

На пути к физическому интернету: индустрия, логистика и электронная коммерция 4.0. Европейский вариант

В.П. Куприяновский, А.А. Климов, О.Н. Покусаев, Д.Е. Намиот, Д.В. Катцын

Аннотация – Настоящая статья посвящена физическому Интернету. В сфере транспорта «Физический Интернет» означает комбинацию цифровых транспортных сетей, которые развертываются для замены аналоговых дорожных сетей. Архитектурно (цифровой) Интернет не передает информацию: он передает пакеты со встроенной информацией. Эти пакеты предназначены для простоты использования в цифровом Интернете. Информация в пакете инкапсулирована и не обрабатывается Интернетом. В свою очередь Физический Интернет задуман так, что он не манипулирует физическими вещами напрямую, будь то материалы, детали, товары или продукты. Он манипулирует исключительно контейнерами, которые специально разработаны для физического Интернета и владельцы материальных ценностей инкапсулируют в них физические товары. Видение физического интернета включает в себя упаковку товаров в интеллектуальные, экологичные и модульные контейнеры, начиная от размера морского контейнера до размера маленькой коробки. Таким образом, он обобщает морской контейнер, который успешно поддерживал глобализацию и формировал и формирует корабли, морские и речные порты, автомобили, железные дороги и распространяет контейнеризацию на логистические услуги в целом.

Ключевые слова — физический Интернет, Индустрия 4.0.

I. ВВЕДЕНИЕ

Уже сегодня очевидно, что вроде бы общий для всех интернет различен в разных странах. Вероятно, что в недалеком будущем эти различия станут гораздо более заметны, так как интернет уже давно стал основой промышленных архитектурных решений и, следовательно, он начинает приобретать характерные черты тех или иных экономик, оставляя возможность рассматривать его развитие в региональном порядке с целью оценки возможностей применения тех или иных направлений каждому в своей стране [1].

Статья получена 11 апреля 2019 г.

В.П.Куприяновский - Национальный центр компетенций в области цифровой экономики МГУ имени М.В. Ломоносова; РУТ (МИИТ) (e-mail: vpkupriyanovsky@gmail.com)

А.А.Климов – РУТ (МИИТ) (email: aaklimov1961@gmail.com)

О.Н.Покусаев - Центр цифровых высокоскоростных транспортных систем РУТ (МИИТ) (email: o.pokusaev@rut.digital)

Д.Е.Намиот - МГУ имени М.В. Ломоносова; РУТ (МИИТ) (e-mail: dnamiot@gmail.com)

Д.В. Катцын - РУТ (МИИТ) (email: kattzyn@center.rzd.ru)

В сфере транспорта «Физический Интернет (PI)» означает комбинацию цифровых транспортных сетей, которые развертываются для замены аналоговых дорожных сетей. Совместные автономные транспортные средства как новая модальность транспорта, мобильность как сервис, интернет вещей, 5G и блокчейн также служат техническими и интеллектуальными блоками его строительства. Многие новые и, крайне экономически привлекательные способы организации транспорта, такие как цифровые железные дороги и платонинг грузовых автомобилей уже находятся в стадиях развития, предполагающих масштабное развертывание, что, конечно, сдвинет модальности транспорта, не говоря уже о революционных возможностях новых видов транспорта, например, таких как Hyperloop.

В области логистики Физический Интернет - это открытая глобальная система логистики, основанная на физической, цифровой и операционной взаимосвязанности посредством инкапсуляции, интерфейсов и протоколов. Физический Интернет предназначен для замены существующих логистических моделей.

Архитектурно (цифровой) Интернет не передает информацию: он передает пакеты со встроенной информацией. Эти пакеты предназначены для простоты использования в цифровом Интернете. Информация в пакете инкапсулирована и не обрабатывается Интернетом. Заголовок пакета содержит всю информацию, необходимую для идентификации пакета и маршрутизации его в соответствии с пунктом назначения. Пакет создается для конкретной передачи и разбирается после достижения пункта назначения. Цифровой Интернет основан на протоколе, структурирующем пакеты данных независимо от оборудования. Таким образом, пакеты данных могут обрабатываться различными системами и проходить через различные сети: модемы, медные провода, оптоволоконные провода, маршрутизаторы и т. д.; локальные сети, глобальные сети и т. п.; Интранет, Экстранет, Виртуальные частные сети и т. д.

В свою очередь Физический Интернет задуман так, что он не манипулирует физическими вещами напрямую, будь то материалы, детали, товары или продукты. Он манипулирует исключительно контейнерами, которые специально разработаны для

физического Интернета и владельцы материальных ценностей инкапсулируют в них физические товары. Так как принципы построения физического интернета аналогичны цифровому интернету и на него опираются в своем развитии, то и названия их похожи, но архитектуры и развитие различны.

Видение физического интернета включает в себя упаковку товаров в интеллектуальные, экологичные и модульные контейнеры, начиная от размера морского контейнера до размера маленькой коробки. Таким образом, он обобщает морской контейнер, который успешно поддерживал глобализацию и формировал и формирует корабли, морские и речные порты, автомобили, железные дороги и распространяет контейнеризацию на логистические услуги в целом, фактически представляя собой почти готовую часть PI [9]. Физический Интернет перемещает границу частного пространства, чтобы быть внутри контейнера вместо склада или грузовика. Эти модульные контейнеры будут постоянно отслеживаться и маршрутизироваться, используя их цифровую взаимосвязь через Интернет вещей и иные цифровые технологии с учетом экономики энергетических затрат, связанных с энергетическим интернетом.

Физический Интернет инкапсулирует физические объекты в физические пакеты или контейнеры, называемые его основателями π -контейнерами, чтобы отличать их от текущих контейнеров. Эти π -контейнеры представляют, по замыслу создателей PI, стандартные, интеллектуальные, экологичные и модульные контейнеры. Они должны иметь модульные и стандартизированные во всем мире размеры, функций и крепления.

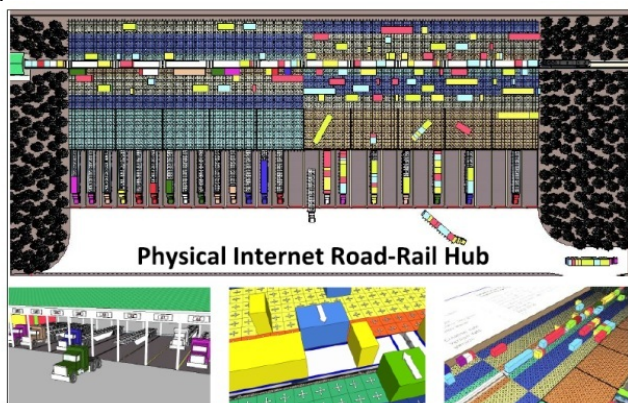


Рис. 1. Иллюстрирование возможности применения модульности унитарных и составных π -контейнеров для построения новых хабов железная дорога – автомобиль (источник – E.Ballot, IPIC2018)

π -контейнеры являются ключевыми элементами, обеспечивающими функциональную совместимость, необходимую для адекватного функционирования физического Интернета. Они должны быть спроектированы так, чтобы облегчить их обработку и хранение в физических узлах физического Интернета, а также их транспортировку между этими узлами и, конечно же, для защиты товаров. Они действуют как пакеты в цифровом Интернете. У них есть

информационная часть, аналогичная заголовку в цифровом Интернете. π -контейнеры инкапсулируют их содержимое, что делает их физическое содержание не относящимися к физическому Интернету так же как в цифровом. Точки переформирования π -контейнеров называются хабами и привязаны уже сегодня к логистическим узлам, формирование которых привязано к исторически сложившимся кластерам на базе естественных соединений различных видов транспорта и точек переформирования. Мы приводим пример проекта такого транспортного кластера на рисунке 1.

С физической точки зрения, π -контейнеры должны быть простыми в обращении, хранении, транспортировке, герметизации, привязке к конструкции, блокировке, погрузке, разгрузке, сборке и демонтаже.

С информационной точки зрения каждый π -контейнер имеет уникальный всемирный идентификатор, такой как MAC-адрес в сети Ethernet и цифровом Интернете. Этот идентификатор прикрепляется к каждому π -контейнеру как физически, так и в цифровом виде для обеспечения надежности и эффективности идентификации. Смарт-тег прикрепляется к каждому π -контейнеру в качестве агента, представляющего его. Это способствует обеспечению идентификации π -контейнера, целостности, маршрутизации, кондиционирования, мониторинга, прослеживаемости и безопасности через физический Интернет. Такая интеллектуальная маркировка позволяет распределенной автоматизации широкого спектра операций обработки, хранения и маршрутизации. Чтобы адекватно решать проблемы конфиденциальности и конкурентоспособности в Физическом Интернете, смарт-тег π -контейнера строго ограничивает доступ к информации для соответствующих сторон. Только информация, необходимая для маршрутизации π -контейнеров через Физический Интернет, доступна каждому.

Кажущаяся простота применения PI породила множество виртуальных (не реализованных) проектов преобразования транспортно-логистических узлов или хабов на принципах PI (рисунок 1). Были подробно описаны основания развития физического интернета (рисунок 2) и даже уважаемый журнал The Economist объявил о начале эры физического интернета в 2006 году (рисунок 3), но его эпоха пока еще не наступила в полном объеме.

