

# Умная инфраструктура, физические и информационные активы, Smart Cities, BIM, GIS и IoT

В.П.Куприяновский, В.В.Аленьков, И.А.Соколов, А.В.Зажигалкин, А.А.Климов,  
А.В.Степаненко, С.А.Синягов, Д.Е.Намиот

**Аннотация** – Данная статья посвящена вопросам стандартизации для инфраструктур. Инфраструктуры, то есть города, дороги и т.д. есть и будут основой реальной экономики. Именно содержание и развитие инфраструктур составляет львиную долю бюджетов. В Умных городах, например, представлены практически все инфраструктуры, которыми пользуется человек. Появился термин - “умная инфраструктура”, под которым понимается результат объединения физической инфраструктуры с цифровой инфраструктурой, что позволяет предоставлять больше информации для принятия решений по управлению. При этом и физические и цифровые инфраструктуры – это активы, для которых можно и нужно считать экономическую эффективность. Вопросы развития умных инфраструктур и уроки для России и рассматриваются в данной статье.

**Ключевые слова** – BIM, GIS, IoT, Smart Cities.

## I. ВВЕДЕНИЕ

Инфраструктуры, то есть города, дороги, энергетика, водное хозяйство, аэродромы и т.п. были и будут основой экономики и реальной жизни и работы людей. Их содержание и развитие фактически составляет львиную долю бюджетов, как стран, так и городов. Совершенно немыслимо сегодня их развитие без учета цифровых трансформаций и соответствующих самых подробных и точных стандартов.

Стандартизация для инфраструктур и активов, как основы любой экономики обязательна и должна удовлетворять самым строгим требованиям на безопасность и надежность. В цифровой экономике

самые серьезные экономические успехи связаны с установлением норм и правил, согласованных в трех представлениях: физическом, цифровом и виртуальном. Последнее время к этим трем мирам добавляют кибернетический мир и, в частности, роботов из-за бурного развития этого направления.

Развитие сегодняшней стандартизации, безусловно, также зависит от приоритетов перехода к цифровой экономике. Проекты, которые необходимо реализовывать имеют крайне серьезную денежную размерность и жесткие сроки реализации и обладают в стандартизации приоритетом. После введение в поле стандартизации понятий умный город, умная сеть, разумная вода и иных наступила эпоха цифровых железных дорог и цифровых производств и расширение списка таких проектов неизбежно, и все эти направления создают свою экосистему стандартов, в которых порой довольно сложно разобраться. Тогда (так мы устроены) делаются попытки обобщить явления и сделать их более удобными для восприятия и понимания.

В инфраструктурных проектах это привело к первым попыткам обобщения и появлению термина “умная инфраструктура”, понимаемая как результат объединения физической инфраструктуры с цифровой инфраструктурой, предоставление улучшенной информации для принятия решений быстрее и дешевле.

Наиболее исследованными, в указанном выше смысле, оказались умные города, в который представлены практически все инфраструктуры, которыми пользуется сегодня человек, и мы взяли их за основу, но ими не ограничивались.

Инфраструктуры (и физические и цифровые) - это активы. Введение этих понятий позволяет считать главное – экономическую эффективность тех или иных инноваций, вводимых в практику. Именно такие экономические расчеты и позволяют определить то, что потом относится к взрывным технологиям в цифровой экономике, к которым мы относим великие технологии 21 века – BIM, GIS, Smart Cities, IoT, робототехнику и многие другие. Показать их возможные взаимосвязанные пути развития и попробовать определить, что из них оптимально в инфраструктурах для России и было мыслью, которая послужила отправной точкой для данной статьи.

Статья получена 20 сентября 2017 г.

В.П.Куприяновский - Национальный центр компетенций в области цифровой экономики (email: vpkupriyanovsky@gmail.com)

В.В.Аленьков - АСЕ ГК Росатом, buildingSmart Россия (email: alenkov@niaep.ru)

И.А.Соколов - Национальный центр компетенций в цифровой экономике МГУ, ФИЦ «Информатика и управление» РАН (email: isokolov@ipiran.ru)

А.В.Зажигалкин - ОАО РЖД (email: zashigalkin@mail.ru)

А.А.Климов - Российский университет транспорта (МИИТ) (email: aaklimov1961@gmail.com)

А.В.Степаненко - Союз строителей железных дорог (email: stepanenkoinfo@gmail.com)

С.А.Синягов - Национальный центр компетенций в области цифровой экономики (email: ssinyagov@gmail.com)

Д.Е.Намиот – МГУ имени М.В. Ломоносова (email: dnamiot@gmail.com)

