

Инструменты совместного развертывания ИКТ с инфраструктурой дорожного транспорта и энергетики (ЧАСТЬ II)

Серия рабочих документов Азиатско-тихоокеанской информационной супермагистрали (AP-IS)

UNITED NATIONS ESCAP
Economic and Social Commission for Asia and the Pacific

Экономическая и социальная комиссия для Азии и Тихого океана (ЭСКАТО) служит региональным центром Организации Объединенных Наций, содействующим сотрудничеству между странами в целях обеспечения всеобщего и устойчивого развития. Крупнейшая региональная межправительственная платформа с 53 государствами-членами и 9 ассоциированными членами, ЭСКАТО стала мощным региональным аналитическим центром, предлагающим странам надежные аналитические продукты, позволяющие понять развивающуюся экономическую, социальную и экологическую динамику региона. Стратегическая задача Комиссии состоит в том, чтобы выполнить Повестку дня в области устойчивого развития на период до 2030 года, что она делает путем укрепления и углубления регионального сотрудничества и интеграции в целях развития связей, финансового сотрудничества и интеграции на рынке. Исследования и анализ ЭСКАТО в сочетании с ее консультационными услугами по вопросам политики, наращиванием потенциала и технической помощью правительствам направлены на поддержку амбиций стран в области устойчивого и



всеохватывающего развития.

Затененные области карты обозначают членов и ассоциированных членов ЭСКАТО.

Отказ от ответственности (Дисклеймер):

В рабочих документах Азиатско-Тихоокеанской информационной супермагистрали (AP-IS) содержится актуальный для политики анализ региональных тенденций и проблем в поддержку развития AP-IS и всестороннего развития. Данные исследования не отражают точку зрения Организации Объединенных Наций. Мнения, высказанные здесь, принадлежат авторам. Этот рабочий документ был выпущен без официального редактирования, и используемые обозначения и представленные материалы не подразумевают выражения какого-либо мнения со стороны Секретариата Организации Объединенных Наций в отношении правового статуса любой страны, территории, города или района, или его полномочий, или относительно разграничения границ.

Переписка по этому документу должна быть адресована на электронную почту: escap-ids@un.org.

Контакты:
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

Благодарности

Английская и русская версии настоящего инструментария подготовлены доктором Вадимом Каптуром, проректором по научной работе Одесской национальной академии связи (ОНАС) им. А.С. Попова, Украина. Документ разработан при участии следующих научных и технических консультантов, представляющих ОНАС им. А.С. Попова: д-р Елена Князева, д-р Владимир Баляр, Ирина Тимченко, Елена Мазуркевич, Любовь Терлецкая, Марина Демьянчук и Богдана Ямнюк.

Существенные комментарии предоставили Атсуко Акуда, Чаннарит Мэн, Елена Дьяконова, Бехзод Рахматов, Лана Бэснин Заман и Аида Каражанова под руководством Тизианы Бонапачэ, руководителя Отдела информационно-коммуникационных технологий и уменьшения опасности бедствий Экономической и социальной комиссии ООН для Азии и Тихого океана, а также Зульфия Худайбергенова из Казахстана и д-р Дуглас Холл из Корпуса мира Соединенных Штатов Америки. Тарнкамон Чантарават, Натача Питаксерикул и Саколлерд Лимкрайнгкрай также оказали административную поддержку и необходимую помощь при выпуске этого инструментария.

Март 2020

Фото обложки: Cover - iStock-599471112

Сводное резюме

Учитывая стремительный темп цифровизации жизни общества, широкополосный доступ в Интернет становится как никогда важным, в том числе в сельских и отдаленных районах. Национальные программы по развитию инфраструктуры информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) и сокращению разрыва в цифровых технологиях признаны необходимыми для реализации национальных планов социально-экономического развития.

Однако для операторов связи прокладка волоконно-оптических кабелей в малонаселенных регионах не всегда экономически выгодно, а существующая телефонная сеть во многих регионах не приспособлена для обеспечения широкополосного доступа в Интернет. Экономические затраты и ресурсы, используемые для развертывания инфраструктуры ИКТ, можно оптимизировать путем совместного развертывания, которое определяется как сопутствующее совместное развертывание кабельной канализации и/или волоконно-оптических кабелей при строительстве инфраструктуры, такой как новые дороги, автомагистрали, железные дороги, линии электропередачи и нефтегазопроводы.

В ответ на потребности государств-членов Секретариат Экономической и социальной комиссии Организации Объединенных Наций для Азии и Тихого океана (ЭСКАТО) предпринял значительные шаги для развития человеческого капитала и создания пакета полезных информационных и аналитических материалов и инструментов для содействия создания благоприятных условий. для совместного использования инфраструктуры ИКТ с транспортной и энергетической инфраструктурой. Этот инструментарий по наращиванию потенциала был разработан в рамках углубленного национального исследования развертывания инфраструктуры ИКТ с дорожно-транспортой и энергетической

инфраструктурой в Казахстане и Кыргызстане[1] в тесной консультации со специалистами Казахстана и Кыргызстана в октябре 2019 года в Алматы, Казахстан[2].

Данный инструментарий по наращиванию потенциала предлагает методологии и инструменты для оценки и планирования экономических и организационных аспектов, а также технические аспекты совместного использования инфраструктуры ИКТ с дорожно-транспортной и энергетической инфраструктурой.

Одна из предложенных методологий заключается в определении потенциала совместимости совместного развертывания инфраструктуры ИКТ с дорожно-транспортной и энергетической инфраструктурой. Этот потенциал определяется посредством оценки ключевых параметров для работы элементов инфраструктуры, которые имеют фундаментальное значение для совместного развертывания. Основные параметры для определения совместимости инфраструктур для их совместного развертывания предлагаются и классифицируются по техническим, географическим, организационным и социально-экономическим факторам. Эти параметры оцениваются и сравниваются с использованием системы начисления баллов или процентов. Чтобы продемонстрировать применение этой методологии, проводится оценка нескольких перспективных проектов в области ИКТ, автомобильного транспорта и энергетической инфраструктуры в Казахстане и Кыргызстане с использованием предложенных параметров, чтобы определить, совместимы ли различные инфраструктурные проекты для совместного развертывания.

Параметрическая модель совместного развертывания инфраструктуры ИКТ с дорожно-транспортной и энергетической инфраструктурой оценивает разницу в стоимости между отдельным развертыванием инфраструктуры (ИКТ, транспорт или электричество) и их совместным развертыванием. Параметрическая модель учитывает такие параметры, как затраты на проектирование, стоимость получения разрешений, прямые и косвенные материальные затраты, заработная плата для персонала и другие расходы.

[1] Find all resources at https://www.unescap.org/our-work/ict-disaster-risk-reduction/asia-pacific-information-superhighway/resources.
[2] ESCAP, “Addressing 2030 Agenda through Regional Economic Cooperation and Integration in Asia and the Pacific: Kazakhstan Expert Consultations”, October 2019. Available at https://www.unescap.org/events/addressing-2030-agenda-through-regional-economic-cooperation-and-integration-asia-and.

Предлагаемая методология оценки экономической эффективности совместного развертывания инфраструктуры ИКТ с дорожно-транспортной и энергетической инфраструктурой основана на сравнении показателя скорости удельного прироста стоимости для случаев совместного развертывания и отдельного развертывания соответствующих инфраструктур. Показателем скорости удельного прироста стоимости является отношение чистого денежного потока к произведению расчетного периода от начала проекта до его окончания и объема инвестиций за текущий год. Специальный калькулятор (в формате * .xlsx), использующий эту методологию для оценки экономической эффективности, доступен по адресу https://owncloud.onat.edu.ua/index.php/s/jL200B8MsjBQryZ.

Активное и широкое развитие дорожно-транспортной и энергетической инфраструктуры в развивающихся странах привело к появлению многочисленных возможностей, которые операторы инфраструктуры ИКТ могли бы рассмотреть для расширения национальной волоконно-оптической сети посредством совместного развертывания. Однако выбрать конкретный объект дорожно-транспортной или энергетической инфраструктуры для совместного развертывания с инфраструктурой ИКТ непросто. Для определения наиболее значимого проекта предлагается методология, основанная на методе анализе иерархий. Она состоит из расчета взвешенного показателя на основе точечных оценок нескольких критериев и их весовых коэффициентов, рассчитанных путем парного сравнения. Специальный калькулятор (в формате *.xlsx), использующий эту методологию, доступен по адресу https://owncloud.onat.edu.ua/index.php/s/CKdtBXuIOcPzq08.

Чтобы помочь проектировщикам инфраструктуры ИКТ планировать проекты совместного развертывания с дорожно-транспортной или энергетической инфраструктурой, описан процесс типового проектирования. Он включает шаблоны форм для сбора исходных данных, которые необходимы для разработки проектов совместного развертывания инфраструктуры, а также некоторые современные технологические опции для прокладки волоконно-оптической сети с различными типами инфраструктур (дороги, железные дороги, туннели, линии электропередач и т.д.). Он также включает необходимую проектную документацию, которая будет иметь решающее значение для успешного внедрения совместного развертывания инфраструктуры ИКТ с дорожно-транспортной или энергетической инфраструктурой.

Одним из основных аспектов, которые необходимо укрепить для успешного совместного развертывания, является координация и сотрудничество организаций, включая владельцев дорожно-транспортной или энергетической инфраструктуры и оператора связи, а также соответствующие государственные и частные организации, участвующие в процессе совместного развертывания. Для содействия координации и сотрудничеству рекомендуется разработка единого информационного портала.

Предполагается, что портал будет содержать информацию обо всех существующих и планируемых инженерных работах, которые потенциально могут совместно развертывать волоконно-оптические кабели. На портале онлайн-представители организаций, правительственных учреждений, потенциальных инвесторов и операторов связи смогут найти партнеров для совместного развертывания инфраструктуры ИКТ с дорожно-транспортной или энергетической инфраструктурой, а также разместить свою информацию о приоритетных областях для текущих инвестиций. Используя этот портал, все заинтересованные стороны смогут обмениваться документами, вносить изменения и получать информацию о статусе выполнения определенных запросов, а также получать доступ и использовать методологии и инструментам, разработанным в рамках этого инструментария.

Этот предлагаемый единый информационный портал может потенциально повысить конкурентоспособность и обеспечить доступ к соответствующей информации на основе равенства и прозрачности, что, в свою очередь, сведет к минимуму коррупцию.

В качестве способа продвижения вперед предлагаемый набор методологий и инструментов в данном инструментарии должен быть дополнительно апробирован в рамках реального сценария развития вдоль транспортного или энергетического коридора, требующего инфраструктуры ИКТ. Результаты, собранные в ходе этого эксперимента, будут способствовать процессу принятия решений.

Оглавление

Благодарности **3**

Сводное резюме **4**

Список рисунков **9**

Список таблиц **10**

Глоссарий **11**

Список сокращений **14**

1. Введение **15**

2. Экономические и организационные аспекты совместного развёртывания ИКТ с инфраструктурой транспорта и энергетики **18**

2.1. Методика определения потенциала совместимости совместного развёртывания инфраструктуры ИКТ с инфраструктурой транспорта и энергетики 18

2.2. Параметрическая модель совместного развёртывания инфраструктуры ИКТ с инфраструктурой транспорта и энергетики 32

2.3. Экономическая эффективность совместного развёртывания инфраструктуры ИКТ с инфраструктурой транспорта и энергетики 34

2.4. Методика определения перспективных проектов транспортной и энергетической инфраструктур в контексте их привлекательности для совместного развёртывания с инфраструктурой ИКТ 40

3. Технические аспекты совместного развёртывания ИКТ с инфраструктурой транспорта и энергетики **46**

3.1. Шаблоны исходных данных для проектирования совместного развёртывания инфраструктуры ИКТ с инфраструктурой транспорта и энергетики 46

3.2. Состав типовых проектных решений и основные разделы проекта 58

3.3. Содержание общей пояснительной записки проекта 59

4. Дальнейшие шаги **67**

Приложение А. Оценка совместимости инфраструктур **69**

Список рисунков

Рисунок 1 – Пример фрагмента проектируемой трассы ВОЛС с участками совместного развертывания с инфраструктурой автомобильной дороги и совместной подвески с кабелями ЛЭП
Рисунок 2 – Схема организации связи на участках проектируемой трассы

Список таблиц

Таблица 1 – Пример вычисления среднего бального значения для различных групп факторов
Таблица 2 – Степень совместимости проектов
Таблица 3 – Пример использования подхода, основанного на оценке параметров в процентах
Таблица 4 – Ключевые факторы и параметры, предлагаемые для определения возможности совестного развертывания инфраструктуры ИКТ с инфраструктурой транспорта и энергетики на основании определения потенциала их совместимости
Таблица 5 – Принципы оценивания объектов инфраструктуры
Таблица 6 – Перечень перспективных проектов транспортной (или энергетической) инфраструктуры в Казахстане
Таблица 7 – Перечень перспективных проектов инфраструктуры ИКТ в Казахстане
Таблица 8 – Степень совместимости объектов перспективного строительства объектов инфраструктуры транспорта или энергетики с объектами инфраструктуры ИКТ в Казахстане
Таблица 9 – Перечень перспективных проектов транспортной (или энергетической) инфраструктуры в Кыргызстане
Таблица 10 – Перечень перспективных проектов инфраструктуры ИКТ в Кыргызстане
Таблица 11 – Степень совместимости объектов перспективного строительства объектов инфраструктуры транспорта или энергетики с объектами инфраструктуры ИКТ в Кыргызстане
Таблица 12 – Параметрическая модель совместного развертывания инфраструктуры ИКТ с инфраструктурой транспорта и энергетики
Таблица 13 – Последовательность вычисления ожидаемого объёма ежегодных поступлений от эксплуатации объекта ИКТ инфраструктуры
Таблица 14 – Последовательность вычисления ожидаемого объёма ежегодных поступлений от эксплуатации объекта инфраструктуры транспорта или энергетики
Таблица 15 – Последовательность вычисления ожидаемого объёма ежегодных поступлений от эксплуатации объекта ИКТ инфраструктуры совместно с инфраструктурой транспорта или энергетики
Таблица 16 – Перечень предлагаемых к использованию критериев
Таблица 17 – Пример попарного сравнения критериев для вычисления весовых коэффициентов
Таблица 18 – Пример сравнения
Таблица 19 – Форма №1 заполнения исходных данных для проектирования совместной прокладки ВОЛС с транспортной и энергетической инфраструктурой
Таблица 20 – Современные технологии совместного развёртывания инфраструктуры ИКТ с инфраструктурой транспорта и энергетики
Таблица 21 – Форма №2 заполнения исходных данных для проектирования совместной развертывания ВОЛС с транспортной и энергетической инфраструктурой
Таблица 22 – Пример заполнения Формы №1 исходных данных для проектирования совместной прокладки ВОЛС с транспортной и энергетической инфраструктурой
Таблица 23 – Пример заполнения Формы №2 исходных данных для проектирования совместного развертывания ВОЛС с транспортной и энергетической инфраструктурой
Таблица 24 – Типы совместного строительства ВОЛС с транспортной инфраструктурой и ЛЭП

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 заправка автомобилей.

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)

индекс скорости удельного прироста стоимости – отношение чистого денежного потока к произведению расчетного периода от начала проекта до его окончания и объема инвестиций за текущий год (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)

магистраль связи – цифровые системы связи и телекоммуникационная сеть Интернет (источник: Википедия)

метод анализа иерархий – структурированная методика организации и анализа сложных решений, основанная на математике и психологии (источник: Википедия)

опора электропередач – высокая конструкция, обычно стальная решетчатая башня, используемая для поддержки воздушной линии электропередачи (источник: Википедия)

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

потенциал совместимости – наличие необходимых и достаточных возможностей для сосуществования (работа, разработка, развертывание и т.д.) в заданных условиях (источник: собственное определение)

право проезда – законное право, установленное путем использования или предоставления, проходить по определенному маршруту через территорию или собственность, принадлежащую другому физическому или юридическому лицу (источник: Википедия)

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, радиолинии и другие ресурсы, для избегания дублирования инфраструктуры и снижения расходов (источник: собственное определение)

совместное использование активной инфраструктуры – совместное использование общей антенны, фидерного кабеля, сети радиодоступа и системы передачи (источник: www.computerhope.com)

совместное использование пассивной инфраструктуры – совместное использование волокон, оптоволоконных линий, физических площадок, зданий, укрытий, вышек, источников питания и резервного аккумулятора (источник: www.computerhope.com)

совместное развёртывание (инфраструктуры) – одновременное развертывание каналов 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, радиоэфир или витая пара (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

CWDM	Coarse Wavelength Division Multiplexing
DWDM	Dense Wavelength Division Multiplexing
NPV	Net Present Value
PON	Passive optical network
ВВП	внутренний валовый продукт
ВЛ	воздушная линия
ВОК	волоконно-оптический кабель
ВОЛС	волоконно-оптическая линия связи
ИД	исходные данные
ИКТ	информационно-коммуникационные технологии
ЛЭП	линии электропередач
НДС	налог на добавленную стоимость
ЭСКАТО	Экономическая и социальная комиссия ООН для Азии и Тихого океана
ЧД	чистый доход
ЧП	чистая прибыль

1. Введение

Учитывая стремительный темп цифровизации жизни общества, широкополосный доступ в Интернет становится как никогда важным, в том числе в сельских и отдаленных районах. Национальные программы по развитию инфраструктуры информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) и сокращению разрыва в цифровых технологиях признаны необходимыми для реализации национальных планов социально-экономического развития.