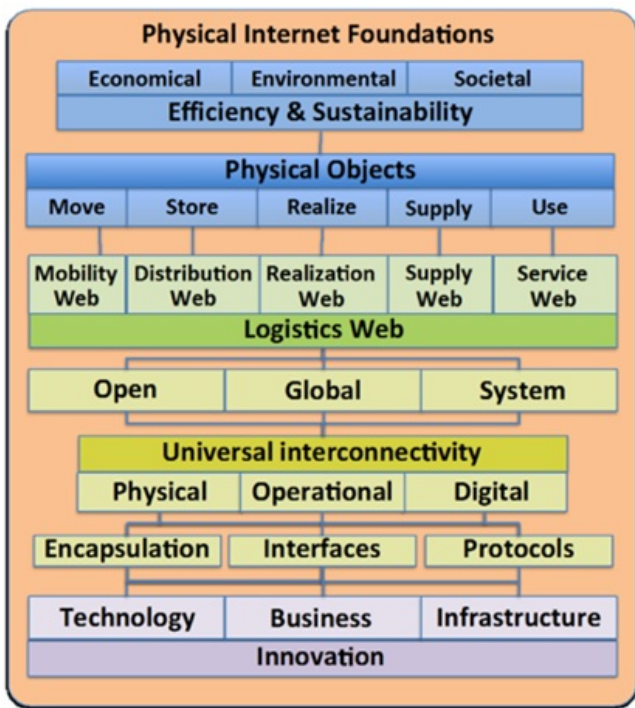


Рис. 2. Основания Физического интернета [10]



Рис. 3. Обложка журнала о физическом интернете The Economist 2006 года (источник - The Economist)

II. НЕОБХОДИМОСТЬ И ПРЕДПОСЫЛКИ ИЗМЕНЕНИЙ В ЛОГИСТИКЕ И ТРАНСПОРТЕ = ФИЗИЧЕСКИЙ ИНТЕРНЕТ

Отсутствие некоторое время реальных продвижений в части PI не является чем-то необычным. Многие сегодняшние передовые технологии были изобретены

очень давно. Так онтологии более 2500 лет, 3D принтеры были изобретены ранее уже давно забытых струйных принтеров, а основная сегодня рассматриваемая технология искусственного интеллекта уже давно на слуху из-за публичных поединков компьютера с шахматистами. Поэтому задержки с развитием физического интернета это далеко не исключение в технологическом развитии. Обычными причинами таких задержек является неготовность потребителя или бизнеса, основных и смежных технологических дисциплин, без развития которых технология не может полноценно экономически работать и, следовательно, быть широко распространенной.

Транспорт в целом сегодня трансформируется по одному сценарию введения цифровых технологий в системы управления движущимися единицами транспортных средств. Так в ЕС официально поддерживаются на уровне союза группы стандартов и системы управления для автомобильного транспорта ITS (ITS-C), для железнодорожного - ERTMS (ETCS), для управления самолетами - SESAR и т.д. Это необычайно важно, так как именно единые и прозрачные технологии управления транспортом не только создают в ЕС единый и безшовный рынок (что совпадает с политическими целями ЕС), но и существенно повышают емкость уже существующих транспортных активов и также существенно улучшают безопасность на транспорте (рисунок 4, [2-9]) и его пунктуальность. Так как в PI речь идет о перемещении материальных ценностей, то очень важными оказались технологии блокчейна [8,9], которую сегодня активно изучают в практике транспортных применений.

Для PI цифровые технологии создают возможности построения единой транспортной цифровой экосистемы, обеспечивающей переход от интермодальности к синхромодальности и к видимости перемещаемых единиц. Собственно, широкое распространение классического интернета началось тогда когда в связи (транспортной сети для интернета) сложились подходящие и экономические выгодные условия. Так как цифровые технологии на транспорте (рисунок 4) в своей реализации означают связь всюду (5G, например) то сроки их развертывания служат очень важными ориентиром для появления физического интернета, будучи его предпосылкой.



Рис. 4. Цифровые технологии на транспорте. Некоторые примеры (Источник – TNO)

Еще одной важной составляющей PI являются зрелые цепи поставок и управление ими, которое также строится на базе цифровых методов. Управление цепями поставок (англ. supply chain management, SCM) —

управленческая концепция и организационная стратегия, заключающаяся в интегрированном подходе к планированию и управлению всем потоком информации о сырье, материалах, продуктах, услугах, возникающих и преобразующихся в логистических и производственных процессах предприятия, нацеленном на измеримый совокупный экономический эффект (снижение издержек, удовлетворение спроса на конечную продукцию).

Концепция предложена в 1982 году Кейтом Оливером (англ. Keith Oliver), впоследствии развита и получила практическую реализацию с использованием прикладного программного обеспечения — систем управления цепями поставок. Цепочка ценности — обобщение концепции управления цепями поставок на все виды деятельности организации, фокусирующееся на понятии о добавленной стоимости на каждом этапе создания продуктов и услуг. Именно эти два понятия также составляют еще одну сторону возможностей развития PI.

Цепь поставок как процесс — это совокупность потоков и соответствующих им кооперационных и координационных процессов между различными участниками цепи создания стоимости для удовлетворения требований потребителей в товарах и услугах. В объектном смысле, цепь поставок — совокупность организаций (предприятий-изготовителей, складов, дистрибьюторов, 3PL- и 4PL-провайдеров, экспедиторов, оптовой и розничной торговли), взаимодействующих в материальных, финансовых и информационных потоках, а также потоках услуг от источников исходного сырья до конечного потребителя. Управление цепями поставок — систематическая деятельность по оптимизации цепей поставок.

Сегодня именно цепи поставок и цепочки ценности в наибольшей степени ставятся, например, Всемирным экономическим форумом как очень важная задача. Работы WEF целиком посвященные этому вопросу за 2018 – 2019 годы можно посмотреть в очень значительном для этой организации числе изданий [11 – 17, 20], часто затрагивающие связанные с этим вопросы [18,19,22].

Причина такого внимания WEF к развитию цепочек ценности логистики понятна. По мнению двух организаций ЕС ALICE и ERTRAC (речь о них будет дальше) за последние 10 лет произошли нулевые повышения факторов нагрузки и эффективности логистических перевозок (рисунок 5), что является сдерживающим фактором развития мировой экономики, предполагающим снижение затрат по всем составляющим цепочек ценности, определяющим прибыльности бизнесов.

От того когда будет реализован PI (данные приводились на конференции IPIC2018) могут быть потери или возможные прибыли 160 млрд. евро, на 1,3% возможно снижения углеродного следа CO₂, например, только в ЕС в год. Увеличение эффективности в логистических перевозках с технологиями PI возможно от 10% до 30% в логистическом секторе ЕС что равно снижению затрат европейской промышленности от 100 до 300 миллиардов евро ежегодно. Таким образом

разработка новых концепций логистики и цепочках поставок и инновации необходимы для более конкурентоспособных и устойчивых отраслей ЕС.

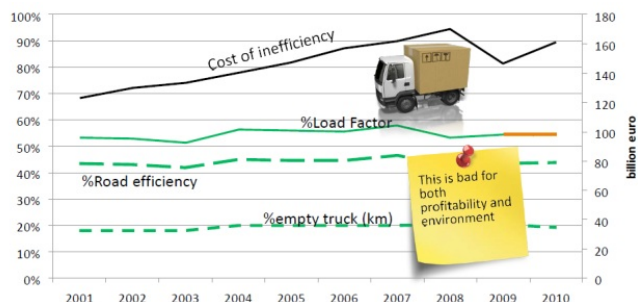


Рис. 5 . Состояние европейской логистики (источник - ALICE-ERTRAC 2019)

Невероятными темпами сегодня развивается часть цепей поставок последней мили - электронная коммерция (eCommerce) и особенно ее мобильная часть (рисунок 6). Региональная статика развития eCommerce еще больше впечатляет. Китай сегодня самый большой рынок eCommerce в мире в Q1 2018 он достиг 307 миллиардов долларов США и растет на 35 % в год. В США онлайн продажи в Q1 2018 достигли 123 миллиардов долларов США и растут на 16 % в год [23].

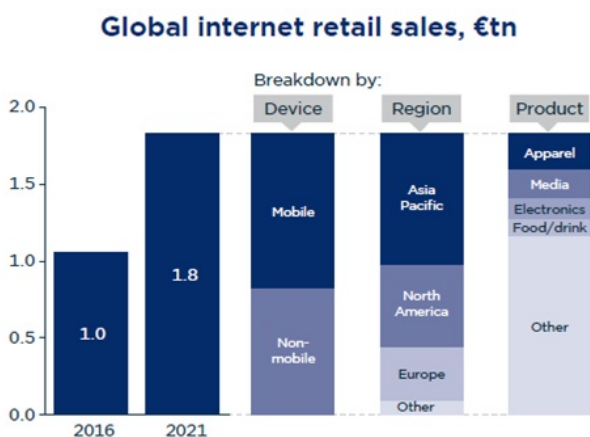


Рис. 6. Мобильная коммерция будет составлять более половины онлайн продаж к 2021 году [24].

Средний вес отгрузки, деленный на 4,5 поездки в день, за 16 лет во Франции изменился со 160 кг в 1988 году до 30 кг в 2004 году (Источник IFSTTAR 2013). Следуя этой динамике Pr. Eric Ballot на 5 международной конференции IPIC2018 [25] высказал вполне логичное предположение, что этот показатель буде в 2020 году составит 6,6 кг, а в 2030 году - 1,5 кг. В условиях таких фрагментированных перевозок в пространстве и времени, в логистике экономия от масштаба становится все труднее получить и нарастает необходимость внедрения PI.

