагрузка приходится на 15 часов, т.е. $K_{\text{чкmax}} = 1,069$.

Таким образом, в первый понедельник февраля в 15 часов наблюдается пиковая нагрузка за год.

Тогда

$$NUF_{\text{max}} = K_{\text{мкmax}} \times K_{\text{дкmax}} \times K_{\text{чкmax}} = 1,025 \times 1,023 \times 1,069 = 1,12$$

В результате получаем максимально возможный поток с учетом максимально возможной нагрузки, вызванной неравномерностью.

Потенциальный минимальный спрос может быть оценен по следующей формуле:

$$PD = [(UV_n \times QH) + (UV_v \times QB)] \times NUF_{\text{min}}$$

где UV_n – средние объемы пользования услугами конкретного потока домохозяйствами (в тех единицах, в которых ведется их учет государственными органами статистики, приведенными к условно-натуральному показателю, например, среднее потребление кВт электроэнергии бытовыми потребителями);

QH – количество домохозяйств в данном регионе (в среднем за период);

UV_v – средние объемы пользования услугами конкретного потока бизнес-единицами, социальными объектами и субъектами местного управления (в тех единицах, в которых ведется их учет государственными органами статистики, приведенными к

условно-натуральному показателю, например, среднее потребление кВт электроэнергии производственного назначения);

QB – количество бизнес-единиц, социальных объектов и субъектов местного управления;

NUF_{min} – коэффициент, учитывающий минимальную концентрацию потока, вызванную неравномерностью нагрузки (Non-uniformity factor). Рассчитывается по формуле:

$$NUF_{min} = K_{mkmin} \times K_{dkmin} \times K_{chkmin} ,$$

K_{mkmin} – наименьший коэффициент концентрации по месяцам года, который выбирается как минимальный из всех полученных значений K_{mki} ,

$$K_{mki} = Qdi / Q;$$

где Q – среднесуточная нагрузка за период, $Q = Q_{\Sigma} / 365$, (Q_{Σ} – суммарная нагрузка потока за период);

Qdi – среднедневная нагрузка в i-й месяц;

K_{dkmin} – коэффициент концентрации по дням недели, который выбирается как минимальный из всех полученных значений K_{dki} ;

$$K_{dki} = Qwi / Q;$$

Qwi – среднедневная нагрузка в месяц наименьшей нагрузки;

K_{chkmin} – наименьший коэффициент концентрации по часам суток, который выбирается как минимальный из всех полученных значений K_{cki} .

$$K_{cki} = Qhi / Q;$$

Qhi – среднечасовая нагрузка в день минимальной нагрузки.

Поток (максимальный и минимальный) можно оценить также в денежном выражении по формуле:

$$PDM' = [(d_n \times A_n \times QH) + (E_b \times QB)] \times NUF_{max/min},$$

где d_n – доля затрат домохозяйств на услуги конкретного потока;

A_n – средние доходы домохозяйств (в национальной или другой валюте);

QH – количество домохозяйств в данном регионе (в среднем за период);

E_b – средние затраты бизнес-единиц, социальных объектов и субъектов местного управления на услуги конкретного потока;

QB – количество бизнес-единиц, социальных объектов и субъектов местного управления;

$NUF_{max/min}$ – коэффициент, учитывающий концентрацию (максимальную или минимальную) нагрузки потока, вызванную неравномерностью нагрузки (Non-uniformity factor),

либо путем введения в формулу расчета тарифов на соответствующие услуги потока:

$$PDM'' = [(UV_n \times QH \times TP) + (UV_b \times QB \times TB)] \times NUF_{max/min},$$

где TP – тариф на соответствующие услуги для населения;

TB – тариф на соответствующие услуги для бизнеса.

В результате получаем максимально или минимально возможный поток в денежном выражении в период максимальной или минимальной нагрузки.

Пример расчетов этапа 1.

В качестве примера определим максимально возможный поток на трафик Интернет в денежном выражении в период максимальной нагрузки в потоке Алматы → Чолпон-Ата.

Исходя из формулы для определения потока в денежном выражении:

$$PDM'' = [(UV_n \times QH \times TP) + (UV_b \times QB \times TB)] \times NUF_{max},$$

определим на основании статистических данных:

UV_n – средние объемы пользования услугами потока Интернет-трафика домохозяйствами, осуществляющими поездки по маршруту Алматы → Чолпон-Ата в год – 30 Гбайт;

QH – количество домохозяйств в данном регионе – 565 тыс. ед.;

UV_b – средние объемы пользования услугами потока Интернет-трафика бизнес-единицами, осуществляющими перевозки или другие виды коммерческой деятельности по маршруту Алматы → Чолпон-Ата в год – 100 Гбайт;

QB – количество бизнес-единиц (постоянных пользователей потока) – 4000 ед.;

TP – тариф на соответствующие услуги для населения (средний за Гбайт) – 12 \$;

TB – тариф на соответствующие услуги для бизнеса (средний за Гбайт) – 36 \$.

Далее определим NUF_{max} .

$$NUF_{max} = K_{мкmax} \times K_{дкmax} \times K_{чкmax} ,$$

где Q - среднесуточная нагрузка за период,
 $Q = Q_{\Sigma} / 365 = 17350000 / 365 = 47\,534.24$,
 (Q_{Σ} – суммарная нагрузка потока за период,
 $30 \times 565000 + 100 \times 4000 = 17350000$ Гбайт);

Примем, что наибольший коэффициент концентрации (исходя из примера, рассчитанного выше) по месяцам года $K_{мкmax} = 1,025$; наибольший коэффициент концентрации по дням недели $K_{дкmax} = 1,023$; наибольший коэффициент концентрации по часам суток $K_{чкmax} = 1,069$.

$$NUF_{max} = 1,025 \times 1,023 \times 1,069 = 1,1209$$

Таким образом,

$$\begin{aligned} PDM &= [(UV_n \times QH \times TP) + \\ & (UV_b \times QB \times TB)] \times NUF_{max} = \\ & = [(30 \times 565000 \times 12) + (100 \times 4000 \times 36)] \\ & \times 1,1209 = 244,132 \text{ \$ млн.} \end{aligned}$$

Исходя из расчетов, максимально возможный поток трафика Интернет в данном направлении составляет 244,132 \$ млн.

Этап 2. Определение потенциального прироста (сокращения) потока,

происходящего под влиянием субъективных факторов.

К субъективным факторам в данном случае отнесем влияние условий внешнего контура развития ИК (геополитические, макроэкономические), а также особенности внутреннего контура (социальные, климатические и т.п.).

Определение прироста (сокращения) потенциального трафика по данному и другим потокам в данном случае возможно рассчитать на базе применения методического базиса теории экспертных оценок, а именно метода Дельфи. Данный метод базируется на том, что группа экспертов получает исходную информацию о существующем трафике (в виде объемов того или иного вида услуг в натуральном или денежном выражении, полученных из официальных статистических источников), уровне развития экономики, туризма, инфокоммуникаций, энергетики и прочих аспектов, напрямую или косвенно связанных с функционированием данного ИК.

Формируется массив информации, отображающий индивидуальные оценки экспертов по вопросу сохранения (увеличения, уменьшения) трафика данного потока в процессе функционирования данного ИК. Далее посредством итеративной процедуры обсуждения полученных результатов и корректировки оценок формируется итоговый массив оценок по вопросу сохранения (увеличения, уменьшения) трафика в потоке ИК.

Данные оценки целесообразно представлять в виде поправочных коэффициентов (Cf) к существующим объемам трафика потока на данном направлении. Таким образом, если эксперт считает, что трафик в потоке будет сохраняться на том же уровне, то его коэффициент $Cf = 1$. В случае, если мнение эксперта сводится к сокращению трафика, то $Cf < 1$, если к увеличению, то $Cf > 1$.

Аналогично определяется поправочный коэффициент ($Corf$), отражающий возможные изменения трафика под влиянием

внешнего контура ИК. К примеру, наличие нескольких альтернативных маршрутов может снизить трафик ИК, то есть $Corf < 1$. А активное развитие межстранового взаимодействия, перманентный рост импортно-экспортного оборота и прочие факторы свидетельствуют в пользу $Corf > 1$.

Информацию, полученную от экспертов в виде коэффициентов Cf_i и $Corf_i$ по каждому конкретному потоку ИК, располагают в порядке от меньшего значения к большему. Справедливым будем считать тот коэффициент, который является медианой в ряду полученных оценок Cf_i и $Corf_i$.

В результате расчет T_i , T_j или любого другого трафика потока производится следующим образом:

$$T_i = T_{si} \times Cf_i \times Corf_i,$$

где T_{si} – статистические данные о существующих объемах трафика в данном направлении (потоке) из одной точки ИК в другую по существующим альтернативным маршрутам.

Пример расчетов этапа 2.

На этапе 1 получено, что максимально возможный поток на трафик Интернет в данном направлении составляет 244,1 \$ млн.

Методом Дельфи получено, что при формирования ИК «Алматы – Чолпон-Ата» (при условии, что этот маршрут является самым коротким из всех существующих) трафик Интернет может увеличиться (по оценкам экспертов) от 18 до 40% вследствие существенного притока туристов и развития бизнеса. Медианой в данном случае выступит 29%. Таким образом, $Cf_i = 1,29$.

Поправочный коэффициент $Corf_i$ определен экспертами как положительный (вследствие роста уровня потребления трафика под влиянием пандемии COVID-19 и перехода многих социальных и коммерческих процессов к дистанционной форме). Таким образом, $Corf_i$ определен экспертами на

уровне роста трафика на 20-40% (медиана 30%, $Corf_i = 1,3$).

В результате, с учетом существующей ситуации, трафик на данном ИК может иметь такие объемы:

$$T_i = 244,1 \times 1,29 \times 1,3 = 409,35 \text{ \$ млн.}$$

Таким образом, функционирование данного ИК в предполагаемых условиях может увеличить поток трафика Интернет на 68%.

Этап 3. Определение взаимного межпотокового влияния в ходе функционирования ИК.

Для определения степени взаимосвязи и взаимовлияния потоков между собой целесообразно сформировать матрицу межпотокового тяготения, базирующуюся на теории информационного тяготения и потоковом методе. Информационное тяготение описывает информационный поток между каждой парой узлов в конечных точках потока (сети) в прямом и обратном направлении, при этом прямой и обратный потоки могут не совпадать по интенсивности². Поточковый метод базируется на одновременности выполнения работ (прохождения потоков) один за другим с согласованной скоростью. Поток состоит из отдельных подпотоков, каждый из которых выполняет один процесс. Все процессы в потоке делятся на линейные и сосредоточенные. Линейные непрерывно повторяются и сравнительно равномерно распределены (трафик). Сосредоточенные потоки неравномерно распределены по потоку (точки коммутации, погрузки-разгрузки, высадки пассажиров и т.п.)³.

Таким образом, матрица межпотокового тяготения должна учитывать как линейные, так и сосредоточенные процессы.

² Боговик А.В., Губская О.А. Шляпников А.А. Анализ методов маршрутизации и распределения потоков информации в перспективных информационно-измерительных системах. Проблемы технического обеспечения войск в современных условиях. Труды IV межвузовской научно-практической конференции. С.-Петербург, 2019. С. 122-126.

³ Поточный метод строительства дорог. Доступно по адресу: <http://stroy-technics.ru/article/potochnyi-metod-stroitelstva-dorog>

Расчет элементов матрицы межпотокового тяготения может осуществляться путем совместного учета двух факторов тяготения – по расстоянию и нагрузке. Каждый из этих факторов определяется с помощью соответствующих коэффициентов тяготения по нагрузке (Kl) и расстоянию (Kd), а их совместное влияние определяется коэффициентом (Kg). Теоретические основы методики расчета этих коэффициентов приведены в исследовательской работе ⁴ и состоят в следующем.

Коэффициент межпотокового тяготения по нагрузке Kl :

$$Kl(i, j) = T_j / (G - T_i),$$

где T_i - трафик i -го потока, T_j - трафик j -го потока, G – суммарный трафик по всему ИК.

Поскольку речь идет о разных потоках, то нагрузку целесообразно рассчитывать в денежном выражении. При этом должно соблюдаться условие нормирования, а именно:

$$\sum_j T(i, j) = 1, i \neq j.$$

Коэффициент межпотокового тяготения по расстоянию Kd можно рассчитать следующим образом:

$$Kd(i, j) = [\sum_j (1/d(i, j))]^{-1} / d(i, j),$$

где $d(i, j)$ – расстояние между точками потока, а именно пунктами сосредоточенных процессов.

