



Комаров Константин Леонидович родился 22 сентября 1941 г. в Новосибирске. Здесь закончил школу и с 1958 по 1963 г. учился сначала в НИИЖТе, а потом в Новосибирском государственном университете. С 1964 г. работает в Сибирском государственном университете путей сообщения (НИИЖТе), пройдя путь от преподавателя до первого руководителя. Ректором университета был избран общим собранием преподавателей, студентов и сотрудников в феврале 1990 г., дважды переизбирался. С 2004 г. перешел на должность профессора, заведующего кафедрой «Системный анализ и управление проектами». За разработки в области транспортных проектов, имеющих большое значение для нашей области и страны в целом, избран действительным членом и председателем Сибирского отделения Российской академии транспорта; является действительным членом Международной академии высшей школы. Заслужен-

ный деятель науки РФ. Автор 169 научных работ, в том числе 8 монографий. Научная деятельность развивается по четырем направлениям: механика деформируемого твердого тела, разработка методов неразрушающего контроля деталей конструкций из сталей и сплавов, исследование состояния дорожно-транспортного комплекса Сибири, задачи высшей школы.

УДК 625.111.03.13

К.Л. КОМАРОВ

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ — КАК УНИВЕРСАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Кафедра «Системный анализ и управление проектами» создана в СГУПС в 2004 г. Специалисты кафедры занимаются исследованиями в разных предметных областях знаний: механике, экономике, технологии, технике, управлении проектами, оценке эффективности проектов и т.д. Но во всех сферах научной деятельности их объединяет системный подход к изучению проблемы и инструментальный моделирование процессов. Рассмотрены некоторые из направлений научной деятельности кафедры.

1. Системный анализ ожидаемой эффективности крупномасштабных железнодорожных проектов

Крупномасштабные и сложные проекты развития железнодорожной сети — стратегического элемента транспортной инфраструктуры России не могут быть правильно оценены только с точки зрения их экономической эффективности. Соотношение их экономических характеристик — затрат и доходов, измеряемых в денежной форме, не является единственным и самым важным соотношением, позволяющим судить об их истинной, стратегической эффективности, выходящей за рамки финансовых расчетов и бухгалтерских калькуляций. В контексте глобализации мирохозяйственных связей эти проекты, помимо экономической выгоды, должны обеспечивать достижение политических, социальных, военно-стратегических и экологических целей, степень реализации которых не может быть корректно измерена в денежной шкале. Латентное (или не системное) использование качественных и качественно-количественных шкал для их измерения нередко приводит к несоизмеримости разнокачественных целей и, как следствие, к неопределенности оценок стратегических последствий проектов. Кроме того, ввиду долговременности и сложности этих проектов, на уровне порождаемых ими затрат (потерь) и результатов (экономических и неэкономических) сильное и плохо предсказуемое (неопределенное) влияние оказывает

нестабильность, изменчивость внешней среды (условий) реализации проекта, что увеличивает риск ошибочной оценки.

Возникающие проблемы относятся к категории слабоструктуризованных, и конструктивно учесть в процессе оценки названные факторы неопределенности применительно к объектам указанного класса позволяет методология системного анализа. Она специально разработана для решения таких проблем на любой стадии их разрешения и может быть использована для оценки ожидаемой эффективности крупномасштабных железнодорожных проектов. Предметом исследования в этом направлении является не собственно принятие инвестиционного решения, а подготовка его предварительной оценки для того лица (тех лиц), которому (которым) надлежит решение принимать.

Тематически настоящее направление исследований обобщает методы оценки сложных решений, акцентируя внимание на стратегическом характере крупномасштабных инвестиционных проектов на железнодорожном транспорте. Делается попытка не ограничивать настоящую методику установками официальных методических материалов (общеотраслевых и отраслевых) по оценке инвестиционных проектов. Официальные материалы, несмотря на известные достоинства, в основном отражают специфику оценки экономической эффективности локальных, маломасштабных инвестиционных проектов в условиях определенности и риска, а методы оценки ожидаемой эффективности в условиях стратегической неопределенности в них декларируются, но должным образом не прописаны. В то же время должный учет фактора неопределенности требует сбалансированности теоретических предпосылок и практических методов [1].

Системный анализ отличается, например, от исследования операций, которое также опирается на моделирование и системный подход. В исследовании операций используются математические модели, в которых трудно учесть изменчивость внешней среды, а также те параметры проекта и внешней среды, для которых невозможно числовое описание.

Модели системного анализа — это модели логические, отчасти вербальные, в которых переменные и параметры могут измеряться как в количественных, так и в качественных шкалах. Такие модели менее строги, чем общеизвестные экономико-математические модели, но более адекватны реальной практике проектирования и оценки сложных объектов, в том числе — проектов железных дорог. Главное достоинство моделей системного анализа в указанной сфере применения состоит в том, что они структурно нацелены на учет фактора неопределенности при проектировании сложных объектов и ориентированы в связи с этим на использование экспертной информации. Это предполагает мощное «внешнее дополнение» и использование при оценке специальных критериев рациональности, менее жестких, чем критерии оптимальности в исследовании операций.