Однако для операторов связи прокладка волоконно-оптических кабелей в малонаселенных регионах не всегда экономически выгодна, а существующая телефонная сеть во многих регионах не приспособлена для обеспечения широкополосного доступа в Интернет. Экономические затраты и ресурсы, используемые для развертывания инфраструктуры ИКТ, можно оптимизировать путем совместного развертывания, которое определяется как сопутствующее развертывание кабельной канализации и/или волоконно-оптических кабелей при строительстве инфраструктуры, такой как новые дороги, автомагистрали, железные дороги, линии электропередачи и нефтегазопроводы. Совместное развёртывание и использование инфраструктуры может осуществляться как непосредственно между телекоммуникационными операторами, так и между операторами других инфраструктурных сетей посредством использования пассивной или активной инфраструктуры.

Основными факторами, стимулирующими совместное развёртывание и использование инфраструктуры, являются экономическая выгода и требования к эффективному использованию ограниченных ресурсов. Экономическая выгода побуждает операторов разных инфраструктурных сетей к сотрудничеству с использованием или развертыванием совместной инфраструктуры из-за потенциальной экономии средств либо ускорения выхода на рынок.

Чтобы удовлетворить потребности страны, секретариат ЭСКАТО предпринимает множество важных шагов для развития человеческого капитала, включая создание пакета полезных информационных продуктов и инструментов в предметной области

создания благоприятных условий для совместного развертывания инфраструктуры ИКТ с инфраструктурой транспорта. Эти действия, направленные на оказание помощи государствам-членам ЭСКАТО в содействии совместному развертыванию инфраструктуры ИКТ с транспортной и энергетической инфраструктурой, включают в себя проведение тренингов, обучение, а также проведение межстрановых и углубленных национальных исследований в этом направлении.

Этот инструментарий по наращиванию потенциала был разработан в рамках углубленного национального исследования совместного развертывания инфраструктуры ИКТ с дорожно-транспортой и энергетической инфраструктурой в Казахстане и Кыргызстане[3] в тесной консультации со специалистами Казахстана и Кыргызстана в октябре 2019 года в Алматы, Казахстан[4]. В настоящем Инструментарии описываются экономические и организационные аспекты (раздел 2) совместного развертывания инфраструктуры ИКТ с транспортной и энергетической инфраструктурой, включая исходные шаблоны данных для проектирования совместного развертывания инфраструктуры ИКТ с транспортной и энергетической инфраструктурой, а также содержание типового проектного проекта (раздел 3). Инструментарий состоит из следующих методик и инструментов:

- Методика определения потенциала совместимости совместного использования инфраструктуры ИКТ с дорожно-транспортной и энергетической инфраструктурой. Этот потенциал определяется путем оценки ключевых параметров с использованием системы начисления баллов или процентов (раздел 2.1);
- Параметрическая модель совместного использования инфраструктуры ИКТ с дорожно-транспортной и энергетической инфраструктурой. Эта модель оценивает разницу в стоимости между отдельным развертыванием инфраструктуры (ИКТ, транспорт или энергетика) и их совместным развертыванием (раздел 2.2);

[3] Find all resources at https://www.unescap.org/our-work/ict-disaster-risk-reduction/asia-pacific-information-superhighway/resources.
[4] ESCAP, “Addressing 2030 Agenda through Regional Economic Cooperation and Integration in Asia and the Pacific: Kazakhstan Expert Consultations”, October 2019. Available at https://www.unescap.org/events/addressing-2030-agenda-through-regional-economic-cooperation-and-integration-asia-and.

- Методика оценки экономической эффективности совместного использования инфраструктуры ИКТ с дорожно-транспортной и энергетической инфраструктурой. Эта методология основана на принципе сравнения показателя скорости удельного прироста стоимости для случаев совместного и отдельного развертывания соответствующих инфраструктур (раздел 2.3);
- Методика определения проектов дорожно-транспортной и энергетической инфраструктуры, которые могут включать совместное развертывание инфраструктуры ИКТ. Эта методика основана на методе анализа иерархий, который включает расчет взвешенного показателя на основе точечных оценок нескольких критериев и их весовых коэффициентов, рассчитанных путем попарного сравнения (раздел 2.4); и
- Содержание типового проекта вместе с шаблонами исходных данных для проектирования совместного развертывания инфраструктуры ИКТ с дорожно-транспортной и энергетической инфраструктурой (раздел 3).

2. Экономические и организационные аспекты совместного развёртывания инфраструктуры ИКТ с инфраструктурой транспорта и энергетики

Данная глава содержит описание экономических аспектов совместного развертывания инфраструктуры ИКТ с инфраструктурой транспорта и энергетики, включая методику определения потенциала совместимости совместного развертывания инфраструктуры ИКТ с инфраструктурой транспорта и энергетики (раздел 2.1), специальную параметрическую модель (раздел 2.2) и методику расчета экономической эффективности совместного развертывания инфраструктуры ИКТ с транспортной и энергетической инфраструктурой (раздел 2.3). На основе предложенной методики разработан специальный калькулятор эффективности. В разделе также содержится методология определения проектов развития транспортной и энергетической инфраструктуры с точки зрения привлекательности для совместного развертывания с инфраструктурой ИКТ (раздел 2.4).

2.1. Методика определения потенциала совместимости совместного развёртывания инфраструктуры ИКТ с инфраструктурой транспорта и энергетики

Определение возможности совестного развертывания инфраструктуры ИКТ с инфраструктурой транспорта и энергетики осуществляется на основании определения потенциала их совместимости путем анализа и оценки тех основных критериев деятельности элементов инфраструктуры, которые имеют принципиально важное значение для совместного построения[5]. В результате данного анализа возможно формирование выводов о целесообразности/нецелесообразности совместного развёртывания до этапа проектирования.

Процедура данного анализа и оценки включает:

[5] Предложенная методика была разработана специально для данного отчёта. Использованные подходы основаны на принципах опубликованных в статьях учёных Одесской национальной академии связи им. А.С. Попова (Украина), которые доступны по ссылкам: http://soskin.info/ea/2015/7-8-2/201511.html и http://www.ej.kherson.ua/journal/economic_10/60.pdf

- выделение ключевых факторов деятельности объектов, которые будут «пересекаться» в ходе совместного развёртывания. Это могут быть технические, юридические, экологические, социальные, организационные, географические, экономические, маркетинговые и другие факторы;
- каждый ключевой фактор оценивается согласно системе, которая подразумевает выставление баллов по сформированной системе показателей. Например, технологический фактор может оцениваться по показателям: уровень привязки объекта инфраструктуры к наличию электричества, продолжительность срока эксплуатации объекта инфраструктуры и т.п. В результате формируется оценочная таблица для каждого объекта анализа;
- полученные оценки подлежат сопоставлению ключевых факторов, для чего могут быть использованы два базовых подхода – использование оценки в баллах или в процентах.

Оценка в баллах

Первый подход основан на оценке в баллах при помощи расчета допустимого отклонения средних значений (ΔKF). Средняя оценка позволяет получить усредненное представление о совместимости проекта в целом, нивелируя при этом возможную несовместимость или низкую совместимость по отдельным параметрам. Для этого определяем среднюю оценку ключевого фактора (AEKF) по формуле:

$$\textit{Average estimation of the key factor,}\ \mathrm{AEKF} = \sum_{i=1}^{n} (a_i)/\ n,$$

где a_i – показатель оценки i-го фактора ($1 \leq a_i \leq 10$), n – количество показателей внутри фактора;

- суммарное отклонение средних значений ключевых факторов для определения наличия потенциала совместимости может быть вычислено при помощи формулы:

$$\Delta \mathrm{KF} = \sum_{k=1}^{M} | \mathrm{RTAEKF_k} - \mathrm{ICTAEKF_k} | / \mathrm{M},$$

где $RTAEKF_k$ – средняя оценка объекта транспортной или энергетической инфраструктуры по *k*-му ключевому фактору; $ICTAEKF_k$ – средняя оценка объекта инфраструктуры ИКТ по k-му ключевому фактору; M – обще количество факторов.

Если в ходе сравнения ΔKF >2 (принцип Парето) делается вывод об отсутствии потенциала совместимости между объектами инфраструктуры ИКТ с инфраструктурой транспорта и энергетики.

Пример вычисления среднего бального значения для различных групп факторов приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Пример вычисления среднего бального значения для различных групп факторов

№	Факторы	Параметры	*aij* *пример по 10-бальной системе*
1	Технические	показатель 1 показатель 2 показатель 3 показатель 4 ….. среднее	7 5 9 6 6,75
2	географические	*аналогично*	
3	организационные	*аналогично*	
4	социально-экономические	*аналогично*	

Пример вычисления степени совместимости объектов приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Степень совместимости проектов

Факторы	Проект 1	Проект 2	Максимальное отклонение
технические	6,75	5,4	6,75-5,4=1,35
географические	7,8	8,4	8,4-7,8=0,6
организационные	9,1	9,5	9,5-9,1=0,4
социально-экономические			
ΔKF			0,78

Пример из таблицы 2 показывает, что в среднем объекты совместимы (по географическому и организационному фактору), но по техническому фактору есть определенные проблемы, которые будут видны при детализации показателей. То есть таблица 2 показывает и проблемные места по каждому фактору.

Оценка в процентах

Второй подход основан на оценке параметров в процентах. Для каждой пары одинаковых параметров различных проектов дается оценка совместимости (O_{pi}): 0 (0%) ≤ Opi≤ 1 (100%) с шагом 0,1 (10%). Затем формируется параметрическая модель совместимости (формализованное описание коммуникативного поведения комбинации факторов, параметров и признаков), с помощью которой осуществляется совместное развертывание. Значение «1» (100%) в ячейке на пересечении параметров означает полную совместимость параметров, «0» (0%) означает полную несовместимость, а промежуточные значения означают частичную совместимость, что требует дополнительных финансовых и/или организационных затрат для обеспечения совместного развертывания инфраструктуры ИКТ с инфраструктурой транспорта и энергетики.

В соответствии с этим подходом такие проекты можно считать приемлемыми для реализации в том случае, если средний рейтинг совместимости параметров перевешивает заданный уровень (например, 75-80%):

$$O_{\sum} = \sum^{n}_{i=1} (O_p) / n \text{ (n – количество оценок), где } O_{\sum} \geq 0.75 \text{ (75%).}$$

Пример использования второго подхода приведён в таблице 3.

Таблица 3 – Пример использования подхода, основанного на оценке параметров в процентах

Факторы и параметры		Т		Г		О		СЕ		
		Т1	Т2	Г1	Г2	О1	О2	СЕ1	СЕ2	СЕ3
Т	Т1	0.8								
	Т2		0.5							
Г	Г1			0.45						
	Г2				0.8					
О	О1					1				
	О2						0.8			
СЕ	СЕ1							1		
	СЕ2								0.6	
	СЕ3									0.6

Примечания: Т – технический фактор; Г – географический фактор; О – организационный фактор; СЕ – социально-экономический фактор; Т1, Т2 – параметры в рамках технического фактора, Г1, Г2 - параметры в пределах географического фактора и т. д.

Средняя оценка совместимости для примера из Таблицы 3:

$$O_{\Sigma} = \sum^{n}_{i=1} (O_p) / n = 6.55 / 9 = 0.72 \text{ (или 72\%)}.$$

Вывод: проекты не совместимы, так как $O_{\Sigma} < 0.75$ (75%).

Таким образом, для заданных значений параметров совместимости проекты можно считать плохо совместимыми. Данная модель позволяет отдельно определять те параметры, которые в той или иной степени совместимы.

В табл. 4 приведены ключевые факторы, предлагаемые для определения возможности совместного развертывания инфраструктуры ИКТ с инфраструктурой транспорта и энергетики на основании определения потенциала их совместимости.

Таблица 4 – Ключевые факторы и параметры, предлагаемые для определения возможности совместного развертывания инфраструктуры ИКТ с инфраструктурой транспорта и энергетики на основании определения потенциала их совместимости

#	Название показателя	Описание
		Технический фактор
1	Уровень привязки объекта инфраструктуры к наличию электричества	В случае электрификации участка инфраструктуры возможна организация необслуживаемого усилительного пункта для регенерации сигнала в ВОЛС с использованием электричества. Т.е. если железная дорога электрифицирована или автомобильная трасса строится вдоль ЛЭП, то вероятность успеха больше. Если объект инфраструктуры не электрифицирован, то важно расстояние между точками присутствия ЛЭП (например, станциями железной дороги). Если оно меньше длины регенерационного участка ВОЛС, то возможно совместное развертывание, если нет, то ожидается стремительное удорожание инфраструктуры ВОЛС за счёт необходимости организации электропитания усилительных пунктов. Синергия между объектами инфраструктуры различных типов тем выше, чем выше уровень привязки к наличию электричества каждого из них.

2	Продолжительность срока эксплуатации объекта инфраструктуры	Срок эксплуатации объекта инфраструктуры является определяющим фактором, влияющим на ориентировочное время, через которое потребуется его полная реконструкция или даже вывод из эксплуатации. Синергия между объектами инфраструктуры различных типов тем выше, чем меньше разница между сроками их эксплуатации.
	Географический фактор	
3	Уровень совпадения маршрута объектов инфраструктуры (при условии их независимого строительства)	Каждый из проектов в отдельности (например, строительство дороги или прокладка ВОЛС) ставит перед собой определённые цели по охвату той либо иной территории, что, в свою очередь, определяет маршрут возможного прохождения с учётом технических возможностей развертывания той либо иной инфраструктуры. Следует отметить, что даже в случае, если, например, автомобильная трасса и ВОЛС должны начинаться и заканчиваться в одних и тех же географических пунктах - при раздельном проектировании и строительстве маршрут их прохождения может кардинально отличаться. При этом маршрут прохождения автодорожной или железнодорожной инфраструктуры более требовательный к местности, чем маршрут прокладки ВОЛС. Однако даже при наличии существенных технологических ограничений на один из типов инфраструктуры некоторые участки могут совпадать даже при условии их независимого проектирования и строительства.
4	Уровень влияния климатических и погодных условий, геодезических и других особенностей на процесс строительства и эксплуатации	Каждый проект должен учитывать наличие специфики прокладки дорожного покрытия, размещения опор для электрификации и базовых станций мобильной связи. Речь идет об учете температурных условий, частоты и количества осадков, плотности породы, рельефа местности и т.п. С учетом этого оптимальный маршрут прокладки дороги может отличаться от оптимального размещения базовых станций мобильной связи или маршрута прокладки ВОЛС. Например, наличие незначительного водного препятствия не является проблемой для возведения базовых станций мобильной связи и опор для электрификации, но для дорожного строительства ведет к дополнительным расходам на строительство моста или туннеля. Аналогичная ситуация с горными образованиями, пустынями и прочими особенностями рельефа.
	Организационный фактор	
5	Уровень регулирования процесса построения и эксплуатации объекта инфраструктуры с объектами другого типа	Процесс проектирования (строительства) и эксплуатации объектов инфраструктуры, как правило, регулируется теми либо иными нормативно-правовыми актами, включая государственные строительные правила и нормы. Синергия между объектами инфраструктуры тем выше, чем более чётко и детально регламентирован процесс их проектирования, строительства и эксплуатации, в особенности при наличии чётких норм и правил строительства и эксплуатации совместно с другим типом инфраструктуры.

6	Уровень совпадения количества согласовательных документов (по сравнению с независимым строительством)	В процессе проектирования и строительства того либо иного объекта инфраструктуры требуется проведение достаточно большого количества согласовательных процедур, включая процедуры землеотвода и т.д. В некоторых случаях часть этих согласований совпадает для объектов инфраструктуры различных типов, что может сократить общее время и стоимость согласовательных процедур для одного из объектов инфраструктуры за счёт того, что аналогичные процедуры уже предусмотрены другим (в случае их совместного развёртывания).
7	Наличие в команде, курирующей создание объекта инфраструктуры, специалистов, знакомых с преимуществами совместного развертывания	Развитие человеческого потенциала в области совместного развертывания объектов транспортной или энергетической инфраструктуры с ИКТ инфраструктурой является сегодня важнейшей задачей, над которой работают множество международных, государственных и частных организаций. Несмотря на очевидные преимущества данного процесса эти вопросы остаются до сих пор малоизученными и часто не учтёнными при проектировании или бизнес-планировании за счёт отсутствия в соответствующей команде людей, знакомых со всеми аспектами данного вопроса. Совместное построение в большинстве случаев требует дополнительных знаний и навыков. Поэтому необходимы дополнительные мотиваторы (в первую очередь материальные, основанные на наличии дополнительных и/или специальных знаний).
8	Форма собственности запланированного к созданию объекта инфраструктуры	Зачастую форма собственности накладывает определённый отпечаток на формат управления проектом и подходы, применяемые при строительстве объекта инфраструктуры. Несмотря на безусловную важность государственно-частного партнёрства, синергия зачастую выше у объектов, имеющих одинаковую форму собственности (частная и частная или государственная и государственная).
9	Степень сложности управления объектом инфраструктуры	Данный параметр показывает, насколько сложным является управление объектом как при строительстве, так и при совместной эксплуатации. Синергия между объектами тем выше – чем более сходным является уровень сложности управления объектом транспортной (или энергетической) инфраструктуры с уровнем сложности управления объектом ИКТ инфраструктуры.
Социально-экономический фактор		
10	Уровень усложнения (удорожания) технологического процесса при прохождении сложной местности	В зависимости от типа инфраструктуры наличие на планируемом маршруте её строительства сложной (или труднопроходимой) местности (болот, рек, гор и т.д.) сопряжено с резким усложнением (удорожанием) технологического процесса строительства. В некоторых случаях прохождение участков сложной местности тем либо иным объектом инфраструктуры даже полностью невозможно. Синергия между объектами инфраструктуры тем выше, чем меньше расхождений в технологических процессах их строительства по сложной местности.