Зная коэффициенты межпотокового тяготения, можно сформировать матрицу тяготения между объектами как по нагрузке, так и по расстоянию (таблица 3.).

⁴ Формирование матрицы информационного тяготения. Доступно по адресу: <https://studfile.net/preview/5157346/page:5/>

Таблица 3 - Матрица межпотокового тяготения

	Поток i, 1	Поток i, 2	...	Поток i, n
Поток j, 1				
Поток j, 2				
Поток j, m				

Чем больше рассчитанные коэффициенты тяготения, тем, соответственно, больше тяготение между потоками. Как следствие, данные потоки целесообразно развивать параллельно и формировать единые стандарты их эксплуатации.

Пример расчетов этапа 3.

Рассчитаем матрицу межпотокового тяготения по нагрузке для линейных процессов в ИК «Чолпон-Ата – Алматы». Примем, что существуют следующие потоки:

туристические и прочие пассажироперевозки, потоки грузов (грузоперевозки), информационные потоки (трафик Интернет) и энергопотоки (потребление электроэнергии). Нагрузку будем учитывать в денежном выражении. Методика расчета нагрузки на поток (на примере трафика Интернет) приведена выше в примерах по этапам 1 и 2. Рассчитаем перечисленные потоки отдельно направлений Алматы → Чолпон-Ата и Чолпон-Ата → Алматы. Исходя из статистической информации, сформируем таблицу потоков (табл. 4).

Таблица 4 - Объемы потоков

Вид потока	Статистические данные, $T_s(i, j)$, млн. \$	$C_f(i, j)$	$Corf(i, j)$	Поток с учетом поправочных коэф., $T(i, j)$ $T_i = T_{si} \times C_{f_i} \times Corf_i$
		экспертные оценки		
Алматы → Чолпон-Ата (i-й поток)*				
Пассажироперевозки	450,0	1,375	0,75	464,1
Грузоперевозки	356,1	1,2	0,8	341,8
Трафик Интернет***	229,5	1,375	1,3	410,23
Энергопотоки	211,5	1	1,1	232,65
Чолпон-Ата → Алматы (j-й поток)**				
Пассажироперевозки	200,8	1,25	0,9	225,9
Грузоперевозки	17,4	1,0	0,85	14,8
Трафик Интернет	7,5	1,205	1,35	12,2
Энергопотоки	78,6	1	1	78,6
Итого, G				1780,28

* данные за 2019 г. из [<https://stat.gov.kz/>] в пересчете на \$ по курсу на указанный период

** данные за 2019 г. из [<http://www.stat.kg/ru/>] в пересчете на \$ по курсу на указанный период

***рассчитано на примере по этапам 1 и 2.

Исходя из формулы расчета коэффициента межпотокового тяготения по нагрузке Kl:

$$Kl(i, j) = \frac{T_j}{G - T_i}$$

сформируем матрицу межпотокового тяготения для каждой комбинации потоков (табл. 5).

Таблица 5 - Матрица межпотокowego тяготения

Алматы Чолпон-Ата	Пассажироперевозки	Грузоперевозки	Трафик Интернет	Энергопотоки
Пассажироперевозки	$\frac{464.1}{1780.28-225.9} =$ 0,2985	$\frac{341.8}{1780.28-225.9} =$ 0,2198	$\frac{410.23}{1780.28-225.9} =$ 0,2639	$\frac{232,65}{1780.28-225.9} =$ 0,1496
Грузоперевозки	$\frac{464.1}{1780.28-14.8} =$ 0,2628	$\frac{341.8}{1780.28-14.8} =$ 0,1936	$\frac{410.23}{1780.28-14.8} =$ 0,2323	$\frac{232,65}{1780.28-14.8} =$ 0,1317
Трафик Интернет	$\frac{464.1}{1780.28-12,2} =$ 0,2624	$\frac{341.8}{1780.28-12,2} =$ 0,1933	$\frac{410.23}{1780.28-12,2} =$ 0,2320	$\frac{232,65}{1780.28-12,2} =$ 0,1315
Энергопотоки	$\frac{464.1}{1780.28-78.6} =$ 0,2727	$\frac{341.8}{1780.28-78.6} =$ 0,2008	$\frac{410.23}{1780.28-78.6} =$ 0,2410	$\frac{232,65}{1780.28-78.6} =$ 0,1367

Исходя из полученных результатов, максимальное тяготение (**0,2985**) наблюдается между пассажиропотоками. Таким образом, необходимо развивать пассажироперевозки не только в направлении Алматы → Чолпон-Ата (преимущественно туристического характера), а и в направлении Чолпон-Ата → Алматы, где, исходя из кратчайшего расстояния данного ИК, вероятно существенное увеличение количества пассажиров (деловой, личный и туристический характер поездок).

Также пассажироперевозки направления Алматы → Чолпон-Ата имеют высокий уровень тяготения с трафиком Интернет – **0,2639** и энергопотоками - **0,2727**.

Это свидетельствует о том, что рост туристического трафика приведет к росту потребления данных потоков. Таким образом, целесообразно проводить их реконструкцию одновременно с развертыванием ИК. Также существенное тяготение отмечается между пассажироперевозками и грузоперевозками в обоих направлениях.

Отмечено существенное тяготение между грузоперевозками, энергопотоками и трафиком Интернет в направлении Алматы

→ Чолпон-Ата, что обуславливает необходимость реконструкции энергетической инфраструктуры и сети передач данных, в частности со стороны Кыргызстана.

Учитывая, что ИК в большинстве случаев (учитывая наличие межпотокowego тяготения) может интегрировать в себе одновременно два или несколько потоков (к примеру, пассажиропоток может являться пользователем информационных потоков, грузопотоки – потребителями энергопотоков и т.п.), вероятным становится появление эффекта количественной эластичности перекрестного спроса, который характеризует степень взаимозависимости и взаимовлияния связанных потоков. В общем виде она рассчитывается по формуле:

$$\text{Количественная эластичность перекрестного спроса (QED)} = \frac{\text{Процентное изменение цены на услуги потока } A}{\text{Процентное изменение спроса на услуги потока } B}$$

В зависимости от характера и степени взаимосвязи потоков показатель QED может быть положительным, отрицательным или равным нулю. Если $QED < 0$, то повышение цен (тарифов) на услуги потока А приведёт к сокращению спроса на услуги связанного

потока. К примеру, рост цен на пассажироперевозки приведет к сокращению спроса на услуги информационного потока, потребляемого пользователями услуг пассажиропотока.

Этап 4. Определение достаточности (недостатка) существующих мощностей для обеспечения трафика на ИК.

На данном этапе происходит сопоставление существующих мощностей соответствующих видов потоков (Eci) с потребностями для данного потока (Nci), определенными на этапе 2.

В случае, когда задействованные (и резервные) мощности по своим техническим характеристикам способны обеспечить потребности потока ($Eci > Nci$), делается вывод об отсутствии необходимости развертывания дополнительных объектов. В случае, если характеристики существующих мощностей не соответствуют потенциальному потоку ($Eci < Nci$), формируется вывод о необходимости развертывания нового инфраструктурного объекта.

Пример расчетов этапа 4

На предыдущих этапах определено, что функционирование данного ИК в предполагаемых условиях может увеличить

2.3. Определение сценариев развития инфраструктурного коридора

Для удобства введём обозначения для различных сценариев развития как инфраструктурного коридора в целом, так и объектов инфраструктуры (автомобильных дорог, железнодорожных линий, линий электропередач, волоконно-оптических линий связи и т.д.), существующих или планируемых к построению на территории охвата данного инфраструктурного коридора. Тут и далее, обозначая сценарий развития объекта инфраструктуры символом S_t^f , будем понимать, что нижний индекс (t)

поток трафика Интернет на 78,74%. (с 229,5 до 410,23 млн \$). Существующие мощности обеспечивают 100% спроса на существующий трафик, а резервные мощности могут обеспечить покрытие (ориентировочно) еще 10% прироста трафика. То есть $Eci < Nci$. Дефицит (Di) составляет порядка 62% трафика.

Исходя из расчетов, необходимо развертывание нового инфраструктурного объекта для обеспечения ожидаемого роста трафика Интернет. Для определения необходимых объемов дополнительного оборудования ($EcAdi$) (дорожного полотна, мощностей и т.п.) можно воспользоваться следующей формулой:

$$EcAdi = \frac{Di}{Thri},$$

где Di - существующий дефицит мощностей; $Thri$ - среднестатистический (среднеотраслевой, среднерегиональный) показатель пропускной способности единицы мощности (в денежном выражении). Данный показатель может быть определен исходя из существующих статистических данных или исходя из информации, предоставленной профильными предприятиями (например, среднедоходная величина единицы оборудования, средняя доходность одной полосы трассы (одной перевозки) и т.п.).

обозначает тип инфраструктуры, а верхний индекс (f) – формат возможного действия над объектом в рамках сценария.

При этом в рамках данной методики будем оперировать объектами инфраструктуры четырёх типов: автомобильная дорога ($t = rd$), железная дорога ($t = gw$), линия электропередач ($t = eg$), а также волоконно-оптическая линия связи ($t = it$). Следует, однако, отметить, что методика может быть расширена и на другие типы инфраструктуры (трубо- и газопроводы, радиорелейные линии связи и т.д.). В свою очередь, для обозначения формата возможного действия над объектом инфраструктуры будем использовать следующие комбинации:

необходимость построения (создания) нового элемента инфраструктуры при его отсутствии ($f = n$), необходимость реконструкции, например, для расширения пропускной способности объекта инфраструктуры ($f = r$), а также отсутствие необходимости любого из действий, например, если существующий объект инфраструктуры полностью удовлетворяет заданным потребностям ($f = 0$).

Так, например, обозначение S_{rd}^n описывает сценарий, предусматривающий строительство новой автомобильной дороги на территории охвата инфраструктурного коридора, а обозначение S_{rw}^r описывает сценарий, предусматривающий реконструкцию существующей железной дороги. В свою очередь обозначение S_{it}^0 описывает сценарий, при котором никаких дополнительных действий с волоконно-оптической линией связи, связывающей начальную и конечную точки коридора, не требуется. Последний вариант может иметь место либо в случае, когда объект инфраструктуры уже существует и полностью удовлетворяет всем перспективным потребностям, либо в случае, когда в создании этого объекта вообще нет никакой необходимости (например, для случая с волоконно-оптической линией связи, где между конечными пунктами коридора нет информационного тяготения или его объёмами можно пренебречь).

Используя обозначение, предложенное выше, можно в полной мере описать базовый сценарий развития инфраструктурного коридора. Так, например, обозначение $\{ S_{rd}^r, S_{rw}^0, S_{eg}^0, S_{it}^n \}$ характеризует сценарий развития инфраструктурного коридора, при котором предполагается провести реконструкцию автомобильной дороги (трассы), а также строительство новой волоконно-оптической линии связи между конечными пунктами коридора. При этом сценарий не предполагает никаких действий с железной дорогой и линией электропередач, независимо от того существуют ли они на территории инфраструктурного коридора (и, например,

просто не нуждаются в реконструкции и полностью удовлетворяют существующему и перспективному спросу), или же в них просто нет необходимости (из-за отсутствия потребности в их строительстве).

В табл. 6 описан принцип определения сценария развития для существующего объекта инфраструктуры. Принцип базируется на анализе утверждений (справедливо утверждение или нет) для трёх признаков, определяющих как состояние объекта инфраструктуры, так и его соответствие потребностям соответствующего технико-экономического потока (например, соответствие имеющейся автомобильной дороги потребностям перспективного грузопотока). Ещё одним признаком, влияющим на выбор сценария, является наличие (или отсутствие) альтернативы данному объекту. Так, например, перевозка грузов может быть обеспечена как с использованием автомобильной дороги, так и железнодорожным транспортом. При этом к рассмотрению и дальнейшей экономической оценке целесообразно принимать и, например, вариант с реконструкцией существующего объекта, и вариант со строительством нового альтернативного объекта.

Приведённые в табл. 6 принципы описывают 8 различных ситуаций. При этом в трёх случаях предполагается необходимость реконструкции объекта инфраструктуры (S^r), в двух случаях никаких действий с этим объектом предпринимать не следует (S^0), а ещё в трёх случаях решение следует принимать в совокупности с решением по альтернативному объекту инфраструктуры ($S^r | S^0$). Так, например, если в общий сценарий развития коридора будет включён подсценарий, предполагающий строительство новой железной дороги, которая в полной мере реализует потребности соответствующих грузо- и пассажиропотоков, то в этот же сценарий развития коридора целесообразно включать подсценарий, не требующий никаких действий с автомобильной дорогой, даже при условии, что эта дорога в текущем состоянии не может справиться с данными потоками.

