

Задачи цифровизации транспортной системы России



А. Л. Кузнецов,
д.т.н., проф., кафедры
портов и грузовых терминалов
ФГБОУ ВО «Государственный университет
морского и речного флота
имени адмирала
С. О. Макарова» (ГУМРФ)



А. В. Кириченко,
д.т.н., проф.,
заведующий кафедрой
портов и грузовых
терминалов
ГУМРФ



В. Н. Щербакова-Слюсаренко,
к.т.н., эксперт
Межотраслевого экспертного
совета по автомобильному транспорту
при Министерстве
транспорта РФ

Перспективы транзитного потенциала России зависят от развития сети путей сообщения, ориентированной на организацию комплексных грузораспределительных центров. Достижение этой цели возможно при цифровизации транспортной системы.

Как известно, система — совокупность элементов и связей между ними, направленная на достижение некоторой единой цели. В транспортную систему входит ряд элементов: транспортные пути, транспортные средства, транспортные терминалы, а также «программные» компоненты: государственные программы, законодательные акты, ведомственные положения, общий фон ведения бизнеса, развитие информационных технологий и пр.

По видам транспорта несколько различаются те цели, на достижение которых направлены соответствующие системы. Транспортная система РФ согласно основополагающим документам должна способствовать развитию национальной экономики [1–3]. В свою очередь развитие экономики означает отход от ее сырьевой модели, связанной с экспортом сырья и импортом промышленных продуктов: как полуфабрикатов, так и потребительских товаров [4]. Таким образом, система должна быть направлена на снижение экспортно-импортных потоков и увеличение потоков внутренних перевозок. Однако Россия расположена на пересечении маршрутов, соединяющих Восток и Запад, что позволяет ей занять достойное место в системе мировых транспортных систем, формируя транспортное обеспечение транзитных перевозок.

Задачи развития транспортной системы нового типа

Если иметь в виду цель развития национальной экономики, то транспортная система должна развивать национальную компоненту перевозки генеральных грузов, синонимами которой сегодня выступают контейнеризация и интермодализм¹.

¹ Интермодальная перевозка — перевозка грузовой единицы (чаще всего контейнеризованного груза) транспортом разных видов под организацией одного оператора и по единому транспортному документу. Под интермодализмом подразумевается обеспечение эффективного взаимодействия различных видов транспорта на основе единых технологий: использование специализированных

Эта транспортная компонента связана с развитыми эшелонированными транспортно-логистическими сетями, узловыми логистическими центрами распределения и консолидации, транспортными хабами² и широтой географического охвата [5]. Она предназначена для перевозки товаров с высокой удельной стоимостью и жесткими требованиями к временным параметрам доставки. По своей природе она предполагает множество грузоотправителей и грузополучателей, специализированных посредников в виде логистических операторов и иных вспомогательных компаний, без которых функционирование системы невозможно [6].

Сырьевая компонента транспортной системы связана с относительно узкими и простыми цепями поставок грузоотправитель — грузополучатель, ограниченным числом грузовладельцев, низкой динамикой спроса на транспортные услуги. Однако и в этом случае не исключается транспортировка грузов несколькими видами транспорта, дополнительными перевалками его в различных транспортных узлах.

Две указанные транспортные компоненты различаются по принципам построения, критериям оптимизации, группам потребителей. В развитой экономике, которая производит промышленные и потребительские товары, сырье экспорти-

транспортных средств, обустройство транспортных узлов, согласование нормативных актов, тарифов и т. д. Современная интерпретация интермодализма предполагает «холистический» взгляд на развитие транспортной системы: виды транспорта должны взаимодействовать, давая пользователям возможность гибкого выбора транспортных и нетранспортных сервисов без ограничений, обусловленных особенностями каждого из видов транспорта.