Применительно к крупномасштабным инвестиционным проектам важнейшими осложняющими моментами при проектировании являются следующие:

- проектируемый объект является инфраструктурной системой с элементами, входящими в состав сложной организационной системы, управляемой людьми;

- взаимодействие организационных систем между собой, наличие у них собственных частных интересов, порождающих множественность несогласован-

ных действий (планов, стратегий) при достижении целей, сформулированных инвестором;

— спроектированная и построенная железная дорога вписывается в традиционную для железных дорог страны линейно-дивизиональную (или близкую к ней) структуру управления, не гарантирующую (независимо от отношений собственности на железнодорожные активы) совпадения интересов новой железной дороги с интересами сети в целом;

— включение новой железнодорожной линии в существующую сеть порождает так называемые сетевые (внешние) экономические эффекты в расширенной железнодорожной сети, неоднозначные (неопределенные) по величине и знаку.

То же самое может происходить в целом в транспортной (не только железнодорожной) сети страны, в экономике и социальной сфере регионов.

Системный анализ начинает *постадийное* «вскрытие» неопределенности, порождаемой указанными сложностями, со стадии целевой и ресурсной структуризации проблемы. На этой стадии выявляются и в классификационной (назывной) шкале описываются система целей и сценарии развития внешней среды проекта. Затем следует стадия стратификации, на которой элементы системы целей ранжируются по важности, а сценарии — по степени достоверности их актуализации в порядковой шкале. И, наконец, на этапе квантификации с помощью специальных алгоритмов порядковые оценки переводятся в количественные оценки коэффициентов относительной важности целей и вероятности актуализации сценариев [1–3].

Параллельно аналогичным способом структурируются альтернативные варианты проектируемой железной дороги, рассматриваемые в терминах системного анализа как допустимые варианты системы ресурсов для решения проблемы.

Неопределенность, порождаемая междисциплинарным характером проектов и проявляющаяся при целевой и ресурсной структуризации, снижается посредством использования экспертов в качестве оценщиков в процедурах классификации и стратификации.

Неопределенность, возникающая из-за неполноты единой модели (при попытках ее создания), преодолевается двумя путями. Вместо единой модели процессов проектирования и оценки формируется система моделей, отражающая разные аспекты сложного объекта и его сложно построенной среды. Многомодельность описания приводит к необходимости разработки процедур межаспектного взаимодействия разноплановых моделей одного и того же объекта и взаимодействия этих моделей с внешней средой. В качестве таких моделей используются модели стратегических игр, денежных потоков и сетевые модели комплексов операций, иерархически упорядоченные и ориентированные на учет фактора неопределенности при всех указанных взаимодействиях и на всех уровнях рассмотрения.

Методология системного анализа построена на представлении и оценке объекта проектирования как сложной многоцелевой системы, важность целей которой может изменяться в течение жизненного цикла объекта неопределенным образом в зависимости от плохо предсказуемых изменений внешней среды объекта. Кроме того, в центре методологии системного анализа находится процедура количественного сравнения альтернатив, осуществляемая для выявления в условиях неопределенности наиболее предпочтительной альтернативы,

обеспечивающей достижение системы целей в максимально возможной (гарантированной) степени [2, 3].

2. Идентификация альтернативных стратегий транспортного освоения Сибири, Дальнего Востока и оценка их ожидаемой эффективности

Можно указать три стратегии решения сформулированной в заголовке проблемы: транспортно-ориентированную, ресурсно-ориентированную и социально-ориентированную.

Транспортно-ориентированная стратегия рассматривает Сибирь узкофункционально, как участок суши, удобный для создания «транспортного моста» по северо-восточному ребру геостратегического треугольника XXI в.: Европа — страны НАФТА — АТР. В состав основных мероприятий этой стратегии входят:

- проекты реконструкции Транссиба с параллельным завершением строительства Севсиба как продолжения БАМа на запад;
- проекты глобализации Транссиба, его «раскупоривания» на северо-восток и юго-восток посредством строительства Трансконтинентальной полимагистралей через Берингов пролив, сухопутной ветки через пролив Невельского на Сахалин и далее в Японию соответственно, а также выхода на Транскорейскую магистраль;
- проект создания прямого выхода из Якутии в Центральный Китай через АЯМ и Джалинду.

Ресурсно-ориентированная стратегия рассматривает Сибирь как кладовую природных ресурсов, подлежащих индустриальному освоению с минимальными затратами средств, что не предполагает крупных вложений на глобализацию Транссиба и БАМа и ограничивается отстраиванием от этих широтных магистралей меридиональных ответвлений, ведущих к крупным месторождениям полезных ископаемых. Ныне эта стратегия уже реализуется в зоне хозяйственного освоения БАМа.

Преимущество этой стратегии состоит в ее относительно низкой капиталоемкости. Однако в будущем, после истощения целевым образом осваиваемых месторождений, соответствующие места ресурсодобычи превращаются в очаги социального бедствия.

Социально-ориентированная стратегия в качестве своей главной установки выдвигает положение о необходимости заселения Сибири. Заселение должно опираться на разумную систему расселения, в основе которой должна лежать опорная железнодорожная транспортная решетка, создание которой и составляет содержание данной стратегии.

Речь идет о строительстве в дополнение к «глобализованному» Транссибу и достроенному Севсибу широтной Полярной магистралей и меридиональных соединительных линий, в своей совокупности образующих сеть, в узлах которой размещаются территории, имеющие устойчивую круглогодичную связь с любой точкой глобальной железнодорожной сети России и мира. Только в этом случае можно говорить о цивилизованном вступлении Сибири в XXI в., когда главными факторами развития становятся коммуникации и человеческий капитал. Природные ресурсы, которыми богата Сибирь, и коммуникации, которые нужно создать, являются необходимыми условиями для актуализации человеческого капитала именно на территории Сибири. В случае, если человеческий капитал

за счет сибирских ресурсов будет создаваться вне Сибири, последняя окончательно будет заселена и освоена иными государствами и этносами.