## II. МАСШТАБ ВОЗМОЖНОСТЕЙ В ТРАНСФОРМИРУЮЩЕМСЯ МИРЕ: УМНЫЕ ГОРОДА

В трансформируемом цифровыми технологиями мире, самой насыщенной инфраструктурами является такая сложная тема (в решениях, ориентированных на людей и социальных последствиях), как «Умные города». Урбанизация сегодня в мире - это 55% людей живущих в городах и 62 трлн. Долларов США экономической деятельности на планете. Впервые в истории больше людей живет в городах, чем в сельской местности. Если сегодня около 55% населения мира живет в городах, то к 2050 году их число возрастет до 70%. Города стали двигателями глобального экономического роста, экономической активности в размере около 62 трлн. долл. США (то есть, 85% от глобального ВВП), которая увеличится до 115 трлн. долл. США к 2030 году. Урбанизация была основным толчком к развитию и сокращению масштабов нищеты. Как следствие, глобальное потребление в городах стало более значительным фактором, чем рост населения, которое вырастет до 23 трлн. долларов США с 2015 по 2030 г. Рост численности и темпов потребления в городах - сами по себе сложные задачи, но они осложнятся и многими другими.

Сегодня переломные моменты развития человечества: успех или неудача будут решаться в городах, но при этом более 80% городов мира демонстрируют признаки хрупкости, а успехи или неудачи в них будут решать самые насущные проблемы мира. Наши города достигли переломных моментов по многим вопросам: плохое управление и слабые институты (это первое воспринимаемое препятствие для процветания); неадекватная инфраструктура (78 трлн. долларов инвестиций требуется на период 10 лет); растущее социальное неравенство (75% городов стали хуже, чем они были в этой части 20 лет назад); требуются места для жизни (в городах необходимо построить 1 млрд. новых домов среднего размера); растущая преступность (главная забота граждан); нарастающие экологические проблемы (около 75% от использования природных ресурсов идут в выбросы, и города - это главный потребитель природных ресурсов и главный загрязнитель планеты); новые и всепроникающие риски для городов (нарушения в кибербезопасности, терроризм, секьюритизация, болезни и пандемии и т. д.) [1]. При решении многих из этих проблем ключевую роль играют инфраструктуры.

## III. «УМНЫЕ ГОРОДА»: «ИДЕАЛЬНЫЙ ШТОРМ» РАЗРУШИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ИНФРАСТРУКТУР

«Умные города» используют разрушительные технологии 21 века для удовлетворения демографических, экономических, экологических, инфраструктурных и социальных проблем. К ним относятся: ВІМ, вездесущая широкополосная связь охват (84% в глобальном масштабе); следующая ее

инфраструктура (5G до 100x быстрее, чем 4G); Internet of Things (IoT) (10 млрд. подключенных устройств в городах к 2020 году); Большие данные (200 млн. GB данных/в день для города сегодня); Облачные сервисы (безопасная открытая платформа); а также искусственный интеллект (AI) (прогностические идеи, превосходящие действия). За счет этих цифровых технологий Умные города могут добиться сокращения на 30% потребления энергии и преступности, на 20% снижения задержек в области транспорта и потерь воды. Мы видим Москву, Сингапур, Лондон, Нью-Йорк, Париж и Токио как некоторые из сегодняшних самых умных городов.