Таблица 6 - Принцип определения сценария развития для существующего объекта инфраструктуры

Признак	Характеристика объекта инфраструктуры («+» – утверждение справедливо, «-» – утверждение несправедливо)							
Объект инфраструктуры нуждается в реконструкции по причине неудовлетворительного состояния его отдельных сегментов	+	+	+	+	-	-	-	-
Объект инфраструктуры удовлетворяет потребностям соответствующего экономико-технологического потока	+	+	-	-	+	+	-	-
Объект инфраструктуры является единственным способом удовлетворения потребностей экономико-технологического потока на территории инфраструктурного коридора	+	-	+	-	+	-	+	-
Сценарий	S^r	$S^r S^0$	S^r	$S^r S^0$	S^0	S^0	S^r	$S^r S^0$

В табл. 7 описан принцип определения сценария развития для нового объекта инфраструктуры. Как и в предыдущем случае, принцип базируется на анализе утверждений (справедливо утверждение или нет) для двух признаков, определяющих как наличие необходимости в создании объекта

по причине присутствия спроса на его появление (наличие соответствующего потенциального экономико-технологического потока), так и наличие (либо отсутствие) альтернативных вариантов удовлетворения потребностей соответствующего потока.

Таблица 7 - Принцип определения сценария развития для нового объекта инфраструктуры

Признак	Характеристика объекта инфраструктуры («+» – утверждение справедливо, «-» – утверждение несправедливо)			
Интенсивность соответствующего экономико-технологического потока демонстрирует наличие необходимости в создании объекта инфраструктуры	+	+	-	-
Объект инфраструктуры является единственным способом	+	-	+	-

удовлетворения потребностей экономико-технологического потока на территории инфраструктурного коридора				
Сценарий	S^n	$S^n S^0$	S^0	S^0

Приведённые в табл. 7 принципы описывают 4 различные ситуации. При этом только в одном случае предполагается необходимость создания нового объекта инфраструктуры (S^n), в двух случаях никаких действий с этим объектом предпринимать не следует (S^0), а ещё в одном случае решение следует принимать в совокупности с решением по альтернативному объекту инфраструктуры ($S^n | S^0$). Так, например, если расчёты показали наличие грузо- и пассажиропотока, с которым может справиться в полной мере или новая автомобильная дорога, или новая железная дорога, то в один сценарий развития коридора будет включён лишь один из двух подсценариев, однако в другой сценарий развития коридора будет включён альтернативный подсценарий. Данный подход позволит сравнить с технико-экономической точки зрения, какой из объектов лучше развивать для удовлетворения потребностей экономико-технологического потока.

Используя принципы, предложенные в табл. 6 и 7, можно сформировать совокупность из N базовых сценариев развития инфраструктурного коридора, каждый из которых определяет четыре подсценария (по одному для каждого типа объектов инфраструктуры). Каждый из подсценариев при этом предусматривает создание нового объекта, реконструкцию существующего или отсутствие действий с тем либо иным объектом. Очевидно, что общее количество базовых сценариев, предполагающих наличие необходимости совершения каких-либо действий, определяется количеством рассматриваемых объектов инфраструктуры и возможных альтернативных сценариев их развития и для наиболее общего случая составляет 15 сценариев ($t^2 - 1$, где t –

количество рассматриваемых типов объектов инфраструктуры (4)).

В свою очередь, к N базовым сценариям развития инфраструктурного коридора может быть добавлено M дополнительных сценариев за счёт совместного развёртывания инфраструктуры транспорта и энергетики с инфраструктурой ИКТ. Следует отметить, что добавление данных сценариев осуществляется в качестве альтернативных для любой из комбинаций построения новой волоконно-оптической линии связи со следующими объектами инфраструктуры: автомобильная дорога, железная дорога, линия электропередач. Таким образом, максимальное возможное количество альтернативных сценариев (для наиболее общего случая) составляет 11 сценариев, а общее количество возможных сценариев не превышает 26. Тут и далее сценарии создания новых объектов на основе принципов совместного развёртывания будем обозначать как S^{rd+it} , S^{rw+it} , S^{eg+it} для случаев совместного развёртывания инфраструктуры ИКТ с инфраструктурой автомобильных дорог, железных дорог или линий электропередач соответственно.

Для лучшего понимания процедуры определения сценариев развития инфраструктурного коридора рассмотрим несколько примеров, исходные данные для которых сведены в табл. 8 и 9. Так, в табл. 8 приведены примеры оценки состояния объектов инфраструктуры в зоне охвата, а в табл. 9 – примеры результатов сравнения характеристик экономико-технологических потоков и возможностей объектов инфраструктуры транспортных коридоров.

Таблица 8 - Исходные данные о наличии и состоянии объектов инфраструктуры в зоне охвата трёх инфраструктурных коридоров (пример)

Номер примера	Состояние объектов инфраструктуры («-» – объект данного типа отсутствует, «+» – объект данного типа существует и не требует реконструкции, «+/-» – объект данного типа существует, но требует реконструкции по причине его неудовлетворительного состояния)			
	Автомобильная дорога	Железная дорога	Линия электропередач	ВОЛС
I	+/-	+	+	+
II	+	-	+/-	-
III	-	-	-	-

Таблица 9 - Исходные данные об экономико-технологических потоках в зоне охвата инфраструктурных коридоров (пример)

Номер примера	Информация об экономико-технологических потоках («-» – поток отсутствует или значение его интенсивности незначительно, «+» – поток присутствует и его интенсивность в полной мере может быть удовлетворена лишь объектом в удовлетворительном состоянии или новым объектом, «+/-» – поток присутствует, но его интенсивность такова, что с ней может справиться даже объект в неудовлетворительном состоянии)			
	Пассажиропоток	Грузопоток	Энергопоток	Информационный поток
I	+	+/-	+	+
II	+	+	+	+
III	+	-	-	+

Сопоставляя информацию из табл. 8 и 9, а также руководствуясь принципами, изложенными в табл. 6. и 7, можно получить

набор базовых сценариев развития для трёх приведённых выше примеров (табл. 10).

Таблица 10 - Набор базовых сценариев развития трёх инфраструктурных коридоров (пример)

Номер сценария	Условное обозначение сценария		
	Пример I	Пример II	Пример III
1	$\{ S_{rd}^r, S_{rw}^0, S_{eg}^0, S_{it}^0 \}$	$\{ S_{rd}^0, S_{rw}^n, S_{eg}^r, S_{it}^n \}$	$\{ S_{rd}^0, S_{rw}^n, S_{eg}^0, S_{it}^n \}$
2	$\{ S_{rd}^0, S_{rw}^r, S_{eg}^0, S_{it}^0 \}$	$\{ S_{rd}^r, S_{rw}^0, S_{eg}^r, S_{it}^n \}$	$\{ S_{rd}^n, S_{rw}^0, S_{eg}^0, S_{it}^n \}$
3	$\{ S_{rd}^r, S_{rw}^r, S_{eg}^0, S_{it}^0 \}$	$\{ S_{rd}^r, S_{rw}^n, S_{eg}^r, S_{it}^n \}$	$\{ S_{rd}^n, S_{rw}^n, S_{eg}^0, S_{it}^n \}$
4	$\{ S_{rd}^0, S_{rw}^0, S_{eg}^0, S_{it}^0 \}$	—	—

Как видно из табл. 10, в первом примере предполагается наличие четырёх базовых сценариев развития инфраструктурного коридора, каждый из которых не предусматривает каких-либо действий с линией электропередач или волоконно-

оптической линией связи, так как их состояние является удовлетворительным и полностью соответствует требованиям соответствующих электро- и информационных потоков. В свою очередь, альтернативные сценарии генерируются за

счёт комбинаций подсценариев реконструкции либо только автомобильной дороги, либо только железной дороги, либо обоих объектов одновременно. Четвёртым сценарием является сценарий, не предусматривающий каких-либо действий ни с одним объектом инфраструктуры. Следует отметить, что такой сценарий допустим только в случае, если расчёты показывают возможность пропуска совокупности грузо- и пассажиропотока существующими автомобильной и железной дорогой даже в том состоянии, в котором они сейчас находятся.

Во втором примере (табл. 10) предполагается наличие трёх базовых сценариев, каждый из которых предусматривает строительство новой волоконно-оптической линии связи (в связи с её отсутствием и наличием информационного потока), а также реконструкцию линии электропередач в связи с её неудовлетворительным состоянием (при наличии возрастающего энергопотока). Альтернативные сценарии в данном примере генерируются за счёт комбинаций подсценариев предусматривающих строительство новой железной дороги, реконструкцию существующей автомобильной дороги или же реализацию этих двух подсценариев одновременно.

В третьем примере (табл. 10) также предполагается наличие трёх базовых сценариев, каждый из которых предусматривает строительство новой

2.4. Определение экономической эффективности реализации сценариев развития инфраструктурного коридора

Все предполагаемые сценарии развития ИК различны и могут существенно отличаться между собой не только объемами необходимых инвестиций, но и другими факторами. То есть максимальная прибыльность *i*-го сценария может сопровождаться значительными (в сравнении с другими сценариями) капитальными и

волоконно-оптической линии связи (в связи с её отсутствием и наличием информационного потока), а также отсутствие необходимости строительства линии электропередач (в связи с отсутствием спроса на электропоток в данном направлении). Альтернативные сценарии в данном примере генерируются за счёт комбинаций подсценариев, предусматривающих строительство либо новой автомобильной дороги, либо новой железной дороги или же реализацию этих двух подсценариев одновременно.

Следует отметить, что в приведённых выше примерах (табл. 10) случай № 1 не предусматривает добавление дополнительных сценариев, так как базовые сценарии не предусматривают строительство двух объектов, предусматривающих возможность совместного развёртывания. В свою очередь, в сценариях № 1 и № 3 для примера № 2, а также для всех сценариев примера № 3 предусматривается добавление дополнительных сценариев за счёт совместного развёртывания дорожно-транспортной инфраструктуры с инфраструктурой ИКТ. Так, пример № 2 предусматривает появление двух дополнительных сценариев, а пример № 3 предусматривает появление четырёх дополнительных сценариев. Таким образом, в приведённых выше примерах общее количество сценариев для рассмотрения составляет 4 – для примера № 1, 5 – для примера № 2 и 7 – для примера № 3.

эксплуатационными затратами и существенным сроком окупаемости, снижая тем самым общую эффективность сценария и его привлекательность с точки зрения формирования партнёрств для его реализации.

Исходя из существенных различий предлагаемых к разработке сценариев, целесообразно анализировать каждый сценарий развёртывания ИК как совокупность действий (реконструкция или новое строительство) над инфраструктурными объектами (частями ИК), каждый из которых имеет свою

специфику: первоначальное состояние, особенности топологии местности, страны-участники и пр.

В любом случае основой для формирования оценок эффективности будут являться размеры капитальных инвестиций и регулярных расходов на обслуживание, которые зависят от особенностей технологических процессов по каждому инфраструктурному объекту в рамках определённого действия. Эти затраты будут отличаться по составу вследствие различий в наполнении технологических процессов как

2.4.1. Определение капитальных инвестиций на развертывание и регулярных расходов на обслуживание

Примем за основу определения капитальных инвестиций на развертывание по каждому i -му сценарию (K_i) и регулярных расходов на обслуживание ИК (ES_i) трудоемкость технологических процессов (Li) и стоимость всех расходных материалов (QMi) по каждому отдельно взятому инфраструктурному объекту (с учётом действия, которое необходимо совершить над этим объектом в рамках соответствующего сценария).

Для определения трудоемкости для каждого инфраструктурного объекта необходимо сформировать перечень присущих ему технологических процессов. Каждый технологический процесс, в свою очередь, содержит определенный набор технологических сегментов – элементов технологических процессов.

Эти элементы можно разделить на условно масштабируемые (имеющие аналоги и/или технологические стандарты, которые могут быть базой для расчетов трудоемкости для всей совокупности масштабируемых сегментов в рамках инфраструктурного объекта) и нетривиальные (не имеющие стандартизированных технологических

по каждому инфраструктурному объекту, так и по типу производимого действия.

Исходя из этого, целесообразно разделить процесс формирования базы для определения эффективности (расчет капитальных инвестиций и регулярных расходов) и методику определения эффективности отдельно для инфраструктурных объектов. Приведем общий подход к определению капитальных инвестиций и регулярных расходов на обслуживание в подразделе 2.4.1.

процессов с соответствующими нормативами трудоемкости).

