

КОМПЛЕКС МОДЕЛЕЙ И ПЛАТФОРМА СТРАТЕГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРОЙ

Цыганов В.В.

Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, Москва, Россия
bbc@ipu.ru

Аннотация. Для поддержки принятия решений, касающихся развития транспортной инфраструктуры, предлагается использовать комплекс моделей стратегического управления инфраструктурой, апробированный при стратегическом планировании устойчивого функционирования российской экономики. На основе этого комплекса, разработано проектное решение по созданию платформы стратегического управления транспортной инфраструктурой России.

Ключевые слова: транспорт, инфраструктура, управление, моделирование, стратегия, платформа.

Введение

Транспортная инфраструктура (ТИ) формирует мобильность. Никакие серьезные изменения в сфере транспорта и социально-экономического развития невозможны без поддержки адекватной ТИ и более разумного ее использования. Кроме того, с учетом санкционного и политического давления Запада, требуется развивать ТИ новых направлений доставки товаров. Внешние риски развития ТИ связаны с угрозами:

- усиления санкционного режима в отношении российских предприятий и ТИ;
- диверсионно-террористических и хакерских атак на ТИ РФ;
- эскалации геополитической напряженности и гибридной войны, снижающих деловую и потребительскую активность и спрос на услуги ТИ;
- негативных геоэкономических процессов: замедлением мирового экономического роста, связанным с обострением геополитических противоречий, глобальными торговыми конфликтами, волатильностью мировых рынков и ухудшением экономической ситуации во многих странах.

Внутренние риски связаны с недостаточной развитостью ТИ, а также низкой скоростью и надежностью транспортировки несырьевых грузов. В сочетании с неполнотой услуг, это ведет к избыточным издержкам. Отношение логистических издержек к валовому внутреннему продукту в РФ составляло 14,2%, что выше среднемирового уровня (11%) [1].

В условиях санкций, особенно существенны ограничения ТИ на транзитных и ключевых экспортных направлениях, в рамках международных транспортных коридоров (МТК) «Восток-Запад» и «Север-Юг», а также Азово-Черноморского МТК. В частности, загрузка многих железнодорожных линий этих МТК близка к пределам их пропускной способности. Электрифицирована только половина железнодорожных линий, а доля узких мест на них превысила 10% [1]. Особенно остро эта проблема проявляется на Восточном полигоне железных дорог МТК «Восток-Запад», где пропускная способность Байкало-Амурской и Транссибирской магистралей недостаточна для удовлетворения спроса на перевозку грузов. Протяженность участков железных дорог с просроченным сроком ремонта составила 23,9 тыс.км, или 17% протяженности длины железнодорожных путей [1]. Низкими темпами внедряются прогрессивные технологии интервального регулирования движения поездов. Особого внимания требует ТИ пунктов пропуска через государственную границу РФ. Недостаточно используются возможности цифровизации логистических и таможенных процедур, что сдерживает развитие экспорта.

Чтобы минимизировать указанные угрозы, риски и ограничения, в условиях геополитического и санкционного давления на развитие российской экономики, правительство РФ модернизирует Транспортную стратегию России (ТСР) [1], государственные программы [2] и проекты [3].

1. Стратегия и государственная программа развития транспортной инфраструктуры

В ТСР, принятой в конце 2021 г., были определены миссия, стратегические приоритеты, цели и задачи развития транспорта до 2030 г. и на прогнозный период до 2035 г. Стратегическая цель ТСР — удовлетворение спроса экономики и общества на конкурентоспособные и качественные транспортные услуги. Цели и задачи ТСР в сфере ТИ [1]:

- обеспечение пространственной связанности и транспортной доступности территорий РФ;
- обеспечение роста объема и скорости доставки грузов, в том числе транзитных, и развитие мультимодальных логистических технологий;

- приведение ТИ в соответствие с нормативными требованиями и обеспечение ее долговременной устойчивости;
- расширение номенклатуры, повышение надежности и безопасности услуг ТИ в сфере грузовых перевозок (в том числе, мультимодальных и транзитных);
- ускоренное развитие ТИ участков МТК, проходящих через РФ;
- обеспечение обороноспособности страны и мобилизационной подготовки транспортного комплекса РФ;
- цифровизация ТИ;
- снижение негативного воздействия ТИ на окружающую среду и климат.

Комплекс мероприятий по достижению целей и решению задач ТСР включает:

- формирование и развитие Единой опорной сети, как инструмента управления, позволяющего определять целевую конфигурацию ТИ на каждом этапе реализации ТСР;
- развития проектов и мероприятий в рамках ключевых направлений цифровизации ТИ.

Основной инструмент достижения целей ТСР до 2024 г. — государственная программа «Развитие транспортной системы» (ГП) [4]. ГП ориентирована на решение следующих задач (и достижение соответствующих им целевых значений ключевых показателей эффективности):

- ускорение движения товаров (повышение индекса качества ТИ на 5,7%, по сравнению с 2021 г.);
- повышение доступности качественных транспортных услуг для обеспечения транспортной подвижности населения на уровне 9,3 тыс. пасс.-км на 1 жителя;
- повышение конкурентоспособности (объем экспорта транспортных услуг);
- повышение комплексной безопасности и устойчивости транспортной системы РФ (сокращение числа происшествий на транспорте на единицу транспортных средств на 6,6 % к 2021 г.);
- повышение до 50,9% доли автодорог регионального и межмуниципального значения, соответствующих нормативным требованиям;
- повышение до 85% доли дорог крупнейших городских агломераций, соответствующих нормативным требованиям.

Для этого, в рамках ГП, реализуются такие подпрограммы, как «Железнодорожный транспорт», «Дорожное хозяйство», «Гражданская авиация и аэронавигационное обслуживание», «Морской и речной транспорт», «Развитие пунктов пропуска через государственную границу РФ». Структурными элементами этих подпрограмм являются федеральные и ведомственные проекты, комплексы процессных мероприятий и отдельные мероприятия. Актуализированная структура ГП включает 14 федеральных проектов, включенных в национальные проект «Безопасные качественные дороги», а также 12 федеральных проектов, не входящих в состав национальных проектов. Реализация, мониторинг и корректировка ГП и ее элементов осуществляется с учетом постановлений Правительства РФ [2,3].