3. Системный анализ перспектив транспортного освоения Сибири и Дальнего Востока

Глобализация мирохозяйственных связей ставит перед Россией проблему развития ее железнодорожной сети вообще и особенно остро — в Сибири и на Дальнем Востоке. Северовосточные районы страны от Оби до Берингова пролива слабо заселены, а в хозяйственном отношении освоены очагово. Данное обстоятельство стратегически опасно: 10 млн кв. км практически пустующих территорий, богатых природными ресурсами и обладающих высоким эколого-ассимиляционным потенциалом, не могут не быть объектом вождельств наших сильных соседей. Известны предложения американских стратегов о покупке Сибири до Енисея, а китайские предприниматели без особой рекламы осваивают Приморье, дальневосточные и сибирские мегаполисы на Транссибе; китайское руководство выступает с конкретными предложениями по подъему сельского хозяйства Российской Азии силами китайских крестьян.

В такой ситуации создание Евразийского транспортного коридора с опорой на Транссиб представляется первоочередной задачей.

В настоящий период обосновывается доставка в перспективе контейнеров из Японии в Центральную Европу за 19–20 сут, причем по железным дорогам России и Беларуси контейнеры в составе контейнерных поездов перевозятся от порта Восточный до станции Брест (10461 км) за 12 сут. Это стало возможным в результате разработки новых ускоренных графиков движения поездов по Транссибу, сокращения времени таможенного оформления в порту Восточный, совершенствования технологии всеми участниками транзитных перевозок, организации круглосуточного режима работы предприятий, служб и подразделений.

По сравнению с доставкой морем сроки транспортировки контейнеров из Японии и Республики Корея в страны Европы по Транссибирской магистрали меньше на 15–17 сут. По экспертным оценкам стоимостные преимущества сокращения срока доставки на 17 сут одного 20-футового контейнера (TFU) с грузом стоимостью 50 тыс. дол. США из стран АТР в Европу составляют 300 дол. США. Кроме того, сокращение аренды контейнера за счет уменьшения времени доставки грузов позволит сэкономить дополнительно 100–150 дол. США.

В перспективе, как показывает анализ, Транссиб является наиболее экономичным маршрутом для Японии и Кореи. По ряду оценок рынок транспортных услуг Запад — Дальний Восток на российском участке составляет 2 млрд дол. США в год.

Грузы из стран АТР транспортируются морским путем в Европу через Индийский океан за 31 сут, а по Транссибу — менее чем за 9 сут (по территории России).

Однако для эффективного включения железных дорог Российской Азии в мировую экономику одного Транссиба недостаточно. Экономические эксперты ООН еще 20 лет назад указывали на то, что одним из важных факторов для ускорения мирового сотрудничества и развития является создание глобальной железнодорожной системы. Для этого предлагалось соединить тоннелями Америку с Азией и Европой в районе Берингова пролива, Европу с Африкой в районе Гибралтара, Японию с Сахалином — в районе пролива Лаперуза и Сахалин с

материком в районе пролива Невельского, что соответствует стратегии создания опорной железнодорожной транспортной решетки.

Во многих случаях трансконтинентальные железнодорожные перевозки предпочтительнее морских: поезда в среднем идут в три раза быстрее судов, кроме того, исключается двойная перевалка грузов в портах отправления и получения.

Предварительные расчеты, проведенные в США, показывают, что грузовые потоки, например, по трансконтинентальной магистрали через Берингов пролив могут составить в перспективе по оптимистическим прогнозам 150–180 млн т в год.

Результатами проведенных в СГУПСе расчетов конусы возможных значений грузоперевозок железнодорожным транспортом в геостратегическом треугольнике XXI в. (Европа — Северная Америка — Азия), в млн т в год, могут достичь значений, представленных на рис. 1 и в таблице.