² Хаб (англ. hub — ступица колеса, центр, узел какой-то сети) — на морском транспорте — контейнерный порт-распределитель, крупнейший на побережье, доступный для крупных магистральных судов, большая часть грузооборота которого приходится на «траншипмент» — передачу грузов с небольших судов, обслуживающих все побережье, на магистральные трансокеанские суда и наоборот. На воздушном транспорте хаб — крупнейший пересадочный и перегрузочный аэропорт.

руется в меньшем количестве, обычно оно импортируется либо перемещается внутри страны. Критериями выбора варианта в транспортных системах доставки сырья чаще всего служат логистическое расстояние и стоимость доставки сырьевых грузов, в то время как временные параметры не выходят на первый план. В сырьевой экономике в экспорте грузов внешней торговли доминирует сырье, его транспортируют от тыловых территорий к границам страны.

Компоненты транспортировки сырья и промышленных продуктов используют одну и ту же инфраструктуру. Масштабные перевозки осуществляются главным образом по железной дороге, поэтому возникает острая конкуренция за ресурсы: пропускную способность магистралей, станций, за универсальный подвижной состав.

Сегодня провозная способность железной дороги России в значительной степени используется для транспортировки энергетических сырьевых грузов. В отношении перевозки контейнерных грузов искусственно создается дефицит инфраструктуры, оборудования и подвижного состава. Тарифы и система документального сопровождения столь важных перевозок направлены скорее на их сдерживание, чем на развитие.

Часто обсуждаются вопросы увеличения объема внутренних и развития транзитных контейнерных перевозок в широтном направлении. Однако формулировка этих вопросов свидетельствует о том, что системной задачей становится получение денег от процесса транспортировки, а не обслуживание развития экономики страны. Сегодня железнодорожная магистраль может перевозить менее одного процента объема грузовой базы в направлении Юго-Восточная Азия – Европа.

Целью роста транзитного потенциала России, безусловно, следует установить опережающее развитие системы транспортировки промышленных товаров. Именно вблизи узлов концентрации грузопотоков возникают предпосылки появления инновационных научно-производственных и комплексных грузораспределительных центров, которые создадут синергетический эффект для развития научных разработок и передовых технологий.

Создание подобных центров невозможно без значительных средств, изымаемых из государственного бюджета. В то же время в указанном развитии заин-

тересованы внешние участники мировой торговли, т. е. пользователи транзитной функции создаваемой транспортной системы, готовые финансировать ее создание в форме оплаты за перевозку грузов.

Таким образом, при сохранении приоритета достижения цели развития транспортной системы как инструмента роста национальной экономики вполне оправданы методы обеспечения ее развития в такой форме и последовательности, которые в значительной мере будут обеспечивать ее самостоятельное финансирование.

Совершенствование транспортной сети не нуждается в обосновании: как известно, только то живет, что развивается, а развивается только то, что живет. Однако поставленные перед транспортной отраслью задачи требуют не просто инерциального и экстенсивного развития ее инфраструктуры и отхода от сложившегося за десятилетия *modus operandi*. Сформулированные цели развития и задачи предполагают смену парадигмы проектирования и управления развитием национальной транспортной системы. Цель настоящей статьи — расставить акценты и подчеркнуть сложности, возникающие при одновременном развитии компонент сложной системы в случае многокритериальной постановки задачи.

Транспорт — лишь составная часть экономики, но часть критически важная и отвечающая за возможный темп развития последней. Сформулированная амбициозная цель коренного преобразования экономики неизбежно предполагает столь же (если не более) радикальное преобразование транспортной системы. Для решения этой проблемы нужны новые методологические инструменты, среди них наиболее перспективным сегодня представляется цифровизация³ [7–10]. Отметим, что универсальных решений для всех видов транспорта, тем более для их интеграции не существует.