11	Уровень социального или военного (оборонного) значения объекта инфраструктуры	В некоторых случаях строительство того либо иного объекта инфраструктуры может быть связано не только с коммерческой целесообразностью, но и определяться социально-политическими требованиями в конкретном геополитическом регионе. Синергия между объектами инфраструктуры различных типов тем выше, чем более близкими с точки зрения социального или военного (оборонного) значения являются цели их создания.
12	Дополнительные возможности, получаемые объектом инфраструктуры от совместного развертывания с другим, включая повышение качественной и/или имиджевой составляющей	Данный параметр определяет возможности инфраструктуры одного типа при использовании инфраструктуры другого типа генерировать принципиально новые услуги и сервисы, создающие дополнительную ценность для объектов инфраструктуры первого типа. Например, вдоль автомобильных дорог возможно создание интеллектуальной транспортной системы при использовании ВОЛС, а строящиеся вдоль автотрассы заправки и другие заведения могут стать дополнительными потребителями строящейся ИКТ инфраструктуры. Кроме того, при совместном построении может возникнуть своего рода синергетический эффект, который может привести ко взаимному увеличению качества и/или имиджа транспортного коридора.

В табл. 5 приведены принципы оценивания объектов инфраструктуры в разрезе предложенных ключевых параметров.

Таблица 5 – Принципы оценивания объектов инфраструктуры

#	**Название параметра**	**Принципы оценивания объекта транспортной или энергетической инфраструктуры**	**Принципы оценивания объекта ИКТ инфраструктуры**
		Технический фактор	
1	Уровень привязки объекта инфраструктуры к наличию электричества	Количество баллов по этому параметру тем выше, чем более электрифицированным является объект инфраструктуры. Например, максимальное количество баллов будет у электрифицированной железной дороги или у автотрассы, вдоль которой будет построена ЛЭП, или ЛЭП уже существует по маршруту её следования.	Количество баллов по этому параметру тем выше, чем более привязана технология построения ВОЛС к наличию электричества (чем меньше длина участка регенерации, тем больше баллов по данному параметру). Минимальный балл будет иметь ВОЛС, не требующая регенерации по всему маршруту следования (т.е. не зависящая от электричества).

2	Продолжительность срока эксплуатации объекта инфраструктуры	Количество баллов по этому параметру обратно пропорционально разнице между сроком эксплуатации транспортной или энергетической инфраструктуры и ИКТ инфраструктуры.	
Географический фактор			
3	Уровень совпадения маршрута объектов инфраструктуры (при условии их независимого строительства)	Количество баллов по этому параметру прямо пропорционально отношению протяженности участка объекта транспортной или электрической инфраструктуры, совпадающего своим маршрутом с объектом ИКТ инфраструктуры, к общей протяженности объекта транспортной или энергетической инфраструктуры.	Количество баллов по этому параметру прямо пропорционально отношению протяженности участка объекта ИКТ инфраструктуры, совпадающего своим маршрутом с объектом транспортной или энергетической инфраструктуры, к общей протяженности объекта ИКТ инфраструктуры.
4	Уровень влияния климатических и погодных условий, геодезических и других особенностей на процесс строительства и эксплуатации	Количество баллов по этому параметру прямо пропорционально количеству дополнительных инженерных сооружений, которое необходимо построить по маршруту прохождения объекта транспортной или электрической инфраструктуры для компенсации влияния климатических и погодных условий, а также геодезических и других особенностей.	Количество баллов по этому параметру прямо пропорционально количеству дополнительных инженерных сооружений, которое необходимо построить по маршруту прохождения объекта инфраструктуры ИКТ для компенсации влияния климатических и погодных условий, а также геодезических и других особенностей.
Организационный фактор			
5	Уровень регулирования процесса построения и эксплуатации объекта инфраструктуры с объектами другого типа	Количество баллов по этому параметру тем выше, чем более детально прописаны строительные нормы и правила по совместному развертыванию и эксплуатации объекта данной инфраструктуры с ИКТ инфраструктурой. В случае отсутствия нормативных документов количество баллов	Количество баллов по этому параметру тем выше, чем более детально прописаны строительные нормы и правила по совместному развертыванию и эксплуатации объекта ИКТ инфраструктуры с объектами транспортной или энергетической инфраструктуры. В случае отсутствия нормативных

		должно быть минимальным.	документов количество баллов должно быть минимальным.
6	Уровень совпадения количества согласовательных документов (по сравнению с независимым строительством)	Количество баллов по этому параметру прямо пропорционально отношению количества совпадающих процедур согласования для объекта транспортной (или энергетической) инфраструктуры и для объекта ИКТ инфраструктуры по отношению к общему количеству процедур согласования необходимых для строительства объекта данной инфраструктуры.	Количество баллов по этому параметру прямо пропорционально отношению количества совпадающих процедур согласования для объекта ИКТ инфраструктуры и для объекта инфраструктуры транспорта (или энергетики) по отношению к общему количеству процедур согласования необходимых для строительства объекта ИКТ инфраструктуры.
7	Наличие в команде, курирующей создание объекта инфраструктуры, специалистов, знакомых с преимуществами совместного развертывания	Количество баллов по этому параметру тем выше, чем больше людей в команде, отвечающей за проектирование и строительство объекта транспортной или энергетической инфраструктуры, знакомы с преимуществами совместного развертывания с ИКТ инфраструктурой (например, прошли обучение на специальном тренинге).	Количество баллов по этому параметру тем выше, чем больше людей в команде, отвечающей за проектирование и строительство объекта ИКТ инфраструктуры, знакомы с преимуществами совместного развертывания с инфраструктурой транспорта и энергетики (например, прошли обучение на специальном тренинге).
8	Форма собственности запланированного к созданию объекта инфраструктуры	Максимальное количество баллов по данному параметру следует установить, если форма собственности создаваемого объекта инфраструктуры - частная, минимальное - если государственная.	
9	Степень сложности управления объектом инфраструктуры	Баллы снимаются за каждый элемент или процесс в системе управления, который требует согласования с вышестоящими или сторонними организациями и не может быть решен в процессе оперативного управления. Баллы прибавляются за каждый элемент, который приводит к пересмотру принципов и процедур управления в сторону их упрощения или сокращения времени на принятие решения.	
Социально-экономический фактор			

10	Уровень усложнения (удорожания) технологического процесса при прохождении сложной местности	Количество баллов по этому параметру прямо пропорционально отношению сметной стоимости строительства транспортной или энергетической инфраструктуры при условии прохождения сложной местности к сметной стоимости строительства этой же инфраструктуры без прохождения сложной местности.	Количество баллов по этому параметру прямо пропорционально отношению сметной стоимости строительства ИКТ инфраструктуры при условии прохождения сложной местности к сметной стоимости строительства этой же инфраструктуры (той же протяжённости) без прохождения сложной местности.
11	Уровень социального или военного (оборонного) значения объекта инфраструктуры	Количество баллов по этому параметру тем выше, чем более высокое социальное и военное значение имеет данный объект транспортной инфраструктуры. Наименее низкий бал по данному параметру должны получать объекты, строящиеся исключительно как коммерческие проекты.	Количество баллов по этому параметру тем выше, чем более высокое социальное и военное (оборонное) значение имеет данный объект ИКТ инфраструктуры. Наименее низкий бал по данному параметру должны получать объекты, строящиеся исключительно как коммерческие проекты.
12	Дополнительные возможности, получаемые объектом инфраструктуры от совместного развертывания с другим, включая повышение качественной и/или имиджевой составляющей	Количество баллов по этому параметру тем выше, чем больше новых сервисов и услуг, предполагающих строительство собственной инфраструктуры ИКТ в рамках строительства объекта транспортной или энергетической инфраструктуры, будет запланировано на этапе бизнес-планирования или чем выше будет имиджевая ценность объекта за счёт наличия ИКТ инфраструктуры.	Количество баллов по этому параметру тем выше, чем больше потенциальных клиентов может появиться в случае прохождения ИКТ инфраструктуры по тому же маршруту, по которому проходит объект транспорта или энергетики.

С использованием предложенной методики была проведена оценка совместимости объектов транспортной или энергетической инфраструктуры с объектами ИКТ инфраструктуры для ряда перспективных проектов Казахстана и Кыргызстана. Детальное пофакторное оценивание совместимости объектов инфраструктуры, выполненное по принципу «каждый объект транспортной (или энергетической)

инфраструктуры с каждым объектом ИКТ», приведено в Приложении А (секция А.1 – Казахстан, секция А.2 – Кыргзыстан).

Для проведения оценивания были взяты объекты перспективного строительства транспортной (или энергетической) инфраструктуры Казахстана, приведённые в таблице 6.

В свою очередь для проведения оценивания были взяты объекты перспективного строительства инфраструктуры ИКТ Казахстана, приведённые в таблице 7.

Таблица 6 – Перечень перспективных проектов транспортной (или энергетической) инфраструктуры в Казахстане

Номер объекта инфраструктуры транспорта или энергетики	Название объекта инфраструктуры транспорта или энергетики	Ссылки на детальную информацию про объект инфраструктуры, использованную для проведения оценивания
R1	Реконструкция участка автомобильной дороги «Алматы – Ташкент - Термез»	http://mvd.gov.kz/portal/page/portal/mvd/kdp_page/kdp_news/mobile_kdp_news_country/D1EE05E2994A45CEE044002655122E6A
R2	Автомобильная дорога «Уральск – Таскала – Озинки»	https://www.arnapress.kz/uralsk/life/70485/

Таблица 7 – Перечень перспективных проектов инфраструктуры ИКТ в Казахстане

Номер объекта инфраструктуры ИКТ	Название объекта инфраструктуры ИКТ	Ссылки на детальную информацию про объект инфраструктуры, использованную для проведения оценивания
T1	ВОЛС «Алматы – Кордай»	https://zakupki.kz/tender/element.php?ID=22142253
T2	ВОЛС «Уральск- Озинки»	http://buitelecom.kz/index.php/ru/nashi-ob-ekty.html

Результаты расчётов приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Степень совместимости объектов перспективного строительства объектов инфраструктуры транспорта или электричества с объектами инфраструктуры ИКТ в Казахстане

Номер объекта инфраструктуры транспорта или энергетики	Номер объекта инфраструктуры ИКТ	
	T1	T2
R1	ΔKF=2.05 (не совместимы)	–
R2	–	ΔKF=0.9 (совместимы)

Как видно из таблицы 8 объекты R1/T1 не совместимы. Это объясняется сложностью рельефа, экономической нецелесообразностью и, соответственно, неясными социальными выгодами от реализации такого проекта. Рекомендацией здесь может служить значительная корректировка маршрута.

Для проведения оценивания были взяты объекты перспективного строительства транспортной (или энергетической) инфраструктуры Кыргызстана, приведённые в таблице 9. В свою очередь для проведения оценивания были взяты объекты перспективного строительства инфраструктуры ИКТ Кыргызстана, приведённые в таблице 10.

Таблица 9 – Перечень перспективных проектов транспортной (или энергетической) инфраструктуры в Кыргызстане

Номер объекта инфраструктуры транспорта или электричества	Название объекта инфраструктуры транспорта или электричества	Ссылки на детальную информацию про объект инфраструктуры, использованную для проведения оценивания
R1	Проект строительства альтернативной дороги Север – Юг	http://piumotc.kg/ru/p1861900/
R2	Проект строительства внутреннего участка железной дороги «Балыкчы – Кара – Кече»	https://www.unescap.org/sites/default/files/Kyrgyzstan_8.pdf

E3	Проект строительства линии электропередач (500 кВ) Датка (Кыргызстан) –Худжант (Таджикистан)	http://www.casa-1000.org

Таблица 10 – Перечень перспективных проектов инфраструктуры ИКТ в Кыргызстане

Номер объекта инфраструктуры ИКТ	Название объекта инфраструктуры ИКТ	Ссылки на детальную информацию про объект инфраструктуры, использованную для проведения оценивания
T1	ВОЛС вдоль альтернативной дороги Север – Юг	http://www.ict.gov.kg/index.php?r=site%2Fproject&cid=25
T2	ВОЛС вдоль линии электропередач (500 кВ) Датка (Кыргызстан) –Худжант (Таджикистан)	http://www.casa-1000.org

Результаты расчётов приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Степень совместимости объектов перспективного строительства объектов инфраструктуры транспорта или электричества с объектами инфраструктуры ИКТ в Кыргызстане

Номер объекта инфраструктуры ИКТ	Номер объекта инфраструктуры ИКТ	
	T1	T2
R1	ΔKF=0.625 (совместимы)	ΔKF=2.135 (не совместимы)
R2	ΔKF=2.55 (не совместимы)	ΔKF=2.625 (не совместимы)
E3	ΔKF=2.05 (не совместимы)	ΔKF=0.9175 (совместимы)

Как видно из таблицы 11, наиболее совместимыми объектами являются R1/T1 и E3/T2. Совместимость наблюдается по всем техническим, экономическим и социальным параметрам, поэтому эти проекты потенциального совместного

развертывания могут быть рекомендованы к реализации. В свою очередь, наименее совместимыми объектами являются R2 и T2. Это связано с несовместимостью технологий, полным географическим несоответствием, экономической неадекватностью и, соответственно, неясными социальными выгодами от реализации таких проектов. Здесь рекомендуется изменить технологию развертывания ВОЛС, а также внести существенные коррективы в маршрут

2.2. Параметрическая модель совместного развёртывания инфраструктуры ИКТ с инфраструктурой транспорта и энергетики

Параметрическая модель совместного развертывания инфраструктуры ИКТ с инфраструктурой транспорта и энергетики представлена в таблице 12. Эта модель позволяет оценить разницу между статьями затрат как при независимом развертывании инфраструктуры (ИКТ, транспортной или энергетической), так и в случае совместного развертывания. Цветом выделены те затраты, которые являются общими для всех типов инфраструктуры, и, следовательно, могут быть уменьшены в случае совместного развертывания.

Таблица 12 – Параметрическая модель совместного развертывания инфраструктуры ИКТ с инфраструктурой транспорта и энергетики

Транспортная или энергетическая инфраструктура	*Инфраструктура ИКТ*	*Совместное развёртывание*
1. Затраты на проектирование		
1.1. Затраты на разработку проектной документации	1.1. Затраты на разработку проектной документации	1.1. Затраты на разработку проектной документации
1.2. Затраты на разработку сметы строительства	1.2. Затраты на разработку сметы строительства	1.2. Затраты на разработку сметы строительства
1.3. Специфические (для дорог или электричества) дополнительные затраты на этапе проектирования (например, на разработку макета дороги)	1.3. Специфические (для ИКТ) дополнительные расходы на этапе проектирования (например, проектирование сети доступа)	1.3. Специфические (для совместного развертывания) дополнительные расходы на этапе проектирования вместе с дополнительными расходами на конкретные вопросы, касающиеся инфраструктуры транспорта (или энергетики) и

		инфраструктуры ИКТ
2. Затраты на получение разрешительных документов		
2.1. Затраты на подготовку пакета документов	2.1. Затраты на подготовку пакета документов	2.1. Затраты на подготовку пакета документов
2.2. Затраты на юридическое сопровождение	2.2. Затраты на юридическое сопровождение	2.2. Затраты на юридическое сопровождение
2.3. Затраты на уплату налогов, госпошлин, прочих обязательных платежей	2.3. Затраты на уплату налогов, госпошлин, прочих обязательных платежей	2.3. Затраты на уплату налогов, госпошлин, прочих обязательных платежей
2.4. Затраты на получение специальных (для инфраструктуры транспорта и энергетики) разрешений	2.4. Затраты на получение специальных (для инфраструктуры ИКТ) разрешений	2.4. Затраты на получение специальных (для совместного развёртывания) разрешений вместе с дополнительными затратами на специфические вопросы, касающиеся инфраструктуры транспорта (или энергетики) и инфраструктуры ИКТ
3. Прямые материальные затраты		
3.1. Закупка материалов в соответствии со сметой	3.1. Закупка материалов в соответствии со сметой	3.1. Закупка материалов в соответствии со сметой
3.2. Создание резерва материалов	3.2. Создание резерва материалов	3.2. Создание резерва материалов
3.3. Приобретение машин и оборудования	3.3. Приобретение машин и оборудования	3.3. Приобретение машин и оборудования
4. Непрямые материальные затраты		
4.1. Аренда транспорта и спецтехники	4.1. Аренда транспорта и спецтехники	4.1. Аренда транспорта и спецтехники
4.2. Оплата доставки материалов	4.2. Оплата доставки материалов	4.2. Оплата доставки материалов
4.3. Затраты на вывоз мусора и прочих отходов строительства	4.3. Затраты на вывоз мусора и прочих отходов строительства	4.3. Затраты на вывоз мусора и прочих отходов строительства
4.4. Топливо для собственного транспорта	4.4. Топливо для собственного транспорта	4.4. Топливо для собственного транспорта
4.5. Другие специфические (для транспорта или энергетики) непрямые материальные затраты	4.5. Другие специфические (для ИКТ) непрямые материальные затраты	4.5. Другие специфические (для совместного развертывания) непрямые материальные затраты вместе с дополнительными специфическими

		непрямыми расходами, касающимися инфраструктуры транспорта (или энергетики) и инфраструктуры ИКТ
5. Фонд оплаты труда персонала, задействованного в строительстве объекта инфраструктуры		
5.1. Фонд заработной платы бригады подготовительных работ	5.1. Фонд заработной платы бригады подготовительных работ	5.1. Фонд заработной платы бригады подготовительных работ
5.2. Фонд заработной платы для специалистов по строительству транспортной или энергетической инфраструктуры	5.2. Фонд заработной платы для специалистов по строительству ИКТ инфраструктуры	5.2. Фонд заработной платы для специалистов по совместному развёртыванию инфраструктур
5.3. Фонд заработной платы работников социальной сферы	5.3. Фонд заработной платы работников социальной сферы	5.3. Фонд заработной платы работников социальной сферы
6. Отчисления в социальные фонды, страхование		
7. Расходы на электроэнергию		
8. Накладные расходы, включая расходы на администрирование проекта		
9. Прочие неучтённые расходы на строительство объекта инфраструктуры		
9.1. Расходы социального назначения (спецодежда, защитные средства, питание)	9.1. Расходы социального назначения (спецодежда, защитные средства, питание)	9.1. Расходы социального назначения (спецодежда, защитные средства, питание)
9.2. Затраты на охрану труда	9.2. Затраты на охрану труда	9.2. Затраты на охрану труда

2.3. Экономическая эффективность совместного развёртывания инфраструктуры ИКТ с инфраструктурой транспорта и энергетики

В основу оценки экономической эффективности совместного развёртывания инфраструктуры ИКТ с инфраструктурой транспорта или энергетики положен принцип сравнения такого показателя как скорость удельного прироста стоимости (Indicator of the speed of a specific increment in value, IS) для случаев совместного и независимого развёртывания соответствующих инфраструктур.