В целом, в условиях геополитического и санкционного давления, правительство РФ настраивает механизмы и процедуры реализации ТСР, государственных программ [2], а также национальных, федеральных, ведомственных и региональных проектов [3]. В частности, при подведении промежуточных итогов реализации ТСР в будущем, в случае значительных изменений макроэкономического, внешнеполитического, социального характера, открытия новых прорывных технологий в смежных отраслях промышленности, энергетики, сельском хозяйстве и строительстве, будут проводиться корректировки отдельных положений ТСР, касающихся развития транспорта в целом или отдельных его отраслей [4].

2. Практика и вопросы адаптации транспортной инфраструктуры в условиях санкций

Уход западных конкурентов с российского рынка создал условия для развития отечественных компаний так же, как эмбарго на ввоз продовольствия из ЕС после 2014 г. способствовало подъему российских компаний в сельском хозяйстве. В условиях изменений, вызванных санкциями, выигрывают те, кто лучше использует возникающие возможности. Опыт показал, что наиболее успешна адаптация к санкциям, сопровождающаяся проактивной внутренней экономической и технологической политикой [5]. Возникли «окна возможностей» для российских компаний [6]. Во внешнеэкономической сфере, «закрытие» для отечественных компаний рынков Запада сопровождается продвижением российских товаров на рынки Азии, Африки и Латинской Америки. Основные тренды начала 2023 г. в транспортной сфере:

- адаптация участников рынка транспортных услуг к новым условиям;
- замещение ушедших иностранных перевозчиков перевозчиками из РФ и дружественных стран;

- постепенное снижение ставок фрахта судов;
- рост дисбаланса экспорта и импорта (в том числе объемов хранения порожних контейнеров);
- дефицит ТИ на фоне выросших потоков импорта.

Стоимость логистики выросла на 15-20%, по сравнению с началом 2022 года. Под изменившуюся логистику, развивается ТИ на восточном и южном направлениях, в первую очередь, МТК «Восток-Запад» и Азово-Черноморский МТК, а также МТК «Север-Юг». При этом необходимо определить приоритеты не только разных МТК, но и их подсистем — железнодорожных, автомобильных, морских. При определении приоритетов подсистем МТК «Восток-Запад» может быть учтено, в частности, следующее. Во-первых, перевозить товары на дальние расстояния между Китаем и ЕС автотранспортом, в принципе, невыгодно: по железной дороге на порядок дешевле. Во-вторых, огромные потоки автомобилей будут наносить постоянный ущерб экологии. В-третьих, все автомобильные и железные дороги РФ по провозной способности из КНР в ЕС не смогут заменить несколько океанских контейнеровозов. С другой стороны, безопасные и качественные автодороги улучшают транспортную доступность регионов РФ (хотя поддержание автодорог МТК в нормативном состоянии, в условиях российского климата, обходится недешево).

Выгодность морского транспорта, по сравнению с сухопутным, зависит от маршрута перевозки товаров. Если везти из КНР до Екатеринбурга или Омска, то по суше ближе. Аналогично, если отечественные товары везти до порта С.-Петербурга, то сухопутный маршрут также предпочтительнее. Возникает множество такого рода вопросов, требующих решения, в том числе:

- объемы потоков транспортных средств и грузов с востока и с запада;
- объемы потоков транспортных средств и грузов с севера на юг и обратно;
- прогнозы загрузки железных и автомобильных дорог МТК;
- каковы перспективные пропускные и провозные способности трасс на азиатских направлениях;
- насколько готовы искусственные сооружения, переходы и другие объекты ТИ МТК;
- что приоритетно для ускоренной и эффективной переориентации на МТК: расширение автодорог или железнодорожной сети;
- каковы объемы и стоимости работ по модернизации ТИ МТК;
- как изменятся перевозки по МТК «Восток-Запад», если ЕС перекроет железнодорожные перевозки.

3. Модели и платформа стратегического управления транспортной инфраструктурой

Чтобы обоснованно ответить на поставленные в п.2 и подобные вопросы, необходимо учитывать, что масштаб и количество связей ТИ, в сочетании с ускорением изменений, делает все менее эффективным традиционное управление ТИ на уровне «здравого смысла». Возникает потребность в научном обосновании принимаемых решений. Фундаментальная основа такого обоснования — теория больших транспортных систем (БТС) [7].

Подход и метод теории БТС можно кратко сформулировать, перефразируя слова царя Соломона из Экклезиаста: «Управление БТС должно быть таким, чтобы те, кто владеет капиталом и обладает властью в БТС, делали то, что необходимо для БТС в целом». Теория БТС использовалась для стратегического планирования устойчивого функционирования транспортной подсистемы экономического комплекса РФ [8], комплексного освоения территории РФ на основе транспортных пространственно-логистических коридоров [9], управления стратегическим развитием ТИ Сибири, Дальнего Востока и Российской Арктики [10], сценарного моделирования и стратегического управления развитием железнодорожной инфраструктуры ОАО «РЖД» [11,12]. Проиллюстрируем подход к стратегическому управлению ТИ на базе теории БТС на примере разработки и внедрения Комплекса моделей стратегического управления ТИ Сибири, Дальнего Востока и Российской Арктики (кратко – КМ) [13].

3.1. Комплекс моделей стратегического управления ТИ Сибири, Дальнего Востока и Российской Арктики

Принципы построения КМ – системность, согласованность, адаптивность, прогрессивность и интеллектуальность [13]. Системность предполагает моделирование ТИ, как подсистемы более сложных систем – транспортных, производственных, экономических, социальных, климатических (см. рисунок 1).