Различия и особенности подсистем по видам транспорта

Автомобильный транспорт характеризуется максимальной гибкостью использования. Это следствие другой его характеристики — малой провозной

способности. Перевозка малых грузовых партий (1–2 TEU в контейнерном эквиваленте, т. е. даже не партий, а единичных грузов) при незначительных мобилизационных и операционных расходах на единичное транспортное средство должна оставаться экономически целесообразной и на минимальные расстояния. Автомобильный транспорт оказывается самым подходящим для решения этих целей. Еще более укрепляет позицию автомобильного транспорта как первичного средства консолидации-распределения в системе товародвижения развитая система маршрутов, что связано с относительной дешевизной строительства автомобильных дорог и высокой проходимостью самих транспортных средств.

Функционирование транспортных подсистем, связанных с перевозкой больших партий товаров (железнодорожного, водного транспорта), обеспечивает масштабную экономию⁴ и приводит к снижению удельной цены перевозки грузов. Этот эффект наблюдается при соблюдении нескольких важных условий:

- своевременная консолидация полной типовой транспортной партии, размер которой и приводит в действие механизм масштабной экономии;
- наличие транспортных путей, связывающих регионы с достаточным объемом спроса и предложения на товары, которые представлены для перевозки в виде грузов;
- наличие необходимых транспортных средств;
- наличие терминалов для накопления-распределения необходимых партий грузов и обеспечения их передачи между транспортными средствами различных подсистем.

Масштабы инфраструктурных объектов подсистем железнодорожного и водного транспорта (транспортных путей, терминалов, вспомогательных элементов) и их влияние на экономическую и социальную составляющие общества, таковы, что их создание и функционирование невозможно без участия государства. Юридические платформы и разрешенные формы бизнеса, построенного вокруг указанных транспортных подсистем, раз-

³Цифровая экономика — это экономика, основанная на цифровых компьютерных технологиях. Соответственно, цифровизация транспортной отрасли — процесс, направленный на широкое внедрение компьютерных технологий в организацию транспортных систем, планирование и управление их работой, а также взаимодействие с заказчиками транспортных услуг и другими отраслями экономики.

⁴Масштабная экономия — эффект снижения себестоимости единицы продукции с увеличением масштаба производства. Для транспорта эффект проявляется в снижении себестоимости транспортировки грузовой единицы на дальние расстояния с существенным увеличением грузоместимости магистральных транспортных средств (отсюда появление супертанкеров, а с развитием контейнерных перевозок и суперконтейнеровозов).

личаются. Сообразно этому различается и вмешательство государства в сферы деятельности транспортных подсистем. Морской транспорт, кроме того, вынужден учитывать не только национальные, но и международные нормы и правила.

Из совокупности транспортных подсистем можно создавать оптимальные или рациональные интегральные системы. Однако нельзя забывать, что компоненты подчиняются тем или иным экономическим законам, различаются по юридическому регулированию, критериям оптимизации и методам управления.

Принцип многоуровневости становится парадигмой всех научных дисциплин в XXI веке — от теоретической физики и космогонии до биологии и медицины. Гносеологически это отражает накопление результатов и методов, способных объяснять и предсказывать явления окружающего мира, и расширение сферы научных интересов вследствие все большей требовательности к адекватности используемых инструментов. В полной мере это относится и к транспортной науке.

В большинстве реальных транспортных систем национального и регионального уровня связующим звеном для отдельных компонент служит телеологическое⁵ начало: эффективная (для общества) транспортировка продуктов между местами возникновения спроса и предложения с обеспечением экономической целесообразности (для участников экономической деятельности) перемещения товаров, т. е. выгодного перемещения грузов (для участников транспортного процесса). Очевидно, что в предпринимательской деятельности на транспорте присутствуют элементы игры (при действиях в условиях высокой неопределенности) и необходимость использования и сохранения конфиденциальности информации. Это доказывает, что создание единой платформы ведения бизнеса на транспорте сегодня связано с большими трудностями. Подобные платформы, безусловно, необходимы и целесообразны в рамках отдельных подсистем, но и в них объемы общедоступной информации должны тщательно оговариваться.