В случае, если технологический сегмент может характеризоваться как условно масштабируемый, то есть такой, для которого существуют стандарты и нормативы, на основании которых можно прямым расчетом определить стоимость развертывания единицы (к примеру, прокладка 1 км трассы или 1 километра ВОЛС по ровному (или максимально близкому к такому) участку), то в данном случае расчет капитальных затрат и затрат на обслуживание сводится к произведению расстояния на среднюю (или нормативную) стоимость единицы развертывания сегмента (реконструкции, обслуживания и т.п.).

В случае, если технологический сегмент нетривиальный и, например, не имеет заведомо известных технико-экономических характеристик (прохождение горного перевала, прокладка тоннеля под водой и т.п.) вследствие отсутствия аналогов в данной местности, расчет капитальных затрат и затрат на обслуживание необходимо проводить на основании определения трудоемкости каждого технологического процесса поэлементно или же на основе типовых шаблонов для максимально подобных процессов. Трудоемкость этих сегментов может быть определена исходя из стандартов или нормативов трудозатрат на определенный вид работ (если таковые

имеются) или путем хронометража рабочего времени, или путем экспертных оценок с последующим определением средней трудоемкости одноименных процессов на всей протяженности инфраструктурного объекта.

Трудоемкость процессов (в первую очередь, поэлементная) может быть откорректирована на коэффициенты с учетом различных факторов, а именно:

K_{cc} – коэффициент учета сложности процессов (сложная топография местности,

природно-климатические условия и т.п.), $1,01 < K_{cc} < 1,25$;

K_{rd} – коэффициент возможности использования стандартных технических решений (например, использование готовых программных модулей или технических конструкций), $0,85 < K_{rd} < 0,95$.

Отразим процесс формирования капитальных инвестиций и регулярных расходов на обслуживание по каждому технологическому сегменту на рис. 4 – 8.

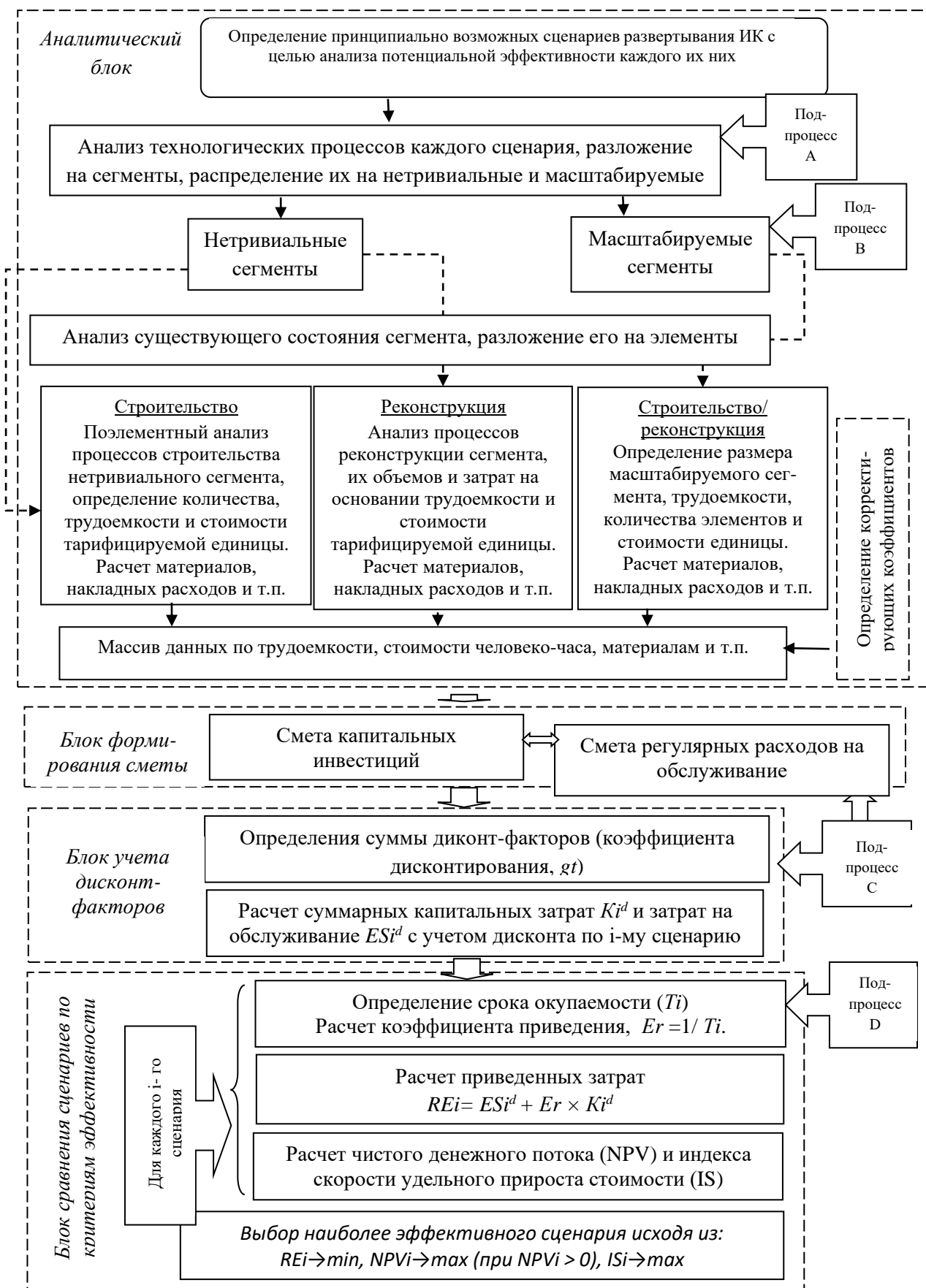


Рисунок 4 - Процесс формирования сметы капитальных инвестиций и регулярных расходов

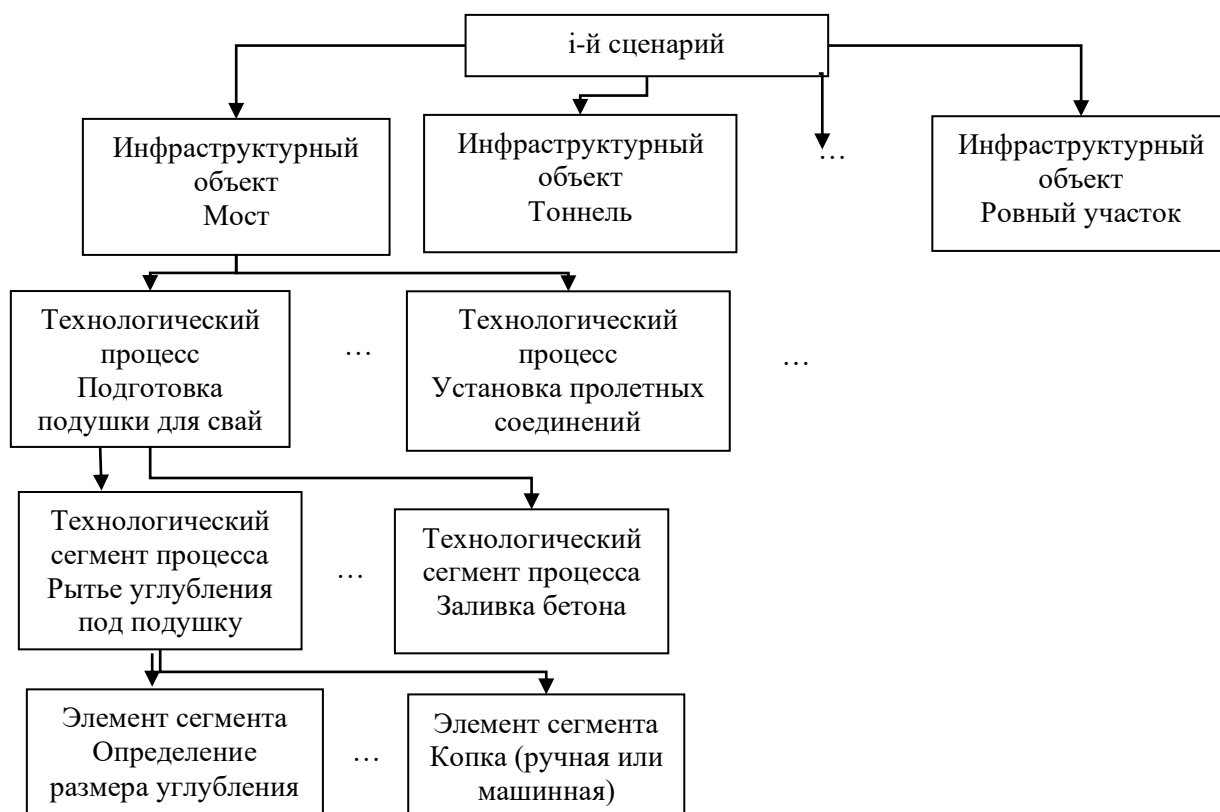


Рисунок 5 - Подпроцесс А. Анализ технологических процессов



Рисунок 6 - Подпроцесс В - анализ технологических элементов по критерию тривиальности или масштабируемости

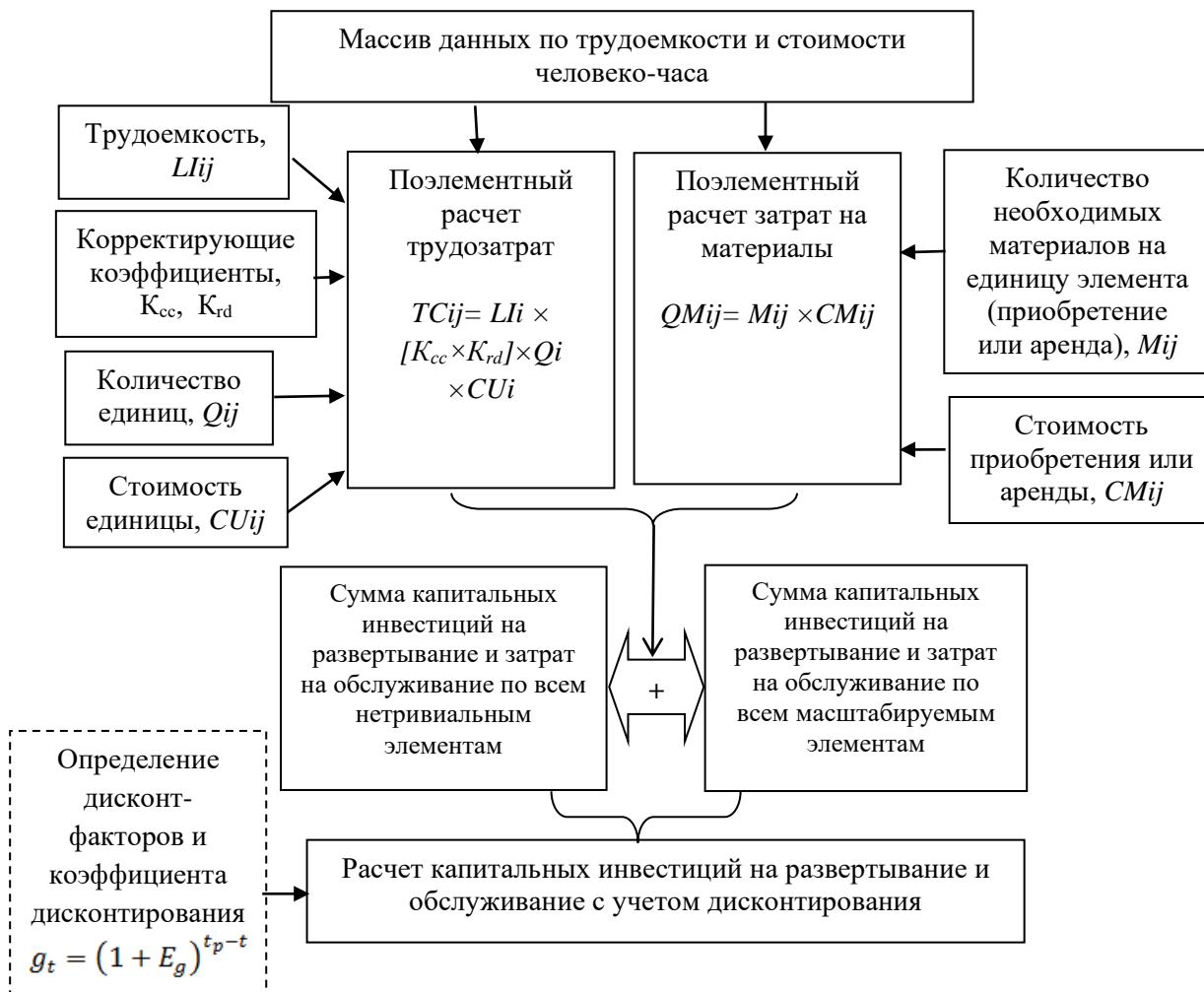


Рисунок 7 - Подпроцесс С - расчет капитальных инвестиций и затрат на обслуживание с учетом дисконта



Рисунок 8 - Подпроцесс D – определение срока окупаемости

Все описанные процессы отражаются в виде табл. 11 и 12.