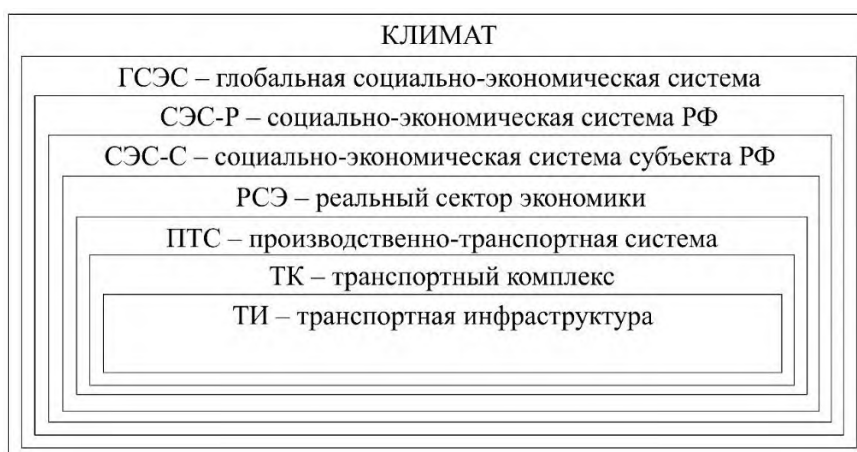


Рис. 1. Сетецентричная модель систем, влияющих на эволюцию ТИ

Согласованность КМ обеспечивается учетом существующей практики стратегического управления ТИ и нормативными документами, регламентирующими стратегическое планирование (СП) ТИ в РФ. Адаптивность КМ отражает нацеленность КМ на наиболее эффективное использование потенциала изменений для развития ТИ. Прогрессивность КМ обеспечивается механизмами и процедурами, стимулирующими использование инновационных методов и технологий при проектировании и эксплуатации ТИ [13].

Эффективность, безопасность и устойчивость функционирования ТИ, в условиях изменений, основаны на использовании таких свойств интеллекта, как обучение и самоорганизация. Соответственно, интеллектуальность КМ обеспечивается сочетанием подходов и методов естественного и искусственного интеллекта (в том числе математического и когнитивного моделирования, а также машинного обучения и распознавания образов) для управления ТИ [13].

Разработанный на основе этих принципов КМ [13] включает 5 функциональных комплексов моделей, позволяющих моделировать и поддерживать практические процессы:

- стратегического управления ТИ социально-экономических систем;
- стратегического управления ТИ производственно-транспортных систем;
- отбора и экспертизы крупномасштабных проектов развития ТИ;
- адаптации ТИ к изменению климата;
- адаптивного управления и безопасности ТИ.

КМ был использован:

- для СП и построения сценариев устойчивого функционирования транспортной подсистемы экономического комплекса РФ при нарастании агрессивности Запада, мобилизации и войне [8];
- в Мегапроекте комплексного освоения территории РФ на основе транспортных пространственно-логистических коридоров Транс-Евразийского Пояса Развития (ТЕПР) – Интегральной Евразийской Транспортной Системы (ИЕТС) [9];
- при управлении стратегическим развитием инфраструктуры Сибири, Дальнего Востока и Российской Арктики, в том числе МТК «Восток-Запад» [10];
- при анализе, сценарном моделировании и стратегическом управлении развитием железнодорожной инфраструктуры ОАО «РЖД» [11,12].

Экономический эффект от использования КМ только на ТИ Сибири, Дальнего Востока и Российской Арктики превысил 5 млрд 280 млн руб. С использованием КМ, было разработано и поставлено на эту ТИ телекоммуникационного оборудования, систем управления и средств связи на сумму более 1 млрд 653 млн руб. Социальный эффект внедрения КМ выразился в повышении связности территории РФ и доступности транспортных услуг для населения, а также экологической и техносферной безопасности ТИ [13].

3.2. К национальной платформе стратегического управления

Предельно расширив номенклатуру санкций против РФ, коллективный Запад резко ужесточает контроль их соблюдения. Быстрые изменения формируют потребность федеральных органов исполнительной власти (ФОИВ) в оперативных данных о состоянии экономики [14]. Для повышения эффективности и качества государственного управления в условиях быстрых изменений, необходимо перестроить его организационный механизм, в частности, перейти от принятия решений на основе

экспертных оценок к принятию решений на основе достоверных данных. Проблема формирования и использования экспертных оценок связана с человеческим фактором — нежелательной активностью, выражающейся в преследовании экспертами собственных интересов, не совпадающих с целью системы в целом. Особенно сложно строить экспертные прогнозы в переломные моменты, когда формируется новая парадигма управления (в то время как даже добросовестные эксперты все ещё ориентируются на старую парадигму). Так было после начала специальной военной операции, когда либеральные эксперты (в том числе рейтингового агентства Moody's) делали ошибочные прогнозы о падении российской экономики свыше 7%.

Реформа госуправления ориентирована на принятие решений на основе достоверных данных от первоисточников, а также прогнозов, основанных на совокупности фактов и экспертных оценок. Проблема состоит в том, чтобы качество данных и их обработки не ухудшали качество экономической политики. Для этого предполагается использовать искусственный интеллект, математическое моделирование и компьютеризацию прогнозирования. При этом, однако, сохраняется влияние человеческого фактора, поскольку управленцы должны по-прежнему ставить задачи и интерпретировать данные.

В новой модели госуправления предлагается больше использовать первичные (а не обработанные) данные, исключив тем самым промежуточные (передаточные) звенья и связанные с ними нежелательные активности, а также другие помехи. Это должно способствовать деbüroкратизации, более эффективному выделению и расходованию бюджетных средств на нужные проекты в регионах. В Правительстве РФ уже создан координационный центр, который в круглосуточном режиме работает с информацией на местах и ведет мониторинг исполнения поручений президента РФ. Цифровой подход ускоряет принятие решений.

Один из рисков состоит в том, что на основе первичной информации можно не всегда правильно интерпретировать процессы, которые идут в экономике. Большую роль в этом играет человеческий фактор — помимо вышеуказанной нежелательной активности, управленцы не всегда понимают, что за данные они получают, и как с ними работать.