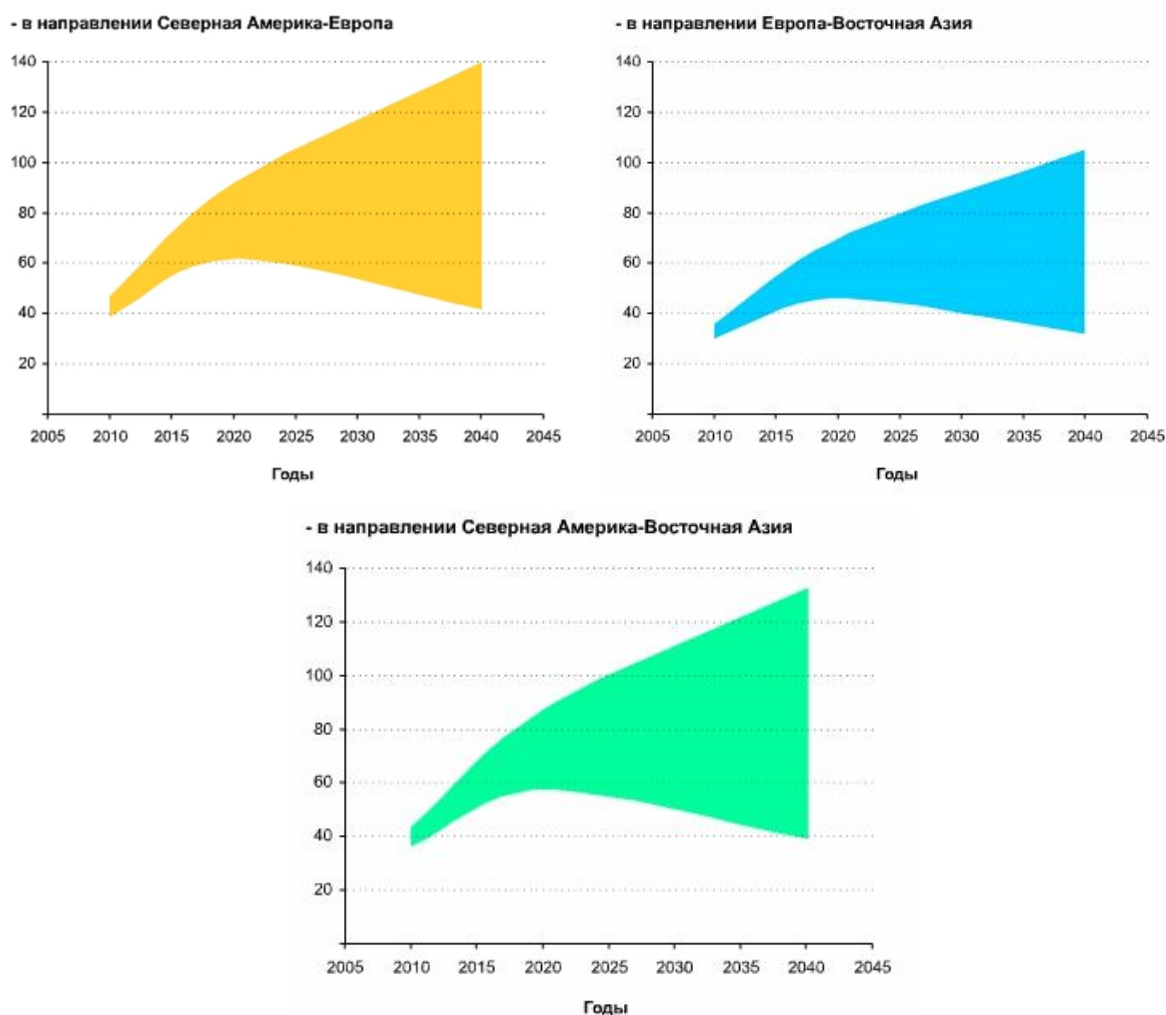


Рис. 1. Конусы возможных грузопотоков на ж.-д. транспорте в геостратегическом треугольнике XXI в., млн т в год

Объемы грузоперевозок железнодорожным транспортом, млн т/год

Направления	Годы		
	2010	2020	2040
Северная Америка—Европа	39–47	62–92	42–140
Европа—Восточная Азия	30–36	46–70	32–105
Северная Америка—Восточная Азия	37–44	58–88	40–133

В настоящее время в СГУПСе ведутся исследовательские работы по уточнению объемов, направлений следования грузопотоков, типов подвижного состава по указанным маршрутам. Осуществляется инвестиционный анализ ожидаемой эффективности инфраструктурных проектов сооружения тоннелей через Берингов пролив, проливы Невельского и Лаперуза, а также железнодорожных подходов к ним [4–11].

4. Концепция новой транспортной системы в условиях формирующейся сетевой экономики

Исследования, проводимые кафедрой, касаются системного анализа проблемы транспортной сети России, соответствия ее условиям Концепции новой транспортной системы в условиях формирующейся сетевой экономики.

Развитие транспортных сетей, наряду с развитием Интернета и компьютеризацией финансовых систем, является одним из главных условий развития процессов глобализации в мире. Однако в отличие от Интернета транспортные сети устроены таким образом, что невозможно связать любую точку с любой. Поэтому в мире возникают региональные транспортные узлы (hub), действующие на базе пересечения локальных или национальных транспортных коридоров. В Сетевой экономике ценность продукта возрастает пропорционально его распространенности, и в идеале каждый узел Сети hub должен взаимодействовать с каждым. В этом состоит экономическая особенность транспортной сети.

Аналогично формируется и глобальное распределение серверов, обслуживающих большое количество пользователей. Они должны быть дислоцированы там, где есть специалисты по системному оборудованию и программному обеспечению. В результате в мире возникают точки (узлы), где доступ к важнейшим коммуникациям, а также к системе подготовки высококвалифицированных кадров существенно облегчен. В этих центрах (узлах) работает наибольшее количество образованного населения, и там перераспределяется основная доля финансовых потоков, связанных с транзакционными издержками на оформление документации, выплату налогов, тарифов и т.д. Ряд городов: Лондон, Нью-Йорк, Токио, Шанхай, Сингапур, Сидней, Амстердам, Франкфурт, Барселона, Стокгольм, Москва, Санкт-Петербург и др., — относятся к таким универсальным центрам, называемым некоторыми авторами «воротами в глобальный мир».