Таблица 11 - Затраты на развертывание и обслуживание нетривиальных сегментов

<i>J</i> -й элемент	Трудоемкость (кол-во чел.-часов на единицу), L_{ij}	Величина корректирующих коэф. (при наличии), K_{cc}, K_{rd}	Количество единиц, Q_{ij}	Стоимость единицы, \$ или нац. валюта, CU_{ij}	Итого по <i>j</i> -му элементу <i>i</i> -го сегмента, $TC_{ij} = L_{ij} \times [K_{cc} \times K_{rd}] \times Q_{ij} \times CU_{ij}$
Развертывание сегмента (Рытье углубления под подушку)					
Процедура А (Определение размера углубления)					
Процедура А.1 (измерения)					
Процедура А.2 (сверка с планом)					
Процедура А.п					
Процедура В (машинная копка)					
Процедура В.1 (установка машины)					

Процедура В.2 (процесс рытья)					
Процедура В.m					
.....					
Итого трудозатраты					$TCX = \sum TCij$
Обслуживание					
<i>L</i> -й элемента обслуживания	Трудоемкость (кол-во чел.- часов на единицу), Lil	Величина корректир ующих коэф. (при наличии), K_{cc}, K_{rd}	Количество единиц, Qil	Стоимость единицы, \$ или нац. валюта, $CUil$	Итого по <i>l</i> -му элементу, $TCil = Lil$ $\times [K_{cc} \times K_{rd}]$ $\times Qi \times CUi$
Процедура С (регулярная проверка)					
Процедура С.1 (выезд на место)					
Процедура С.2 (проверка)					
Процедура С.n					
Процедура D (выявление дефектов)					
Процедура D.1 (анализ дефектоскопом)					
Процедура D.2					
Процедура D.m					
.....					
Итого трудозатраты по обслуживанию					$TCS = \sum TCil$
Поэлементная смета материалов					
	Количество необходимых материалов, Mij	Стоимость приобретения или аренды (с учетом транспортных и прочих расходов), \$ или нац. валюта, $CMij$	Итого по <i>j</i> -му элементу,		
Материалы на развертывание А, детализовано			$A = Mij \times CMij$		
Материалы на обслуживание В, детализовано,			$B = Mij \times CMij$		
.....					
Итого по материалам			$ME = A + B$		
Итого			$ENTE = TCS + TCX + ME$		

Таблица 12 - Затраты на развертывание и обслуживание масштабируемых сегментов

<i>J</i> -й элемент	Трудозатраты на тарифицируемую единицу, M_{ij}	Стоимость человеко-часа, CM_{ij}	Количество человеко-часов, V_{ij}	Итого, $QM_{ij} = M_{ij} \times CM_{ij} \times V_{ij}$
Развертывание сегмента				
Процедура E				
Процедура E.1				
Процедура E.2				
Процедура E.n				
Процедура F				
Процедура F.1				
Процедура F.2				
Процедура F.m				
.....				
Итого				$QMX = \sum QM_{ij}$
Обслуживание сегмента				
<i>L</i> -й процесс обслуживания	Трудозатраты на тарифицируемую единицу, M_{il}	Стоимость человеко-часа, CM_{il}	Количество человеко-часов, V_{il}	Итого, $QM_{il} = M_{il} \times CM_{il} \times V_{il}$
Процедура G				
Процедура G.1				
Процедура G.2				
Процедура G.n				
Процедура H				
Процедура H.1				
Процедура H.2				
Процедура H.m				
.....				
Итого по обслуживанию				$QMS = \sum QM_{il}$
Поэлементная смета материалов				
	Количество необходимых материалов, оборудования и пр. на единицу (приобретение или аренда), M_{ij}	Стоимость приобретения или аренды (с учетом транспортных и прочих расходов), \$ или нац. валюта, CM_{ij}		Итого
Материалы на развертывание С, детализовано				$C = M_{ij} \times CM_{ij}$
Материалы на обслуживание D, детализовано				$D = M_{ij} \times CM_{ij}$
.....				
Итого по материалам				$QM = C + D$
Итого				$ESE = QMX + QMS + QM$

Таким образом, общая сумма капитальных инвестиций на развертывание представляет собой сумму аналогичных показателей по масштабируемым и тривиальным элементам:

$$K^i = TCX + A + QMX + C$$

Общая сумма затрат на обслуживание – сумму аналогичных показателей по масштабируемым и тривиальным элементам:

$$ES^i = TCS + B + QMS + D$$

Таким образом, формируется общая смета на развертывание и обслуживание каждого инфраструктурного объекта в рамках i -го сценария.

Необходимо учитывать процессы дисконтирования путем определения суммы дисконт-факторов (коэффициента дисконтирования gt), оказывающих наибольшее влияние на каждый i -й сценарий ИК. К наиболее значимым факторам можно отнести динамику инфляции DI , ставку рефинансирования национального банка страны или международных финансовых институтов RR (в случае привлечения кредитных средств для развертывания ИК), уровень риска RL и т.п.

Следует отметить, что эти факторы могут быть различны для различных сценариев (особенно в части учета фактора риска). Таким образом, числовое значение факторов дисконта можно определять отдельно для каждого сценария исходя из статистических

2.4.2. Определения эффективности реализации сценариев развития ИК

Исходя из существенного различия предлагаемых к разработке сценариев, проводить их сравнение прямым сопоставлением показателей экономической результативности с выбором наименее затратного некорректно. Целесообразно применить методiku приведенных показателей эффективности. Методика сводится к следующим этапам.

показателей по каждому фактору (в долях единицы или процентах).

В результате сумма дисконт-факторов равна:

$$Eg = DI + RR + RL$$

Коэффициент дисконтирования определяется по формуле:

$$g_t = (1 + E_g)^{t_p - t}$$

где t – исследуемый год;

t_p – момент времени, к которому приводят стоимостные показатели.

Следует отметить, что коэффициент дисконтирования может быть меньше единицы (в случае дефляции, снижения ставок рефинансирования национальных банковских институций, снижения рисков и других обстоятельств).

Тогда общая сумма капитальных инвестиций на развертывание с учетом дисконтирования:

$$Ki^d = Ki \times g_t$$

Общая сумма затрат на обслуживание с учетом дисконтирования:

$$ESi^d = ESi \times g_t$$

Общая сумма данных показателей по каждому i -му сценарию дает возможность определить сравнительную эффективность каждого из них.

Этап 1. Формирование массива показателей капитальных инвестиций и затрат на обслуживание для каждого i -го сценария развития ИК. Процедура определения этих показателей описана в п. 2.4.1.

Этап 2. Определение срока окупаемости (T_i) для каждого i -го сценария развития ИК. Данный срок может определяться различными способами:

- по усмотрению генерального инвестора;
- исходя из интересов потенциальных партнеров проекта;

- исходя из срока кредита, выделенного на проект;
- на основании средних (для данного класса проектов) сроков окупаемости;
- экспертными методами и т.п.

Этап 3. Расчет приведенных затрат по каждому i -му сценарию развития ИК. Приведенные затраты (REi) определяются по формуле:

$$REi = ESi^d + Er \times Ki^d,$$

где ESi^d - общая сумма затрат на обслуживание с учетом дисконтирования;
 Ki^d - общая сумма капитальных инвестиций на развертывание с учетом дисконтирования;
 Er - коэффициент эффективности i -го сценария, который показывает, какая часть капитальных вложений должна окупаться за один год. Следовательно,

$$Er = \frac{1}{Ti}.$$

Этап 4. Расчет чистого денежного потока по каждому i -му сценарию:

$$NPV = CF_{диск} - Ki^d,$$

где $CF_{диск}$ - дисконтированный денежный поток за весь период, $CF_{диск} = \sum CF \times gt$.

В свою очередь, денежный поток CF определяется как чистая прибыль по i -му сценарию плюс амортизация:

$$CF = \text{ЧП} + A.$$

Чистая прибыль определяется как разница между прибылью и налогом на прибыль (Нп, переведенный в доли единицы), который действует в стране развертывания i -го сценария или в соответствии с межстрановым соглашением (в случае, когда ИК затрагивает интересы разных стран):

$$\text{ЧП} = \Pi \times (1 - \text{Нп})$$

Амортизация (A) определяется как произведение первоначальной стоимости каждого вида производственных активов на норму амортизации для соответствующего вида активов. Норма амортизации выбирается исходя из действующей законодательной базы или прямым расчетом

(прямолинейным или кумулятивным методом).

Расчет годовой прибыли производится на основании определения ожидаемого трафика (по всем его видам), что описано в подразделе 2.2. Трафик, определенный в денежном выражении (Ti,j), принимается равным ожидаемым доходам (EI).

Отметим, что чем большее количество потоков присутствует в данном сценарии (пассажироперевозки, грузоперевозки и т.п.) и чем больше межпотоковое тяготение между ними (что описано в п. 2.2), тем больше ожидаемые доходы от каждого потока и, как следствие, ожидаемая суммарная прибыль.

Тогда

$$\Pi = EI - VAT - ESi^d,$$

где VAT – размер налога с продаж (НДС), ESi^d - затраты на обслуживание в текущем году, описанные в подразделе 2.4.1.

Этап 5. Расчет индекса скорости удельного прироста стоимости:

$$IS = \frac{NPV}{Ti \times ESi^d},$$

где Ti – расчетный срок окупаемости, определенный на этапе 2.

Этап 6. Определение наиболее эффективного (с экономической точки зрения) сценария. Под наиболее эффективным в данном случае понимают сценарий, удовлетворяющий условиям:

$$REi \rightarrow \min, NPVi \rightarrow \max \text{ (среди всех } NPVi > 0), ISi \rightarrow \max$$

Формирование таблицы исходно-расчетных данных для всех i -х сценариев развития ИК (табл. 13).

Условный пример показал, что сценарий 3 (при условии, что коэффициент дисконтирования един для всех сценариев) является наиболее привлекательным с экономической точки зрения, поскольку расчетный показатель $REi=123,0$ (\min),

$NPV=70$ (max), а $ISi=0,048$ (max). То есть данный сценарий является оптимальным по всем критериям.

Помимо экономической эффективности, определенной на основании расчета капитальных вложений, текущих ежегодных расходов на обслуживание и т.п., могут быть приняты к рассмотрению и другие виды эффективности, а именно:

- социальная и геополитическая, связанная с формированием условия для обеспечения населения и/или бизнес-структур услугами ИК;
- экологическая, обусловленная минимизацией вредного воздействия на окружающую среду при развертывании и последующей эксплуатации ИК.

Таблица 13 - Исходно-расчетные данные для определения эффективности реализации i-го сценария развития ИК (на примере условных данных)

Сценарий	Общая сумма капитальных инвестиций, млн у.е., Ki^{fd}	Общая сумма затрат на обслуживание, млн у.е., ESi^{fd}	Срок окупаемости Ti	Коэффициент эффективности $Er = \frac{1}{Ti}$	Приведенные затраты, $REi = ESi^{fd} + Er \times Ki^{fd}$	Чистый денежный поток, $NPVi$, млн у.е.	Индекс скорости удельного прироста стоимости, ISi
Сценарий 1	350	55	4	$Er = \frac{1}{4} = 0,25$	$REi = 55 + 0,25 \times 350 = 142,5$	64	0,3
Сценарий 2	480	150	8	$Er = \frac{1}{8} = 0,125$	$REi = 150 + 0,125 \times 480 = 207,6$	11	0,0008
Сценарий 3	240	75	5	$Er = \frac{1}{5} = 0,2$	$REi = 75 + 0,2 \times 240 = 123,0$	70	0,048
Сценарий 4	365	80	3	$Er = \frac{1}{3} = 0,33$	$REi = 80 + 0,33 \times 365 = 200,45$	25	0,004

2.5. Определение оптимальной комбинации потенциальных партнёров для реализации перспективного сценария

Определения оптимальной комбинации потенциальных партнёров для реализации перспективного сценария возможно проводить на основании применения теории графов. Суть подхода состоит в том, что

формируется граф иерархической структуры, который не содержит петель. Каждая вершина первого уровня (в данном случае S_t^f сценарий) разделяется на подсценарии (S_{td}^f , S_{tw}^f , S_{tg}^f , S_{tt}^f) – вершины второго уровня. В свою очередь, для каждого подсценария формируется совокупность вершин третьего уровня – список партнеров (или группы партнеров Pp_i^f), определенных в разделе 3 как возможных партнеров для реализации данного проекта (рис. 9).