На той же 5 международной конференции IPIC2018 компания Procter & Gamble Company (P&G) представила свои соображения о возможности оптимального по цене и выгодного для всех видов транспорта межмодального сдвига. Эти возможности отражены на рисунках 7 и 8. С синхромодальностью (как утверждает P&G) можно разорвать модальные

ограничения и полнее использовать их преимущества. Общая логистическая цена (транспортировки и инвентаризации) позволяет провести оптимизацию в сторону увеличения медленных модальностей с 20-30 % до 60-70 %. Так что физический интернет может оказаться очень нужным России, которая как раз и обладает эти медленными модальностями транспорта в нужном для развития мировой экономики пространстве между Азией и Европой.

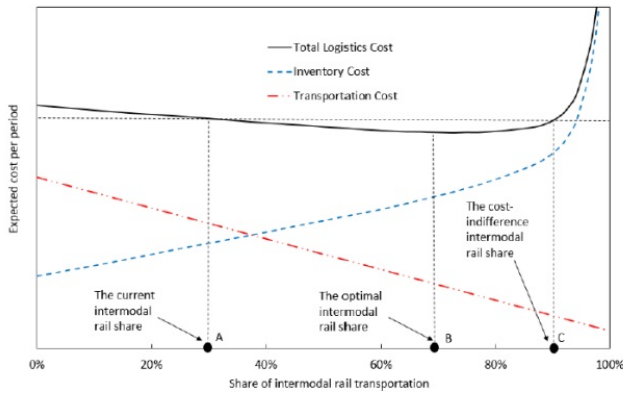


Рис. 7. Оптимальная и текущая доля железнодорожного транспорта (источник - P&G)



Рис. 8. Текущие доли модальностей транспорта при перевозках Европа – Китай (источник - P&G)

III. ЕВРОПЕЙСКИЙ ПОДХОД К ФИЗИЧЕСКОМУ ИНТЕРНЕТУ – ПРОЕКТ SETRIS КАК ИНТЕГРАЦИОННЫЙ ЕВРОПЕЙСКИЙ ПОДХОД

Логистика является ключевым стимулирующим сектором для европейской экономики. Она не только вносит около 14% в ВВП Европы, но и оказывает существенное влияние на качество производственного сектора и сферы услуг ЕС. Предполагается, что на логистику приходится от 10 до 15% конечной стоимости готовой продукции, таким образом, определение конкурентоспособности Европы по сравнению с другими регионами мира. Повышение эффективности на 10–30% в логистическом секторе ЕС потенциально может привести к снижению затрат на европейскую промышленность на 100–300 млрд. евро (IPIC2018 и [25]). В 2012 году шесть стран из топ-10 мировых логистических компаний были из ЕС, что означает потенциальное лидерство ЕС в этой области. Таким образом, эффективность в логистике является ключевым элементом для дальнейшего роста промышленной активности и торговли в глобальном масштабе.

В США, где также крайне обеспокоены конкуренцией в промышленной сфере [26,27,28,29], одним из самых важных факторов конкурентоспособности промышленности считают экономику цепей снабжения. Приведем цитату из [26]:

«Поставщики теперь составляют 50-70% от конечной производственной стоимости типичного производителя. Как производители США управляют своими цепочками поставок, это является ключом к офшорингу производства и станет ключом к восстановлению надежного производственного сектора».

Логистика и цепочки поставок развиваются в направлении более дешевого и более эффективного, но в то же время более специализированного и ориентированного на обслуживание сектора, поддерживаемого полной интеграцией и синхронизацией производственных, складских и транспортных цепочек, то есть интеграцией цепочки поставок [30]. Конечная задача, как считают в ЕС, будет состоять в том, чтобы сделать европейскую промышленность устойчивой за счет реального сектора логистики и цепочки поставок, ориентированного на людей, планету, прибыль, то есть сектора, который является экономически, экологическим и социально устойчивым, способствуя как конкурентоспособности отрасли, так и целям политики ЕС. Для реализации этих задач ЕС создает европейскую технологическую платформу по логистике добавленной стоимости в рамках проекта SETRIS [30], в котором считают что логистика это гораздо больше, чем просто транспорт.

Проект SETRIS объединяет 5 транспортных европейских технологических платформ (ETP) - автомобильные, железнодорожные, воздушные, водные и логистические - и различные члены в качестве партнеров в один консорциум, координируемый ECTRI (Европейская конференция институтов транспортных исследований) и университетом в Newcastle. SETRIS проект, финансируемый программой исследований и инноваций Horizon 2020 Европейской комиссии в рамках грантового соглашения № 653739, SETRIS стремится обеспечить согласованный и скоординированный подход к стратегиям исследований и инноваций для всех видов транспорта в Европе.

Нынешние инновационные дорожные карты для логистики на уровне ЕС [30] слишком узки по объему. Дорожные карты основаны главным образом на транспортных, информационных и коммуникационных технологиях или программах обеспечения безопасности, в них отсутствует достаточный вклад грузоотправителей и поставщиков логистических услуг, и поэтому они не учитывают факторы, которые являются ключевыми в достижении действительно устойчивой логистики. В частности, решения о масштабах, а также характере товарных потоков часто принимаются на уровне цепочки поставок грузоотправителями и / или изготовителями оборудования (являющимися владельцами перевозимых товаров), а не транспортным сектором. ETP в области логистики основана на признании необходимости всеобъемлющего взгляда на планирование и контроль логистики и цепочки поставок, в которых грузоотправители и поставщики

логистических услуг незаменимы и должны тесно сотрудничать для достижения эффективных операций логистики и цепочки поставок.

Европейская технологическая платформа по логистике нацелена на исследования и инновации в рамках Horizon 2020. Европейская транспортная и исследовательская политика все больше признает важность логистики для экономики и устойчивости транспорта. Об этом свидетельствует высокий уровень состава участников SETRIS.

Консорциум SETRIS обеспечивает сбалансированное представление всех видов транспорта, которые также включены в Белую книгу «Дорожная карта для единой европейской транспортной зоны - на пути к конкурентоспособной и ресурсоэффективной транспортной системе» [30]. Они приносят широкое разнообразие промышленного / коммерческого участия в проект, в свою очередь, помогая промышленности в подготовке к текущим разработкам в рамках дорожных карт, планов реализации и будущей политики и стратегии, вытекающих из этой Белой книги ЕС.

Все партнеры в консорциуме имеют четко определенные задачи и обязанности, а их технический и нетехнический опыт хорошо соответствует требованиям каждой из задач рабочего пакета. Опыт технической и совместной поддержки консорциума также укрепляется через сети ассоциированных партнеров каждой ЕТР и самой ЕСТРИ; они охватывают все виды транспорта и сквозные перевозки и логистику. Основные партнеры проекта, в дополнение к собственному опыту, представляют 5 связанных с транспортом ЕТР, а именно: WATERBORNE для морского транспорта, ERRAC для железнодорожного транспорта, ERTRAC для автомобильного транспорта, ACARE для воздушного транспорта и ALICE для грузовых перевозок и логистики. Эти партнеры будут опираться на опыт своих соответствующих членов ЕТР через уже хорошо зарекомендовавшие себя сети и группы экспертов [30].

В 2000 году Европейский совет представил концепцию ЕТР как инструмента укрепления европейского научно-исследовательского и инновационного пространства. Европейская комиссия официально одобряет ЕТР, в том числе те, которые работают в рамках SETRIS. Они выступают в качестве отраслевых форумов, нацеленных на определение среднесрочных и долгосрочных программ исследований в представленной области и разработку дорожных карт для достижения таких целей. Четыре транспортных сектора, а также отрасль логистики создали свои собственные ЕТР соответственно с 2000 по 2003 и 2013 годы, чтобы согласовать для каждого из них свои стратегические и исследовательские и инновационные повестки дня (SRIA) [30,31].

Четыре наземных транспортных ЕТР (ERRAC, ERTRAC, Waterborne и ALICE) подготовили совместную группу документов, в которых подчеркивается статус и необходимость сотрудничества между ними, что создает основу для объединения исследований и инноваций. Эти документы составляют дорожные карты ALICE [31], и мы их привели на рисунке 11. На нем показаны обложки выпущенных

совместных документов (по периметру), а центре рисунка 11 изображен физический интернет как поставленная цель развития к 2050 году в ЕС.

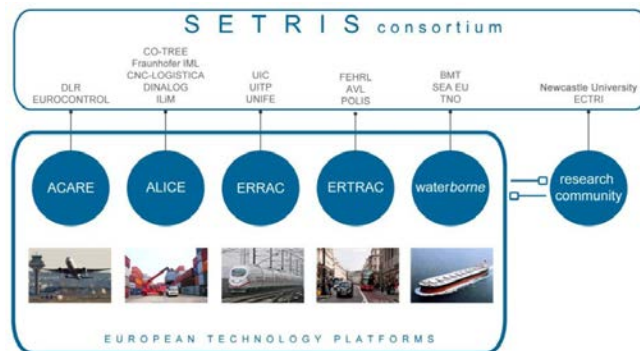


Рис. 9. Консорциум SETRIS [30]

Этот совместный подход уже определил на основе предыдущего сотрудничества три блока инноваций и исследований; 1) городская мобильность, 2) инновации в области мультимодальной транспортной инфраструктуры, 3) перевозки на дальние расстояния. Целью этих исследований является изменения текущего состояния логистических перевозок и с помощью физического интернета изменить экономику транспорта (о которой мы говорили выше) на новую, более эффективную (рисунок 11). Сегодня кроме ALICE в консорциум ЕТР имеющего целью физический интернет входят: ERTRAC, ERRAC (Shift2Rail), WATERBORNE и MANUFUTURE (FoF). Появление ЕТР MANUFUTURE (FoF), занимающегося Индустрией 4.0 отражает четкую связь (о которой было сказано выше) между цифровой промышленностью и ПИ. Как указывают некоторые авторы лучший логистический ответ на Индустрии 4.0 это физический интернет. Головное по ПИ ЕТР ALICE координирует несколько десятков проектов ЕС и о некоторых из них пойдет речь далее.