В новой модели госуправления, принятие решений должно опираться на массив данных о состояниях субъектов экономики и влияющих на них внутренних и внешних факторах. Эти состояния формально определяются в результате взаимодействия (решения игры) этих субъектов между собой и с ФОИВ, при тех или иных механизмах госуправления. В новой модели, информация должна поступать в ФОИВ из первоисточников, минуя посредников. Тем самым, создаются предпосылки для оперативного управления с обратной связью непосредственно от субъектов экономики. При этом ФОИВ необходимо принимать во внимание изменения ситуации, отклонения от прогнозов и планов. По сути, речь идет о создании национальной платформы госуправления. В то время, как каждый эксперт настаивает на том, что его расчеты и оценки самые правильные, платформа госуправления должна обеспечить достоверную информацию по проблеме. Тем самым, платформа способствует повышению качества экспертизы, а значит, и точности принимаемых решений.

3.3. К платформе стратегического управления транспортной инфраструктурой

Для эффективного управления ТИ на основе ТСР [1], программ [2] и проектов [3] в условиях изменений, необходим оперативный системный анализ и моделирование эволюции ТИ, с учетом экономической, политической, конъюнктурной, технической и технологической информации, поступающей в ФОИВ из первоисточников. В свете сказанного в п. 3.2, это делает актуальной разработку платформы стратегического управления ТИ (кратко — Платформы), как элемента национальной платформы стратегического управления. Первая модель Платформы была предложена в [15] для развития инфраструктуры крупномасштабного региона в экстремальных условиях. Были рассмотрены такие элементы Платформы, как:

- организационные системы и механизмы управления развитием ТИ;
- методология «затраты-потенциал» для принятия решений о разработке месторождений и пространственном развитии территорий;
- имитационная модель ТИ для формирования сценариев социально-экономического развития региона.

Эта модель Платформы развита в работе [16] для условий экстремального климата. В [17] была разработана Мультисервисная онлайн-платформа для комплексной обработки геопространственных данных, которая в перспективе может стать важным элементом Платформы.

Математический фундамент Платформы составляет Комплекс моделей стратегического управления крупномасштабной транспортной инфраструктурой [18,19]. Важное место в нем занимают балансовые

модели социально-экономических систем, в которых выделена транспортная подсистема [11]. На основе этих моделей, разработан модельно-программный комплекс (МПК) прогнозирования развития транспорта на основе сценарного моделирования [12]. В частности, МПК использовался при формировании сценариев и стратегическом управлении развитием:

- ТИ РФ при росте агрессивности Запада [8];
- железнодорожной инфраструктуры ОАО «РЖД» [13].

Модели и методы адаптации ТИ РФ в условиях санкций рассмотрены в [6]. Модели и методы бюджетного планирования развития ТИ на федеральном и региональном уровнях, в процессе комплексного освоения территории РФ на основе транспортных пространственно-логистических коридоров ТЕПР) – ИЕТС, предложены в [9]. Вышеуказанные и подобные разработки представляют собой научно-методологический задел для реализации предлагаемого ниже проектного решения Платформы.

4. Проектное решение платформы стратегического управления транспортной инфраструктурой

Рассмотрим проектное решение по созданию Платформы, основанное на КМ (п.3.1), концепции национальной платформы стратегического управления (п.3.2) и платформенных моделях ТИ (п.3.3). Основаниями для выполнения работ по созданию Платформы должны стать:

- Федеральный закон №172-ФЗ «О СП в РФ» от 28.06.2014 г. [20];
- Указ Президента РФ №633 «Об утверждении Основ государственной политики в сфере СП в РФ» от 08.11.2021 г. [21].

4.1. Цели, задачи, принципы и основные процессы, реализуемые в Платформе

Основной целью создания Платформы является обеспечение информационно-аналитической поддержки участников СП ТИ при принятии управленческих решений, путем формирования единого цифрового информационного пространства для сбора, комплексной аналитической обработки данных в сфере СП ТИ, оценки динамики реализации стратегических национальных приоритетов и документов СП ТИ с учетом их ресурсной обеспеченности.

Создание и функционирование информационно-аналитических сервисов в рамках Платформы направлено на решение следующих задач [21]:

- синхронизация процессов СП ТИ, в том числе согласование документов СП ТИ по целям, задачам, и срокам реализации мероприятий;
- оценка обеспеченности ресурсами документов СП ТИ;
- анализ достигнутых значений показателей, выявление угроз и причин недостижения целей, определенных документами СП ТИ;
- моделирование последствий принятия управленческих решений с использованием технологий искусственного интеллекта и методов математического моделирования.

Основные процессы, реализуемые в Платформе [21]:

- своевременное предоставление сведений, касающихся СП ТИ;
- подготовка информационных и информационно-аналитических материалов для выработки вариантов управленческих решений на разных уровнях управления ТИ, а также для обеспечения функционирования системы СП ТИ;
- оперативное информационное сопровождение стратегического управления ТИ, в том числе в режиме реального времени.

4.2. Синхронизация процессов стратегического планирования транспортной инфраструктуры

Синхронизация процессов СП ТИ предполагает обеспечение согласованности документов СП ТИ по целям, задачам, срокам реализации мероприятий и объемам обеспечения ресурсами [21].

Процесс согласования документов СП ТИ в рамках цикла СП предполагает выполнение следующих функциональных требований:

- обеспечение учета и контроля разработки документов СП ТИ, предусмотренных 172-ФЗ [20];
- обеспечение непрерывности цикла разработки, реализации и корректировки документов СП ТИ, возможности их ввода в систему;
- информирование о нарушении цикла СП.