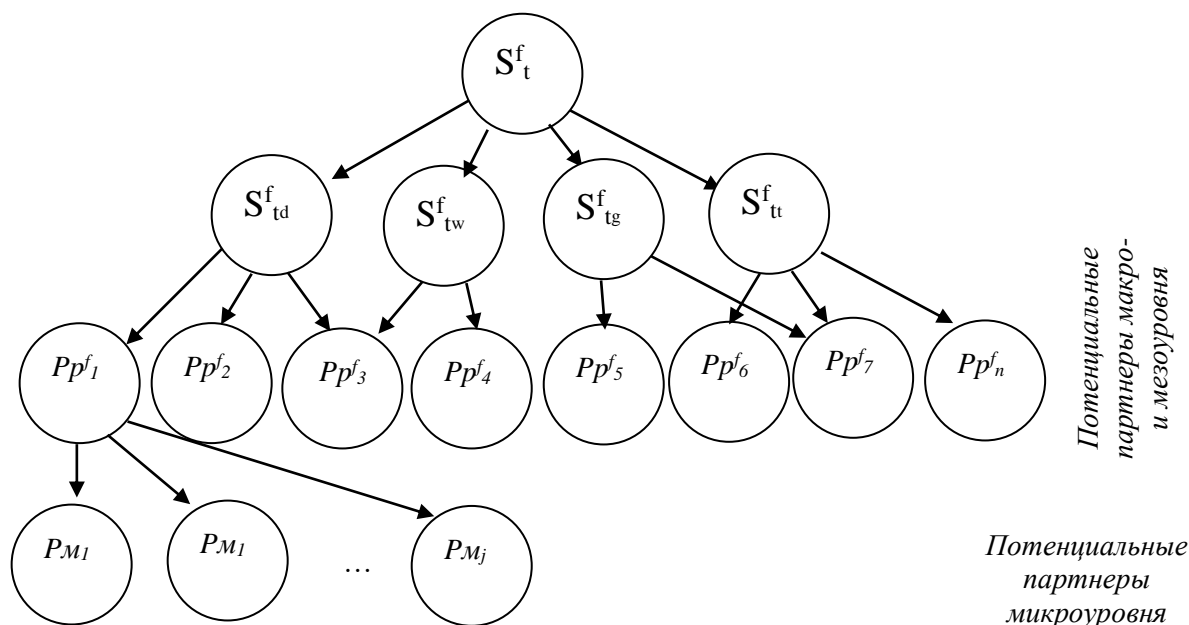


Рисунок 9 - Граф модели выбора потенциальных партнёров для реализации перспективного сценария (упрощенный вид)

В данной модели необходимо оценить целесообразность p_{ij} перехода из состояния S_t^f в одно из состояний $S_{td}^f, S_{tw}^f, S_{tg}^f, S_{tt}^f$, а затем целесообразность перехода из состояний $S_{td}^f, S_{tw}^f, S_{tg}^f, S_{tt}^f$ в одно из состояний Pp^f_i . Под целесообразностью в данном случае будем понимать ту пользу, которую получит проект в случае привлечения данного партнера для участия в проекте.

Значение p_{ij} могут быть определены на основании экспертных оценок с учетом необходимости выполнения следующего условия:

$$\sum_{j=1}^N p_{ij} = 1 \quad (i = \overline{1, N}).$$

В результате получаем распределение выбора одного из сценариев ($S_{td}^f, S_{tw}^f, S_{tg}^f, S_{tt}^f$)

и распределение выбора оптимального партнера (группы партнеров).

Далее происходит определение числового значения суммарных оценок по каждому пути как произведение полученных p_{ij} .

В результате получаем массив числовых оценок целесообразности выбора того или иного партнера для того или иного сценария. Оптимальным считается тот партнер (группа партнеров), у для которого $P_{ij} = \max$.

В качестве примера проведем оценочную процедуру выбора оптимального партнера для формирования ИК «Алматы (Казахстан) – Чолпон-Ата (Кыргызстан)» на основании рис. 9 и данных о возможных формах партнерских отношений для данного ИК. Для удобства приведем пример в виде таблицы 14.

Таблица 14 - Выбор оптимального партнера для развертывания ИК «Алматы (Казахстан) – Чолпон-Ата (Кыргызстан)»

Базовый сценарий формирования ИК «Алматы (Казахстан) – Чолпон-Ата (Кыргызстан)»			
Подсценарий S_{id}^f (реконструкция автомагистрали)	Подсценарий S_{tw}^f (реконструкция и/или прокладка ж/д)	Подсценарий S_{tg}^f (реконструкция линий электропередачи)	Подсценарий S_{tt}^f (реконструкция и/или прокладка ВОЛС)
Экспертная оценка целесообразности выбора сценария – 0,4	Экспертная оценка целесообразности выбора сценария – 0,1	Экспертная оценка целесообразности выбора сценария – 0,2	Экспертная оценка целесообразности выбора сценария – 0,3
<i>Экспертные оценки целесообразности выбора партнера (на макро – и мезоуровнях)</i>			
Рр ^f ₁ ГЧП; Рр ^f ₂ межгосударственные соглашения; Рр ^f ₃ сетевые структуры; Рр ^f ₄ холдинг; Рр ^f ₅ альянсы; Рр ^f ₆ ФПП; Рр ^f ₇ аутсорсинг; Рр ^f _n прочие формы			
$S_{id}^f - Pp^f_1 - 0,05$	$S_{tw}^f - Pp^f_1 - 0,4$	$S_{tg}^f - Pp^f_1 - 0,05$	$S_{tt}^f - Pp^f_1 - 0,15$
$S_{id}^f - Pp^f_2 - 0,2$	$S_{tw}^f - Pp^f_2 - 0,25$	$S_{tg}^f - Pp^f_2 - 0,05$	$S_{tt}^f - Pp^f_2 - 0,05$
$S_{id}^f - Pp^f_3 - 0,05$	$S_{tw}^f - Pp^f_3 - 0,05$	$S_{tg}^f - Pp^f_3 - 0,05$	$S_{tt}^f - Pp^f_3 - 0$
$S_{id}^f - Pp^f_4 - 0,1$	$S_{tw}^f - Pp^f_4 - 0,05$	$S_{tg}^f - Pp^f_4 - 0,3$	$S_{tt}^f - Pp^f_4 - 0,3$
$S_{id}^f - Pp^f_5 - 0,3$	$S_{tw}^f - Pp^f_5 - 0$	$S_{tg}^f - Pp^f_5 - 0,35$	$S_{tt}^f - Pp^f_5 - 0,25$
$S_{id}^f - Pp^f_6 - 0,05$	$S_{tw}^f - Pp^f_6 - 0,05$	$S_{tg}^f - Pp^f_6 - 0$	$S_{tt}^f - Pp^f_6 - 0,05$
$S_{id}^f - Pp^f_7 - 0,2$	$S_{tw}^f - Pp^f_7 - 0,15$	$S_{tg}^f - Pp^f_7 - 0,05$	$S_{tt}^f - Pp^f_7 - 0,1$
$S_{id}^f - Pp^f_n - 0,05$	$S_{tw}^f - Pp^f_n - 0,05$	$S_{tg}^f - Pp^f_n - 0,15$	$S_{tt}^f - Pp^f_n - 0,1$
<i>Суммарные оценки по каждому пути</i>			
$S_{id}^f - Pp^f_1 - 0,05 \times 0,4 = 0,02$	$S_{tw}^f - Pp^f_1 - 0,4 \times 0,1 = 0,04$	$S_{tg}^f - Pp^f_1 - 0,05 \times 0,2 = 0,01$	$S_{tt}^f - Pp^f_1 - 0,15 \times 0,3 = 0,045$
$S_{id}^f - Pp^f_2 - 0,2 \times 0,4 = 0,08$	$S_{tw}^f - Pp^f_2 - 0,25 \times 0,1 = 0,025$	$S_{tg}^f - Pp^f_2 - 0,05 \times 0,2 = 0,01$	$S_{tt}^f - Pp^f_2 - 0,05 \times 0,3 = 0,015$
$S_{id}^f - Pp^f_3 - 0,05 \times 0,4 = 0,02$	$S_{tw}^f - Pp^f_3 - 0,05 \times 0,1 = 0,005$	$S_{tg}^f - Pp^f_3 - 0,05 \times 0,2 = 0,01$	$S_{tt}^f - Pp^f_3 - 0 \times 0,3 = 0$
$S_{id}^f - Pp^f_4 - 0,1 \times 0,4 = 0,04$	$S_{tw}^f - Pp^f_4 - 0,05 \times 0,1 = 0,005$	$S_{tg}^f - Pp^f_4 - 0,3 \times 0,2 = 0,06$	$S_{tt}^f - Pp^f_4 - 0,3 \times 0,3 = 0,09$
$S_{id}^f - Pp^f_5 - 0,3 \times 0,4 = 0,12$	$S_{tw}^f - Pp^f_5 - 0 \times 0,1 = 0$	$S_{tg}^f - Pp^f_5 - 0,35 \times 0,2 = 0,07$	$S_{tt}^f - Pp^f_5 - 0,25 \times 0,3 = 0,075$
$S_{id}^f - Pp^f_6 - 0,05 \times 0,4 = 0,02$	$S_{tw}^f - Pp^f_6 - 0,05 \times 0,1 = 0,005$	$S_{tg}^f - Pp^f_6 - 0 \times 0,2 = 0$	$S_{tt}^f - Pp^f_6 - 0,05 \times 0,3 = 0,015$
$S_{id}^f - Pp^f_7 - 0,2 \times 0,4 = 0,08$	$S_{tw}^f - Pp^f_7 - 0,15 \times 0,1 = 0,015$	$S_{tg}^f - Pp^f_7 - 0,05 \times 0,2 = 0,01$	$S_{tt}^f - Pp^f_7 - 0,1 \times 0,3 = 0,03$
$S_{id}^f - Pp^f_n - 0,05 \times 0,4 = 0,02$	$S_{tw}^f - Pp^f_n - 0,05 \times 0,1 = 0,005$	$S_{tg}^f - Pp^f_n - 0,15 \times 0,2 = 0,03$	$S_{tt}^f - Pp^f_n - 0,1 \times 0,3 = 0,03$
по данному подсценарию оптимальный вид партнерских отношений - Рр ^f ₅ – формирование альянса	по данному подсценарию оптимальный вид партнерских отношений - Рр ^f ₁ – ГЧП	по данному подсценарию оптимальный вид партнерских отношений - Рр ^f ₅ – формирование альянса	по данному подсценарию оптимальный вид партнерских отношений - Рр ^f ₄ – холдинг

По сценарию формирования ИК «Алматы (Казахстан) – Чолпон-Ата (Кыргызстан)» исходя из оценок экспертов на макро- и мезоуровнях оптимальным является реализация подсценария S_{id}^f (реконструкция автомагистрали) с итоговой оценкой $P_{ij} \max = 0,12$ путем реализации альянса различных заинтересованных сторон. Пример

успешного альянса в ходе формирования автомагистрали приведен в разделе 3 (Восточный Транспортный Альянс).

Оценка субъектов, входящих в альянс, а также заинтересованных сторон на микроуровне может осуществляться аналогично (табл. 15).

Таблица 15 - Выбор оптимального партнера на микроуровне для развертывания подсценария S_{td}^f ИК «Алматы (Казахстан) – Чолпон-Ата (Кыргызстан)»

Подсценарий S_{td}^f формирования ИК «Алматы (Казахстан) – Чолпон-Ата (Кыргызстан)»						
Возможные партнеры или группы партнеров: финансово-промышленная группа (ФПГ), сетевая структура (СС), прямой трудовой договор (ПТД)						
ФПГ+ПТД	NS	DLC	FIG + NS + DLC	FIG + NS	NS + DLC	FIG + DLC
<i>Экспертные оценки целесообразности выбора партнера (группы партнеров)</i>						
0,25	0,15	0,1	0,2	0,1	0,05	0,25

Таким образом, оптимальным вариантом реализации проекта на микроуровне (по оценкам экспертов) является группа партнеров, состоящая из финансово-промышленной группы (подходящей по отраслевой принадлежности), которая может обеспечить финансовые ресурсы, необходимое оборудование, комплектующие и т.п. и наемных работников и/или

подрядчиков (с которыми заключаются прямые договора на осуществление работ).