Рис. 10. Дорожные карты и их цели достижение физического интернета в ЕС к 2050 году ALICE [31]



Рис. 11. Цели применения физического интернета – загруженность всех видов транспорта (источник - ALICE)

Следуя [32], можно выделить две фазы эволюции физического интернета с 2004 по 2017 год: годы 2004 - 2012 (Физический Интернет, отсутствие интереса к понятию и возврат к его тематической области исследований) - когда концептуальные предположения физического интернета были разработаны и уточнены и 2013-2017 годы (возрождение Физического Интернета как будущей концепции эффективного управления цепями поставок) - когда концепция была внедрена (реализована) в логистической реальности.

Первый период Физического Интернета характеризуется ориентацией на его теоретические предположения, второй - характеризуется доминированием представления приложений и решений по реализации (пилотные проекты и в основном статус тематического исследования).

IV. ПРОЕКТ CLUSTERS 2.0 – НА ПУТИ К ФИЗИЧЕСКОМУ ИНТЕРНЕТУ И КОНФЕРЕНЦИЯ IPIC2018

Из множества проектов ЕС, так или иначе относящихся к теме PI, мы выбрали Clusters 2.0. Его полное название в терминах проектов Европы: «Открытая сеть гиперсвязанных логистических кластеров на пути к физическому интернету». Международная конференция по физическому интернету IPIC2018 проводилась в Европе в 2018 году (ранее большинство этих конференций было в США) и послужила своеобразным смотром достижений, путей развития и проблем PI в ЕС.

Clusters 2.0 (мы используем здесь и далее законченные и утвержденные итоги проекта в 2018 году [35-42]) в соответствии с техническим заданием будет использовать потенциал имеющихся европейских логистических кластеров для обеспечения устойчивой, эффективной и полностью интегрированной транспортной системы. Для этого он будет использовать открытую сеть логистических кластеров, работающих в рамках Ten-T [33,34], и поддерживать местное, региональное и европейское развитие, сохраняя при этом нейтрализуя локальные воздействия, на такие аспекты как заторы, шум, землепользование и местные уровни загрязнения.

Реализация проекта Clusters 2.0 предполагает, и текущая реализация показывает возможности:

- оптимального использования открытой сети логистических кластеров;

- усиленное продвижение к лучшей координации между субъектами логистики в кластерах;

- и улучшение координации и взаимодействия между европейскими логистическими кластерами.

Логистические кластеры становятся создателями прибыльности (ценности) для регионов, где они формируются, где сочетаются хорошие интермодальные соединения, логистические платформы и большие объемы грузов - как в случае с Сарагосой (PLAZA), Дуйсбургом (Дуйспорт), Лиллом (Dourges), Болоньей (Интерпорто) или Лондоном (Хитроу). После того, как кластер логистики хорошо зарекомендовал себя, масштаб создает доверенный круг, увеличивающий доступность интермодальных соединений и услуг с добавленной стоимостью: совместная упаковка, поздняя дифференциация продукта, оптимизация заполнения транспортных средств и связи последней мили с городами. В пилотах Clusters 2.0 сокращаются затраты времени на транспортировку, транспортировку и обработку, сокращаются общие выбросы и использование энергии. Зрелые логистические кластеры представляют собой актив для своего конкретного региона, поскольку они являются генераторами роста, занятости и конкурентоспособности, укрепляют его экономический и социальный статус.

Однако хорошо зарекомендовавшие себя кластеры логистики по-прежнему не используют весь свой потенциал с точки зрения конкурентоспособности и устойчивости для европейской промышленности и общества по нескольким причинам:

- Недостаточная координация между местными участниками кластера и уровень внедрения PI,

- Недостаточно возможностей подключения и координации между европейскими логистическими кластерами, чтобы максимизировать полный сетевой потенциал кластеров и связанных с ними узлов.

Кроме того, логистические кластеры также должны решать и минимизировать негативные последствия, такие как заторы, шум, землепользование и местное загрязнение.

Перечень мероприятий, которые предлагается в рамках проекта CLUSTERS 2.0 в кратком изложении выглядит следующим образом:

- Создание CargoStream - общеевропейское сообщество для обмена и сотрудничества по работе с грузом (спрос)

- Разработку новых модульных модулей загрузки и инновационных технологий обработки и перегрузки для ускорения процессов обработки в кластерах для дорожных и интермодальных режимов,

- Расширенные услуги со стороны предложения, представляющие концепцию бесконтактных терминальных сетей (PTN), обеспечиваемых расширенной информацией и управлением активами

- Оптимизированная передача обслуживания и управление активами через услуги реального времени на складах и терминалах

- Недавно разработанные модели управления, представляющие роль нейтрального агента, формирующего основу для новых бизнес-моделей

- Регулирование и политика, усиливающие настройку совместной кластерной среды

В течение следующих 2 лет (один год уже прошел) в рамках проекта будут развернуты сложные мероприятия для решения важных задач, таких как:

- Увеличение взаимодействия, производительность и координацию терминалов и концентраторов в кластерах.
- Достижение значительного продвижения вперед в показателях европейского транспорта через гиперсвязную сеть логистических узлов и кластеров.
- Разработка недорогих, малозатратных и инвестиционно-интенсивно совершенных решений по обработке и перевалке грузов.

Логистические кластеры по-прежнему не используют весь свой потенциал. Проект Clusters 2.0 взял на себя эту задачу и включил в себя все различные заинтересованные стороны, которые будут задействованы в конкретных бизнес-ситуациях, поэтому ценность разработок Clusters 2.0 продемонстрирована для всех заинтересованных сторон, участвующих в логистической цепочке. Одним из факторов успеха проекта является проверка и демонстрация бизнес-кейсов с использованием открытой сети логистических кластеров.

Чтобы достичь этого, Clusters 2.0 включает в себя множество организаций, ролей и компетенций, необходимых для достижения успеха в этой большой задаче. Стоит подчеркнуть, что многие различные отличительные ключевые роли и компетенции охватываются реализацией проекта 29 Clusters 2.0 и сети партнеров Clusters 2.0.

Приведем некоторые иллюстративные материалы сказанного. Так в таблице 1 приводится обзор разработанности физических интерфейсов PI, связанных с NMLU или возможностей и удобства перегрузки между видами транспорта и транспортом и производством. Для хорошего зрительного восприятия таблица построена по принципу светофора.

Проект Clusters 2.0 движется прагматичным путем использования уже зарекомендовавших себя технологий. Наряду с изысканиями возможностей «вмонтированного» маленького NMLU проводятся изыскания по возможностям модернизации поддонов (рисунок 12), которые уже сегодня держат на своих «плечах» логистический мир (рисунок 13). Количество находящихся в использовании поддонов (9 млрд. экземпляров), конечно, впечатляет (рисунок 14), как и предложения по созданию нового поколения «цифровых поддонов» для видимости и экономичности применения PI (рисунок 15).

Таблица 1 . Обзор интерфейсов, связанных с NMLU (источник - Clusters 2.0)

from	exchange	to	Transshipment unit	Handling Equipment	Usability of NMLU
			Container	Reach stacker, gantry crane, rubber mounted gantry crane	
			Container	Reach stacker, gantry crane, rubber mounted gantry crane	
			Container	Reach stacker, gantry crane, stacker, forklift	
			Container	Reach stacker, forklift, container mover	
			Handling Unit	Reach stacker, forklift	
			Container, Swapbody, Handling Unit	Forklift, pallet truck (electric), hand pallet truck	
			Handling Unit	Forklift, pallet truck (electric), hand pallet truck	
			ULD, Handling Unit	Special equipment	

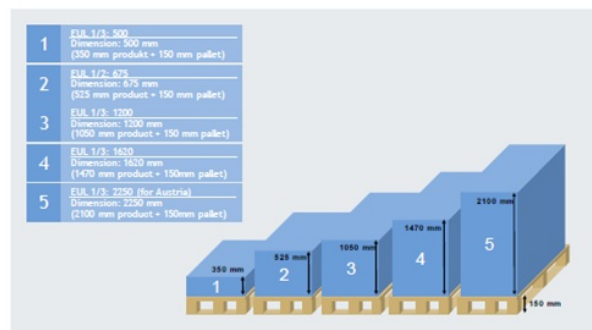


Рис. 12. EUL-рекомендация для высот поддонов при транспортировке и складировании (источник - Clusters 2.0)

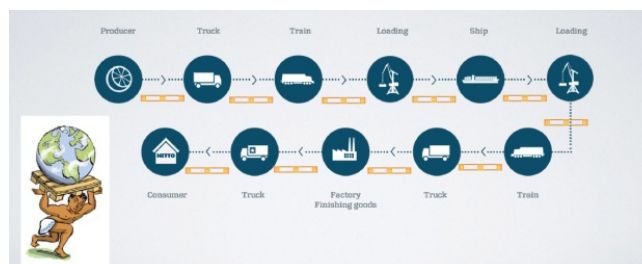


Рис.13. Полеты держат логистический мир на себе (Источник - AHRMA, IPIC2018)