Будем считать, что совместное развертывание выгоднее, чем независимое, если выполняется следующее условие – скорость удельного прироста стоимости в случае

совместного развертывания инфраструктуры ИКТ с инфраструктурой транспорта или энергетики превышает среднюю скорость аналогичных показателей для отдельного развертывания:

$$IS_{co\text{-}deployment} > (IS_{ICT} + IS_{transport}) / 2,$$

где $IS_{co\text{-}deployment}$ – скорость удельного прироста стоимости в случае совместного развёртывания инфраструктуры ИКТ с инфраструктурой транспорта или энергетики; IS_{ICT} – скорость удельного прироста стоимости в случае отдельного развёртывания инфраструктуры ИКТ; $IS_{transport}$ – скорость удельного прироста стоимости в случае отдельного развёртывания инфраструктуры транспорта или энергетики.

Для расчёта индекса скорости удельного прироста стоимости (для любого из трёх вариантов) воспользуемся формулой:

$$IS = NPV / (n \times I),$$

где NPV – значение чистого денежного потока, у.е.; n – расчетный период от начала реализации проекта до его завершения, лет; I – инвестиции текущего года, у.е.

Размер чистого денежного потока может быть проведён по формуле:

$$NPV = CF_{диск} – К,$$

где $CF_{диск}$ – значение дисконтированного денежного потока, у.е.; К – размер капитальных затрат (инвестиций), вычисленный как сумма соответствующих таблице 2.12 затрат для соответствующего объекта инфраструктуры, у.е.

При этом расчет дисконтированного денежного потока осуществляется по формуле:

$$CF_{диск} = CF \times k_j ,$$

где CF – денежный поток, у.е.; k_j – коэффициент дисконтирования, который вычисляется по формуле $k_j = 1 / (1 + К_{диск})^j$, а $К_{диск}$ определяется исходя из уровня

риска проекта, уровня инфляции, ставки рефинансирования национального банка и т.п.; j – период времени (j = 1 .. n).

В свою очередь для расчёта денежного потока воспользуемся формулой:

$$CF=ЧП+A,$$

где ЧП – чистая прибыль от реализации проекта за один год, у.е.; А – амортизация основных средств за один год, у.е.

Для вычисления чистой прибыли (как разницы между прибылью и налогом на прибыль) воспользуемся формулой:

$$ЧП=П(1-Нп),$$

где П – ожидаемая ежегодная прибыль от реализации проекта, у.е.; Нп – налог на прибыль (от 0 до 1).

Расчёт годовой прибыли может быть осуществлён по формуле:

$$П=ЧД-Рэкс,$$

где ЧД – чистый годовой доход, у.е.; Рэкс – размер ежегодных эксплуатационных затрат, связанных с реализацией проекта, у.е.

В свою очередь чистый годовой доход может быть определён как:

$$ЧД=ЕР-НДС,$$

где ЕР – ожидаемый объём ежегодных поступлений от эксплуатации объекта инфраструктуры ИКТ, транспорта, энергетики или от их совместной эксплуатации, у.е.; НДС – сумма подлежащего уплате налога на добавленную стоимость, у.е.

Последовательность вычисления ожидаемого объёма ежегодных поступлений от эксплуатации объекта ИКТ инфраструктуры приведена в табл. 13.

Таблица 13 – Последовательность вычисления ожидаемого объёма ежегодных поступлений от эксплуатации объекта ИКТ инфраструктуры

Расчетный показатель	Формула
Потенциальный постоянный спрос со стороны постоянно проживающего населения (Potential constant demand from local population, PCDlp)	$PCDlp=d_t \times A_i \times d_{lps} \times P_r$, где d_t – доля затрат населения на услуги связи; A_i – средние доходы населения (в национальной или другой валюте); d_{lps} – доля платежеспособного населения (возраст от 18 до 65 лет); P_r – население региона.
Постоянный возможный спрос от населения (Potential probable demand from local population, PPDlp)	$PPDlp=d_t \times A_i \times d_{lps} \times P_r \times (1+K_{di})$ K_{di} возможность увеличения спроса
Коэффициент, учитывающий спрос на услуги ИКТ со стороны детей, находящихся на обеспечении родителей (Kch)	$Kch= d_{ch} \times P_r \times (1-P_b) \times d_t \times A_i$, где d_{ch} – доля детей в возрасте от 7 до 18 лет; P_r – население региона; P_b - доля контента, не полученного детьми вследствие родительского контроля; d_t – доля затрат населения на услуги связи; A_i – средние доходы населения (в национальной или другой валюте).
Коэффициент, учитывающий спрос на услуги ИКТ со стороны старшей возрастной группы	$Kold= d_{old} \times P_r \times P_{old} \times d_t \times A_i$, где d_{old} – доля населения возрастом от 65 лет; P_r – население региона; P_{old} – средняя доля контента, используемая данной возрастной категорией в сравнении с контентом базовой группы; d_t – доля затрат населения на услуги связи; A_i – средние доходы населения (в национальной или другой валюте).
Коэффициент, учитывающий наличие регулярного спроса со стороны туристов (Kt)	$Kt=Qt \times Ec$ где Qt - количество приезжающих; Ec - средние расходы на услуги связи для данной категории пользователей.
Коэффициент, учитывающий влияние конкурентов (Co)	$Co= Scc \times d_t \times A_i + 0{,}5Scs \times d_t \times A_i$ где Scc - доля пользователей, которые пользуются услугами конкурентов (или альтернативных видов связи) и не планируют менять оператора; Scs - доля пользователей, которые одновременно пользуются

	услугами нескольких операторов (исходя из соотношения затрат на услуги связи 50/50); d_t – доля затрат населения на услуги связи; A_i – средние доходы населения (в национальной или другой валюте).
Ожидаемая доходность	EP = 12(PPDlp+ Kch+ Kold+ Kt- Co)

Последовательность вычисления ожидаемого объёма ежегодных поступлений от эксплуатации объекта инфраструктуры транспорта или энергетики приведена в Табл. 14.

Таблица 14 – Последовательность вычисления ожидаемого объёма ежегодных поступлений от эксплуатации объекта инфраструктуры транспорта или энергетики

Расчетный показатель	Формула
Доходы от трафика	$Д_{тр} = Д^{ср}_{тр} . \times L_i$ где $Д^{ср}_{тр}$ - доходы, приходящиеся в среднем на один километр дороги от трафика, L_i - протяженность дороги
Потенциальный постоянный спрос со стороны постоянно проживающего населения (Potential constant demand from local population, PCDlp)	$PCDlp=d_t \times A_i \times H$, где d_t – доля затрат домохозяйств на услуги транспорта и электроснабжения; A_i – средние доходы населения (в национальной или другой валюте); H – количество домохозяйств в регионе.
Потенциальный постоянный спрос на услуги транспорта и электроснабжения со стороны бизнеса	$PCS_B=\sum_{i=1}^{n} QE_i \times E_i$, где QE_i – i-я бизнес-единица; E_i – среднемесячные расходы i-й бизенс-единицы на услуги транспорта и электроснабжения; N – количество бизнес-единиц
Постоянный возможный спрос от населения (Potential probable demand from local population, PPDlp)	$PCDlp= d_t \times A_i \times H \times (1+ K_{dip})$ K_{dip}- коэффициент роста спроса при улучшении качества
Постоянный возможный спрос на услуги транспорта и электроснабжения со стороны бизнеса	$PCS_B=\sum_{i=1}^{n} QE_i \times E_i \times (1+ K_{die})$, где QE_i – i-я бизнес-единица; E_i – среднемесячные расходы i-й бизенс-единицы на услуги транспорта и электроснабжения; N – количество бизнес-единиц
Коэффициент, учитывающий наличие регулярного спроса со стороны туристов (Kt).	$Kt=Qt \times Ec$ где Qt - количество приезжающих; Ec - средние расходы на услуги транспорта и электроснабжения для данной категории пользователей.

Коэффициент, учитывающий влияние конкурентов (Co)	$Co= T_i \times d_t \times St + T_i \times d_e \times Se$ где St - доля пользователей, которые пользуются несколькими видами транспорта (личный, гужевой и т.п.); Se - доля пользователей, которые одновременно пользуются разными видами энергоснабжения (генераторы, солнечные, ветровые и т.п.); d_t – средние затраты на услуги транспорта; d_e – средние затраты на услуги электроснабжения; T_i – общее количество домохозяйств и бизнес-единиц.
Общий спрос (GD)	$GD= Д_{тр} + PCDlp+ PCSв$
Ожидаемая доходность	$EP = 12(GD + Kt - Co)$

Последовательность вычисления ожидаемого объёма ежегодных поступлений от эксплуатации объекта ИКТ инфраструктуры совместно с инфраструктурой транспорта или энергетики приведена в Табл. 15.

Таблица 15 – Последовательность вычисления ожидаемого объёма ежегодных поступлений от эксплуатации объекта ИКТ инфраструктуры совместно с инфраструктурой транспорта или энергетики

Расчетный показатель	Формула
Доходы от трафика	$Д_{тр} = Д^{ср}_{mp} . \times L_i$ где $Д^{ср}_{mp}$ - доходы, приходящиеся в среднем на один километр дороги от трафика, L_i - протяженность дороги
Постоянный спрос со стороны постоянно проживающего населения (Potential constant demand from local population, PCDlp)	$PCDlp=d_{tc} \times A_i \times d_{lps} \times P_r$, где d_{tc} – доля затрат населения на услуги транспорта и связи; A_i – средние доходы населения (в национальной или другой валюте); d_{lps} – доля платежеспособного населения (возраст от 18 до 65 лет); P_r – население региона
Постоянный возможный спрос (Potential probable demand from local population, PPDlp)	$PPDlp=d_{tc} \times A_i \times d_{lps} \times P_r \times K_{di}$ K_{di} - возможность увеличения спроса и, как следствие, расходов на услуги транспорта и связи в случае улучшения качества
Коэффициент, учитывающий спрос на услуги транспорта и связи со стороны старшей возрастной группы	$Kold' = d_{old} \times P_r \times P_{old} \times d_{tc} \times A_i$, где d_{old} – доля населения в возрасте от 65 лет; P_r – население региона; S_{old} – средняя доля услуг транспорта и связи, используемая данной возрастной категорией (за 100% принимается спрос на аналогичные услуги лиц в возрасте от 18 до 65 лет); d_t – доля затрат населения на услуги транспорта и связи; A_i – средние доходы населения (в национальной или другой валюте)
Коэффициент, учитывающий	$Kt=Qt \times Ec$ где Qt - количество приезжающих; Ec - средние

наличие регулярного спроса со стороны разного рода туристов (Kt)	расходы на услуги транспорта и связи для данной категории пользователей
Коэффициент, учитывающий спрос на услуги ИКТ со стороны детей, находящихся на обеспечении родителей (Kch).	$Kch= d_{ch} \times P_r \times (1-P_b) \times d_t \times A_i$, где d_{ch} – доля детей в возрасте от 7 до 18 лет; P_r – население региона; P_b - доля контента, не полученного детьми вследствие родительского контроля; d_t – доля затрат населения на услуги связи; A_i – средние доходы населения (в национальной или другой валюте)
Коэффициент, учитывающий обеспеченность жителей региона социальными сервисами (медицинские, финансовые, образовательные и прочие организации) в части их средней отдаленности от населенных пунктов	$Tsi= d_{mcs} \times P_r \times d_t \times A_i$, где d_{mcs} – доля населения, регулярно получающая медицинские, финансовые, образовательные и прочие услуги на значительном расстоянии от дома; P_r – население региона; d_t – доля затрат населения на услуги транспорта; A_i – средние доходы населения (в национальной или другой валюте)
Коэффициент, учитывающий наличие у населения собственного транспорта, что снижает спрос на услуги транспортной инфраструктуры	$OwnT= d_{ot} \times P_r \times d_t \times A_i$, где d_{ot} – доля населения, имеющая собственный транспорт; P_r – население региона; d_t – доля затрат населения на услуги транспорта; A_i – средние доходы населения (в национальной или другой валюте)
Ожидаемая доходность	$EP = 12(Д_{тр} + PPDlp + Kold' + Kt + Kch + Tsi - OwnT)$

Специальный инструмент (Калькулятор) для автоматических вычислений (в формате *.xlsx) с использованием предложенной методики доступен по ссылке – https://owncloud.onat.edu.ua/index.php/s/jL200B8MsjBQryZ

2.4. Методика определения перспективных проектов транспортной и энергетической инфраструктур в контексте их привлекательности для совместного развёртывания с инфраструктурой ИКТ

Активное и повсеместное развитие транспортной и энергетической инфраструктуры в развивающихся странах, обусловленное необходимостью тотальной реконструкции

изношенных объектов, привело к появлению множества вариантов, которые могут рассматриваться операторами ИКТ инфраструктуры для её дальнейшего развития.

В данной ситуации всё большую сложность приобретает вопрос выбора конкретного объекта инфраструктуры транспорта или энергетики для дальнейшего совместного развёртывания с объектами ИКТ инфраструктуры.

Для определения наиболее привлекательного объекта будем использовать упрощенный метод анализа иерархий, который заключается в вычислении взвешенного показателя на основе бальных оценок ряда критериев и их весовых коэффициентов, вычисленных путем их попарного сравнения.

Для получения единой комплексной сравнительной оценки нескольких сравниваемых объектов применяют линейную свертку вида:

$$Q = \sum_{i=1}^{n} (K_i \times B_i),$$

где K_i – весовой коэффициент i-го критерия; B_i – балльная оценка i-го критерия, n – количество критериев.

Весовые коэффициенты для заранее принятых критериев вычисляются методом их попарного сравнения. Для этого формируется сравнительная матрица A размером n x n элементов, где каждый элемент матрицы является результатом взвешенного экспертного сравнения i-го и j-го критериев. При этом, если i-й критерий считается экспертами весомее j-го, то элемент a_{ij} должен быть равен 2 (в свою очередь зеркальный элемент матрицы a_{ji} должен быть равен 0), а в случае, когда i-й критерий считается менее весомым, чем j-й, элемент a_{ij} должен быть равен 0 (a_{ji} должен быть равен 2). Если же i-й и j-й критерии считаются равнозначными, то элементы a_{ij} и a_{ji} должны быть равны 1. Элементы главной диагонали матрицы равны 1.

Таким образом, в результате сравнения критериев получим матрицу попарных сравнений, значения элементов которой отражают субъективный вывод экспертов о важности i-го критерия по сравнению с j-м в конкретных условиях экспертизы.

Для определения весовых коэффициентов i-го критерия необходимо найти сумму элементов матрицы каждой строки:

$$S_i = \sum_{j=1}^{n} (a_{ij}),\ i = 1\ ..\ n.$$

На следующем шаге необходимо вычислить общую сумму элементов матрицы A:

$$S = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} (a_{ij}) = \sum_{i=1}^{n} (S_i).$$

Нормированное значение весового коэффициента i-го критерия вычисляется по формуле:

$$K_i = S_i / S,\ i = 1\ ..\ n.$$

В качестве критериев выбора воспользуемся факторами, приведёнными в разделе 2.1 данного отчёта, добавив к ним экономический критерий.

Далее необходимо сформировать единый подход для определения числового значения показателей для возможности их суммирования и/или сравнения. Поскольку все показатели разнородны в рамках критерия, то для сравнения вариантов по отдельным критериям возможно применение бальной системы, а в рамках каждого из критериев – наиболее подходящего показателя. Так, к примеру, для экономического критерия наиболее подходящим является показатель NPV, который учитывает капитальные затраты, доходы, расходы и т.д.

Перечень предлагаемых к использованию критериев, а также принципы формирования бальной оценки приведены в таблице 16.

Следует отметить, что как перечень критериев, так и принципы их оценивания могут быть изменены с сохранением общего подхода вычисления средневзвешенных оценок.

Пример вычисления весовых коэффициентов (численного выражения важности критерия) при помощи предложенной методики приведён в таблице 17.