В случае, если решение о развертывании ИК реализуется на основании совокупности нескольких сценариев и/или подсценариев S_t^f , необходимо формировать сложный граф с наличием множества прямых и сложных (интегрированных) путей (рис. 10), однако метод оценки останется без изменений.

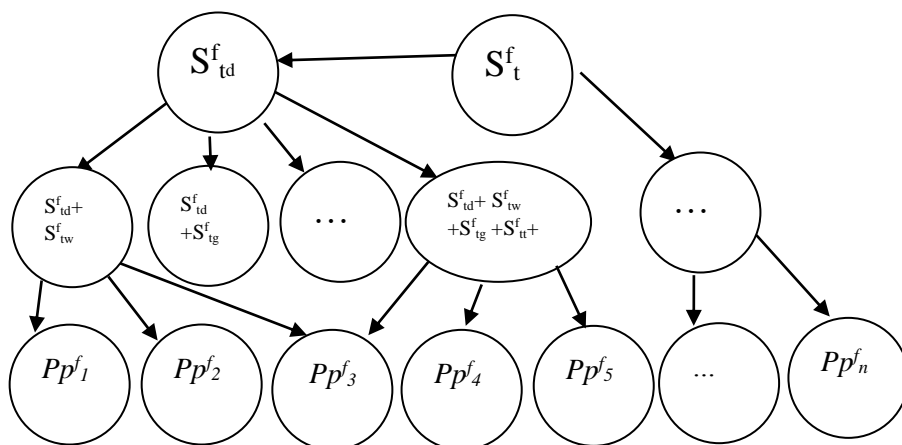


Рисунок 10 - Пример графа модели выбора потенциальных партнёров для реализации перспективного сценария с наличием множества прямых и сложных (интегрированных) путей

3. Программная реализация имитационной модели определения наиболее подходящей модели развития новых инфраструктурных коридоров

С целью автоматизации процесса определения наиболее подходящей модели развития новых инфраструктурных коридоров была разработана специальная имитационная модель, в основу которой положен принцип имитации процессов строительства (реконструкции), а также обслуживания объектов инфраструктуры, входящих в состав транспортного коридора.

Реализация имитационной модели выполнена на языке программирования R в среде RStudio с использованием пакета библиотек Shiny. Рабочая версия модели опубликована в облачном сервисе shinyapps.io по адресу <https://broadband.shinyapps.io/SmartCorridorsSimulator/>.

На рис. 11 приведено главное рабочее окно имитационной модели.

Smart Corridors Simulator

The screenshot shows the Smart Corridors Simulator interface. On the left, there is a sidebar with the ESCAP logo and 'Profile' section containing a dropdown for 'Smart Corridor 1'. Below this are sections for 'Methodology' (set to 'ECONOMY'), 'Algorithm' (set to 'ECONOMY1_2'), and 'Formula' (set to 'ALL'). A 'Calculate' button is present. Further down are input fields for 'Database of labor norms for maintenance of infrastructure facilities, file' (laborDB_m.csv) and 'Database of materials norms for maintenance of infrastructure facilities, file' (matDB_m.csv). At the bottom of the sidebar are two sliders: 'Type of facility (0 - road, 1 - railway, 2- electricity, 3- IT), variants' (set to 0) and 'Type of segment (scalable - 0, non-trivial - 1), logical' (set to 0).

The main content area displays the following information:

Algorithm for determining of OPEX for operation (maintenance) of the facility

OPEX for operation (maintenance) of the facility, currency units per year	1980075
Total cost of operations (for annual maintenance) per whole segment, currency units per year	883575
Total cost of materials (for annual maintenance) per whole segment, currency units per year	1096500

Detailed Calculation Log:

- Database of labor norms is loaded from the file
- Database of materials norms is loaded from the file
- List of maintenance operations taken into account for the segment

Operation: Demolition and Removal Complexity (man*hour per iteration): 5 Number of iterations per meter (or per segment) per year: 1 Cost, currency units per hour: 5 Number of iterations per whole segment per year: 1000 Cost of operation (maintenance) per segment (considering Process complexity factor & Factor of the possibility of using standard technical solutions), currency units per year: 23375

Operation: Grading and Sloping Complexity (man*hour per iteration): 10 Number of iterations per meter (or per segment) per year: 1 Cost, currency units per hour: 5 Number of iterations per whole segment per year: 1000 Cost of operation (maintenance) per segment (considering Process complexity factor & Factor of the possibility of using standard technical solutions), currency units per year: 46750

Operation: Prepare the Sub Base Complexity (man*hour per iteration): 10 Number of iterations per meter (or per segment) per year: 2 Cost, currency units per hour: 7 Number of iterations per whole segment per year: 2000 Cost of operation (maintenance) per segment (considering Process complexity factor & Factor of the possibility of using standard technical solutions), currency units per year: 130900

Operation: Proof Roll, Undercutting and Sub Base Repair Complexity (man*hour per iteration): 20 Number of iterations per meter (or per segment) per year: 1 Cost, currency units per hour: 7 Number of iterations per whole segment per year: 1000 Cost of operation (maintenance) per segment (considering Process complexity factor & Factor of the possibility of using standard technical solutions), currency units per year: 130900

Operation: Binder and Surface Course Complexity (man*hour per iteration): 15 Number of iterations per meter (or per segment) per year: 3 Cost, currency units per hour: 7 Number of iterations per whole segment per year: 3000 Cost of operation (maintenance) per segment (considering Process complexity factor & Factor of the possibility of using standard technical solutions), currency units per year: 294525

Operation: Install New Asphalt Surface Complexity (man*hour per iteration): 25 Number of iterations per meter (or per segment) per year: 1 Cost, currency units per hour: 5 Number of iterations per whole segment per year: 1000 Cost of operation (maintenance) per segment (considering Process complexity factor & Factor of the possibility of using standard technical solutions), currency units per year: 116875

Рисунок 11 - Главное рабочее окно имитационной модели

Условно рабочее окно имитационной модели (рис. 11) разделено на 4 ключевых сегмента:

- блок выбора исследуемого (моделируемого) элемента методики расчётов (левый верхний угол);
- блок вывода основных результатов моделирования (правый верхний угол);
- блок ввода специфических параметров (левый нижний угол);
- блок вывода детализированного журнала операций (правый нижний угол).

Блок выбора исследуемого элемента

Данный блок предназначен как для выбора профиля исследования, который позволяет задавать полностью уникальный, специфический набор значений для проводимых исследований, так и для выбора конкретного элемента исследований (методика в целом, часть методики, отдельный алгоритм или даже отдельная формула).

Smart Corridors Simulator

The screenshot shows the 'Smart Corridors Simulator' interface. At the top left is the ESCAP logo. Below it, there is a 'Profile' dropdown menu currently set to 'Smart Corridor 1'. Underneath are three more dropdown menus: 'Methodology' set to 'ALL', 'Algorithm' set to 'ALL', and 'Formula' which is currently empty. At the bottom of these options is a 'Calculate' button.

Рисунок 12 - Блок выбора исследуемого элемента

В состав блока выбора исследуемого элемента входят 4 выпадающих списка:

- список исследуемых профилей. Содержание данного списка подгружается автоматически из файла с именем «profiles.csv», находящегося в корневой директории имитационной модели. Каждая запись (строка) в этом файле содержит две колонки: отображаемое имя профиля и имя конфигурационного файла профиля;

- список исследуемых модулей. Содержание данного списка подгружается автоматически из файла конфигурации выбранного профиля и, как правило, должно содержать пять записей (ALL – исследование всей методики, FLOWS – исследование модуля определения технико-экономических потоков, SCENARIOS – исследование модуля определения сценариев развития новых

инфраструктурных коридоров, ECONOMY – исследование модуля оценки экономической эффективности развития новых инфраструктурных коридоров, PARTNERSHIP – исследование модуля выбора наиболее перспективных моделей партнёрств для развития новых инфраструктурных коридоров;

- список исследуемых алгоритмов. Содержание данного списка подгружается автоматически из файла конфигурации выбранного профиля и содержит перечень алгоритмов, входящих в состав выбранного модуля (при их наличии);

- список исследуемых формул. Содержание данного списка подгружается автоматически из файла конфигурации выбранного профиля и содержит перечень формул, входящих в состав выбранного алгоритма (при их наличии).

Ещё одним элементом управления, входящим в состав блока выбора исследуемого элемента, является кнопка «Calculate», непосредственно приводящая в действие имитационную модель.

Используется для отображения структуры подэлементов, входящих в состав того либо иного элемента модели (например, списка алгоритмов, входящих в ту или иную часть методики расчётов), а также для отображения самих результатов расчётов.

Блок вывода основных результатов

Determination of promising economic and technological flows on the territory of the transport corridor

Passenger traffic	TRANSPORT	214903260	301113212.4	214903260
Cargo traffic	TRANSPORT	7637058	401579006.4	81106740
Energy flow	ENERGY	8596130400	401579006.4	9164469600
Informational traffic	IT	24250050	463360392	247965300

Рисунок 13 - Блок вывода основных результатов

В процессе выбора того либо иного компонента в блоке выбора исследуемого элемента происходит отображение названия выбранного блока, а также подэлементов, входящих в состав выбранного элемента (название и описание).

которые представлены массивом названий ключевых результатов и их численным и/или строковым значением.

В свою очередь, после нажатия кнопки «Calculate» соответствующее описание заменяется на результаты основных расчётов,

Блок ввода специфических параметров

Данный блок формируется динамически в зависимости от того, какой элемент выбран в блоке выбора исследуемого элемента, и позволяет изменить условия моделирования.

Рисунок 14 - Блок ввода специфических параметров

Содержание данного блока подгружается автоматически из файла конфигурации выбранного профиля с учётом выбранного модуля, алгоритма и формулы и может

содержать элементы управления двух типов: текстовое поле (например, для ввода имени файла) либо числовое поле в форме элемента управления типа «ползунок».

Изменяя значения переменных в данном блоке, можно исследовать поведение как отдельных формул в различных условиях, так и целых алгоритмов, модулей или даже всей методики.

Блок вывода детализованного журнала операций

Данный блок используется для вывода промежуточных результатов имитационного моделирования в формате записей лог-журнала.

Operation: Demolition and Removal Complexity (man*hour per iteration): 5 Number of iterations per meter (or per segment) per year: 1 Cost, currency units per hour: 5 Number of iterations per whole segment per year: 1000 Cost of operation (maintenance) per segment (considering Process complexity factor & Factor of the possibility of using standard technical solutions), currency units per year: 23375
Operation: Grading and Sloping Complexity (man*hour per iteration): 10 Number of iterations per meter (or per segment) per year: 1 Cost, currency units per hour: 5 Number of iterations per whole segment per year: 1000 Cost of operation (maintenance) per segment (considering Process complexity factor & Factor of the possibility of using standard technical solutions), currency units per year: 46750
Operation: Prepare the Sub Base Complexity (man*hour per iteration): 10 Number of iterations per meter (or per segment) per year: 2 Cost, currency units per hour: 7 Number of iterations per whole segment per year: 2000 Cost of operation (maintenance) per segment (considering Process complexity factor & Factor of the possibility of using standard technical solutions), currency units per year: 130900
Operation: Proof Roll, Undercutting and Sub Base Repair Complexity (man*hour per iteration): 20 Number of iterations per meter (or per segment) per year: 1 Cost, currency units per hour: 7 Number of iterations per whole segment per year: 1000 Cost of operation (maintenance) per segment (considering Process complexity factor & Factor of the possibility of using standard technical solutions), currency units per year: 130900
Operation: Binder and Surface Course Complexity (man*hour per iteration): 15 Number of iterations per meter (or per segment) per year: 3 Cost, currency units per hour: 7 Number of iterations per whole segment per year: 3000 Cost of operation (maintenance) per segment (considering Process complexity factor & Factor of the possibility of using standard technical solutions), currency units per year: 294525
Operation: Install New Asphalt Surface Complexity (man*hour per iteration): 25 Number of iterations per meter (or per segment) per year: 1 Cost, currency units per hour: 5 Number of iterations per whole segment per year: 1000 Cost of operation (maintenance) per segment (considering Process complexity factor & Factor of the possibility of using standard technical solutions), currency units per year: 116875

Рисунок 15 - Блок вывода детализованного журнала операций

Исследование записей данного блока позволяет изучить процесс моделирования в пошаговом режиме в разрезе отдельных компонент (например, сегментов отдельных объектов инфраструктуры).