Механизмы принятия предпринимательских решений в каждой подсистеме

индивидуальны, такими же должны быть и принципы формирования интеллектуальных систем поддержки принятия решений. Механическое объединение в них многих участников приведет к непредсказуемому, хаотическому столкновению противоречивых интересов, резольвента⁶ которого будет вне управления участников и надсистемного регулятора — государства. В тривиальном сценарии развития все пространство будет занято монопольной гигантской компанией, мало прозрачной для общества (подобной ОАО «Российские железные дороги») и далекой от идеализированной схемы равенства всех участников транспортного процесса при обеспечении честной конкуренции за счет равного доступа к информации. Предполагается, что доступ к информации для небольшой компании или частного предпринимателя (как полнота и достоверность заявляемой им информации) будет существенно затруднен. Таким образом, ожидается, что задачи цифровизации на транспорте будут сложными и разнообразными.

Задачи цифровизации на транспорте

Представляется, что с единой цифровой платформой транспортного комплекса (ЕЦПТК) связываются большие ожидания. Ее создание, безусловно, необходимо, но назначением подобного средства должно стать обеспечение эффективной передачи информации между всеми компонентами системы взаимодействия транспортных подсистем в единой цифровизированной транспортной системе (ЕЦТС).

Многие участники обсуждения путей перехода на цифровую экономику знают, что никакой алгоритм со свойствами искусственного интеллекта не исправит неправильную постановку задачи, никакая продвинутая программная технология не исправит ошибки алгоритма.

Массив данных сколь угодно большого объема, который будет циркулировать в среде ЕЦПТК, не обеспечит решения проблем. Для этого простые экстенсивные данные должны быть переведены в новую, интенсивную фазу своего представления или в знания по терминологии теории искусственного интеллекта. Знания об одних и тех же предметных областях в разных постановках прикладных задач

могут различаться степенью детализации, обобщения, правилами обработки, процедурами получения выводов на основе имеющихся знаний, формированием механизмов обеспечения их целостности и непротиворечивости, способами их накопления и тиражирования. Самое главное, что все эти знания будут иметь разных потребителей и, следовательно, не могут быть унифицированными. Теория искусственного интеллекта и практика создания больших систем подобного рода показывает, что на одних и тех же массивах данных могут быть получены различные знания, так как способы извлечения данных, их преобразования, накопления и распространения различны. Так, результаты, накопленные при использовании ЕЦПТК на примере подсистемы автомобильного транспорта, могут оказаться неприменимыми для других подсистем.

Скорее всего, ЕЦПТК должна рассматриваться как некоторая базовая информационная платформа обмена первичными данными и знаниями общего вида, осуществляемого между различными подсистемами ЕЦТС. Требования к интерфейсам при обмене знаниями и данными, к спецификации шлюзов и протоколов обмена, к обеспечению бесперебойности и информационной безопасности должны быть едиными и прописаны на государственном уровне. Структура ЕЦТС должна быть открытой, а доступ к информационным модулям — ограниченным, что типично для всех крупных информационных систем, создаваемых в современной индустрии ИТ.

Внутри каждой предметной подсистемы, связанной с соответствующей подсистемой транспорта, нужно сформировать новый и уникальный инструментарий методов управления. Потребность формирования нового инструментария обусловлена коренным изменением требований к эффективности функционирования транспортных систем на современном этапе, с одной стороны, и развитием информационных технологий, позволяющим предложить качественно новый уровень решения управленческих задач, — с другой. Не приходится ожидать, что инструментарий будет единым и унифицированным. Вероятно, различаться будут и методологические подходы к его формированию.

Детализация пар спроса и предложения, обилие индивидуальных маршрутов и объем предложения автотранспортных средств в условиях самоорганизующегося баланса спроса–предложения по принципу гиб-

⁵ Телеология (от греч. telos (teleos) — результат, цель; logos — слово, учение) — философское учение об объяснении развития с помощью конечных, целевых причин. В современной методологии рассматривается как доктрина, согласно которой при исследовании природных и общественных процессов следует исходить из общей системы целей, определяющей основные закономерности развития.