Таблица 16 – Перечень предлагаемых к использованию критериев

№ п.п.	Название критерия	Описание критерия	Принципы оценивания
1	Экономический	Критерий, учитывающий такие экономические показатели, как объем капитальных вложений в строительство объекта инфраструктуры транспорта или энергетики и текущих ежегодных расходов на обслуживание; срок окупаемости инвестиций и т.д. В качестве базиса может быть использован показатель NPV.	10 баллов - $C_{min} \leq C_{x_i} \leq C_1$, $C_1 = C_{min} + \frac{(C_{max} - C_{min})}{10}$, C_{x_i}– значение NPV для альтернативы x_i C_{min}– минимальное значение NPV из числа сравниваемых объектов, C_{max} – максимальное значение NPV из числа сравниваемы объектов 20 баллов – $C_1 \leq C_{x_i} \leq C_2$, $C_2 = C_{min} + \frac{2(C_{max} - C_{min})}{10}$ 30 баллов – $C_2 \leq C_{x_i} \leq C_3$, $C_3 = C_{min} + \frac{3(C_{max} - C_{min})}{10}$ 40 баллов – $C_3 \leq C_{x_i} \leq C_4$, $C_4 = C_{min} + \frac{4(C_{max} - C_{min})}{10}$ 50 баллов – $C_4 \leq C_{x_i} \leq C_5$, $C_5 = C_{min} + \frac{5(C_{max} - C_{min})}{10}$ 60 баллов – $C_5 \leq C_{x_i} \leq C_6$, $C_6 = C_{min} + \frac{6(C_{max} - C_{min})}{10}$ 70 баллов – $C_6 \leq C_{x_i} \leq C_7$, $C_7 = C_{min} + \frac{7(C_{max} - C_{min})}{10}$ 80 баллов – $C_7 \leq C_{x_i} \leq C_8$, $C_8 = C_{min} + \frac{8(C_{max} - C_{min})}{10}$ 90 баллов – $C_8 \leq C_{x_i} \leq C_9$, $C_9 = C_{min} +$

			$\frac{9(C_{max} - C_{min})}{10}$ 100 баллов – $C_9 \leq C_{x_i} \leq C_{max}$
2	Технический	Критерий, учитывающий уровень технологической сложности совместного строительства инфраструктуры ИКТ с инфраструктурой транспорта или энергетики.	Количество баллов тем выше, чем проще с технологической точки зрения осуществлять совместное строительство и дальнейшее обслуживание.
3	Географический	Критерий, учитывающий наличие на маршруте строительства объекта транспортной или энергетической инфраструктуры труднопроходимых для инфраструктуры ИКТ участков.	Количество баллов тем выше, чем меньше на маршруте строительства труднопроходимых для инфраструктуры ИКТ участков (100 при их полном отсутствии).
4	Организационный	Критерий, учитывающий уровень законодательного регулирования процесса совместного строительства инфраструктуры ИКТ с инфраструктурой транспорта или энергетики.	Количество баллов тем выше, чем более чётко регламентирован процесс совместного строительства и обслуживания в нормативно-правовой базе государства.
5	Социальный	Критерий, учитывающий необходимость обеспечения населения, бизнес-структур или международных транспортных коридоров услугами ИКТ вдоль магистрали; наличие международных соглашений, регламентирующих необходимость развития ИКТ; прочие политические или стратегические аспекты.	Количество баллов тем выше, чем более существенное социальное значение имеет объект транспортной или энергетической инфраструктуры и чем более критичным для него является наличие сопутствующей ИКТ инфраструктуры.

Таблица 17 – Пример попарного сравнения критериев для вычисления весовых коэффициентов

	1	2	3	4	5	Весовой коэффициент
1	1	2	2	2	2	0.36
2	0	1	1	2	1	0.2
3	0	1	1	1	0	0.12
4	0	0	1	1	0	0.08
5	0	1	2	2	1	0.24

Как видно из приведённого примера наиболее значимым является экономический критерий, вес которого составил 0.36. В свою очередь наименее значимым является организационный критерий, вес которого составил 0.08. Пример сравнения (с использованием 100-бальной системы) трёх альтернативных объектов транспортной и энергетической инфраструктуры для объектов перспективного строительства приведён в таблице 18.

Таблица 18 – Пример сравнения

№ п.п.	Название критерия	Весовой коэффициент	Бальная оценка объекта транспортной или электрической инфраструктуры		
			T1	T2	E1
1	Экономический	0.36	50	80	40
2	Технический	0.2	25	90	20
3	Географический	0.12	30	10	100
4	Организационный	0.08	80	80	60
5	Социальный	0.24	70	15	75
Единая комплексная оценка, Q			**49.80**	**58.00**	**53.20**

Как видно из таблицы 18, наиболее перспективным согласно предложенной методике является проект совместного развертывания инфраструктуры ИКТ с инфраструктурой T2. Специальный инструмент (Калькулятор) для автоматических расчетов (в формате * .xlsx) с использованием вышеуказанного метода доступен по ссылке – https://owncloud.onat.edu.ua/index.php/s/CKdtBXuIOcPzq08

3. Технические аспекты совместного развёртывания инфраструктуры ИКТ с инфраструктурой транспорта и энергетики

Процесс типового проектирования, являясь структурированным процессом разработки, позволяет определить необходимую совокупность процедур для обеспечения четкого взаимодействие между всеми участниками процесса проектирования.

Подходы к типовому проектированию ВОЛС по участкам, на которых предполагается совместное развертывание с проектируемыми элементами транспортной инфраструктуры и/или ЛЭП, предполагают решение двух взаимосвязанных задач:

– первоначального выбора оптимального варианта проектируемой трассы для совместного развертывания;

– последующего типового проектирования участков ВОЛС внутри технологических процессов строительства транспортной или энергетической инфраструктуры.

Типовая проектная документация на создание сети связи должна определять:

– архитектуру, структуру и состав сети;

– применяемые технологии и средства;

– достижимые показатели проектируемой сети по пропуску трафика;

– взаимодействие проектируемых по методу совместного развертывания участков ВОЛС с существующими фрагментами сети или с проектируемыми участками ВОЛС без совместного развертывания;

– выполнение требований нормативных и правовых документов как по проектированию ВОЛС, так и по организации совместного развертывания.

3.1. Шаблоны исходных данных для проектирования совместного развёртывания инфраструктуры ИКТ с инфраструктурой транспорта и энергетики

Исходные данные (ИД), используемые для проектирования при совместном развертывании, подготавливаются как Заказчиком проекта (обычно, будущим владельцем транспортной или энергетической инфраструктуры), так и Оператором телекоммуникаций (Провайдером ИКТ), который будет обслуживать инфраструктуру

ИКТ. Эти данные играют важнейшую роль при разработке и реализации проекта, поскольку в них содержится информация по:

- разрешениям и техническим условиям, необходимым по прокладке ВОЛС,
- различным техническим и функциональным требованиям к скорости передачи и технологии,
- условиям реализации проекта,
- пожеланиям Заказчика.

До начала проектных работ по совместному развёртыванию на любом уровне необходимо провести техническое обследование трассы, по которой планируется прокладка ВОЛС, и осуществить сбор исходных данных (ИД).
Перечень исходных данных для проектирования может быть уточнен с учетом особенностей конкретного региона, уровня проектируемой ВОЛС (местная, национальная, межнациональная), а также условий реализации проекта.

Типовой перечень ИД для проектирования ВОЛС содержит:

- техническое задание на создание проекта;
- технические условия для проектирования, выданные Заказчику проекта соответствующими организациями;
- сведения о местоположении, специфике, структуре участков трассы;
- сведения о применяемых технологиях совместного развертывания и (или) прокладки вдоль существующей инфраструктуры;
- данные об уже существующих фрагментах ВОЛС, с которыми предполагается осуществить взаимодействие проектируемой системе;
- данные о необходимости использования при совместном развертывании транспортной инфраструктуры с инфраструктурой научно-технического сопровождения, изобретений, результатов исследований;
- сведения о необходимой доступности и скоростях проектируемых каналов;
- трассы, схемы и планы размещения проектируемого объекта, определение рамок сервитутов, если это необходимо для процесса реализации проекта;
- сведения о планируемых материальных капиталовложениях, которые связаны с прокладкой ВОЛС;

- представление различных специфических требований, вызванных географическим положением;
- аспекты снижения риска стихийных бедствий;
- экологические и социальные аспекты.

Приведенный перечень может считаться типовым, однако его нельзя считать всесторонним и доскональным. Исходные данные для проектирования совместного развертывания ВОЛС могут быть расширены теми, что уже содержатся в утвержденных, нормативных и законодательных документах.

Приведенные далее формы исходных данных предполагаются к заполнению Заказчиком проектирования (при необходимости совместно с проектной организацией) и передаются проектной организации для дальнейшего осуществления процесса проектирования.

Знаком «*» в нижеприведенных формах отмечены поля, данные в которых могут быть заполнены проектной организацией после выполнения технического обследования, в случае, если у Заказчика проектирования нет о них информации.

Предлагаемая Форма №1 заполнения исходных данных Заказчика при проектировании ВОЛС с участками совместного развертывания с транспортной или энергетической инфраструктурой приведена в Таблице 19.

Таблица 19 – Форма №1 заполнения исходных данных для проектирования совместной прокладки ВОЛС с трассами строительства автодороги, железной дороги, ЛЭП

№ участка трассы	Координаты начала участка трассы*	Координаты окончания участка трассы *	Тип транспортной инфраструктуры, ЛЭП	Стадия реализации транспортной инфраструктуры, ЛЭП	Инженерные сооружения	Тип применяемой технологии совместного развертывания (прокладки), согласно табл. 3.2	Предполагаемый месяц строительства участка трассы	Специфические характеристики транспортной инфра-структуры
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Основные положения по заполнению Формы №1:

1. Столбец «1» – порядковый номер проектируемого участка трассы;

2. В столбцах «2», «3» – координаты точек начала и окончания участка трассы строительства в принятой в проекте системе координат (географические координаты, адреса и т.п.);

– Столбец «4» – тип трассы вдоль которой предполагается развертывание ВОЛС: Автодорога; ЛЭП (Линия электропередачи); ЖД (Железная дорога);

– Столбец «5» – стадия реализации транспортной инфраструктуры, ЛЭП: новая (совместное развертывание с ИКТ); реконструкция (совместное развертывание с ИКТ); эксплуатируемая (прокладка инфраструктуры ИКТ вдоль существующей трассы);

3. Столбец «6» – наличие/отсутствие транспортных инженерных сооружений на данном участке (например: мост, виадук, тоннель и т.п);

4. В столбце «7» – тип применяемой технологии (см. табл. 20);

– В столбце «8» – предполагаемые месяцы строительства участка трассы для оптимализации методов ведения работ: январь, февраль, март….. , не предопределено;

– В столбце «9» – специфические характеристики проектируемой транспортной инфраструктуры, ЛЭП, например: класс напряжения воздушной линии (ВЛ) ЛЭП; классы автомобильных дорог; классы железных дорог (административные (государственные железные дороги, общего пользования и ведомственные, частные), эксплуатационные (грузовые, пассажирские, пригородные, транзитные, промышленные, временные)).

Таблица 20 – Современные технологии совместного развёртывания инфраструктуры ИКТ с инфраструктурой транспорта и энергетики[6]

Тип	Среда прокладки	Технология прокладки ВОК	Краткое описание исполнения, применение	Основные достоинства	Основные недостатки

[6] Современные технологии совместного развёртывания инфраструктуры ИКТ с инфраструктурой транспорта и энергетики: https://skomplekt.com/technology/tehnologii_prokladki_vols.htm/

Тип	Среда прокладки	Технология прокладки ВОК	Краткое описание исполнения, применение	Основные достоинства	Основные недостатки
A1	Почва	Монтаж ВОК в открытый грунт	укладка кабеля в траншею (траншейный способ), бестраншейный метод с помощью кабелеукладчиков или установок горизонтально-направленного бурения	Превосходит воздушную линию ВОК по надежности	Предполагает использование бронированного кабеля
A2	Почва	Прокладка ВОК в мини-траншею в земле	Мини-траншеи имеют ширину около десяти сантиметров. Они используются при прокладке ВОЛС в земле на коттеджных участках и газонах	Не портится внешний вид участков	Глубина прокладки кабеля невелика
A3	Дорожное покрытие	Прокладка ВОК в мини-траншею в дорожные покрытия	Производится перед укладкой асфальта. В траншею шириной от 19 до 32 мм и глубиной до 305 мм укладывается кабель. Кабель может защищаться либо специальным коробом, либо несколькими слоями защитных материалов, которые укладываются над ним. После прокладки кабеля такие траншеи заливаются битумом, после этого укладывается асфальт	Узкая и мелкая траншея обеспечивает прохождение оптоволокна над почвой, нанося минимальный ущерб инфраструктуре дорог	Сложность обслуживания
A4	Почва	Прокладка кабелей в защитных полиэтиленовых трубах (ЗПТ)	ЗПТ (полиэтиленовые трубы для затягивания ВОК), выполненные из полиэтилена высокой прочности длиной от 600 до 4000 метров, поставляются на специальных бухтах или барабанах. Прокладываются в открытых траншеях либо бестраншейным способом.	срок службы ЗПТ в земле достигает 50 лет, надежная защита ВОК от повреждения, что позволит использовать недорогие ВОК без брони. Повреждение ВОК при проведении земляных работ исключено	занимает больше времени, чем укладка ВОК в открытый грунт при помощи кабелеукладчика

Тип	Среда прокладки	Технология прокладки ВОК	Краткое описание исполнения, применение	Основные достоинства	Основные недостатки
А5	Канализация	Монтаж кабеля в кабельной канализации	Кабельная канализация состоит из отдельных блоков (это могут быть бетонные, асбестоцементные или пластмассовые трубы круглого сечения с внутренним диаметром 100 мм) на глубине от 0,4-1,5 метра, герметично состыкованных между собой.	асбестоцементные безнапорные трубы не подвержены коррозии и гниению, не склонны к обрастанию, обладают низкой теплопроводностью и большой прочностью, намного дешевле продукции из другого материала.	острые кромки и шероховатая внутренняя поверхность, что может привести к повреждению изоляции кабеля при его прокладке в канализацию.
А6	Тоннель	Монтаж кабеля в коллекторах и тоннелях	Прибегают только в случае необходимости, например, при строительстве тоннеля.		
Л1	Воздушная среда	Монтаж кабеля методом подвеса при помощи анкерных зажимов	Подвес самонесущего или 8-образного кабеля на опорах	сокращение сроков строительства, исчезает необходимость отвода земель и согласований; уменьшение масштабов возможных повреждений в местах застройки, а также независимость от типов почвы. Надежность прокладки	сокращение срока службы из-за влияния окружающей среды, подверженность повышенным механическим напряжениям при неблагоприятных погодных условиях, а также сложности расчета при воздействии нагрузок в
Л2	Воздушная среда	Замена обычного грозотроса высоковольтных ЛЭП новыми, внутри которых размещены	Получил распространение при строительстве внутризоновых и магистральных оптических сетей		

Тип	Среда прокладки	Технология прокладки ВОК	Краткое описание исполнения, применение	Основные достоинства	Основные недостатки
		оптические волокна		ВОЛС по опорам гарантирована при использовании троса, натяжение которого не превышает 60 % от его предельной прочности на разрыв (в любых условиях эксплуатации)	различных условиях эксплуатации.
Л3	Воздушная среда	Подбивание оптического кабеля к грозотросу или фазному кабелю низковольтной ЛЭП	На внутризоновых и местных линиях применяется также подвеска самонесущего кабеля с креплением на нижнем траверсе. Этот вариант используется как на ЛЭП напряжением 110 кВ и выше, так и на воздушных линиях менее высокого напряжения (10 кВ и ниже) наряду с низковольтными линиями, линиями освещения, опорами контактных сетей железных дорог		

Предложенная Форма № 2 для заполнения исходных данных Заказчика проекта при проектировании ВОЛС с участками совместного развёртывание с инфраструктурой транспорта или энергетики приведена в Таблице 21.

Таблица 21 – Форма №2 заполнения исходных данных Оператора связи (Провайдера ИКТ) для проектирования совместной развертывания ВОЛС с трассами строительства автодороги, железной дороги, ЛЭП

№ участка трассы	Тип технологии системы передачи	Оборудование, необходимое в точке		Длина проектируемого участка трассы, с учетом рельефа км	Марка волоконно-оптического кабеля	Необходимое количество оптических волокон в направлении, шт	**Примечания**
		Начало участка	Конец участка				
1	2	3	4	5	6	7	8

Основные положения по заполнению Формы №2:

Столбец «1» – номер проектируемого участка трассы согласно Форме №1;

В столбце «2» –тип технологии системы передачи, используемой на данном участке трассы, для определения длины регенерационного участка. Например: DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing); CWDM (Coarse Wavelength Division Multiplexing); Технологии PON (Passive optical network) (GPON,EPON) т. д.;

Столбец «3», «4» – модель необходимого активного или пассивного оборудования для организации стыков с другими участками или точек демаркации, такое как оптическая кабельная муфта, оптический сплиттер, патч-панель, коммутатор с оптическими портами и т.п.. Например: муфта оптическая Crosver FOSC-M023/24-1-12; оптический коммутатор Mikrotik Cloud Router Switch CRS106-1C-5S и т.д.

Столбец «5» – длина проектируемого участка трассы с учетом рельефа (после изысканий);

Столбец «6» – тип (марка) предполагаемого оптического кабеля на данном участке трассы.

В столбце «7» – количество оптических волокон, которые необходимо проложить на проектируемом участке трассы.

Фрагмент трассы проектируемой автодороги с совместным развертыванием ВОЛС, взятый для примера, приведен на рис. 1.

Оператор связи (провайдер ИКТ) перед заполнением Формы №2 обычно составляет предположительную схему организации связи проектируемого фрагмента сети. Пример схемы организации связи приведен на рис. 2.

Пример заполнения форм №1, 2 (исходных данных Заказчика и Оператора связи (Провайдера ИКТ)) для вышеуказанного фрагмента трассы приведен в таблицах 22 и 23 соответственно.