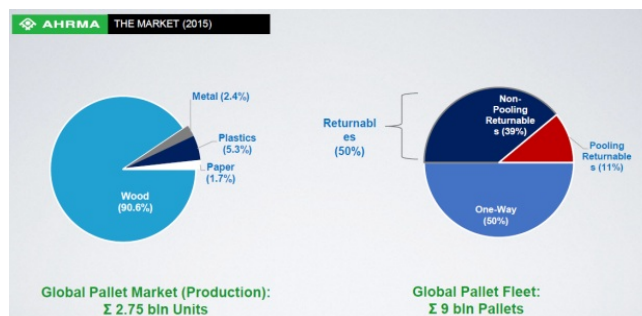


Рис. 14. Глобальный рынок полет (2015 год источник - AHRMA, IPIC2018)



Рис. 15а. Умная полета в цепях поставки, обеспечивает видимость на каждом этапе и длительность повторного использования (источник - AHRMA, IPIC2018)

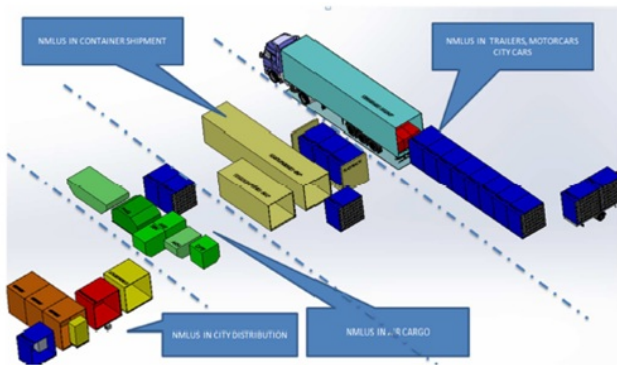


Рис. 15b. Обзор возможностей «вмонтированного» маленького NMLU, который помещается в морской контейнер или трейлер (источник - Clusters 2.0)

Отдельно стоит сказать о новых возможностях перегрузки существующих контейнеров, которые, как и полеты, уже фактически являются частью физического интернета. На рисунке 16 показан вариант устройства перемещающего контейнеры с железнодорожных платформ на грузовые автомобили (или наоборот) находящиеся рядом с железнодорожными путями асфальтированные площадки примерно за 3 минуты.



Рис. 16. ContainerMover 4000 для контейнеров грузоподъемностью от 20 до 45 тонн и весом до 34 тонн (источник - Clusters 2.0)

Вместе с тем уже в марте 2019 должен быть показан умный автономный одиночный вагон [46]. Автономные одиночные вагоны, которые имеют доступ к любой доступной железнодорожной траектории: это будущее

железнодорожных перевозок, считают специалисты из Нидерландов. Эти вагоны сделают железные дороги такими же гибкими, как и автомобильные [46], и это также может драматически изменить судьбу PI и сроки его реализации. Впрочем, есть и гораздо более радикальные предложения.

Высокую скорость и низкое энергопотребление предлагали структуры партнерские компании Hyperloop в ЕС на конференции IPIC2018. По их мнению в этом случае транспортные средства перемещаются внутри трубы, что создает идеальные условия для обогащения существующей инфраструктуры, и Hyperloop может быть реализован для PI с самым низким энергопотреблением (рисунок 17). Hardt Hyperloop резонно указывает, что Hyperloop - это комбинация надежных и проверенных решений (рисунок 18) и предлагает два эскизных варианта реализации в ЕС на базе железных дорог (рисунок 19) и автомобильных трасс (рисунок 20).

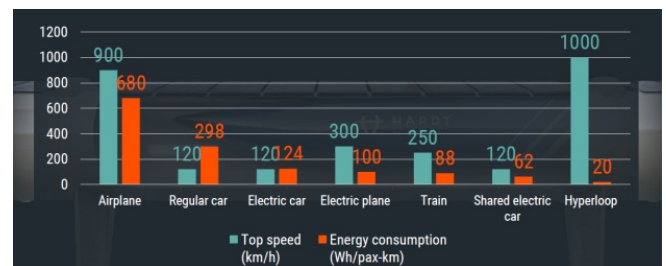


Рис. 17. Сравнение скоростей и энергопотребления различными видами транспорта (источник – Hardt Hyperloop, IPIC2018)

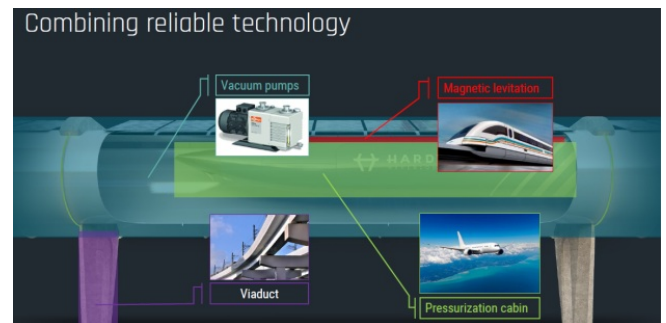


Рис. 18. Hyperloop как комбинация надежных и проверенных решений (источник – Hardt Hyperloop, IPIC2018)

На конференции IPIC2018 Hardt Hyperloop предложила рассмотреть преобразование базовой сети TEN-T (о ней речь шла выше) и создать высокоскоростную магистраль сеть Физического Интернета на базе 50.000 км железной дороги TEN-T полностью за 25 лет. Учитывая, что крупнейшая европейская железнодорожная компания DB (немецкие железные дороги) одна из партнерских компаний европейского проекта Hyperloop, эта идея не кажется фантастикой.

Следует сказать, что морские порты, по сути, очень активны в продвижении PI, и у многих из них есть отдельные программы на этот счет в рамках концепции умный порт. Есть отдельные исследовательские задачи

видимости [43], но если считать с момента внедрения контейнеров в морские перевозки, то тогда физическому интернету в этом процессе уже 50 лет [44].



Рис. 19. Вариант реализации транспортной системы Hyperloop на базе инфраструктуры железных дорог (источник – Hardt Hyperloop, IPIС2018)



Рис. 20. Вариант реализации транспортной системы Hyperloop на базе инфраструктуры автомобильных дорог (источник – Hardt Hyperloop, IPIС2018)

Тем не менее, есть основания для более активного развития открытых сетей PI и стандартизации транспортных единиц. Текущий процесс с различными типами поддонов, а также с бумажными / деревянными ящиками, которые часто используются только один раз, может быть улучшен за счет большей стандартизации ящиков, которые можно легко объединить в полный морской контейнер в рамках реализации концепции физического интернета.

Благодаря альянсам и обмену слотов, судоходные линии становятся ближе к идее открытой сети доставки. Порталы бронирования уже стремятся предложить все доступные варианты доставки, независимо от того, кто является перевозчиком.

Такое развитие событий может иметь ограниченное влияние на сегмент рынка «полная загрузка контейнера», где импортеры и экспортеры имеют достаточный груз для заполнения всего контейнера и могут легко выбрать лучшего поставщика услуг.

Процитируем [45]: «Тем не менее, для сегмента «меньше, чем контейнерная нагрузка», сегмента, который быстро вырос за счет роста электронной торговли, такая система может стать важным следующим шагом. В тех случаях, когда контейнеризация позволила экспортировать относительно небольших производителей (например, банановым производителям, которым при контейнеризации больше не нужно объединять грузы с другими для заполнения всего судна), «физический Интернет» может еще больше уменьшить масштаб, необходимый для конкурентоспособных по стоимости поставок, по существу размера коробки.

Не требуя наличия хрустального шара, этот шаг может оказать существенное влияние на то, как ведется торговля. В этом контексте партнерство между Maersk и Alibaba следует рассматривать как еще один шаг на пути к модели «физического интернета» грузовых перевозок».

Логистика последней мили, которую все-равно надо реализовать в рамках соглашения Maersk и Alibaba, является наименее эффективным этапом цепочки поставок и составляет до 28% от общей стоимости доставки. Разнообразные бизнес-модели совместной экономики быстро появляются и растут по всему миру, изменяя способ, которым услуги традиционно предоставлялись и потреблялись. Они обусловлены технологическими, экономическими и социальными факторами. Среди возможных стратегий, которые могут быть реализованы для предоставления услуг быстрой доставки, есть краудсорсинговая логистика. Краудсорсинговая логистика определяется как аутсорсинг логистических услуг для массы участников [47].

Фактически, информационные технологии превратили пассивных потребителей в активных участников услуг. В частности, массовая логистика позволяет любому легко обмениваться продуктами, услугами или другими ресурсами со своими коллегами. Возможность выполнять сопоставления между предложениями и запросами на рынке, доступном для широкого сегмента общества, позволяет добиться эффекта масштаба и высокой эффективности за счет повышения уровня использования ресурсов.

Поэтому многими участниками варианты использования решений логистических компаний и расценивались как временные и не имеющие серьезных экономических перспектив без стандартизации физической части PI, как это уже фактически предлагает в маркировке единиц PI GS1, который так же как, например, упомянутый DB, был активным участником IPIС2018.