⁶ Резольвента (от лат. resolvo — развязываю, решаю) — разрешающее уравнение, разрешающая функция (ядро) или разрешающие операторы. В общем смысле — задача, решение которой совпадает с решением более сложной и общей задачи.

ли-размножения при высокой динамике и ликвидности диктуют одни алгоритмы. Эта сфера соотносится с одним концом широкого функционального спектра.

Жесткость расписания движения по железнодорожной сети общего пользования, ограниченность точек входа и выхода из соответствующей подсистемы контейнерных грузов, сложности маршрутизации и организации движения сборных поездов, наряду с высокой конкуренцией за сырьевые и промышленные грузы, потребуют инновационного методологического подхода. Причиной этого является существенно расширившийся функциональный спектр транспортных задач.

Экспортно-импортные грузы, потоки которых находятся под управлением не только национальных операторов и регуляторов, требуют своих принципов управления развитием, инвестиционной деятельностью и технологическими особенностями эксплуатации системы морских и сухих портов. Для проектирования и управления морскими и сухими портами нужно знать не отдельные запросы на перевозку и даже не их консолидированные агрегаты. Для этой деятельности необходимы представления об объемах и структуре грузопотоков всех вышеперечисленных категорий. При этом следует учитывать не только существующие грузопотоки, но и прогнозируемые. А к ним, добавляя сложность проблеме, относятся не только прогнозируемые потоки (следствие имеющихся тенденций), но и потоки проектируемые, предназначенные для целенаправленного изменения социально-экономической ситуации. Задачу управления морскими и сухими портами условно можно поместить на противоположный конец функционального спектра относительно задачи управления автомобильным транспортом.

В то же время, все эти подсистемы будут связаны между собой физическими грузопотоками, которые будут находить свое отражение в информационных потоках, циркулирующих в ЕЦПТК. Однако информационные потоки будут в основном локализованы в пределах частных подсистем. Эти потоки будут формировать укрупненные параметры, которыми будут обмениваться отдельные компоненты через соответствующие системные интерфейсы.

Таким образом, общесистемная задача состоит в проектировании архитектуры ЕЦТС и выработке стандартов на внутренние представления данных и знаний в ней.