Рисунок 1 – Пример фрагмента проектируемой трассы ВОЛС с участками совместного развертывания с инфраструктурой автомобильной дороги и совместной подвески с кабелями ЛЭП (источник: авторская разработка)

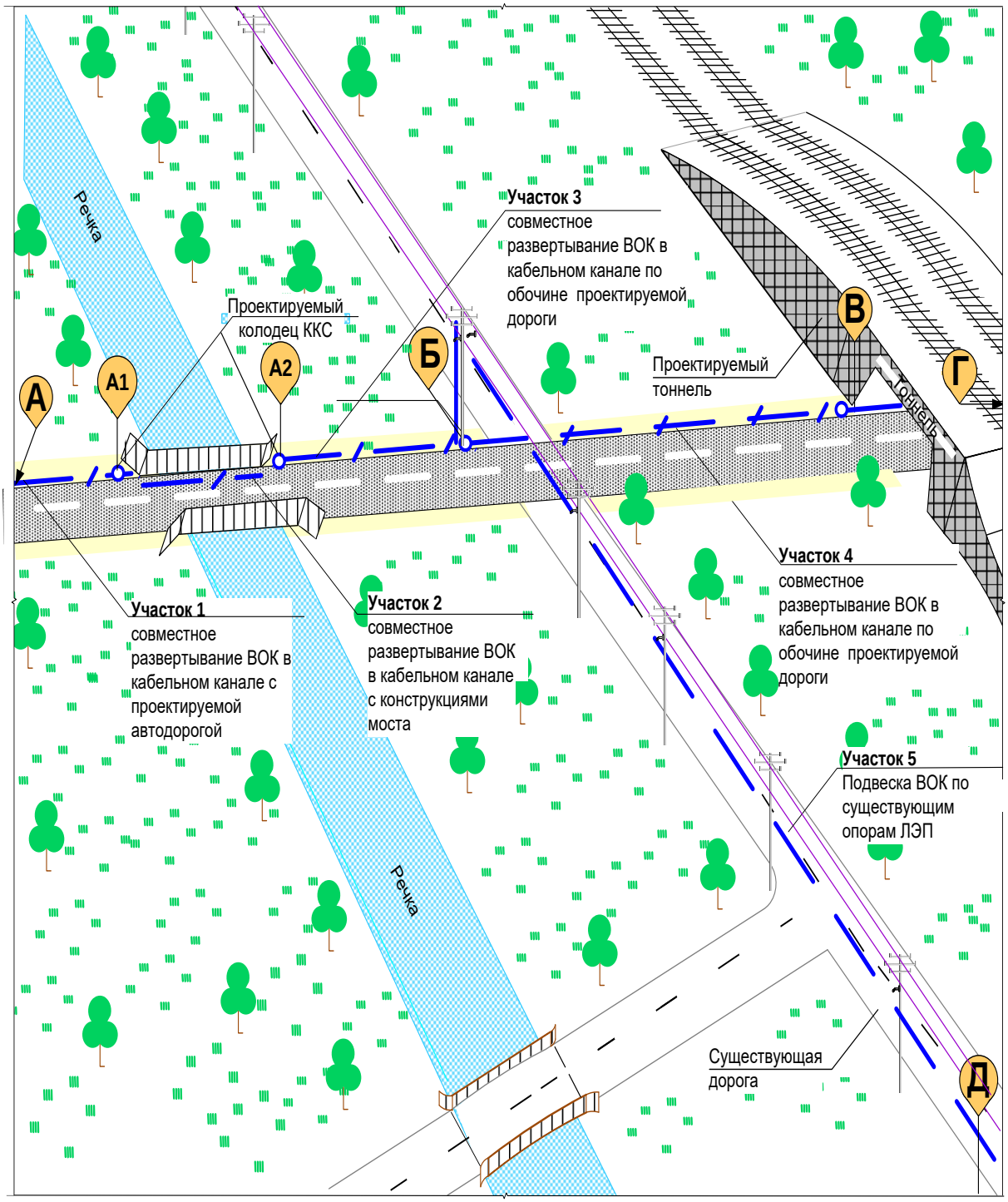
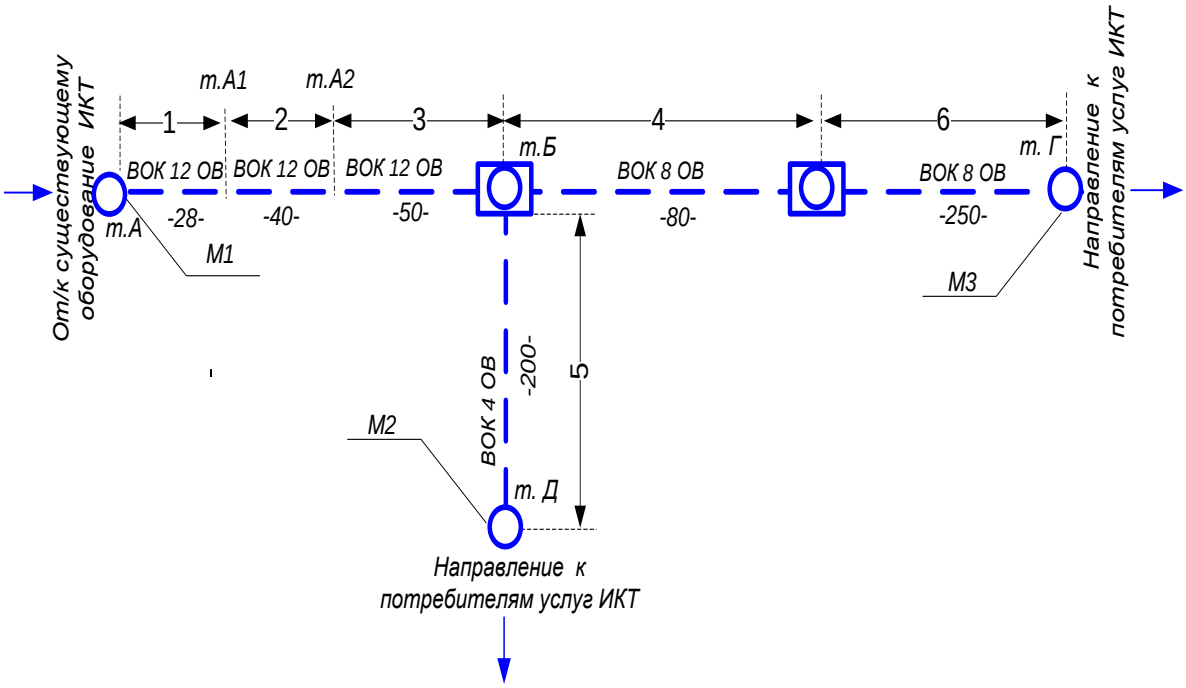


Рисунок 2 – Схема организации связи на участках проектируемой трассы (источник: авторская разработка)



Условные обозначения:

- проектируемая муфта;
- проектируемый магистральный сплиттер;
- проектируемый ВОК;

ВОК 12 ОВ - количество оптичесих волокон в ВОК;

оптическое волокно

количество волокон

3 - номер участка проектируемой трасы;

-30- - длина разворачиваемого участка в м;

Таблица 22 – Пример заполнения Формы №1 исходных данных для проектирования совместной прокладки ВОЛС с трассами строительства автодороги, ж/д, ЛЭП на примере трассы, приведенной на рис.1

№ участка трассы	Координаты начала участка трассы*	Координаты окончания участка трассы *	Тип транспортной инфраструктуры, ЛЭП	Стадия реализации транспортной инфраструктуры, ЛЭП	Инженерные сооружения	Тип технологии совместного развертывания (прокладки), согласно табл 3.2*	Предполагаемый месяц строительства участка трассы	Специфические характеристики транспортной инфра-структуры
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	т. А	т. А1	Автодорога	Новая	Нет	А1	апрель	Автомобильная дорога общего пользования.
2	т. А1	т. А2	Автодорога	Новая	Есть	А3	май	Автомобильная дорога общего пользования.
3	т. А2	т. Б	Автодорога	Новая	Нет	А1	май	Автомобильная дорога общего пользования.
4	т. Б	т. В	Автодорога	Новая	Нет	А1	июнь	Автомобильная дорога общего пользования.
5	т. Б	т. Д	ЛЭП	эксплуатируемая	Нет	Л1	июнь	ВЛ среднего класса напряжений
6	т. В	т. Г	Автодорога	Новая	Есть	А1	июнь	Автомобильная дорога общего пользования.

Таблица 23 – Пример заполнения Формы №2 исходных данных Оператора связи (Провайдера ИКТ) для проектирования совместного развертывания ВОЛС с трассами строительства автодороги, железной дороги, ЛЭП

№ участка трассы	Тип технологии и системы передачи	Оборудование, необходимое в точке		Длина проектируемого участка трассы с учетом рельефа, км	Марка волоконно-оптического кабеля	Необходимое кол-во оптических волокон в направлении, шт.	Примечания
		«начало участка»	«конец участка»				
1	2	3	4	5	6	7	8
1	GPON	Муфта оптическая Crosver FOSC-M023/24-1-12	-	28	ОКТБг-М(2,7)П-12Е1-0,40Ф3,5/0,30Н19-12	12	-
2	GPON	-	-	40	ОКТБг-М(2,7)П-12Е1-0,40Ф3,5/0,30Н19-12	12	-
3	GPON	-	Оптический сплиттер 1x8, SC/UPC, 900 um, G657A FiberField	50	ОКТБг-М(2,7)П-12Е1-0,40Ф3,5/0,30Н19-12	12	-
4	GPON	Оптический сплиттер 1x8, SC/UPC, 900 um, G657A FiberField	Оптический сплиттер 1x8, SC/UPC, 900 um, G657A FiberField	80	ОКТБг-М(2,7)П-8Е1-0,40Ф3,5/0,30Н19-8	8	-
5	GPON	Оптический сплиттер 1x8, SC/UPC, 900 um, G657A FiberField	Муфта оптическая Crosver FOSC-M023/24-1-12	200	ОКТБг-М(2,7)П-4Е1-0,40Ф3,5/0,30Н19-4	4	-
6	GPON	Муфта оптическая Crosver FOSC-M023/24-1-12	Муфта оптическая Crosver FOSC-M023/24-1-12	250	Оптический кабель ОКТБг-М(2,7)П-8Е1-0,40Ф3,5/0,30Н19-8	8	-

3.2. Состав типовых проектных решений и основные разделы проекта

В состав проектной документации при проектировании совместного развертывания должны входить следующие структурные единицы проекта:

- общая пояснительная записка к проекту;
- состав проекта;
- генеральный план строительства;
- рабочие чертежи по строительству сооружений связи;
- план организации строительства;
- охрана труда и пожарная безопасность при строительстве линейных сооружений связи.

Основные принимаемые решения фиксируются в пояснительной записке к проекту, после чего они конкретизируются чертежами и схемами. В основных проектных решениях должны быть отражены следующие положения по:

- техническим требованиям проектируемой инфраструктуры согласно технического задания;
- технологиям, средствам, уровням систем передачи, необходимым для реализации оказываемых услуг, возможным к применению;
- составу применяемого оборудования;
- применяемым топологиям, архитектурам, стандартам, протоколам сетей передачи данных;
- корректному формированию территориальной и логической структуры;
- возможным граничным показателям, необходимым для качественной передачи трафика;
- исходным данным для составления контрактов на поставку оборудования и кабелей для прокладки ВОК;
- мероприятиям по технике безопасности и охране труда, которые необходимо обеспечивать при строительстве, монтаже, обслуживании и эксплуатации проектируемой ВОЛС.

3.3. Содержание общей пояснительной записки проекта

Введение

Во введении к разделу «Общая пояснительная записка» следует указать основание для разработки, цель и назначение как проектируемой транспортной инфраструктуры (например, автодороги), так и проектируемой ВОЛС.

Основанием для разработки проекта являются исходные данные, предоставляемые Заказчиком проектирования и Оператором связи (провайдером ИКТ), а именно:

- задание на проектирование, сформированное по характеристикам, полученным в результате ответов Заказчика на вопросы, приведенные в Формах №1, №2;
- материалы изысканий и технических обследований, проводимые специалистами проектной организации;
- технические характеристики телекоммуникационного оборудования, применяемого для построения ВОЛС по методу совместного развертывания.

Например, для проектирования ВОЛС в земляном полотне дорог необходимы следующие исходные материалы:

- продольный профиль дороги;
- данные о структуре земляного полотна и наличии обочины;
- сведения о наличие искусственных сооружений и их характеристики (тип, длина, чертежи общего вида).

В случае недостаточности исходных данных, выданных Заказчиком проекта, необходимо выполнить дополнительные изыскания, которые производятся на основании исходных данных, полученных от заказчика. При выполнении изысканий уточняется трасса прокладки кабелей; привязка к местности: наличие обочины, ее ширина и расстояние от оси дороги; наличие насыпей, их высота и т.д.

Соответствие проектных решений нормативным документам

В разделе указывается необходимость соответствия процесса проектирования ВОЛС следующим требованиям, действующим в конкретной стране на момент проектирования:

- законов, государственных стандартов;

- международных стандартов и основных нормативных документов, утвержденных к применению в отраслях транспорта, энергетики и телекоммуникаций;
- строительных норм и правил;
- стандартов по выпуску проектной документации;
- стандартов по определению категорий помещений по взрыво- и пожароопасности;
- отраслевых стандартов по техническим средствам телекоммуникаций;
- отраслевых строительных норм и инструкций по проектированию линейно-кабельных сооружений связи.

Для обеспечения безопасности принимаемых проектных решений необходимо руководствоваться требованиями следующих документов:

- законов об охране труда и об охране окружающей среды;
- правил пожарной безопасности, кодексов гражданской защиты;
- системы противопожарной защиты;
- правил устройства электроустановок;
- общих требований к строительству, электробезопасности;
- правил безопасности при работах на кабельных линиях связи и проводного вещания;
- основных положений охраны труда и промышленной безопасности.

Основные проектные решения

В разделе указывается применяемая технология из перечня основных современных технологий совместного развертывания транспортной инфраструктуры с ВОЛС, приведенного в Таблице 24.

Таблица 24 – Типы совместного строительства ВОЛС с транспортной инфраструктурой и ЛЭП

Транспортная инфраструктура, ЛЭП	Тип строительства	Технология прокладки ВОК
Автомобильная дорога	в теле автомобильной дороги	• прокладка ВОК в грунте; • прокладка ВОК в пластмассовых трубопроводах.
	в полосе отвода автомобильной дороги	
Железная дорога	подвеска самонесущего ВОК	• на опорах контактной сети железной дороги и линий электропередачи напряжением выше 1000 В[7]
	в теле ж/д	• прокладка ВОК в грунте; • прокладка ВОК в пластмассовых трубопроводах.
	в полосе отвода ж/д	
ЛЭП	Подвеска ВОК[2]	• ВОК размещен внутри грозозащитных тросов; • ВОК навит на фазовую либо грозозащитную проводку; • ВОК подвешен между опорами.
Источники http://www.fopc.ru/content/view/100/122/ https://skomplekt.com/technology/prokladka_vols_po_oporam.htm/		

Наиболее часто применяемым является способ – прокладка ВОК в полосе отвода автомобильных или железных дорог вне пределов земляного полотна. В случаях невозможности или экономической нецелесообразности прокладки кабелей в полосе отвода допускается прокладка ВОК в земляном полотне автомобильной или железной дорог с соблюдением действующих правил и норм.

В расчетах при выборе трассы прокладки ВОК учитываются перспективы расширения автомобильных дорог или строительства дополнительных путей, водоотводов и других сооружений.

При проектировании в полосе отвода дороги предусматривается, что трасса должна проходить на одном и том же расстоянии от кромки дороги (ближайшего ж/д пути) по стороне с менее пересеченным рельефом местности, с меньшими площадями лесных массивов и снегозащитных лесопосадок, болотистых и затопляемых мест, с минимальным выходом за полосу отвода.

[7] ГОСТ 33799-2016: http://docs.cntd.ru/document/1200137173

При выборе трассы приоритетом является направления с минимальными пересечениями и минимальными сближениями с наземными и подземными сооружениями и коммуникациями, естественными преградами. Выбор трассы прокладки кабеля производится после окончания вертикальной и горизонтальной планировок строительства автомобильной дороги или железнодорожных линий.

При проектировании прокладки ВОК непосредственно в грунт (вне зависимости прокладки в теле дороги или полосе отвода дороги) принимается во внимание необходимость:

- использования ВОК с учетом геологических условий, а также химических и механических воздействий;
- подготовки траншеи, размер которой зависит от количества прокладываемых кабелей, при этом предусматривается засыпка дна траншеи подушкой из песка высотой 10 см при удалении из грунта всех камней, мусора, кирпичей, других острых и опасных предметов;
- раскатки кабеля, укладки его в траншею и выполнения рихтовки (т.е. прокладки «змейкой» с горизонтальным смешением, обеспечивающим не менее 3% запаса кабеля по длине);
- засыпки кабеля слоем мягкой земли или сеяного песка;
- укладки сигнальной ленты, чтобы в случае реконструкции дороги не был поврежден ВОК (сигнальная лента должна укладываться в траншее над кабелями на расстоянии 250 мм от их наружных покровов);
- укладки покрытия, защищающего кабель от механических повреждений;
- засыпки траншеи и укладки твердого дорожного покрытия.

Проектные решения о прокладке ВОЛС в почвах, подверженных смещению, выносятся в пользу применения кабелей с проволочной броней или с дополнительными мерами по устранению усилий, действующих на кабель при смещении почвы (укрепление грунта шпунтовыми или свайными рядами и т.п.).

Применение специальных кабельных муфт, предназначенных для установки на поверхности грунта таким образом, чтобы люк муфты оказывался на одном уровне с

дорожным покрытием, предусматривается в местах соединения строительных длин ВОК, а также при проектировании выкладки технологического запаса кабелей.

На исполнительных схемах трасс прокладки кабеля наносятся привязки трасс к постоянным ориентирам (автомобильным дорогам, ж/д или др.).