Рис. 21. Мобильный логистический хаб (источник UPS, IPIC2018)



Рис. 22. Варианты собственных контейнеров PI (источник DHL, IPIC2018)

На IPIC2018 был представлен фактически завершенный успешно проект двух университетов Китая (Shenzhen University, The University of Hong Kong) по доставке фурнитуры в Китае для компании производителя музыкальных инструментов. Ученым удалось не только спроектировать и запатентовать специальный грузовик физического интернета для этих целей (рисунок 23), но и добиться впечатляющих экономических результатов (таблицы 2 и 3).

PI Vehicle

* China Patent in Progress 2017.07.01

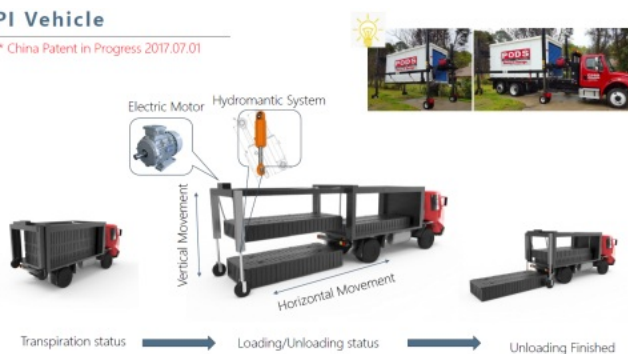


Рис. 23. Специализированный грузовик физического интернета (источник - Hao Lao, Siyu Tian& Xing T.R.Kong Shenzhen University, The University of Hong Kong, IPIC2018)

Таблица 2. Расчет затрат на реализацию в проекте доставка фурнитуры в Китае (источник - Hao Lao, Siyu Tian&Xing T.R.Kong Shenzhen University, The University of Hong Kong, IPIC2018)

Equipment	Quantity	Unit Price(RMB)	Total Cost(RMB)
Cost of PI enabled Vehicle Development	10	100,000	1,000,000
Cost of PI enabled Container	50	5,000	250,000
Total			1,250,000

Таблица 3. Возвратность инвестиций в проекте доставка фурнитуры в Китае (источник - Hao Lao, Siyu Tian& Xing T.R.Kong Shenzhen University, The University of Hong Kong, IPIC2018)

V. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Пока контейнеры и грузовики в логистике пусты на 40-50% во многих странах мира идеи физического интернета будут развиваться. Физический Интернет - это представление о том, как физические объекты могут перемещаться через набор процессов, процедур, систем и механизмов из исходной точки в желаемое место назначения, аналогично тому, как Интернет перемещает пакеты информации с одного хоста на другой.

Роль логистических центров может значительно возрасти, исходя из сложившейся сегодня фактической кризисной ситуации. Логистический центр объединяет уровни, состоящие из разных сетей, а переход из сети или уровня в другой происходит в логистических узлах. Рост городов и необходимость в них физических изменений уже вызывает необходимость создания разнообразных логистических хабов от строительных до продуктовых.

Как в цифровом интернете, так и в физическом интернете, важность кластерных хабов (рисунок 24) имеет решающее значение: например, они могут быть созданы также как электронная почта, в которой пакеты плавно переходят от отправителя к получателю через разные хабы, используя адресацию своего собственного информационного пакета. Также контейнеры и меньшие, чем они, стандартизированные транспортные единицы, могут перемещаться таким же образом в будущей транспортной системе. В концентраторах эти пакеты могут передаваться из сети в другую, и физически достижимые ресурсы и пропускная способность транспортной системы тогда могут гибко использоваться во всем мире. Это существенно изменит наш мир. И как это произошло в цифровом Интернете, физический Интернет откроет множество новых бизнес-возможностей и даст возможность использовать новые бизнес-модели (рисунок 25).

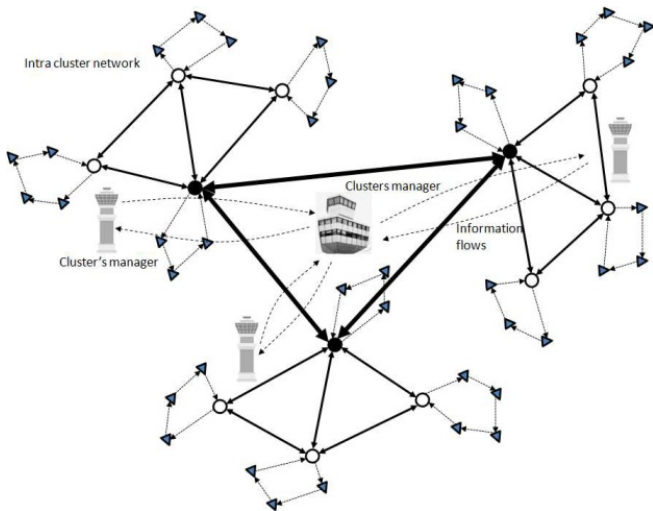


Рис. 24. Иерархическая совместная распределенная сеть гиперсвязанных логистических кластеров (источник - Clusters 2.0)

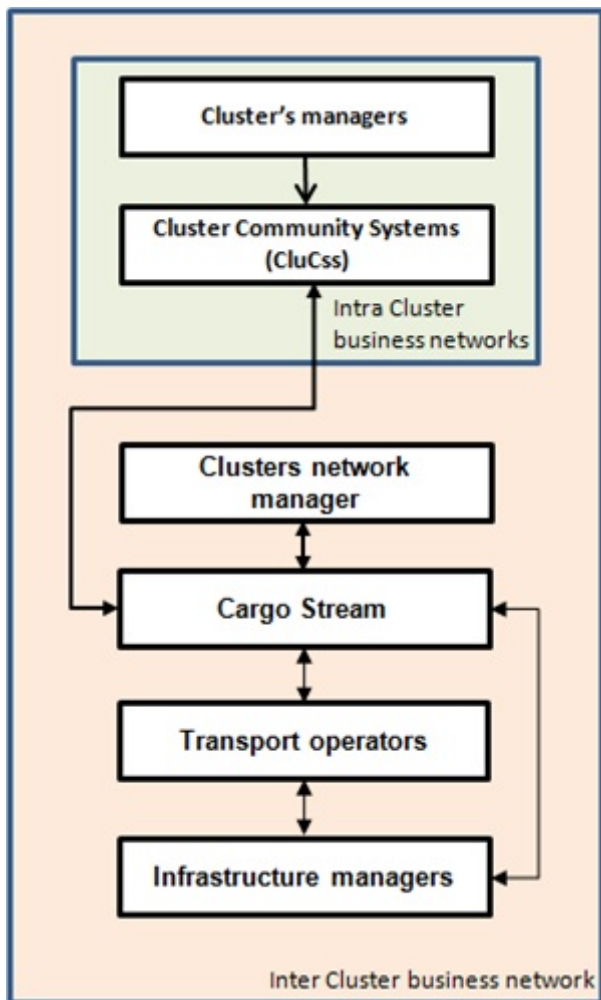


Рис. 25. Межкластерная совместная бизнес-сеть (источник - Clusters 2.0)

Внедрение новой инфраструктуры, такой как Физический Интернет, порождает интенсивную волну инновационных изменений в бизнес-моделях. В настоящее время фирмы могут использовать свою асимметрию для дальнейшего создания ценности. Электричество, становящееся частью энергетического интернета и цифровой интернет изменили игру так же, как ее изменит и Физический Интернет.

Таким образом, Физический Интернет вызовет изменение на несколько порядков, поскольку эта инфраструктура и бизнес-модели будут продолжать влиять друг на друга. Мы сталкиваемся с такой радикальной революцией, как интернет-революция. Многие фирмы воспользуются случаем, чтобы улучшить свой спектр, который простирается от улучшения существующей бизнес-модели до радикального их изменения, и для начинающих предпринимателей, которые могут изобретать новые, открывается огромный простор возможностей и способы создания ценности через Физический интернет, чтобы совершенствовать собственную логистическую сеть для достижения наивысшего уровня эффективности.

Невозможно улучшить цепочку поставок PI без надежного инструмента GPS-отслеживания. Эта информация является ключевой для оптимизации PI. Кроме этого необходима и другая информация.

Как только данные собраны, они должны быть обработаны. В нашем случае доставка, описанная на цифровом языке, приводит к серии точек (пар координат). Это довольно тяжело для обработки. Зачастую требуются для этого нейронные алгоритмы для сжатия данных, чтобы иметь возможности работать уже сегодня. Этот инструмент картографирования логистических путей позволяет обрабатывать данные, чтобы получить карту с учетом времени для всех текущих поставок. Когда есть данные и эффективные инструменты для их обработки оптимизация поставок может начаться в рамках PI.

Огромная роль применения цифровых решений на транспорте и в логистике подчеркивается и ITF OECD [49]: «...затраты на строительство интеллектуальных автомагистралей в среднем на 40% ниже, чем для традиционных схем расширения, с уменьшенным воздействием на окружающую среду и более быстрым временем завершения». В реализации этих решений цифровых транспорта и логистики свою роль будет играть блокчейн [50], и перестройка привычных сегодня схем неизбежна [51].

Однако как нам представляется нарастающее взаимодействие между собой цифрового интернета, интернета вещей энергетического интернета с физическим интернетом будет определять пути этих изменений (рисунок 26).