Таким образом, в мире существует огромное количество производителей и потребителей, нуждающихся в транспортных услугах, образующих потребность в глобальной микротранспортной сети, аналогичной Интернет, но в силу специфики формирования транспортные сети реально могут обмениваться материальными потоками либо в пределах зоны влияния региональных универсальных центров, либо в результате взаимодействия этих центров. Подобные комплексные универсальные транспортные центры называются мультимодальными транспортными узлами. В таких региональных центрах обязательно есть

значительный транспортный узел, университетский центр, банковский и информационный центр, центр высокотехнологической промышленности со штаб-квартирами крупных национальных и транснациональных компаний.

Сеть таких мультимодальных узлов образует систему, которую можно квалифицировать как мезатранспортную Сеть. В этой Сети взаимодействуют крупные региональные мультимодальные транспортные узлы посредством национальных и международных транспортных коридоров, образующих глобальную транспортную Сеть. Макроузлами в ней являются отдельные государства и экономические группы государств, объединенных общими экономическими законами, например, ЕС и Россия.

Вывод таков, что транспортные сети по своей организации являются многоуровневыми структурами, — в них можно выделить макро-, мезо- и микроуровни. Системный анализ их взаимодействия является предметом исследований [12].

5. Формирование системы мультимодальных транспортных узлов в Российской Федерации

Мультимодальный — это традиционный международный термин, обозначающий «многовидовой». Мультимодальность означает, что в перевозке грузов участвует несколько видов транспорта: железнодорожный, автомобильный, авиационный, морской, речной. Однако только лишь одно участие нескольких видов транспорта еще не позволяет говорить о мультимодальных перевозках. Для обеспечения этого условия необходимо, чтобы в процесс перевозки грузов был включен весь комплекс мероприятий по перегрузке, складированию, страхованию, обеспечению сохранности грузов, информационному обеспечению перевозок и прочие. Важным фактором здесь является наличие единого оператора мультимодальных перевозок. Мультимодальные транспортные системы позволяют достигнуть ряд преимуществ по сравнению с обычными транспортными системами: они позволяют добиться оптимизации использования транспортных средств и транспортной инфраструктуры, дают широкие возможности для комплексного использования различных видов транспорта, обеспечения эффективного контроля за прохождением грузов и их сохранностью. Кроме того, подобные системы дают возможность применения новых транспортных технологий, позволяют создать благоприятные условия для развития конкуренции между отечественными и иностранными перевозчиками. Серьезным преимуществом является то, что грузоотправители работают с одним оператором, обеспечивающим весь процесс доставки «от двери до двери» различными видами транспорта, при этом существенно сокращаются сроки доставки грузов. Мультимодальные транспортные системы позволяют снизить транспортные, складские, погрузочно-разгрузочные расходы при транспортировке грузов. Развитость транспорта, транспортной и терминально-складской инфраструктуры позволяет привлечь дополнительные инвестиции, как отечественные, так и зарубежные. Одним из основных преимуществ является увеличение налоговых поступлений в федеральный бюджет, в бюджеты субъектов Федерации, местные бюджеты. Развитие мультимодальных систем приводит к комплексному развитию не только транспортного и терминально-складского комплекса, но и информационных технологий, промышленности, так как транспортные узлы функционируют как

сервисные центры, стимулируют развитие туризма, обеспечивают экологически чистую работу транспортного комплекса [13].

Для формирования мультимодального транспортного узла необходимо наличие ряда условий:

- пересечение в узле (городе) нескольких транспортных линий различных видов транспорта: железнодорожного, автомобильного, авиационного, водного (речного, морского), трубопроводного;
- наличие мощного складского и терминального комплекса, пригодного для хранения и переработки грузов, в том числе контейнеров;
- присутствие таможенной инфраструктуры, способной обеспечить таможенное сопровождение грузов;
- наличие банков и страховых компаний, способных предоставить услуги по страхованию грузов;
- наличие возможностей для развития информационных технологий и структур, способных обеспечить информационное сопровождение грузов.

Примером могут служить мультимодальные узлы в ряде стран Западной Европы и Северной Америки. В Великобритании — это Лондон, во Франции — Марсель, Париж, в Германии — Франкфурт-на-Майне, Гамбург, Бремен, в Испании — Бильбао, Барселона, в Италии — Венеция, Милан, в Нидерландах — Роттердам, Амстердам, в целом так называемый Ранштадт (комплекс мультимодальных транспортных узлов, связанных в единую сеть, — Роттердам, Амстердам, Утрехт, Лейден, Гаага), в Швеции — Стокгольм, в США — Нью-Йорк, Сиэтл, Чикаго, Лос-Анджелес, Сан-Франциско, в Австралии — Сидней, в Японии — Токио, в Китае — Шанхай, а также Сингапур.

Для того, чтобы Россия могла играть ведущую роль в мировой транспортной системе, быть транспортным и геостратегическим мостом между Европой, Азией и Америкой, она должна обеспечить такой же уровень прохождения и переработки грузов, какой осуществляется в мультимодальных транспортных узлах зарубежных стран. Для этого необходимо налаживать связи с этими узлами и работать с ними по единой технологии. К сожалению, этот процесс пока идет достаточно медленно, в той же Германии мультимодальные транспортные узлы развиты настолько, что уже являются по своей сути узлами третьего поколения, у нас же не созданы узлы даже первого поколения. В этой связи развитие мультимодальных транспортных узлов в России выступает необходимым условием интеграции нашей страны в мировую транспортную систему и обеспечения в ней одной из лидирующих позиций [14–18].