Решение о выборе в проектной документации технологии строительства ВОЛС в пластмассовых трубопроводах принимается, когда только это возможно, поскольку в этом случае повышается безопасность ВОК. В этом случае пластмассовые трубы закладываются в траншею тела дороги, на обочине дороги (насыпи) или в полосе отвода дороги. Такое проектное решение имеет следующие преимущества:

- продление строительного сезона прокладки ВОК в условиях промерзания грунта при температуре до -10°С при условии, что трубы проложены ранее;
- прокладка дополнительных кабелей;
- удобство выполнения аварийно-восстановительных работ без вскрытия траншеи или дорожного полотна;
- дополнительная защита кабеля от: нагрузок, возникающих в результате деформации грунта; воздействия осколков скального грунта; воздействия мерзлотно- грунтовых процессов;
- увеличение строительной длины за счет применения небронированного кабеля;
- упрощение монтажа кабелей и повышение степени безопасности обслуживающего персонала ввиду отсутствия металлических элементов.

В проектных решениях при прокладке ВОК в грунте или в пластмассовых трубопроводах описывается расстояние между ВОК и внешней поверхностью дороги, которые должны соответствовать проектной глубине прокладки ВОК, с учетом того, что глубина прокладки ВОК определяется в каждом конкретном случае отдельно и не должна отклоняться от проектной более чем на ± 0,1 м.

В проектных решениях по совместному развертыванию ВОЛС совместно с установкой опор ЛЭП предусматривается один из трех основных типов прокладки ВОК:

- ВОК размещен внутри грозозащитных тросов ЛЭП;

- ВОК навит на фазовую либо грозозащитную проводку;
- ВОК подвешен между опорами ниже кабелелей ЛЭП.

При проектировании внутризоновых и магистральных оптических сетей обычно предусматривается ВОК внутри грозозащитного троса, как наиболее удобный и надежный способ подвески ВОЛС на ЛЭП.

Решение о подвесе самонесущего кабеля с креплением на нижнем траверсе (ниже уровня ЛЭП) обычно применятся на внутризоновых и местных ЛЭП. Этот вариант используется как на ЛЭП напряжением 110 кВ и выше, так и на воздушных линиях менее высокого напряжения (10 кВ и ниже) наряду с низковольтными линиями, линиями освещения, опорами контактных сетей железных дорог.

В проектных решениях определяются достоинства и недостатки прокладки ВОЛС при совместном развертывании того или иного вида. При совместном развертывании со строительством ЛЭП к ним, в частности, относятся:

- сокращение сроков строительства;
- снижением капитальных и эксплуатационных затрат;
- отсутствие необходимости отвода земель и согласований с заинтересованными организациями;
- уменьшение масштабов возможных повреждений;
- независимость от типов почвы.

Среди недостатков такого метода совместного развертывания выделяют:

- сокращение срока службы из-за влияния окружающей среды;
- подверженность повышенным механическим напряжениям при неблагоприятных погодных условиях;
- сложности расчета при воздействии нагрузок в различных условиях эксплуатации;
- дополнительный расчет несущей способности металлических или железобетонных опор ЛЭП на дополнительную нагрузку от ВОК.

Кроме строительства ВОЛС совместно со строительством ЛЭП возможно принятие решений об использовании опор контактной сети железной дороги, которые устанавливаются при строительстве ж/д.

Оценка влияния ВОЛС на окружающую среду

Оборудование и материалы, кабельные изделия, применяемые при проектировании ВОЛС, должны быть сертифицированы и разрешены к эксплуатации на сетях связи и отвечать требованиям законов про охрану окружающей природной среды и экологической экспертизы, а также земельного, водного, лесного законодательства о недрах, про охрану атмосферного воздуха, про охрану и использование растительного и животного мира и других специальных законодательных актов.

Прокладка кабелей и установка оборудования не влияет на климат и микроклимат, геологическую среду, водную среду, грунты, растительный и животный мир. В результате эксплуатации этого оборудования нет выбросов, загрязняющих атмосферу, а существующее экологическое состояние окружающей среды не нарушается.

Электрические и оптические сигналы, возникающие при эксплуатации проектируемого оборудования ИКТ, локализованы в своих направляющих системах и не являются источниками какого-либо излучения, воздействующего на окружающую среду.

Оконечное оборудование и материалы ВОЛС являются экологически чистыми, т.е. в условиях эксплуатации не производят вредных выбросов в атмосферу, отходов производства и шумов, не наносят вреда окружающей среде и не входят в перечень объектов, которые создают повышенную экологическую опасность и объектов повышенной опасности.

Для перевозки к месту монтажа кабелей ВОЛС применяются автомобили, загрязняющие атмосферный воздух, поверхностные воды и почвы токсичными компонентами отработанных газов двигателей внутреннего сгорания и отходами производственно-эксплуатационной деятельности. С целью уменьшения влияния

автомобильного транспорта на атмосферный воздух должен осуществляться контроль содержания оксида углерода и углеводородов в отработанных газах бензиновых двигателей и задымления в отработанных газах дизельных двигателей, а также контроль соответствия конструкций двигателей и их систем транспортным средствам, на которых они установлены.

4. Дальнейшие шаги

Чтобы помочь государственным органам и владельцам инфраструктуры успешно совместить инфраструктуру ИКТ с дорожно-транспортной и энергетической инфраструктурой, в рамках этого инструментария по созданию потенциала были разработаны методики и инструменты в консультации со специалистами из Казахстана и Кыргызстана в октябре 2019 года в Алматы, Казахстан. Предлагаемые методики и инструменты включают следующее:

- Методика определения потенциала совместимости совместного использования инфраструктуры ИКТ с дорожно-транспортной и энергетической инфраструктурой. Этот потенциал определяется путем оценки ключевых параметров с использованием системы начисления баллов или процентов;
- Параметрическая модель совместного использования инфраструктуры ИКТ с дорожно-транспортной и энергетической инфраструктурой. Эта модель оценивает разницу в стоимости между отдельным развертыванием инфраструктуры (ИКТ, транспорт или энергетика) и их совместным развертыванием;
- Методика оценки экономической эффективности совместного использования инфраструктуры ИКТ с дорожно-транспортной и энергетической инфраструктурой. Эта методология основана на принципе сравнения показателя скорости удельного прироста стоимости для случаев совместного и отдельного развертывания соответствующих инфраструктур;
- Методика определения проектов дорожно-транспортной и энергетической инфраструктуры, которые могут включать совместное развертывание инфраструктуры ИКТ. Эта методика основана на методе анализа иерархий, который включает расчет взвешенного показателя на основе точечных оценок нескольких критериев и их весовых коэффициентов, рассчитанных путем попарного сравнения; Содержание типового проекта вместе с шаблонами исходных данных для проектирования совместного развертывания инфраструктуры ИКТ с дорожно-транспортной и энергетической инфраструктурой.

Одним из основных аспектов, которые необходимо укрепить для успешного совместного развертывания, является координация и сотрудничество организаций, включая владельцев дорожно-транспортной или энергетической инфраструктуры и оператора связи, а также соответствующие государственные и частные организации, участвующие в процессе совместного развертывания.

Для содействия координации и сотрудничеству рекомендуется разработка единого информационного портала. Предполагается, что портал будет содержать информацию обо всех существующих и планируемых инженерных работах, которые потенциально могут совместно развертывать волоконно-оптические кабели. На портале онлайн-представители организаций, правительственных учреждений, потенциальных инвесторов и операторов связи смогут найти партнеров для совместного развертывания инфраструктуры ИКТ с дорожно-транспортной или энергетической инфраструктурой, а также разместить свою информацию о приоритетных областях для текущих инвестиций.

Используя этот портал, все заинтересованные стороны смогут обмениваться документами, вносить изменения и получать информацию о статусе выполнения определенных запросов, а также получать доступ и использовать методологии и инструментам, разработанным в рамках этого инструментария.

Этот предлагаемый единый информационный портал может потенциально повысить конкурентоспособность и обеспечить доступ к соответствующей информации на основе равенства и прозрачности, что, в свою очередь, сведет к минимуму коррупцию.

В качестве способа продвижения вперед предлагаемый набор методологий и инструментов в данном инструментарии должен быть дополнительно апробирован в рамках реального сценария развития вдоль транспортного или энергетического коридора, требующего инфраструктуры ИКТ. Результаты, собранные в ходе этого эксперимента, будут способствовать процессу принятия решений.

Приложение А. Оценка совместимости инфраструктур

А.1. Оценка для Казахстана

А.1.1.1. Анализ характеристик совместимости объектов «R1» и «T1»

№	Факторы (*j*)	Параметры	Оценка объекта транспортной или энергетической инфраструктуры	Оценка объекта ИКТ инфраструктуры
1	Технический фактор	Уровень привязки объекта инфраструктуры к наличию электричества	*8 (большая часть маршрута автодороги проходит вблизи ЛЭП)*	*7 (технология привязана к наличию электричества)*
		Продолжительность срока эксплуатации объекта инфраструктуры	*7 (бетонное покрытие от 15 лет и выше)*	*7 (от 20 лет и выше)*
	Среднее		*7.5*	*7*
2	Организационный фактор	Уровень регулирования процесса построения и эксплуатации объекта инфраструктуры с объектами другого типа	*1 (отсутствие нормативно-правовых актов)*	*1 (отсутствие нормативно-правовых актов)*
		Уровень совпадения количества согласовательных документов (по сравнению с независимым строительством)	*3 (недостаток четких и прямых механизмов согласования документов в случае совместного развертывания)*	*3 (недостаток четких и прямых механизмов согласования документов в случае совместного развертывания)*
		Наличие в команде, курирующей создание объекта инфраструктуры, специалистов знакомых с преимуществами совместного развертывания	*1 (опыта совместного развертывания нет)*	*1 (опыта совместного развертывания нет)*
		Форма собственности запланированного к созданию объекта инфраструктуры	*1 (государственная)*	*1 (государственная)*
		Степень сложности управления объектом инфраструктуры	*3 (недостаток четких*	*3 (недостаток четких*

			механизмов оперативного управления)	*механизмов оперативного управления)*
	Среднее		*1.8*	*1.8*
3	Географический фактор	Уровень совпадения маршрута объектов инфраструктуры (при условии их независимого строительства)	*9 (не весь маршрут автодороги совпадает с ВОЛС)*	*3 (не вся длина ВОЛС совпадает с маршрутом автодороги)*
		Уровень влияния климатических и погодных условий, геодезических и других особенностей на процесс строительства и эксплуатации	*7 (дорога идет в обход горного перевала Кордай)*	*3 (сложность прокладки в горной местности)*
	Среднее		*8*	*3*
4	Социально-экономический фактор	Уровень усложнения (удорожания) технологического процесса при прохождении сложной местности	*10 (значительное удорожание)*	*7 (удорожание за счет сложности доставки техники в горные районы)*
		Уровень социального или военного (оборонного) значения объекта инфраструктуры	*10 (проект дороги имеет межнациональное значение)*	*7 (социальное значение)*
		Дополнительные возможности, получаемые объектом инфраструктуры от совместного развертывания с другими, включая повышение качественной и/или имиджевой составляющей	*7 (перспективные дополнительные возможности по внедрению "умных технологий" на данном участке дороги)*	*5 (имиджевая составляющая)*
	Среднее		*9*	*6.3*

А.1.1.2 Оценка степени совместимости объектов «R1» и «T1»

Факторы	Объект транспортной или энергетической инфраструктуры	Объект ИКТ инфраструктуры	Максимальное отклонение
Технический	*7,5*	*7*	0,5
Организационный	*1,8*	*1,8*	0
Географический	*8*	*3*	5
Социально-экономический	*9*	*6.3*	2.7
среднее значение	6.6	4.5	2.05

А.1.2.1. Анализ характеристик совместимости объектов «R2» и «T2»

№	Факторы (*j*)	Параметры	Оценка объекта транспортной или энергетической инфраструктуры	Оценка объекта ИКТ инфраструктуры
1	Технический фактор	Уровень привязки объекта инфраструктуры к наличию электричества	*3 (нет существенной привязки)*	*7 (есть привязка, но много населенных пунктов по дороге)*
		Продолжительность срока эксплуатации объекта инфраструктуры	*7 (от 25 лет)*	*7 (от 20 лет)*
	Среднее		*5*	*7*
2	Организационный фактор	Уровень регулирования процесса построения и эксплуатации объекта инфраструктуры с объектами другого типа	*1 (отсутствие нормативно-правовых актов)*	*1 (отсутствие нормативно-правовых актов)*
		Уровень совпадения количества согласовательных документов (по сравнению с независимым строительством)	*3 (недостаток четких и прямых механизмов согласования документов в случае совместного развертывания)*	*3 (недостаток четких и прямых механизмов согласования документов в случае совместного развертывания)*
		Наличие в команде, курирующей создание объекта инфраструктуры, специалистов знакомых с преимуществами совместного развертывания	*3 (опыт совместного развертывания в команде маловероятен)*	*3 (опыт совместного развертывания в команде маловероятен)*
		Форма собственности запланированного к созданию объекта инфраструктуры	*1 (государственная)*	*1 (государственная)*

		Степень сложности управления объектом инфраструктуры	*3 (недостаток четких механизмов оперативного управления в условиях присутствия высоких напряжений)*	*3 (недостаток четких механизмов оперативного управления присутствия высоких напряжений)*
	Среднее		*2.2*	*2.2*
3	Географический фактор	Уровень совпадения маршрута объектов инфраструктуры (при условии их независимого строительства)	*10 (совпадают)*	*10 (совпадают)*
		Уровень влияния климатических и погодных условий, геодезических и других особенностей на процесс строительства и эксплуатации	*5 (сложно определить)*	*5 (сложно определить)*
	Среднее		*7.5*	*7.5*
4	Социально-экономический фактор	Уровень усложнения (удорожания) технологического процесса при прохождении сложной местности	*3 (местность без сложных географических особенностей, однако с перепадами высот, что может повысить стоимость проекта)*	*1 (местность без сложных географических особенностей для прокладки ВОЛС)*
		Уровень социального или военного (оборонного) значения объекта инфраструктуры	*8 (фрагмент международной трассы)*	*7 (ВОЛС может потенциально иметь социальное значение)_*
		Дополнительные возможности, получаемые объектом инфраструктуры от совместного	*7 (перспективные дополнительные возможности по внедрению "умных*	*5 (имиджевая составляющая достаточно высока)*

		развертывания с другими, включая повышение качественной и/или имиджевой составляющей	*технологий")*	
	Среднее		*6*	*4.3*

А.1.2.2 Оценка степени совместимости объектов «R2» и «T2»

Факторы	Объект транспортной или энергетической инфраструктуры	Объект ИКТ инфраструктуры	Максимальное отклонение
Технический	*5*	*7*	2
Организационный	*2.2*	*2.2*	0
Географический	*7.5*	*7.5*	0
Социально-экономический	*6*	*4.3*	1.7
среднее значение	5.17	5.25	0.9

А.2. Оценка для Кыргызстана

А.2.1.1. Анализ характеристик совместимости объектов «R1» и «T1»

№	Факторы (*j*)	Параметры	Оценка объекта транспортной или энергетической инфраструктуры	Оценка объекта ИКТ инфраструктуры
1	Технический фактор	Уровень привязки объекта инфраструктуры к наличию электричества	*8 (большая часть маршрута автодороги проходит вблизи существующей ЛЭП*	*7 (технология привязана к наличию электричества)*
		Продолжительность срока эксплуатации объекта инфраструктуры	*7 (бетонное покрытие от 15 лет и выше)*	*7 (от 20 лет и выше)*
	Среднее		*7.5*	*7*
2	Организационный фактор	Уровень регулирования процесса построения и эксплуатации объекта инфраструктуры с	*1 (отсутствие нормативно-правовых актов)*	*1 (отсутствие нормативно-правовых актов)*

		объектами другого типа		
		Уровень совпадения количества согласовательных документов (по сравнению с независимым строительством)	*3 (недостаток четких и прямых механизмов согласования документов в случае совместного развертывания)*	*3 (недостаток четких и прямых механизмов согласования документов в случае совместного развертывания)*
		Наличие в команде, курирующей создание объекта инфраструктуры, специалистов знакомых с преимуществами совместного развертывания	*1 (опыта совместного развертывания нет)*	*1 (опыта совместного развертывания нет)*
		Форма собственности запланированного к созданию объекта инфраструктуры	*1 (государственная)*	*1 (государственная)*
		Степень сложности управления объектом инфраструктуры	*3 (недостаток четких механизмов оперативного управления)*	*3 (недостаток четких механизмов оперативного управления)*
	Среднее		*1.8*	*1.8*
3	Географический фактор	Уровень совпадения маршрута объектов инфраструктуры (при условии их независимого строительства)	*5 (половина маршрута автодороги не включает ВОЛС)*	*10 (вся длина ВОЛС совпадает с маршрутом автодороги)*
		Уровень влияния климатических и погодных условий, геодезических и других особенностей на процесс строительства и эксплуатации	*8 (необходимо строительство двух эстакадных мостов, сложность прокладки дороги сквозь узкое ущелье)*	*5 (сложность проклвдки в горной местности, однако менее затратное, чем строительство дороги*
	Среднее		*6.5*	*7.5*

4	Социально-экономический фактор	Уровень усложнения (удорожания) технологического процесса при прохождении сложной местности	*8 (значительное удорожание)*	*7 (удорожание за счет сложности доставки техники в горные районы)*
		Уровень социального или военного (оборонного) значения объекта инфраструктуры	*10 (проект дороги имеет общенациональное значение)*	*8 (значительное социальное значение в рамках проекта цифровизации страны Digital Casa-1000*
		Дополнительные возможности, получаемые объектом инфраструктуры от совместного развертывания с другими, включая повышение качественной и/или имиджевой составляющей	*7 (Перспективные дополнительные возможности по внедрению "умных технологий", однако неизвестно включено ли это в бизнес-план)*	*7 (имиджевая составляющая реализации проекта цифровизации страны Digital Casa-1000, однако количество потенциальных клиентов трудно оценить)*
	Среднее		*8.3*	*7.3*