Его подпроцессы, реализуемые с учетом архитектуры документов СП:

- формирование плана разработки документов СП ТИ;

- мониторинг и контроль реализации плана разработки документов СП ТИ;
 - информирование об отклонениях при реализации плана разработки документов СП ТИ.
- Процесс анализа документов СП ТИ для реализации принципов СП* предполагает выполнение следующих функциональных требований:

- анализ документов СП ТИ для обеспечения преемственности, сбалансированности и непротиворечивости целей, задач и мероприятий в документах СП ТИ;
- корректировка документов СП ТИ.

Его подпроцессы:

- проведение анализа документа СП ТИ на соответствие принципам преемственности, сбалансированности и непротиворечивости целей, задач и мероприятий;
- информирование о необходимости разработки или корректировки документов СП ТИ.

Процесс обеспечения организации системы СП ТИ предполагает настройку реализации регламентов (правил) функционирования системы СП ТИ.

4.3. Оценка обеспеченности ресурсами документов стратегического планирования транспортной инфраструктуры

Процесс оценки обеспечения ресурсами документов СП ТИ предполагает выполнение следующих функциональных требований [21]:

- моделирование вариантов обеспечения ресурсами;
- построение системы балансовых моделей;
- оценка достаточности всех видов ресурсов, в том числе с учетом бюджетной политики и бюджетного цикла, на этапе разработки или корректировки документов.

Его подпроцессы:

- моделирование вариантов обеспечения ресурсами управленческих решений;
- проведение оценки ресурсной обеспеченности документов СП ТИ;
- формирование и выгрузка ресурсной справки.

4.4. Анализ значений показателей, выявление угроз и причин недостижения заданных целей

Процесс анализа достижения целевых значений показателей документов СП ТИ предполагает выполнение следующих функциональных требований и соответствующих подпроцессов [21]:

- анализ текущих значений показателей документов СП ТИ;
- выявление угроз и рисков недостижения целей, определенных документами СП ТИ;
- прогноз значений показателей документов СП ТИ при сохранении текущих мер государственной политики;
- выявление причин недостижения целей, определенных документами СП ТИ;
- информирование об отклонениях в достижении целей документов СП ТИ.

4.5. Моделирование управленческих решений с использованием технологий искусственного интеллекта и методов математического моделирования

Процесс моделирования последствий принятия управленческих решений с использованием технологий искусственного интеллекта и методов математического моделирования ТИ предполагает выполнение следующих функциональных требований и соответствующих подпроцессов [21]:

- построение математических моделей эволюции и управления ТИ;
- моделирование и прогнозирование последствий корректировок для ТИ;
- моделирование изменений при корректировке значений показателей СП ТИ;
- моделирование изменений при вводе новых показателей СП ТИ;
- апробация мер государственной политики в ответ на текущую ситуацию на ТИ;
- выработка рекомендаций по принятию решений в ответ на текущую ситуацию на ТИ;
- информирование пользователей о результатах проведенного моделирования и прогнозирования эволюции ТИ.

5. Математическое моделирование последствий корректировок для транспортной инфраструктуры

Рассмотрим, в качестве примера, реализацию подпроцесса математического моделирования и прогнозирования последствий единовременной корректировки директивных значений показателей,

устанавливаемых ФОИВ для лиц, чьи интересы связаны с ТИ. Проведение данного процесса предусматривается п.4.5 вышеописанного проектного решения по созданию Платформы.

Единовременная корректировка директивных значений показателей может быть обусловлена, например, введением новых санкций, оказывающих влияние на перевозчиков внешнеторговых грузов, их отправителей и владельцев. Как указывалось выше, проблемы их взаимодействия в условиях санкционного давления связаны, в частности, с ограниченной пропускной способностью ТИ на направлениях новых перевозок. В соответствии с теорией БТС, подобные взаимодействия рассматриваются с теоретико-игровых позиций. Соответственно, для моделирования влияния корректировок на ТИ, требуется определить решение игры субъектов, обладающих капиталом и властью в ТИ (кратко – субъектов), а также эффективность этого решения, с точки зрения ФОИВ. Это решение и его эффективность зависит от организационной системы, структуры и механизма функционирования ТИ.

Далее, согласно п.3.2, в новой модели госуправления предлагается использовать первичные (а не обработанные) данные, исключив тем самым промежуточные (передаточные) звенья. Поэтому следует рассматривать двухуровневую организационную систему, на верхнем уровне которой находится ФОИВ, а на нижнем – N субъектов, имеющих капитал или власть в ТИ (а не многоуровневую организационную систему с промежуточными передаточными звеньями).

Механизм функционирования этой системы, объединяющий процедуры принятия управленческих решений ФОИВ, будем называть организационным механизмом государственного управления (ОМГУ). Для реализации проектного решения по созданию Платформы, ОМГУ должен включать процедуры, обеспечивающие выполнение функциональных требований и соответствующих подпроцессов, указанных в п. 4.5. Рассмотрим формирование такого рода процедур, на примере моделирования, прогноза и оценки последствий единовременной корректировки значений показателей субъектов, директивно устанавливаемых ФОИВ. Последствия такой корректировки, с учетом решения игры субъектов при заданном ОМГУ, характеризуют эффективность ТИ.

5.1. Решение игры субъектов и критерий эффективности транспортной инфраструктуры

Платформа призвана поддерживать горизонтальное взаимодействие и сотрудничество участников. При этом каждый субъект действует, исходя из собственных интересов (полезности). В результате такого горизонтального взаимодействия и сотрудничества, формируется совокупность решений всех субъектов, имеющих капитал или власть в ТИ, называемая решением игры субъектов.

Обозначим i номер субъекта, $i = \overline{1, I}$. Субъект под номером i принимает решения, основываясь на собственной функции полезности:

$$U^i = U^i(a^i, b^i, c^i, d^i, d^{-i}), \quad i = \overline{1, I}, \quad (1)$$

где a^i – совокупность глобальных факторов стратегического влияния на i -го субъекта, $a = (a^1, \dots, a^I)$ – глобальная среда; b^i – совокупность локальных факторов, влияющих на i -го субъекта, $b = (b^1, \dots, b^I)$ – локальная среда; c^i – локальный механизм государственного управления i -м субъектом, $c = (c^1, \dots, c^I)$ – ОМГУ; d^i – состояние i -го субъекта, а d^{-i} – совокупность состояний всех остальных субъектов, так что состояние всех субъектов $d = \{d^i, d^{-i}\} = (d^1, \dots, d^I) \in D$.