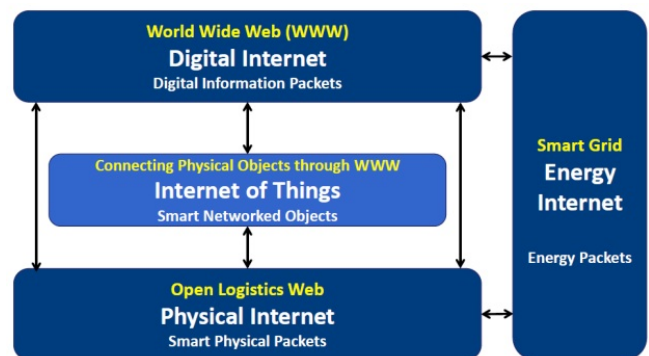


Рис. 26. Контекстуализация физического интернета [48].

БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] Куприяновский В. П. и др. На пути к энергетическому Интернету: новые регуляции, бизнес модели, экономические и технические предпосылки //International Journal of Open Information Technologies. – 2019. – Т. 7. – №. 3.
- [2] Лазуткина В. С. и др. Экономические эффекты автономных (беспилотных) автомобилей //International Journal of Open Information Technologies. – 2019. – Т. 7. – №. 2.
- [3] Соколов И. А. и др. Проекты цифрового транспорта с глобальными навигационными спутниковыми системами-путь к построению интегрированных систем цифрового транспорта //International Journal of Open Information Technologies. – 2019. – Т. 7. – №. 1..
- [4] Шаклеин А. Г. и др. Мотивы внедрения автономных (беспилотных) автомобилей в ЕС и США //International Journal of Open Information Technologies. – 2019. – Т. 7. – №. 1.
- [5] Намиот Д. Е., Покусаев О. Н., Куприяновский В. П. ШАБЛОНЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИЙ //Международный научный журнал «Современные информационные технологии и ИТ-образование». – 2018. – Т. 14. – №. 3. – С. 756-761.
- [6] Климов А. А. и др. АРХИТЕКТУРА АВТОНОМНЫХ (БЕСПИЛОТНЫХ) АВТОМОБИЛЕЙ И ИНФРАСТРУКТУРА ДЛЯ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ //Международный научный журнал «Современные информационные технологии и ИТ-образование». – 2018. – Т. 14. – №. 3. – С. 727-736.
- [7] Покусаев О. Н. и др. МИРОВОЙ РЫНОК АВТОНОМНЫХ (БЕСПИЛОТНЫХ) АВТОМОБИЛЕЙ //Международный научный журнал «Современные информационные технологии и ИТ-образование». – 2018. – Т. 14. – №. 3. – С. 737-747.
- [8] Куприяновский В. П. и др. Технологии трансграничных цифровых сервисов в ЕС, формализованные онтологии и блокчейн //International Journal of Open Information Technologies. – 2018. – Т. 6. – №. 7.
- [9] Kupriyanovsky Y. et al. Smart container, smart port, BIM, Internet Things and blockchain in the digital system of world trade //International Journal of Open Information Technologies. – 2018. – Т. 6. – №. 3. – С. 49-94.
- [10] Montreuil B, J.F. Rougès, Y. Cimon, D. Poulin (2012): The Physical Internet and Business Model Innovation, Technology Innovation Management Review, <http://timreview.ca/article/566>, 32-37
- [11] System Initiative on Shaping the Future of International Trade and Investment Global Value Chain Policy Series Competition WEF 2018
- [12] System Initiative on Shaping the Future of International Trade and Investment Global Value Chain Policy Series Environment WEF 2018
- [13] System Initiative on Shaping the Future of International Trade and Investment Global Value Chain Policy Series Introduction WEF 2018
- [14] System Initiative on Shaping the Future of International Trade and Investment Global Value Chain Policy Series Investment WEF 2018
- [15] System Initiative on Shaping the Future of International Trade and Investment Global Value Chain Policy Series Services WEF 2018
- [16] System Initiative on Shaping the Future of International Trade and Investment Global Value Chain Policy Series Taxation WEF 2018
- [17] System Initiative on Shaping the Future of International Trade and Investment Global Value Chain Policy Series Regulatory Coherence WEF 2018
- [18] Delivering the Goods: E commerce Logistics Transformation WEF 2018
- [19] Shaping the Sustainability of Production Systems: Fourth Industrial Revolution technologies for competitiveness and sustainable growth. In collaboration with Accenture Strategy WEF 2019
- [20] Supply Chain 4.0: Global Practices and Lessons Learned for Latin America and the Caribbean, WEF, IDB 2019
- [21] Dialogue Series on New Economic and Social Frontiers Shaping the New Economy in the Fourth Industrial Revolution Centre for the New Economy and Society WEF 2019
- [22] Agile Cities Preparing for the Fourth Industrial Revolution, Global Future Council on Cities and Urbanization, WEF 2018
- [23] China`s next retail disruption: End-to-end value chain digitalization, PwC 2018
- [24] Transforming the Last Mile Emerging innovations and solutions in the challenging world of customer-centric logistics, GS1 2018
- [25] 5th International Physical Internet Conference. Bringing Physical Internet to life. IPIC2018 Copyright © 2018 University of Groningen www.pi.events
- [26] ENSURING AMERICAN MANUFACTURING LEADERSHIP THROUGH NEXT-GENERATION SUPPLY CHAINS, JUNE 2017, MForesight: Alliance for Manufacturing Foresight
- [27] America`s Next Manufacturing Workforce, Promising Practices in Education and Skills Building, A report of the MForesight Education and Workforce Development Working Group July 2017, MForesight: Alliance for Manufacturing Foresight
- [28] Manufacturing High Entropy Alloys, Pathway to Industrial Competitiveness September 2018, MForesight: Alliance for Manufacturing Foresight
- [29] Metamaterials Manufacturing, Pathway to Industrial Competitiveness April 2018, MForesight: Alliance for Manufacturing Foresight
- [30] SETRIS <http://newrail.org/setris/>
- [31] ALICE <http://www.etp-logistics.eu/>
- [32] Domański R., Adamczak M., Cyplik P., 2018. Physical internet (PI): a systematic literature review. LogForum 14 (1), 7-19. <http://dx.doi.org/10.17270/J.LOG.2018.269>
- [33] А.А.Климов, В.П.Куприяновский, П.В.Куренков, О.Н.Мадяр Цифровые транспортные коридоры для перевозок грузов и пассажиров. Вестник транспорта 10/2017 С. 26-30.
- [34] А.А.Климов, В.П.Куприяновский, П.В.Куренков, О.Н.Мадяр Цифровые транспортные коридоры для

- перевозок грузов и пассажиров Вестник транспорта 11/2017 С. 15-28
- [35] Clusters 2.0 D1.1 Market & Business Ecosystem Analysis Clusters 2.0 2018
- [36] Clusters 2.0 D1.4 Exploitation-Handbook 3 Clusters 2.0 2018
- [37] Clusters 2.0 D2.4 Cluster Community-System Tool first version Clusters 2.0 2018
- [38] Clusters 2.0 D.3.2 CNI API Description Clusters 2.0 2018
- [39] Clusters 2.0 D3.1 CNI Description of the minimal data set, Clusters 2.0 2018
- [40] Clusters 2.0 D.4.1 Specification sheet of designated NMLU, Clusters 2.0 2018
- [41] Clusters 2.0 D.4.4. Reliable train-truck horizontal transshipment Prototype – Interim Evaluation Report, Clusters 2.0 2018
- [42] Clusters 2.0 D3.3 Collaboration methodology within logistics clusters, Clusters 2.0 2018
- [43] Rowoon An, Visibility in Physical Internet Port. Use-Case Driven Conceptual Design of Information Flows to Track and Trace Modular Containers in Terminal Operating System in PI-Port. Delft University of Technology, Master of Science In Complex of System Engineering Management, December 18, 2017
- [44] THE OFFICIAL MAGAZINE OF THE PORT OF HAMBURG, MARCH 2018, 50 YEARS OF CONTAINERS
- [45] Physical Internet
<https://www.porteconomics.eu/2017/03/28/the-analyst-shipping-and-the-physical-internet/>
- [46] Autonomous wagon
<https://www.railfreight.com/railfreight/2019/01/29/autonomous-wagon-ready-to-hit-the-track-in-the-netherlands/?gclid=accept>
- [47] Brian Odongo, How crowdsourcing is transforming the face of last mile delivery ‘Crowd logistics’, Bachelor’s thesis Technology, communication and transport Degree Programme in Logistics Engineering ,JAMK Finland, May 2017
- [48] Quim Arnau Ortega, Applications of Metaheuristics to the Physical Internet, Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) – BarcelonaTech in collaboration with Universitat Oberta de Catalunya (UOC), Bachelor’s Degree Thesis 2018
- [49] Smart Use of Roads Research Report OECD / ITF 2019
- [50] Tomorrow’s Value Chain How blockchain drives visibility, trust and efficiency 2017 The Consumer Goods Forum and IBM. All Rights Reserved.
- [51] REINVENTING THE SUPPLY CHAIN WITH AI INTELLIGENT SUPPLY CHAIN THE POWER OF AI 2018 www.accenture.com/ai-for-business-transformation

On the way to the physical Internet: industry, logistics, and e-commerce 4.0. European option

Vasily Kupriyanovsky, Alexander Klimov, Oleg Pokusaev, Dmitry Namiot, Dmitry Katzin

Abstract – This article focuses on the physical Internet. In the field of transport, “Physical Internet” means a combination of digital transport networks that are being deployed to replace analog road networks. Architecturally (digital) the Internet does not transmit information: it transmits packets with embedded information. These packages are designed for ease of use in the digital Internet. The information in the package is encapsulated and not processed by the Internet. In turn, the Physical Internet is conceived in such a way that it does not manipulate physical things directly, be it materials, parts, goods or products. It manipulates only containers that are specifically designed for the physical Internet and the owners of wealth encapsulate physical goods in them. The vision of the physical Internet includes the packaging of goods in intelligent, eco-friendly and modular containers, ranging from the size of a shipping container to the size of a small box. Thus, he summarizes the sea container, which successfully supported globalization and formed and forms ships, sea and river ports, cars, railways and extends containerization to logistics services in general.