А.2.1.2 Оценка степени совместимости объектов «R1» и «T1»

Факторы	Объект транспортной или энергетической инфраструктуры	Объект ИКТ инфраструктуры	Максимальное отклонение
Технический	*7.5*	*7*	*0,5*
Организационный	*1.8*	*1.8*	*0*
Географический	*6.5*	*7.5*	*1*
Социально-экономический	*8.3*	*7,3*	*1*
среднее значение	6.02	5.9	0.625

А.2.2.1. Анализ характеристик совместимости объектов «E3» и «T2»

№	Факторы (*j*)	Параметры	Оценка объекта транспортной или энергетической инфраструктуры	Оценка объекта ИКТ инфраструктуры

1	Технический фактор	Уровень привязки объекта инфраструктуры к наличию электричества	*10 (полная привязка)*	*10 (полная привязка)*
		Продолжительность срока эксплуатации объекта инфраструктуры	*9 (от 25 лет)*	*9 (от 20 лет)*
	Среднее		*9.5*	*9.5*
2	Организационный фактор	Уровень регулирования процесса построения и эксплуатации объекта инфраструктуры с объектами другого типа	*1 (отсутствие нормативно-правовых актов)*	*1 (отсутствие нормативно-правовых актов)*
		Уровень совпадения количества согласовательных документов (по сравнению с независимым строительством)	*3 (недостаток четких и прямых механизмов согласования документов в случае совместного развертывания)*	*3 (недостаток четких и прямых механизмов согласования документов в случае совместного развертывания)*
		Наличие в команде, курирующей создание объекта инфраструктуры, специалистов знакомых с преимуществами совместного развертывания	*8 (опыта подвешивания OPGW кабеля во время строительства ЛЭП Датка-Кемин, однако участие этой команды в данном проекте пока не подтверждено)*	*8 (опыта подвешивания OPGW кабеля во время строительства ЛЭП Датка-Кемин, однако участие этой команды в данном проекте пока не подтверждено)*
		Форма собственности запланированного к созданию объекта инфраструктуры	*1 (государственная)*	*1 (государственная)*
		Степень сложности управления объектом инфраструктуры	*2 (недостаток четких механизмов*	*2 (недостаток четких механизмов*

			оперативного управления в условиях присутствия высоких напряжений)	*оперативного управления присутствия высоких напряжений)*
	Среднее		*3*	*3*
3	Географический фактор	Уровень совпадения маршрута объектов инфраструктуры (при условии их независимого строительства)	*10 (совпадают)*	*10 (совпадают)*
		Уровень влияния климатических и погодных условий, геодезических и других особенностей на процесс строительства и эксплуатации	*3 (согласно проекту)*	*1 (никаких дополнительных сооружений для подвески кабеля не нужно)*
	Среднее		*6.5*	*5.5*
4	Социально-экономический фактор	Уровень усложнения (удорожания) технологического процесса при прохождении сложной местности	*5 (местность без сложных географических особенностей, однако с перепадами высот, что может повысить стоимость проекта)*	*2 (местность без сложных географических особенностей для прокладки ВОЛС)*
		Уровень социального или военного (оборонного) значения объекта инфраструктуры	*10 (транзитная магистральная ЛЭП международного значения)*	*7 (ВОЛС может потенциально иметь социальное значение из-за близости к крупным населенным пунктам*
		Дополнительные возможности, получаемые объектом инфраструктуры от совместного	*7 (Перспективные дополнительные возможности по внедрению "умных технологий",*	*5 (планы по социальному использованию ВОЛС на ЛЭП трудно оценить,*

		развертывания с другими, включая повышение качественной и/или имиджевой составляющей	*однако неизвестно включено ли это в бизнес-план)*	*однако имиджевая составляющая достаточно высока)*
	Среднее		*7.33*	*4.66*

А.2.2.2 Оценка степени совместимости объектов «E3» и «T2»

Факторы	Объект транспортной или энергетической инфраструктуры	Объект ИКТ инфраструктуры	Максимальное отклонение
Технический	9.5	9,5	0
Организационный	3	3	0
Географический	6.5	5.5	1
Социально-экономический	7.33	4.66	2.67
среднее значение	6.58	5.665	0.9175

А.2.3.1. Анализ характеристик совместимости объектов «R2» и «T2»

№	Факторы (*j*)	Параметры	Оценка объекта транспортной или энергетической инфраструктуры	Оценка объекта ИКТ инфраструктуры
1	Технический фактор	Уровень привязки объекта инфраструктуры к наличию электричества	*3 (низкая привязка)*	*10 (необходимость электрификации)*
		Продолжительность срока эксплуатации объекта инфраструктуры	*5*	*5*
	Среднее		*4*	*7.5*
2	Организационный фактор	Уровень регулирования процесса построения и эксплуатации объекта инфраструктуры с объектами другого типа	*1 (отсутствие нормативно-правовых актов)*	*1 (отсутствие нормативно-правовых актов)*
		Уровень совпадения количества	*1 (нет механизмов*	*3 (недостаток*

		согласовательных документов (по сравнению с независимым строительством)	*согласования документов в случае совместного развертывания)*	*четких и прямых механизмов согласования документов в случае совместного развертывания)*
		Наличие в команде, курирующей создание объекта инфраструктуры, специалистов знакомых с преимуществами совместного развертывания	*1 (опыта совместного развертывания нет)*	*8 (опыта подвешивания OPGW кабеля во время строительства ЛЭП Датка-Кемин, однако участие этой команды в данном проекте пока не подтверждено)*
		Форма собственности запланированного к созданию объекта инфраструктуры	*1 (государственная)*	*1 (государственная)*
		Степень сложности управления объектом инфраструктуры	*1 (недостаток четких механизмов оперативного управления)*	*2 (недостаточно четких механизмов оперативного управления присутствия высоких напряжений)*
	Среднее		*1*	*3*
3	Географический фактор	Уровень совпадения маршрута объектов инфраструктуры (при условии их независимого строительства)	*1 (полностью не совпадают)*	*1 (полностью не совпадают)*
		Уровень влияния климатических и погодных условий, геодезических и других особенностей на процесс строительства и эксплуатации	*7 (высокогорная местность)*	*1*

	Среднее		*4*	*2*
4	Социально-экономический фактор	Уровень усложнения (удорожания) технологического процесса при прохождении сложной местности	*7 (значительное удорожание)*	*5 (удорожание за счет использования спец. техники)*
		Уровень социального или военного (оборонного) значения объекта инфраструктуры	*8 (доступ к полезным ископаемым страны)*	*1 (социальное значение минимально)*
		Дополнительные возможности, получаемые объектом инфраструктуры от совместного развертывания с другими, включая повышение качественной и/или имиджевой составляющей	*2 (выгода от совместного разворачивания на данном внутреннем участке неясна)*	*2 (выгода от совместного разворачивания на данном внутреннем участке неясна)*
	Среднее		*5.66*	*2.66*

А.2.3.2 Оценка степени совместимости объектов «R2» и «T2»

Факторы	Объект транспортной или энергетической инфраструктуры	Объект ИКТ инфраструктуры	Максимальное отклонение
Технический	*4*	*7.5*	3.5
Организационный	*1*	*3*	2
Географический	*4*	*2*	2
Социально-экономический	*5.66*	*2.66*	3
среднее значение	3.665	3.79	2.625

А.2.4.1. Анализ характеристик совместимости объектов «R2» и «T1»

№	Факторы (*j*)	Параметры	Оценка объекта транспортной или энергетической инфраструктуры	Оценка объекта ИКТ инфраструктуры
1	Технический фактор	Уровень привязки объекта инфраструктуры к наличию	*3 (низкая привязка)*	*7 (технология привязана к наличию*

		электричества		*электричества)*
		Продолжительность срока эксплуатации объекта инфраструктуры	*5*	*7 (от 20 лет и выше)*
	Среднее		*4*	*7*
2	Организационный фактор	Уровень регулирования процесса построения и эксплуатации объекта инфраструктуры с объектами другого типа	*1 (отсутствие нормативно-правовых актов)*	*1 (отсутствие нормативно-правовых актов)*
		Уровень совпадения количества согласовательных документов (по сравнению с независимым строительством)	*1 (нет механизмов согласования документов в случае совместного развертывания)*	*3 (недостаток четких и прямых механизмов согласования документов в случае совместного развертывания)*
		Наличие в команде, курирующей создание объекта инфраструктуры, специалистов знакомых с преимуществами совместного развертывания	*1 (опыта совместного развертывания нет)*	*1 (опыта совместного развертывания нет)*
		Форма собственности запланированного к созданию объекта инфраструктуры	*1 (государственная)*	*1 (государственная)*
		Степень сложности управления объектом инфраструктуры	*1 (недостаток четких механизмов оперативного управления)*	*3 (недостаток четких механизмов оперативного управления)*
	Среднее		*5*	*1.8*
3	Географический фактор	Уровень совпадения маршрута объектов инфраструктуры	*2 (проходят поблизости, но не*	*2 (проходят поблизости, но не*

		(при условии их независимого строительства)	*совпадают полностью)*	*совпадают полностью)*
		Уровень влияния климатических и погодных условий, геодезических и других особенностей на процесс строительства и эксплуатации	*7 (высокогорная местность)*	*5 (сложность прокладки в горной местности, однако менее затратное, чем строительство дороги)*
	Среднее		*4.5*	*3.5*
4	Социально-экономический фактор	Уровень усложнения (удорожания) технологического процесса при прохождении сложной местности	*8 (значительное удорожание)*	*7 (удорожание за счет сложности доставки техники в горные районы)*
		Уровень социального или военного (оборонного) значения объекта инфраструктуры	*8 (доступ к полезным ископаемым страны)*	*3*
		Дополнительные возможности, получаемые объектом инфраструктуры от совместного развертывания с другими, включая повышение качественной и/или имиджевой составляющей	*5 (выгода от совместного разворачивания на данном внутреннем участке возможна при реализации "умных технологий)*	*2 (выгода от совместного разворачивания на данном внутреннем участке неясна)*
	Среднее		*7*	*4*

А.2.4.2 Оценка степени совместимости объектов «R2» и «T1»

Факторы	Объект транспортной или энергетической инфраструктуры	Объект ИКТ инфраструктуры	Максимальное отклонение
Технический	*4*	*7*	3
Организационный	*5*	*1.8*	3.2
Географический	*4.5*	*3.5*	1
Социально-экономический	*7*	*4*	3
среднее значение	5.121	4.075	2.55

А.2.5.1. Анализ характеристик совместимости объектов «E3» и «T1»

№	Факторы (*j*)	Параметры	Оценка объекта транспортной или энергетической инфраструктуры	Оценка объекта ИКТ инфраструктуры
1	Технический фактор	Уровень привязки объекта инфраструктуры к наличию электричества	*10 (полная привязка)*	*6 (технология привязана к наличию электричества)*
		Продолжительность срока эксплуатации объекта инфраструктуры	*9 (от 25 лет)*	*7 (от 20 лет и выше)*
	Среднее		*9.5*	*7*
2	Организационный фактор	Уровень регулирования процесса построения и эксплуатации объекта инфраструктуры с объектами другого типа	*1 (отсутствие нормативно-правовых актов)*	*1 (отсутствие нормативно-правовых актов)*
		Уровень совпадения количества согласовательных документов (по сравнению с независимым строительством)	*3 (недостаток четких и прямых механизмов согласования документов в случае совместного развертывания)*	*3 (недостаток четких и прямых механизмов согласования документов в случае совместного развертывания)*
		Наличие в команде, курирующей	*8 (опыт*	*1 (опыта*

		создание объекта инфраструктуры, специалистов знакомых с преимуществами совместного развертывания	*подвешивания OPGW кабеля во время строительства ЛЭП Датка-Кемин, однако участие этой команды в данном проекте пока не подтверждено)*	*совместного развертывания нет)*
		Форма собственности запланированного к созданию объекта инфраструктуры	*1 (государственная)*	*1 (государственная)*
		Степень сложности управления объектом инфраструктуры	*2 (недостаток четких механизмов оперативного управления в условиях присутствия высоких напряжений)*	*3 (недостаток четких механизмов оперативного управления)*
	Среднее		*3*	*1.8*
3	Географический фактор	Уровень совпадения маршрута объектов инфраструктуры (при условии их независимого строительства)	*1 (не совпадают)*	*1 (не совпадают)*
		Уровень влияния климатических и погодных условий, геодезических и других особенностей на процесс строительства и эксплуатации	*3 (согласно проекту)*	*7 (сложность прокладки в горной местности)*
	Среднее		*2*	*4*

4	Социально-экономический фактор	Уровень усложнения (удорожания) технологического процесса при прохождении сложной местности	*5 (местность без сложных географических особенностей, однако с перепадами высот, что может повысить стоимость проекта)*	*7 (удорожание за счет сложности доставки техники в горные районы)*
		Уровень социального или военного (оборонного) значения объекта инфраструктуры	*10 (транзитная магистральная ЛЭП международного значения)*	*6 (социальное значение в рамках проекта цифровизации страны Digital Casa-1000)*
		Дополнительные возможности, получаемые объектом инфраструктуры от совместного развертывания с другими, включая повышение качественной и/или имиджевой составляющей	*7 (Перспективные дополнительные возможности по внедрению "умных технологий", однако неизвестно включено ли это в бизнес-план)*	*6 (имиджевая составляющая реализации проекта цифровизации страны Digital Casa-1000, однако количество потенциальных клиентов трудно оценить)*
	Среднее		*7.33*	*5.33*

А.2.5.2 Оценка степени совместимости объектов «E3» и «T1»

Факторы	Объект транспортной или энергетической инфраструктуры	Объект ИКТ инфраструктуры	Максимальное отклонение
Технический	*9.5*	*6.5*	3
Организационный	*3*	*1.8*	1.2
Географический	*2*	*4*	2
Социально-экономический	*7.33*	*5.33*	2
среднее значение	5.46	4.41	2.05

А.2.6.1. Анализ характеристик совместимости объектов «R1» и «T2»

№	Факторы (*j*)	Параметры	Оценка объекта транспортной или энергетической инфраструктуры	Оценка объекта ИКТ инфраструктуры
1	Технический фактор	Уровень привязки объекта инфраструктуры к наличию электричества	*8 (большая часть маршрута автодороги проходит вблизи существующей ЛЭП*	*10 (полная привязка)*
		Продолжительность срока эксплуатации объекта инфраструктуры	*7 (бетонное покрытие от 15 лет и выше)*	*9 (от 20 лет)*
	Среднее		7.5	9.5
2	Организационный фактор	Уровень регулирования процесса построения и эксплуатации объекта инфраструктуры с объектами другого типа	*1 (отсутствие нормативно-правовых актов)*	*1 (отсутствие нормативно-правовых актов)*
		Уровень совпадения количества согласовательных документов (по сравнению с независимым строительством)	*3 (недостаток четких и прямых механизмов согласования документов в случае совместного развертывания)*	*3 (недостаток четких и прямых механизмов согласования документов в случае совместного развертывания)*
		Наличие в команде, курирующей создание объекта инфраструктуры, специалистов знакомых с преимуществами совместного развертывания	*1 (опыта совместного развертывания нет)*	*8 (опыт подвешивания OPGW кабеля во время строительства ЛЭП Датка-Кемин, однако участие этой команды в данном проекте пока не подтверждено)*
		Форма собственности запланированного к	*1 (государственная)*	*1 (государственная)*

		созданию объекта инфраструктуры		
		Степень сложности управления объектом инфраструктуры	*3 (недостаток четких механизмов оперативного управления)*	*2 (недостаток четких механизмов оперативного управления присутствия высоких напряжений)*
	Среднее		1.8	3
3	Географический фактор	Уровень совпадения маршрута объектов инфраструктуры (при условии их независимого строительства)	*1 (не совпадают)*	*1 (не совпадают)*
		Уровень влияния климатических и погодных условий, геодезических и других особенностей на процесс строительства и эксплуатации	*10 (необходимо строительство двух эстакадных мостов, сложность прокладки дороги сквозь узкое ущелье)*	*6 (наличие ЛЭП по маршруту)*
	Среднее		5.5	3.5
4	Социально-экономический фактор	Уровень усложнения (удорожания) технологического процесса при прохождении сложной местности	*8 (значительное удорожание)*	*6 (наличие ЛЭП по маршруту)*
		Уровень социального или военного (оборонного) значения объекта инфраструктуры	*10 (проект дороги имеет общенациональное значение)*	*6 (ВОЛС может потенциально иметь социальное значение из-за близости к крупным населенным пунктам)*
		Дополнительные возможности, получаемые объектом инфраструктуры от совместного	*7 (Перспективные дополнительные возможности по внедрению "умных технологий",*	*5 (планы по социальному использованию ВОЛС трудно оценить, однако*

		развертывания с другими, включая повышение качественной и/или имиджевой составляющей	*однако неизвестно включено ли это в бизнес-план)*	*имиджевая составляющая достаточно высока)*
	Среднее		*8.33*	*5.66*

А.2.6.2 Оценка степени совместимости объектов «R1» и «T2»

Факторы	Объект транспортной или энергетической инфраструктуры	Объект ИКТ инфраструктуры	Максимальное отклонение
Технический	*7.5*	*9.5*	2
Организационный	*1.8*	*3*	1.2
Географический	*5.5*	*3.5*	2
Социально-экономический	*8.33*	*5.66*	2.67
среднее значение	5.78	5.41	2.135