Субъект действует в условиях неопределенности. Будем предполагать, что i -й субъект знает только области допустимых значений влияющих на него локальных факторов: $b^i \in B^i$. Будем предполагать, что, устраняя эту неопределенность, i -й субъект руководствуется принципом максимально гарантированного результата. При этом целевая функция i -го субъекта $G^i(d^i, d^{-i})$ определяется как гарантированное значение полезности (1) на множестве локальных факторов, влияющих на i -го субъекта, и зависит от выбранного им состояния d^i , а также совокупности состояний других субъектов d^{-i} :

$$G^i(d^i, d^{-i}) = \min_{b^i \in B^i} U^i(a^i, b^i, c^i, d^i, d^{-i}), \quad i = \overline{1, I}. \quad (2)$$

Далее, i -й субъект выбирает своё состояние так, чтобы максимизировать целевую функцию (2). Обозначим через B область допустимых значений локальных факторов, влияющих на субъектов: $B = \cup_1^I B^i$. Тогда множество решений игры субъектов в равновесных стратегиях (по Нэшу) имеет вид:

$$R(a, c, B) = \{d^* | G^i(d^{i*}, d^{-i*}) \geq G^i(d^i, d^{-i*}), d^i \in D^i, d^{-i} \in D^{-i}, i = \overline{1, I}\}. \quad (3)$$

Критерий эффективности ТИ. Обозначим через $E(a, b, c, d)$ критерий эффективности ТИ при глобальной среде a , внутренней среде b , ОМГУ c и состоянии всех субъектов d . За мониторинг критерия эффективности ТИ отвечает ФОИВ. Соответственно, ФОИВ необходим прогноз критерия эффективности ТИ в условиях неопределенности, обусловленной множеством решений игры субъектов $R(a, c, B)$. Для устранения этой неопределенности, ФОИВ руководствуется принципом гарантированного результата. При этом гарантированное значение критерия эффективности ТИ на множестве решений игры субъектов (3) имеет вид:

$$W(a, b, c, B) = \min_{d \in R(a, c, B)} E(a, b, c, d) \quad (4)$$

5.2. Моделирование, прогноз и оценка единовременной корректировки значений показателей

Рассмотрим постановку и решение задачи моделирования и прогноза при единовременной корректировке значений директивных показателей, приводящей к изменениям параметров модели e, i, t и критерия эффективности ТИ. В общем случае, такая корректировка приводит к тому, что те или иные из указанных параметров становятся неопределенными. На практике, для устранения такого рода неопределенностей, используется принцип гарантированного результата. В соответствии с ним, при проведении мониторинга, ФОИВ опирается на гарантированное значение критерия эффективности ТИ на множестве неопределенных параметров.

Изменения состояний субъектов. Предположим, что проведена корректировка 1, меняющая прежние значения параметров модели a, b, c на новые значения a_1, b_1, c_1 , которые известны ФОИВ. При этом i -му субъекту точно известны только параметры модели a_1, c_1 . Параметр же b_1 ему точно не известен. Но он знает, что $b_1^i \in B_1^i$.

Поэтому i -й субъект принимает решение о новом своем состоянии d_1^i , $d_1^i \in D_1^i$, основываясь на модифицированной (с учетом новых значений параметров модели a_1, c_1) целевой функции

$$G_1^i(d_1^i, d_1^{-i}) = \min_{b_1^i \in B_1^i} U^i(a_1, b_1^i, c_1, d_1^i, d_1^{-i}), \quad i = \overline{1, I}. \quad (5)$$

где d_1^{-i} – совокупность состояний всех остальных субъектов после проведения корректировки 1, $d_1^{-i} \in D_1^{-i}$, $d_1 = \{d_1^i, d_1^{-i}\} = (d_1^1, \dots, d_1^I) \in D_1 = D_1^i \cup D_1^{-i}$. Обозначим через B_1 область допустимых значений локальных факторов, влияющих на субъектов, после проведения корректировки 1, $B_1 = \bigcup_1^I B_1^i$. Тогда новое решение игры субъектов с целевыми функциями (5) в равновесных стратегиях:

$$R_1(a_1, c_1, B_1) = \{d_1^* | G^i(d_1^{i*}, d_1^{-i*}) \geq G^i(d_1^i, d_1^{-i}), d_1^i \in D_1^i, d_1^{-i} \in D_1^{-i}, i = \overline{1, I}\}. \quad (6)$$

ФОИВ необходим прогноз в условиях неопределенности, вызванной корректировкой 1, и обусловленной множеством решений игры субъектов $R_1(a_1, c_1, B_1)$. Гарантированное значение критерия эффективности ТИ $W_1(a_1, b_1, c_1, B_1)$ определяется ФОИВ, как минимальное значение $F_1(e_1, i_1, m_1, s_1)$ на множестве решений игры (6):

$$W_1(a_1, b_1, c_1, B_1) = \min_{d_1 \in R_1(a_1, c_1, B_1)} E_1(a_1, b_1, c_1, d_1) \quad (7)$$

Таким образом, общесистемные последствия проведения корректировки 1, связанные с изменением состояния субъектов, характеризует прогноз критерия эффективности ТИ (7). С учетом (4) и (7), прогноз влияния корректировки 1 на ТИ количественно характеризует разность $S_1 = W_1(a_1, b_1, c_1, B_1) - W(a, b, c, B)$. Оценка целесообразности корректировки 1 проводится следующим образом: если $S_1 > Q_1$, где Q_1 - сопутствующие затраты при корректировке значений показателей, то корректировка 1 проводится, в противном случае – отвергается.