На территории страны имеется мно-

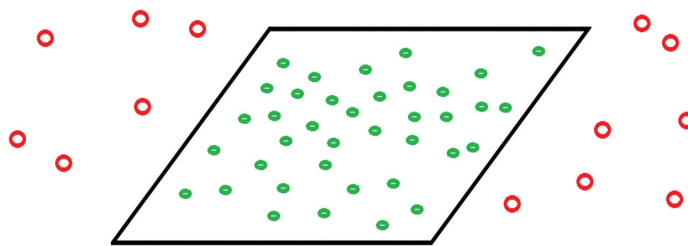


Рис. 1. Производство, спрос и транспортное пространство

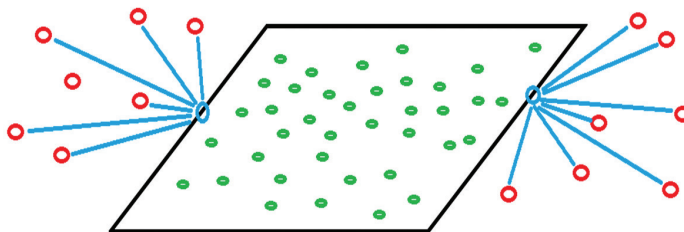


Рис. 2. Поступление внешнеторговых грузов морским транспортом

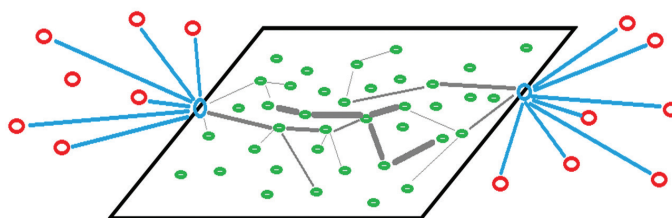


Рис. 3. Распределение грузов в системе железнодорожного транспорта

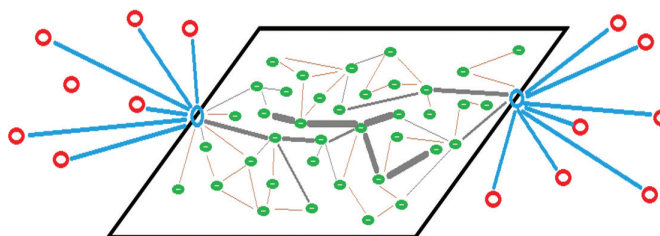


Рис. 4. Национальная интермодальная система грузораспределения

жество хозяйствующих субъектов, обменивающихся товарами между собой и с зарубежными странами. Товары, принимающие форму грузов, должны перемещаться между географическими пунктами. На рис. 1 условно показаны места производства/потребления продуктов, которые должны перемещаться в места их потребления, расположенные вне национального транспортного пространства.

Для перемещения грузов в сухопутном национальном пространстве имеется несколько видов транспорта, каждый из них в разной степени пригоден для конкретного вида грузов, объемов транспортных партий, логистических требований к доставке. Грузы внешней торговли в основном перемещаются морским транспортом в порты, находящиеся на периметре территории страны (рис. 2).

Грузы внешней торговли из портов к тыловым территориям и обратно обычно перевозят железнодорожным транспортом. Для массовых сырьевых грузов, перевозимых в виде балка, он основной (наряду с трубопроводным). Для доставки генеральных грузов (промышленных товаров) железнодорожный транспорт используют при наличии достаточных объемов единовременной отправки и определенной частоты их формирования. Кроме того, железнодорожным транспортом перемещают грузы внутренней торговли (рис. 3).

Основная (по численности) масса маршрутов транспортировки грузов между хозяйствующими субъектами реализуется автомобильным транспортом. Он используется для перевозок последней мили в сложных цепях поставки и в прямых

перевозках, нередко на расстояния, значительно превышающие экономически целесообразные (рис. 4). Причины — гибкость, низкий порог вхождения в бизнес, неформальность коммерческих отношений, полный контроль грузовладельцем, преобладание предложения над спросом, отсутствие бюрократических барьеров и монополистов.

Как следствие, на транспортном пространстве страны одновременно функционируют компании, борющиеся за грузы внутри своего вида транспорта и с альтернативными видами транспорта. Разнообразие клиентов и грузов, специфика требований пользователей и провайдеров услуг, функциональные возможности и различия в уровне капитализаций приводят к хаосу, росту транспортных издержек и низкому качеству системных логистических услуг.

Сложность действующих правил и ограничений противодействует влиянию естественных механизмов оптимизации грузоперевозок вследствие консолидации-дистрибуции партий и интермодального использования транспорта, определяя необходимость участия транспортных посредников.

Различия ведомственных интересов, нестыковки законодательных основ по видам транспорта в отсутствие единой информационной базы транспортной системы (и даже противодействие ее созданию) усугубляют положение.

Для решения этих проблем следует предпринять ряд шагов:

- провести тщательный анализ грузовой базы внешней и внутренней торговли;
- классифицировать все грузы не по торговой номенклатуре, а по транспортно-технологическим свойствам, включая пригодность к интермодальным перевозкам;
- выполнить анализ конфигурации, структуры и загрузки всех инфраструктурных подсистем по видам транспорта;
- изучить технологические и транспортные проблемы преобразования грузопотоков (из генерального груза в контейнеризованный и обратно, из разрозненного в консолидированный, из навалочного в унифицированный и пр.);
- выявить проблемы стыковки документооборота между отдельными видами транспорта и преобразования грузопотоков;
- разработать архитектуру и структуру ЕЦПТК, поддерживающей учет

всех операций по транспортировке, хранению, преобразованию, документообороту, отчетности, планированию, мониторингу и ориентированной на открытое коммерческое использование.