6. Транспортно-логистический кластер Новосибирской области

Методология и методика обоснования стратегии формирования транспортно-логистического кластера (ТЛК) Новосибирской области (НСО) создавались в рамках Стратегии, разработанной по заданию ИЭОПП СО РАН как часть Стратегии социально-экономического развития Новосибирской области на период до 2025 г.

ТЛК Новосибирской области понимался как региональный фрагмент транспортной сети России с меняющимися в зависимости от экономической и политической конъюнктуры границами и доминирующим транспортным узлом — Транспортно-логистическим центром (ТЛЦ), дислоцированным в г. Но-

новосибирске и координирующим товаро- и пассажиродвижение в интересах клиентов и перевозчиков.

Кластерная стратегия — под таковой применительно к ТЛК понимается система институциональных и ресурсно-технологических мероприятий, в интервале 2006–2025 гг. Предполагается, что мероприятия эшелонируются во времени и проводятся с целью постепенной трансформации к 2025 г. Новосибирского транспортного узла в координационный центр будущего ТЛК НСО.

Периодизация кластерной стратегии — понимается как выделение периода иницирующего инвестиционного импульса из стратегического временного интервала 2006–2025 гг., когда реализуются первоочередные инвестиционные проекты.

Транспортно-логистический центр (ТЛЦ) — базовая структура «кристаллизации» будущего ТЛК, дислоцированная в г. Новосибирске и наращивающая свой состав и объемы деятельности в зависимости от этапов жизненного цикла ТЛК. Функционально ТЛЦ представляет собой комплекс ИТ-технологий, мощности которого позволяют контролировать и регулировать:

- основные стыки товародвижения в ТЛК,
- склады,
- концевые терминалы,
- работу транзакционных компаний (таможня, страховщики, бизнес-центр и т.п.), обслуживающих функционирование ТЛК.

ТЛЦ в составе ТЛК должен играть роль «мозгового центра» и в соответствии с этой ролью должен иметь:

- сетевую инфраструктуру, поддерживающую сбор информации о состоянии ТЛК в некоторой системе сбалансированных показателей;
- ресурсный центр, осуществляющий обработку и хранение исторических данных о динамике ТЛК;
- методологический центр, включающий группу аналитиков, которые на основе полученных данных формируют адекватную модель ТЛК и поддерживают ее актуальность;
- ситуационный центр, являющийся рабочим инструментом для принятия стратегических и тактических решений как на уровне администрации, так и на уровне бизнеса. Работа ситуационного центра должна приносить доход, который может быть использован на его развитие.

При разработке кластерной стратегии осуществлена попытка синтезировать три основные теоретические парадигмы современной экономической науки: неоклассическую, институциональную и эволюционную. От неоклассики заимствован критериальный подход, когда сравнительная ожидаемая эффективность альтернативных стратегий создания ТЛК измеряется с помощью специально сконструированной на основе дерева целей функции полезности. В рамках институционального подхода транспортно-логистические кластеры описаны не только как технико-технологические системы, но и как организационно-хозяйственные механизмы, имеющие предысторию. И, наконец, в традициях эволюционного подхода интересующий нас кластер анализируется как элемент популяции системы транспортных кластеров вдоль Транссиба на его пересечениях с великими сибирскими реками.

Синтез указанных направлений реализован в рамках игрового подхода, когда определение наиболее предпочтительной стратегии из числа альтернативных осуществлялось по глобальным критериям теории принятия решений в условиях неопределенности.

Поскольку ТЛЦ Новосибирской области, как пусковой комплекс одноименного кластера, есть региональный фрагмент транспортной сети России с меняющимися в зависимости от экономической и политической конъюнктуры границами, конкурирующие стратегии его создания имеют разную ожидаемую эффективность в разных сценариях развития названной сети. Рассматривались три таких сценария (рис. 2).



Транспортные маршруты в сценарии «Трансвектор-6»



Транспортные маршруты в сценарии «Трансвектор-5»



Транспортные маршруты в сценарии «Трансвектор-4»

Рис. 2. Транспортные маршруты в различных сценариях

Во всех сценариях по умолчанию предполагается равномерно ускоренный устойчивый рост экономики Сибири и России.

Критериями достижения цели создания ТЛЦ НСО были выбраны следующие показатели:

- скорость продвижения грузов и пассажиров,
- надежность доставки в заданные сроки при полной сохранности,
- обоснованность провозных плат,
- рентабельность перевозок,
- величина объемов перевозок,
- уровень насыщенности ИТ-технологиями процессов транспортировки.

В результате оценки сценариев сделаны выводы, что стратегия создания к 2025 г. Транспортно-логистического кластера федерального ранга, ядро которого дислоцировано в Новосибирской области, а координирующий транспортно-логистический центр ядра — в г. Новосибирске, является наилучшей долгосрочной стратегией из числа альтернативных, идентифицированных экспертами. Эта альтернатива дополняет общую Стратегию социально-экономического развития Новосибирской области на период до 2025 г. и придает ей межрегиональный, а при определенных условиях — межстрановой характер.