Изменения состояний субъектов и внутренней среды. Предположим, что проведена корректировка 2, меняющая значения параметров модели a, b, c на новые значения параметров a_2, b_2, c_2 . При этом параметры a_2, c_2 известны ФОИВ. Кроме того, параметры a_2^i, c_2^i известны i -му субъекту, $i = \overline{1, I}$. Однако параметр b_2^i не известен на ФОИВ, ни i -му субъекту, $i = \overline{1, I}$. Они знают лишь, что $b_2^i \in B_2^i$, $i = \overline{1, I}$.

После проведения корректировки 2, i -й субъект принимает решение о новом своем состоянии d_2^i , $d_2^i \in D_2^i$, основываясь на модифицированной целевой функции

$$G_2^i(d_2^i, d_2^{-i}) = \min_{b_2^i \in B_2^i} U^i(a_2^i, b_2^i, c_2^i, d_2^i, d_2^{-i}), \quad i = \overline{1, I}. \quad (8)$$

где d_2^{-i} – совокупность состояний всех остальных субъектов после проведения корректировки 2, $d_2^{-i} \in D_2^{-i}$, $d_2 = \{d_2^i, d_2^{-i}\} = (d_2^1, \dots, d_2^I) \in D_2 = D_2^i \cup D_2^{-i}$. Обозначим через B_2 область допустимых значений локальных факторов, влияющих на субъектов, после проведения корректировки 2, $B_2 = \bigcup_1^I B_2^i$. Тогда новое решение игры субъектов с целевыми функциями (8) в равновесных стратегиях:

$$R_2(a_2, c_2, B_2) = \{d_2^* | G^j(d_2^{i*}, d_2^{-i*}) \geq G^j(d_2^i, d_2^{-i*}), d_2^i \in D_2^i, d_2^{-i} \in D_2^{-i}, i = \overline{1, I}\}. \quad (9)$$

ФОИВ необходим прогноз в условиях неопределенности, вызванной корректировкой 2, и обусловленной множеством:

- возможных параметров внутренней среды b_2 , $b_2 \in B_2$;
- решений игры субъектов (9).

Гарантированное значение критерия эффективности ТИ определяется ФОИВ, как минимальное значение $E_2(a_2, b_2, c_2, d_2)$ на этих множествах:

$$W_2(a_2, c_2, B_2) = \min_{b_2 \in B_2} \min_{d_2 \in R_2(a_2, c_2, B_2)} E_2(a_2, b_2, c_2, d_2) \quad (10)$$

Таким образом, общесистемные последствия проведения корректировки 2 характеризует прогноз критерия эффективности ТИ (10). С учетом (4) и (10), прогноз влияния корректировки 2 на ТИ количественно характеризует разность $S_2 = W_2(a_2, c_2, B_2) - W(a, b, c, B)$. Если $S_2 > Q_2$, где Q_2 – затраты на корректировку значений показателей, то корректировка 2 проводится, в противном случае – отвергается.

Изменения состояний субъектов, внутренней и глобальной среды. Предположим, что проведена корректировка 3, меняющая значения параметров модели a, b, c . При этом новый ОМГУ c_3 известен ФОИВ. Кроме того, параметр c_3^i известен i -му субъекту, $i = \overline{1, I}$. Однако параметры a_3^j и b_3^j не известны на ФОИВ, ни i -му субъекту, $i = \overline{1, I}$. Они знают лишь, что $a_3^i \in A_3^i$, $b_3^i \in B_3^i$, $i = \overline{1, I}$.

После проведения корректировки 3, i -й субъект принимает решение о новом своем состоянии d_3^i , $d_3^i \in D_3^i$, основываясь на модифицированной (с учетом новых значений параметров a_3^j и b_3^j) целевой функции

$$G_3^i(d_3^i, d_3^{-i}) = \min_{a_3^i \in A_3^i} U^i(a_3^i, b_3^i, c_3^i, d_3^i, d_3^{-i}), \quad i = \overline{1, I}. \quad (11)$$

где d_3^{-i} – совокупность состояний всех остальных субъектов после проведения корректировки 3, $d_3^{-i} \in D_3^{-i}$, $d_3 = \{d_3^i, d_3^{-i}\} = (d_3^1, \dots, d_3^I) \in D_3 = D_3^i \cup D_3^{-i}$. Обозначим:

- A_3 – область допустимых значений локальных факторов, влияющих на субъектов, после проведения корректировки 3, $A_3 = \bigcup_1^I A_3^i$;
- B_3 – область допустимых значений локальных факторов, влияющих на субъектов, после проведения корректировки 3, $B_3 = \bigcup_1^I B_3^i$.

Тогда новое решение игры субъектов с целевыми функциями (11) в равновесных стратегиях:

$$R_3(c_3, A_3, B_3) = \{d_3^* | G^i(d_3^{i*}, d_3^{-i*}) \geq G^i(d_3^i, d_3^{-i*}), d_3^i \in D_3^i, d_3^{-i} \in D_3^{-i}, i = \overline{1, I}\}. \quad (12)$$

ФОИВ необходим прогноз в условиях неопределенности, вызванной корректировкой 3, и обусловленной множеством:

- решений игры субъектов (12);
- возможных параметров глобальной среды a_3 , $a_3 \in A_3$;
- возможных параметров внутренней среды b_3 , $b_3 \in B_3$.

Гарантированное значение критерия эффективности ТИ $W_3(c_3, A_3, B_3)$ определяется ФОИВ, как минимальное значение $E_3(a_3, b_3, c_3, d_3)$ на этих множествах:

$$W_3(c_3, A_3, B_3) = \min_{a_3 \in A_3} \min_{b_3 \in B_3} \min_{d_3 \in R_3(c_3, A_3, B_3)} E_3(a_3, b_3, c_3, d_3) \quad (13)$$

Таким образом, общесистемные последствия проведения корректировки 3 характеризует прогноз критерия эффективности ТИ (13). С учетом (4) и (13), прогноз влияния корректировки 3 на ТИ количественно характеризует разность $S_3 = W_3(c_3, A_3, B_3) - W(a, b, c, B)$. Если $S_3 > Q_3$, где Q_3 – затраты на корректировку значений показателей, то корректировка 3 принимается, в противном случае – отвергается.