Чтобы обеспечить результативность разработки ЕЦПТК, следует предусмотреть рациональное разделение проекта на компоненты и этапы реализации. Тем самым появится возможность создавать пилотные проекты, опытная эксплуатация которых позволит быстро получить практически значимые результаты, а также проверить и отработать инновационные и альтернативные решения.

Для сферы пилотного проекта (вертикальное деление структуры) представляется целесообразным выбрать в качестве объекта систему внутренних перевозок (исключая импортные и транзитные перевозки, связанные с наибольшими технологическими и административно-законодательными сложностями). Вследствие относительно простых схем взаимодействия участников, документооборота, действующих государственных и ведомственных норм и правил, готовности рынка грузоотправителей и перевозчиков к использованию предоставляемой системой информации можно считать риск, связанный со сроками и качеством реализации пилотного проекта, минимальным.

Для выделения предметной области пилотного проекта (горизонтальное деление структуры) представляется возможным выбрать ограниченную географически часть транспортного пространства (транспортный узел, включающий морской порт, систему наземных терминалов, железные дороги, автотранспортные компании, производственные комбинаты, крупные торговые сети, мелкие предприятия торговли и производства).

Задача цифровизации транспортной отрасли — масштабная, сложная, комплексная и многоуровневая проблема, для решения которой необходим особый методологический подход.

Решение проблемы должно представлять собой комплекс взаимосвязанных мер по проектированию, созданию, вводу в эксплуатацию и управлению инфраструктурных компонент, средств накопления и обмена информацией, связей между объектами, элементами и подсистемами, иерархического набора критериев для всех разрабатываемых процедур, средств мониторинга показателей и правил управления проектом в ходе его развития и реализации.

Формирование на первом этапе цифровизации транспорта методологического

подхода, методов контроля соответствия достигнутых результатов ожидаемым, средств мониторинга «поведения» отдельных подсистем и компонент, оценки результативности всего процесса будет служить гарантией противостояния указанным рискам и решения проблемы в установленные сроки и с должным качеством. **Т**

Литература

1. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года (утв. Распоряжением Правительства РФ от 22 ноября 2008 г. № 1734-р, в ред. от 11 июня 2014 г. № 1032-р).
2. Стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года (утв. Распоряжением Правительства РФ от 17 июня 2008 г. № 877-р).
3. Стратегия развития внутреннего водного транспорта Российской Федерации на период до 2030 года (утв. Распоряжением Правительства РФ от 29 февраля 2016 г. № 327-р).
4. Прогноз долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года. М.: Минэкономразвития России, 2013.
5. Кузнецов А. Л. Кириченко А. В., Щербачева-Слюсаренко В. Н. и др. Холистический подход к проектированию, созданию, управлению работой и развитием наземных контейнерных терминалов // Вестн. Астрах. гос. технического ун-та. Сер. Морск. техн. и технol. 2017. № 1. С. 97–107.
6. Кириченко А. В., Кузнецов А. Л., Латухов С. В. и др. Морская контейнерная транспортно-технологическая система. — СПб.: Изд-во МАНЭБ, 2017. — 320 с.
7. Stalmašeková N., Genzorová T., Čorejová T. et al. The Impact of Using the Digital Environment in Transport // *Proced. Engineer*, 2017. Vol. 192. P. 231–236.
8. Menno Yap, Marcela Munizaga. Workshop 8 report: Big data in the digital age and how it can benefit public transport users // *Res. Transport. Economics*, In press, corrected proof, Available online 3 September 2018 <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2018.08.008>.
9. Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы (утв. Указом Президента РФ от 9 мая 2017 г. № 203).
10. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации» (утв. Распоряжением Правительства РФ от 28 июля 2017 г. № 1632-р).