7. Системный анализ в методах неразрушающего контроля деталей подвижного состава из стали и сплавов

Высокая конструктивная прочность является одним из основных факторов, позволяющих обеспечить безопасность эксплуатации деталей и машиностроительных конструкций. Однако увеличение прочности, твердости и износостойкости металла сопровождается повышением вероятности хрупкого разрушения. Расчетные методы оценки прочности сложных технических систем не позволяют достаточно точно определить состояние, вызванное тем или иным внешним воздействием на конструкцию, в связи с трудностями создания достоверной математической модели. Это приводит к необходимости выполнения экспериментальных исследований механических характеристик таких систем с использованием различных методов неразрушающего контроля.

В процессе эксплуатации металлических конструкций, работающих в условиях циклических нагрузок, в их материале происходит образование и развитие различного рода дефектов. Одним из наиболее опасных дефектов является нарушение сплошности материала в виде трещин, существенно уменьшающих ресурс конструкций и приводящих к авариям.

Важнейшие задачи неразрушающего контроля и технической диагностики — распознавание дефектов, определение их координат, формы, размеров, степени опасности. Различные методы неразрушающего контроля ориентированы на применение в определенных условиях с учетом контролепригодности объекта контроля и взаимно дополняют друг друга, что позволяет получать достоверную информацию о состоянии объекта.

При проведении прочностных испытаний тонкостенных авиационных конструкций измеряется целый ряд физических величин: сила, давление, деформация, перемещение и др. В ходе статических и ресурсных испытаний необходимо постоянно осуществлять контроль процесса нагружения конструкции и проводить количественную оценку рассогласования параметров нагруженности реали-

зуемой программы по сравнению с заданной. Это связано с возможными ошибками системы автоматического нагружения и системы измерения сил.

Развитие схмотехники, появление быстродействующих компьютеров, разработка современных диагностических микропроцессорных многоканальных АЭ-систем сделали возможным решение ряда сложных задач, связанных с оценкой степени опасности дефектов и определением остаточного ресурса испытываемого объекта контроля. Дальнейшее развитие математической базы, разработка более мощного программного обеспечения потребовали создания новых методов, связанных с расчетом координат дефектов в сложных конструкциях с заклепочными и сварочными соединениями, в том числе тонкостенных, с произвольным расположением датчиков пьезоантенны, а также с системным подходом при использовании различных методов неразрушающего контроля для повышения надежности деталей подвижного состава [19, 20].

8. Моделирование механизмов потери несущей способности крупных механических систем под воздействием нагрузок высокой интенсивности

Проблемы, связанные с повреждаемостью конструкций под действием кратковременных нагрузок высокой интенсивности типа взрыва, вот уже более четырех десятилетий привлекают к себе все возрастающее внимание. Изучение поведения несущих конструкций при динамическом нагружении имеет первостепенное значение для многих отраслей техники — строительной, авиационной, машиностроительной, кораблестроительной и т.д. Однако даже простой перечень вопросов динамического поведения неупругих конструкций свидетельствует об их сложности и многоплановости. Помимо трудностей, возникающих при решении динамических задач теории упругости, имеются трудности адекватного математического описания таких факторов, как диссипация энергии при пластическом деформировании, упругая разгрузка из пластических состояний, упрочнение, зависимость предела текучести от скорости деформирования, влияние геометрических изменений и других нелинейных эффектов. Целесообразность преодоления этих трудностей в некоторых случаях объясняется тем, что учет пластических деформаций позволяет вскрыть значительный резерв сопротивляемости конструкций динамическим нагрузкам и приводит к существенной экономии материальных ресурсов. Большая часть внешней энергии может рассеяться при пластическом деформировании прежде, чем конструкция разрушится или получит заведомо недопустимые остаточные деформации. Последние могут стать мерой повреждаемости конструкций. Определение остаточных деформаций (перемещений) — одна из главных целей динамических расчетов пластических конструкций. При воздействии на конструкцию интенсивных нагрузок, в частности взрывной, оценка повреждаемости на основе остаточных деформаций служит научной базой для разработки методики определения максимальных взрывоопасных расстояний.

В настоящее время для решения указанных задач в подавляющем большинстве случаев используется модель идеального жесткопластического материала. При этом фундаментальная проблема о степени сходимости результатов «жестко- и упругопластического анализов для нагрузок взрывного типа» оставалась до некоторых пор не исследованной. Отдельные стороны данной проблемы рассматривались лишь применительно к искусственным задачам, где реальная нагрузка заменялась определенным полем скоростей.

Следует обратить внимание, что практически во всех работах, посвященных динамическому поведению отдельных элементов и конструкций в целом, исследуется движение либо равномерно распределенных, либо неподвижных нагрузок. В то же время, несмотря на высокую скорость движения взрывной волны, ей требуется конечное время для того, чтобы распространиться на всю поверхность конструкции, расположенной под некоторым углом к ее движению. Для крупных строительных объектов и крупных надводных кораблей это время составляет 0,1–1 с. При этом возможны эффекты, которые априори нельзя прогнозировать. Кроме того, самостоятельную практическую ценность имеют задачи по определению повреждаемости балок, находящихся под действием движущихся нагрузок, обладающих массой и превышающих статически допустимые значения. Такие задачи важны для расчетов временных мостов под автомобильную или железнодорожную нагрузку, а также трубопроводов, подкрановых балок и т.п. В основе решения таких задач лежит моделирование механизмов потери несущей способности конструкций, механизмов их разрушения.

Детальное изложение теоретического материала, методик и практических приложений по указанным направлениям научных исследований кафедры содержится в [21–23].