Keywords – Physical Internet, Industry 4.

REFERENCES

- [1] Kupriyanovskij V. P. i dr. Na puti k jenergeticheskomu Internetu: novye reguljaccii, biznes modeli, jekonomicheskie i tehnicieskie predposylki //International Journal of Open Information Technologies. – 2019. – T. 7. – #. 3.
- [2] Lazutkina V. S. i dr. Jekonomicheskie jeffekty avtonomnyh (bespilotnyh) avtomobilej //International Journal of Open Information Technologies. – 2019. – T. 7. – #. 2.
- [3] Sokolov I. A. i dr. Proekty cifrovogo transporta s global'nymi navigacionnymi sputnikovymi sistemami-put' k postroeniju integrirovannyh sistem cifrovogo transporta //International Journal of Open Information Technologies. – 2019. – T. 7. – #. 1..
- [4] Shaklein A. G. i dr. Motivy vnedrenija avtonomnyh (bespilotnyh) avtomobilej v EC i SShA //International Journal of Open Information Technologies. – 2019. – T. 7. – #. 1.
- [5] Namiot D. E., Pokusaev O. N., Kupriyanovskij V. P. ShABLONY ISPOL"ZOVANIJA ZheLEZNODOROZHNYH STANCIJ //Mezhdunarodnyj nauchnyj zhurnal «Sovremennye informacionnye tehnologii i IT-obrazovanie». – 2018. – T. 14. – #. 3. – S. 756-761.
- [6] Klimov A. A. i dr. ARHITEKTURA AVTONOMNYH (BESPILOTNYH) AVTOMOBILEJ I INFRASTRUKTURA DLJa IH JeKSPLUATACII //Mezhdunarodnyj nauchnyj zhurnal «Sovremennye informacionnye tehnologii i IT-obrazovanie». – 2018. – T. 14. – #. 3. – S. 727-736.
- [7] Pokusaev O. N. i dr. MIROVOJ RYNOK AVTONOMNYH (BESPILOTNYH) AVTOMOBILEJ //Mezhdunarodnyj nauchnyj zhurnal «Sovremennye informacionnye tehnologii i IT-obrazovanie». – 2018. – T. 14. – #. 3. – S. 737-747.
- [8] Kupriyanovskij V. P. i dr. Tehnologii transgranichnyh cifrovyh servisov v ES, formalizovannye ontologii i blokchejn //International Journal of Open Information Technologies. – 2018. – T. 6. – #. 7.
- [9] Kupriyanovsky Y. et al. Smart container, smart port, BIM, Internet Things and blockchain in the digital system of world trade //International Journal of Open Information Technologies. – 2018. – T. 6. – #. 3. – S. 49-94.
- [10] Montreuil B, J.F. Rougès, Y. Cimon, D. Poulin (2012): The Physical Internet and Business Model Innovation, Technology Innovation Management Review, <http://timreview.ca/article/566>, 32-37
- [11] System Initiative on Shaping the Future of International Trade and Investment Global Value Chain Policy Series Competition WEF 2018
- [12] System Initiative on Shaping the Future of International Trade and Investment Global Value Chain Policy Series Environment WEF 2018
- [13] System Initiative on Shaping the Future of International Trade and Investment Global Value Chain Policy Series Introduction WEF 2018
- [14] System Initiative on Shaping the Future of International Trade and Investment Global Value Chain Policy Series Investment WEF 2018
- [15] System Initiative on Shaping the Future of International Trade and Investment Global Value Chain Policy Series Services WEF 2018
- [16] System Initiative on Shaping the Future of International Trade and Investment Global Value Chain Policy Series Taxation WEF 2018
- [17] System Initiative on Shaping the Future of International Trade and Investment Global Value Chain Policy Series Regulatory Coherence WEF 2018
- [18] Delivering the Goods: E commerce Logistics Transformation WEF 2018
- [19] Shaping the Sustainability of Production Systems: Fourth Industrial Revolution technologies for

- competitiveness and sustainable growth. In collaboration with Accenture Strategy WEF 2019
- [20] Supply Chain 4.0: Global Practices and Lessons Learned for Latin America and the Caribbean, WEF, IDB 2019
- [21] Dialogue Series on New Economic and Social Frontiers Shaping the New Economy in the Fourth Industrial Revolution Centre for the New Economy and Society WEF 2019
- [22] Agile Cities Preparing for the Fourth Industrial Revolution, Global Future Council on Cities and Urbanization, WEF 2018
- [23] China's next retail disruption: End-to-end value chain digitalization, PwC 2018
- [24] Transforming the Last Mile Emerging innovations and solutions in the challenging world of customer-centric logistics, GS1 2018
- [25] 5th International Physical Internet Conference. Bringing Physical Internet to life. IPIC2018 Copyright © 2018 University of Groningen www.pi.events
- [26] ENSURING AMERICAN MANUFACTURING LEADERSHIP THROUGH NEXT-GENERATION SUPPLY CHAINS, JUNE 2017, MForesight: Alliance for Manufacturing Foresight
- [27] America's Next Manufacturing Workforce, Promising Practices in Education and Skills Building, A report of the MForesight Education and Workforce Development Working Group July 2017, MForesight: Alliance for Manufacturing Foresight
- [28] Manufacturing High Entropy Alloys, Pathway to Industrial Competitiveness September 2018, MForesight: Alliance for Manufacturing Foresight
- [29] Metamaterials Manufacturing, Pathway to Industrial Competitiveness April 2018, MForesight: Alliance for Manufacturing Foresight
- [30] SETRIS <http://newrail.org/setris/>
- [31] ALICE <http://www.etp-logistics.eu/>
- [32] Domański R., Adamczak M., Cyplik P., 2018. Physical internet (PI): a systematic literature review. *LogForum* 14 (1), 7-19. <http://dx.doi.org/10.17270/J.LOG.2018.269>
- [33] A.A.Klimov, V.P.Kuprijanovskij, P.V.Kurenkov, O.N.Madjar Cifrovye transportnye koridory dlja perevozok gruzov i passazhirov. *Vestnik transporta* 10/2017 C. 26-30.
- [34] A.A.Klimov, V.P.Kuprijanovskij, P.V.Kurenkov, O.N.Madjar Cifrovye transportnye koridory dlja perevozok gruzov i passazhirov *Vestnik transporta* 11/2017 C. 15-28
- [35] Clusters 2.0 D1.1 Market & Business Ecosystem Analysis Clusters 2.0 2018
- [36] Clusters 2.0 D1.4 Exploitation-Handbook 3 Clusters 2.0 2018
- [37] Clusters 2.0 D2.4 Cluster Community-System Tool first version Clusters 2.0 2018
- [38] Clusters 2.0 D3.2 CNI API Description Clusters 2.0 2018
- [39] Clusters 2.0 D3.1 CNI Description of the minimal data set, Clusters 2.0 2018
- [40] Clusters 2.0 D4.1 Specification sheet of designated NMLU, Clusters 2.0 2018
- [41] Clusters 2.0 D.4.4. Reliable train-truck horizontal transshipment Prototype – Interim Evaluation Report, Clusters 2.0 2018
- [42] Clusters 2.0 D3.3 Collaboration methodology within logistics clusters, Clusters 2.0 2018
- [43] Rowoon An, Visibility in Physical Internet Port. Use-Case Driven Conceptual Design of Information Flows to Track and Trace Modular Containers in Terminal Operating System in PI-Port. Delft University of Technology, Master of Science In Complex of System Engineering Management, December 18, 2017
- [44] THE OFFICIAL MAGAZINE OF THE PORT OF HAMBURG, MARCH 2018, 50 YEARS OF CONTAINERS
- [45] Physical Internet <https://www.porteconomics.eu/2017/03/28/the-analyst-shipping-and-the-physical-internet/>
- [46] Autonomous wagon <https://www.railfreight.com/railfreight/2019/01/29/autonomous-wagon-ready-to-hit-the-track-in-the-netherlands/?gdpr=accept>
- [47] Brian Odongo, How crowdsourcing is transforming the face of last mile delivery 'Crowd logistics', Bachelor's thesis Technology, communication and transport Degree Programme in Logistics Engineering, JAMK Finland, May 2017
- [48] Quim Arnau Ortega, Applications of Metaheuristics to the Physical Internet, Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) – BarcelonaTech in collaboration with Universitat Oberta de Catalunya (UOC), Bachelor's Degree Thesis 2018
- [49] Smart Use of Roads Research Report OECD / ITF 2019
- [50] Tomorrow's Value Chain How blockchain drives visibility, trust and efficiency 2017 The Consumer Goods Forum and IBM. All Rights Reserved.
- [51] REINVENTING THE SUPPLY CHAIN WITH AI INTELLIGENT SUPPLY CHAIN THE POWER OF AI 2018 www.accenture.com/ai-for-business-transformation.