Полученные результаты составляют формальную основу реализации подпроцесса математического моделирования и прогнозирования последствий единовременных корректировок для ТИ, предусмотряемого п.4.5 вышеописанного проектного решения по созданию Платформы.

5. Заключение

Социально-экономическое развитие России, в условиях санкций, невозможно без опережающего развития ТИ на новых и перспективных направлениях транспортных потоков. Однако ускорение изменений, масштаб, число и сложность связей ТИ делает все менее эффективным традиционное управление развитием ТИ на уровне интуиции. Возникает потребность в научном обосновании принимаемых решений. Для поддержки принятия решений по развитию ТИ РФ, предлагается использовать комплекс моделей стратегического управления крупномасштабной ТИ, апробированный при стратегическом планировании устойчивого функционирования экономического комплекса РФ, в том числе Сибири, Дальнего Востока и Арктической зоны России. На базе этого комплекса, предложено проектное решение по созданию платформы стратегического управления ТИ. Формальный подход к реализации этого проектного решения проиллюстрирован на примере подпроцесса математического моделирования и прогнозирования последствий единовременных корректировок для ТИ.

Литература

1. Транспортная стратегия РФ до 2030 г. с прогнозом на период до 2035 г. // URL: <https://mintrans.gov.ru/ministry/targets/187/191/documents>.
2. Постановление Правительства РФ от 04.04.2022 № 583 «Об особенностях реализации государственных программ РФ в условиях геополитического и санкционного давления на развитие российской экономики» // URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202204120012>.
3. Постановление Правительства РФ от 09.04.2022 № 628 «Об особенностях реализации национальных, федеральных, ведомственных и региональных проектов в условиях геополитического и санкционного давления на развитие российской экономики» // URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_414294/.
4. Доклад о реализации Транспортной стратегии на период до 2030 г. // URL: <https://mintrans.gov.ru/ministry/targets/187/191/documents>.
5. Белоусов Д.Р. О возможностях развития в условиях санкций: некоторые предварительные замечания // URL: http://www.forecast.ru/_ARCHIVE/Analytics/DB/2022.
6. Цыганов В.В. Модели и методы адаптации транспортной инфраструктуры России в условиях санкций // Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2022): труды Пятнадцатой междунар. конф. в 2 т. – М.: ИПУ РАН, 2022. – Т. 1. – С. 87–99.
7. Цыганов В.В. Большие транспортные системы: теория, методология, разработка и экспертиза / В.В. Цыганов, И.Г. Малыгин, А.К. Еналеев и др. – СПб.: ИПТ РАН, 2016. – 216 с.
8. Макоско А.А. Стратегическое планирование устойчивого функционирования экономического комплекса РФ. Угрозы, целеполагание, прогноз, рекомендации / А.А. Макоско, А.В. Матешева, В.В. Цыганов и др. – М.: Наука, 2021. – 412 с.
9. Козлов В.В. Комплексное освоение территории РФ на основе транспортных пространственно-логистических коридоров / В.В. Козлов, А.А. Макоско, В.В. Цыганов и др. – М.: Наука, 2019. – 463 с.
10. Макоско А.А. Инфраструктура Сибири, Дальнего Востока и Арктики. Состояние и три этапа развития до 2050 г. / А.А. Макоско, В.В. Цыганов, А.К. Еналеев и др. — СПб.: ИПТ РАН, 2019. — 468 с.
11. Tsyganov V., Savushkin S. Modeling the transport complex of a socio-economic system // Proc. of the 3rd International Conf. «Control Systems, Mathematical Modeling, Automation and Energy Efficiency». – Lipetsk, 2021. – P. 288–293.
12. Tsyganov V., Savushkin S. Model-software complex for predicting transport development // IFAC PapersOnLine. – 2022. – Vol. 55, N 1. – P. 186–191.
13. Малыгин И.Г. Комплекс моделей стратегического управления транспортной инфраструктурой Сибири, Дальнего Востока и Российской Арктики / И.Г. Малыгин, В.В. Цыганов, А.К. Еналеев и др. – СПб.: СПбУ ГПС МЧС России, ИПТ РАН, 2023. – 122 с.
14. Ведомости, 24.04.2023 // URL: <https://www.vedomosti.ru/politics/articles/2023/04/26/972717-eksperti-otsenimishustininim-model-gosupravleniya>].
15. Цыганов В.В. К платформе стратегического управления развитием инфраструктуры крупномасштабного региона в экстремальных условиях // Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2020): труды Тринадцатой междунар. конф. в 2 т. – М.: ИПУ РАН, 2020. – Т. 1. – С. 115–127.
16. Tsyganov V. Infrastructure development management platform in extreme climate // Proc. of the 13th International Conf. «Management of Large-Scale System Development» (MLSD'2020). – Moscow, 2020. – P. 1–5.

17. *Parygin D., Golubev A., Tsyganov V., et al.* Multiservice online platform for integrated geospatial data processing // Proc. of the 8th International Conf. «System Modeling & Advancement in Research Trends». – Moradabad, 2019. – P. 177–183.
18. *Цыганов В.В.* Комплекс моделей стратегического управления крупномасштабной транспортной инфраструктурой // Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2021): труды Четырнадцатой междунар. конф. в 2 т. – М.: ИПУ РАН, 2012. – Т. 1. – С.49–59.
19. *Tsyganov V.* Complex of models for strategic management of the development of large transport infrastructure // Proc. of the 14th International Conf. «Management of Large-Scale System Development» (MLSD'2021). – Moscow, 2021. – P. 1–5.
20. Федеральный закон от 28.06.2014 года №172-ФЗ «О стратегическом планировании в РФ».
21. Указ Президента РФ от 08.11.2021 №633 «Об утверждении Основ государственной политики в сфере СП в РФ».