Литература

1. *Системный анализ ожидаемой эффективности крупномасштабных инвестиционных проектов на железнодорожном транспорте: Учеб. пособие* / Е.Б. Кибалов, С.В. Минин, В.П. Нехорошков, Е.В. Нехорошков, Г.Ф. Пахомова, К.А. Пахомов, М.В. Пятаев, С.В. Романкевич, А.Б. Хуторецкий. Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2007. 160 с.
2. *Кибалов Е.Б. Экономическая оценка инвестиций: Курс лекций* / Е.Б. Кибалов, К.А. Пахомов; Центросоюз РФ, Сибирск. ун-т потреб. кооперации. Новосибирск, 2005. 128 с.
3. *Кибалов Е.Б., Пахомова Г.Ф. Стратегический менеджмент: Учеб. пособие*. Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2004. 160 с.
4. *Комаров К.Л., Быкадоров С.А., Кибалов Е.Б. и др. Концепция развития транспортного комплекса РФ: северо-восточный вектор: Монография*. Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2003. 80 с.
5. *Комаров К.Л. Глобализация и развитие транспорта в России* // The 2nd Japan-Russia Symposium "Globalization of Socioeconomics and the Roles of Universities". Sapporo, 8–13 June 2003, Japan, p. 65.
6. *Комаров К.Л., Герасимов С.И., Кибалов Е.Б. Российская Азия: транспортный мост или макрорегион устойчивого развития?* // 3-я Междунар. евро-азиатская конф. по транспорту: Сб. докл. СПб., 2003. С. 66–68.
7. *Комаров К.Л., Герасимов С.И., Кибалов Е.Б. Российская Азия: транспортный мост или макрорегион устойчивого развития?* // Междунар. журнал «Сегодня». 2003. № 5–6. С. 58–59.
8. *Комаров К.Л. Транспортная стратегия как средство достижения национальных целей* // Железнодорожный транспорт. 2004. № 1. С. 13.
9. *Комаров К.Л., Кибалов Е.Б. и др. Железнодорожные проекты Сибири: оценка ожидаемой эффективности* // Междунар. журнал «Транзит». 2004. № 2. С. 51–52.
10. *Комаров К.Л. Состояние и перспективы развития транспортного комплекса в Сибири и на Дальнем Востоке после принятия Транспортной стратегии РФ* // Сб. м-лов Междунар. конгресса «Беринговский транспортный коридор в развитии Чукотки: вчера, сегодня, завтра». Новосибирск, 2005. Ч. 3. С. 23–29.
11. *Комаров К.Л., Нехорошков Е.В. Оценка эффективности конкурирующих вариантов проекта Трансконтинентальной магистрали через Берингов пролив: предпосылки проекта и модель оценки* // Сб. м-лов Междунар. конгресса «Беринговский транспортный коридор в развитии Чукотки: вчера, сегодня, завтра». Новосибирск, 2005. Ч. 3. С. 93–100.
12. *Комаров К.Л. Транспортные системы и сетевая экономика* // Железнодорожный транспорт. 2006. № 3.

-
13. Комаров К.Л., Кибалов Е.Б. Концепция устойчивого развития транспортного (коммуникационного) комплекса Сибири // Актуальные проблемы транспорта в азиатской части России. Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2001. С. 9–23.
 14. Комаров К.Л., Нехорошков В.П. и др. Новосибирский мультимодальный транспортный узел: Монография. Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2001.
 15. Комаров К.Л., Максимов С.А. О национальной системе мультимодальных транспортных узлов // Логистика. 2002. № 1 (18). С. 14–15.
 16. Комаров К.Л. Перспективы развития транспортного комплекса России и роль мультимодальных транспортных узлов на примере Новосибирска // Тр. Междунар. конгресса «Беринговский межконтинентальный транспортный коридор в развитии Чукотки: вчера, сегодня, завтра». Новосибирск, 2003. Ч. 2. С. 9–13.
 17. Комаров К.Л., Максимов С.А. Проблемы и задачи формирования системы мультимодальных транспортных узлов (транспортно-логистических центров) в РФ (на примере Новосибирского мультимодального транспортного узла) // Препринт № 5. Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2003.
 18. Комаров К.Л., Максимов С.А. Проблемы и перспективы развития системы мультимодальных транспортных узлов РФ (на примере Новосибирского мультимодального транспортного узла) // Сибирский науч. вестн. Новосибирск: Изд-во НГАСУ, 2004. Вып. VII. С. 92–94.
 19. Муравьев В.В., Зуев Л.Б., Комаров К.Л. Скорость звука и структура сталей и сплавов. Новосибирск: Наука, 1996. 182 с.
 20. Оценка степени износа колец ж.-д. подшипников по скорости ультразвука / В.В. Муравьев, К.Л. Комаров, В.Б. Харитонов, А.Н. Курбатов // Актуальные проблемы прочности. Новгород: Новгородский гос. ун-т, 1994. Ч. 1. С. 38–41.
 21. Комаров К.Л., Немовский Ю.В. Динамика жесткопластических элементов конструкций. Новосибирск: Наука, 1984. 236 с.
 22. Комаров К.Л. Динамика жесткопластической системы перекрестных связей под действием движущегося прямоугольного импульса // Механика деформируемого твердого тела и расчет транспортных сооружений. Новосибирск, 1982. С. 12–18.
 23. Ананенко А.А., Комаров К.Л. Динамика неупругих балок. Новосибирск: Наука, 1999. 151 с.