Структурно конфигурационный файл представляет собой файл значений, разделённых запятой (csv – comma-separated values), в котором представлены следующие колонки: 1 – название исследуемого модуля, к которому относится запись (ALL – для всей методики); 2 – название исследуемого алгоритма, к которому относится запись (ALL – для всего модуля); 3 – название исследуемой формулы, к которой относится запись (ALL – для всего алгоритма); 4 – условное (внутреннее) название переменной (данное значение не может быть изменено); 5 – описание переменной; 6 – единица измерения переменной; 6 – минимальное значение переменной (только для элементов управления типа «ползунок»); 7 –

максимальное значение переменной (только для элементов управления типа «ползунок»); 8 – шаг изменения переменной (только для элементов управления типа «ползунок»); 9 – значение переменной по умолчанию; 10 – 14 – служебные поля, используемые для регулирования режима отображения элементов блока ввода специфических параметров.

Следует отметить, что в качестве параметров, которыми оперирует имитационная модель, могут использоваться не только числовые значения, но и файлы, содержащие массивы или базы исходных данных. Как и сам конфигурационный файл, все эти файлы формируются в формате файлов значений, разделённых запятой (csv – comma-separated values), и могут быть легко созданы или отредактированы в редакторе Microsoft Excel.

На рис. 16 приведен пример заполнения конфигурационного файла для одного

профиля (одного условного инфраструктурного коридора).

ALL	ALL		EconomyData.VAT	VAT	%	0	100
ALL	ALL		EconomyData.ProfitTax	Profit Tax	%	0	100
ALL	ALL		EconomyData.DiscountCoefficient	Discount Coefficient	coeff	0	100
FLows	ALL		FlowData.StatFile	Economic and technological flows on the territory of the transport corridor	file	0	10000
FLows	FLows1_1	ALL					
FLows	FLows1_1	FLows_1_1_1	FlowData.TotalFlowLoadPerYear	Total flow load per year	units per year	0	10000
FLows	FLows1_1	FLows_1_1_2	Intermediate.MeanDayConcentrationFactor	Mean concentration factor by day of the year	coeff	0	100
FLows	FLows1_1	FLows_1_1_2	FlowData.MeanDailyLoadOfHighestMonth	Mean daily load in the month of the highest	coeff	0	100
FLows	FLows1_1	FLows_1_1_3	Intermediate.MeanDayConcentrationFactor	Mean concentration factor by day of the year	coeff	0	100
FLows	FLows1_1	FLows_1_1_3	FlowData.MeanDailyLoadOfHighestWeek	Mean daily load on the day of the week with the highest load of the month of the highest	coeff	0	100
FLows	FLows1_1	FLows_1_1_4	Intermediate.MeanDayConcentrationFactor	Mean concentration factor by day of the year	coeff	0	100
FLows	FLows1_1	FLows_1_1_4	FlowData.MeanHourlyLoadOfHighestDay	Mean hourly load on the day of the week with the highest load of the month of the highest load	coeff	0	10
FLows	FLows1_1	FLows_1_1_5	Intermediate.MonthConcentrationFactor	Concentration factor by month of the year	coeff	1	2
FLows	FLows1_1	FLows_1_1_5	Intermediate.DayConcentrationFactor	Concentration factor by day of the week	coeff	1	2
FLows	FLows1_1	FLows_1_1_5	Intermediate.HourConcentrationFactor	Concentration factor by hours of the day	coeff	1	2
FLows	FLows1_1	FLows_1_1_6	FlowData.MeanFlowPerHousehold	Mean volumes of use of services of a specific flow by households	units per household	0	1000
FLows	FLows1_1	FLows_1_1_6	GeoData.NumberOfHouseholds	Number of households in a region (average for the period)	households	0	1000000
FLows	FLows1_1	FLows_1_1_6	FlowData.MeanFlowPerBusiness	Mean volumes of use of services of a specific flow by business units	units per business	0	1000
FLows	FLows1_1	FLows_1_1_6	GeoData.NumberOfBusinessUnits	Number of business units in a region (average for the period)	business units	0	1000000
FLows	FLows1_1	FLows_1_1_6	Intermediate.NonUniformityFactor	Non-uniformity factor	coeff	1	2
FLows	FLows1_1	FLows_1_1_7	FlowData.ShareOfHouseholdCOst	Share of household cost that spending on services of a particular flow	%	0	100
FLows	FLows1_1	FLows_1_1_7	SocialEconomyParameters.AverageHouseholdIncome	Average household income	currency units per	0	10000
FLows	FLows1_1	FLows_1_1_7	GeoData.NumberOfHouseholds	Number of households in a region (average for the period)	households	0	1000000

Рисунок 16 - Пример заполнения конфигурационного файла профиля имитационной модели

Полный перечень файлов, используемых имитационной моделью, а также описание их структуры приведено в табл. 16.

Таблица 16 - Перечень файлов, используемых имитационной моделью

№ п/п	Описание (назначение) файла	Модуль, алгоритм, формула	Имя файла по умолчанию	Описание структуры
1	Статистическая информация для определения характеристик экономико-технологических потоков на территории инфраструктурного коридора	ALL FLows	statdata.csv	1 – название потока 2 – тип потока 3 – объём потребления со стороны домохозяйства (в единицах в год) 4 – объём потребления со стороны бизнеса (в единицах в год) 5 – доля расходов на услуги потока в общем объёме расходов домохозяйства (в процентах) 6 – объём расходов на услуги потока одной единицей бизнеса (в у.е. в год) 7 – тариф на услуги потока для домохозяйств (в у.е. за единицу) 8 – тариф на услуги потока для бизнеса (в у.е.

				<p>за единицу)</p> <p>9 – коэффициент неравномерности потока по месяцам</p> <p>10 – коэффициент неравномерности потока по дням недели</p> <p>11 – коэффициент неравномерности потока по часам</p> <p>12 – коэффициент влияния внешнего контура</p> <p>13 – коэффициент влияния внутреннего контура</p>
2	Существующие и планируемые объекты инфраструктуры на территории инфраструктурного коридора	ALL SCENARIOS	facilities.csv	<p>1 – название объекта инфраструктуры</p> <p>2 – тип потока, к которому относится объект инфраструктуры (TRANSPORT – транспортный; ENERGY – энергетический; IT – информационный)</p> <p>3 – тип объекта инфраструктуры (RD – дорога; RW – железная дорога; EG – электроэнергия; IT – волоконно-оптическая линия связи)</p> <p>4 – пропускная способность объекта инфраструктуры в единицах измерения потока</p> <p>5 – пропускная способность объекта инфраструктуры в денежном выражении</p> <p>6 – состояние объекта (EXISTING – существующий объект; PLANNED – проектируемый (имитируемый) объект)</p> <p>7 – состояние объекта в целом (1 – необходима реконструкция; 2 – новый</p>

				или проектируемый объект) 8 – название файла с детализированной посегментной информацией по объекту инфраструктуры
3	База данных нормативов трудозатрат для строительства новых объектов инфраструктуры	ALL ECONOMY	laborDB_b.csv	1 – тип объекта инфраструктуры (RD – дорога; RW – железная дорога; EG – электроэнергия; IT – волоконно-оптическая линия связи (ВОЛС), RD+IT, RW+IT, EG+IT – совместное развёртывание ВОЛС с другими видами инфраструктуры) 2 – тип сегмента (SCALABLE – масштабируемый; UNTRIVIAL – нетривиальный) 3 – подтип нетривиального сегмента 4 – название операции (вида работ) 5 – сложность операции в человеко-часах 6 – количество операций на один метр объекта инфраструктуры (для масштабируемых сегментов) или на весь объект (для нетривиальных) 7 – стоимость часа для работ данного вида в долларах США (или национальной валюте) за один человеко-час
4	База данных нормативов трудозатрат для реконструкции существующих объектов инфраструктуры	ALL ECONOMY	laborDB_r.csv	
5		ALL ECONOMY	matDB_b.csv	1 – тип объекта инфраструктуры (см. выше)

	База данных нормативов расхода материалов для строительства новых объектов инфраструктуры			2 – тип сегмента (см. выше) 3 – подтип нетривиального сегмента 4 – название типа материалов 5 – количество материала в условных единицах измерения на один метр объекта инфраструктуры (для масштабируемых сегментов) или на весь объект (для нетривиальных)
6	База данных нормативов расхода материалов для реконструкции существующих объектов инфраструктуры	ALL ECONOMY	matDB_r.csv	6 – стоимость условной единицы измерения материалов
7	База данных нормативов трудозатрат для обслуживания существующих объектов инфраструктуры	ALL ECONOMY	laborDB_m.csv	1 – тип объекта инфраструктуры (см. выше) 2 – тип сегмента (см. выше) 3 – подтип нетривиального сегмента 4 – название операции (вида работ) 5 – сложность операции в человеко-часах 6 – количество операций на один метр объекта инфраструктуры (для масштабируемых сегментов) или на весь объект (для нетривиальных) в год 7 – стоимость часа для работ данного вида в долларах США (или национальной валюте) за один человеко-час
8	База данных нормативов расхода материалов для обслуживания	ALL ECONOMY	matDB_m.csv	1 – тип объекта инфраструктуры (см. выше)

	существующих объектов инфраструктуры			<p>2 – тип сегмента (см. выше)</p> <p>3 – подтип нетривиального сегмента</p> <p>4 – название типа материалов</p> <p>5 – количество материала в условных единицах измерения на один метр объекта инфраструктуры (для масштабируемых сегментов) или на весь объект (для нетривиальных) в год</p> <p>6 – стоимость условной единицы измерения материалов</p>
9	Матрица с экспертной оценкой потенциала партнёрских моделей для реализации перспективных сценариев развития инфраструктурных коридоров	ALL PARTNERSHIP	partnership.csv	<p>1 – вид партнёрства или название конкретного партнёра</p> <p>2 – 12 – экспертная оценка уровня перспективности участия того либо иного партнёра (или использования той либо иной модели партнёрства) для реализации конкретного подсценария (в случае его наличия в рамках общего сценария) развития транспортного коридора</p>
10	Экономико-технологические потоки на территории	SCENARIOS	flows.csv	<p>1 – название экономико-технологического потока</p> <p>2 – тип потока</p>

	инфраструктурного коридора (файл предназначен исключительно для исследования одного из модулей модели)			(TRANSPORT – транспортный; ENERGY – энергетический; IT – информационный) 3 – интенсивность потока в условных единицах измерения 4 – интенсивность потока в денежном выражении (доллары США или национальная валюта), рассчитанная по методу оценки доли расходов 5 – интенсивность потока в денежном выражении (доллары США или национальная валюта), рассчитанная по методу оценки исторического спроса и существующих тарифов
11	Базовые сценарии развития инфраструктурного коридора (файл предназначен исключительно для исследования одного из модулей модели)	SCENARIOS	bscenarios.csv	1 – подсценарий развития дорожной инфраструктуры (S0 – отсутствие действия, Sg – реконструкция, Sn – строительство нового объекта) 2 – подсценарий развития железнодорожной инфраструктуры 3 – подсценарий развития энергетической инфраструктуры 4 – подсценарий развития ИКТ инфраструктуры
12	База данных сегментов, входящих в состав того либо иного объекта инфраструктуры (при расчётах полного цикла используется имя, содержащееся в столбце 8 файла №2 данного списка)	ALL ECONOMY	roadsegments.csv rwsegments.csv egsegments.csv itsegments.csv	1 – условный идентификатор сегмента 2 – протяжённость сегмента в метрах (для масштабируемых сегментов) 3 – тип сегмента (SCALABLE – масштабируемый; UNTRIVIAL – нетривиальный) 4 – подтип нетривиального сегмента 5 – тип необходимой

				<p>операции (RECONSTRUCTION – реконструкция, BUILDING – строительство)</p> <p>6 – коэффициент учета сложности процессов (сложная топография местности, природно-климатические условия и т.п.), от 1,01 до 1,25</p> <p>7 – коэффициент возможности использования стандартных технических решений (например, использование готовых программных модулей или технических конструкций), от 0,85 до 1.</p>
13	<p>Полный список сценариев развития инфраструктурного коридора (файл предназначен исключительно для исследования одного из модулей модели)</p>	PARTNERSHIP	allscenarios.csv	<p>1 – подсценарий развития дорожной инфраструктуры (S0 – отсутствие действия, S_r – реконструкция, S_n – строительство нового объекта, S_{cd+it} – совместное развёртывание инфраструктуры ИКТ с объектом другой инфраструктуры)</p> <p>2 – подсценарий развития железнодорожной инфраструктуры</p> <p>3 – подсценарий развития энергетической инфраструктуры</p> <p>4 – подсценарий развития ИКТ инфраструктуры</p>