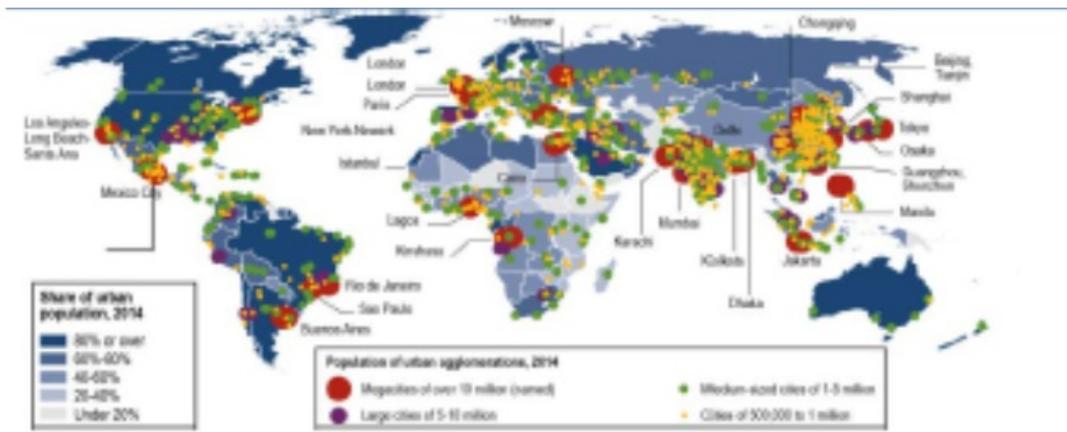
Оценки глобального рынка умных городов составляют US \$ 1.3-1.6 трлн. к 2020 году. Можно предположить, что эта оценка банкиров [1] справедлива, что рынок Smart City вырастет до US \$ 1,3-1,6 трлн. к 2020 году (против US \$ 1 трлн. сегодня) правдива и они, как истинные финансисты, выделили шесть точек пунктов для инвесторов, желающих получить доступ к теме: (1) Умная Инфраструктура; (2) Умные здания; (3) Умные дома; (4) Умная безопасность и сохранность; (5) интеллектуальная энергия; и (6) умная мобильность (Smart Mobility). В [1] ожидают так же быстрого роста для: 5G, AI, автоматизации строительства, больших данных, умных инфраструктур, облачных и чистых технологий, кибербезопасности, электрических и автономных транспортных средств (AV и EV), IoT, датчиков, средств видеонаблюдения, телекоммуникационных инфраструктур и услуг, а также голосовых помощников и других областей. Настоль очевидное для всех дело, что все эти технологии нуждаются в изменениях инфраструктур стоит первым и содержит в себе технологии самого оптимального в жизненном цикле инструментов как ВІМ и GIS, его мы добавляем их в этот список первыми.

На рисунках 1-5 мы приводим иллюстрации основных положений, изложенных выше.

Использование цифровых технологий для улучшения городской жизни может быть описано крайне просто есть точно описанная физическая инфраструктура города в своем цифровом образе. На ней в правильно определенных местах:

1. Датчики генерируют данные о городских условиях.
2. Сети связи переносят данные туда, где это необходимо.
3. Компьютеры преобразуют данные в ситуационную умную обработку, получая оптимизация в реальном времени и интеллектуальную аналитику, служит основой для принятия решений. Сегодня уже часто без участия человека и, если надо, в режимах реального времени.

Для визуального представления актуальности темы умных городов мы приводим рисунок 1. На нем представлены крупнейшие города мира, часть из которых размещена в России. Так как в России 72% населения уже живут сегодня в городах, то для нас это уже вопрос сегодняшнего дня.



Source: UN

Рис. 1. Карта сегодняшнего городского мира ([1])

Как мы уже говорили выше, в городах инфраструктуры представлены наиболее плотно, и они взаимозависимы друг от друга. На рисунке 2 мы постарались показать некоторую часть

трансформирующихся систем и того, что в реализации называется умным городом. Среди всех технологий выделяется как первоочередная умная инфраструктура [2,3,4].

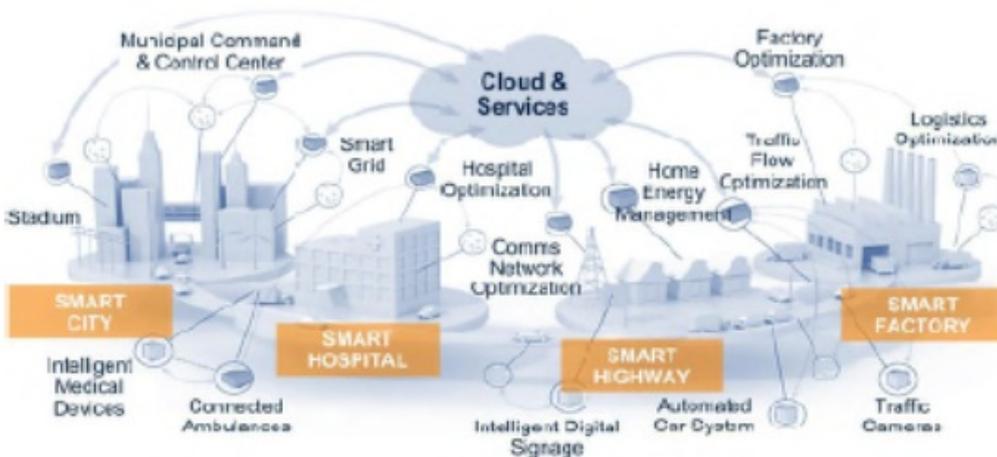


Рис. 2. Взрывные технологии в умном городе (источник: Smart cities Council)

На рисунке 3 эта же трансформация показана более детально, по принципу, что было и что будет.

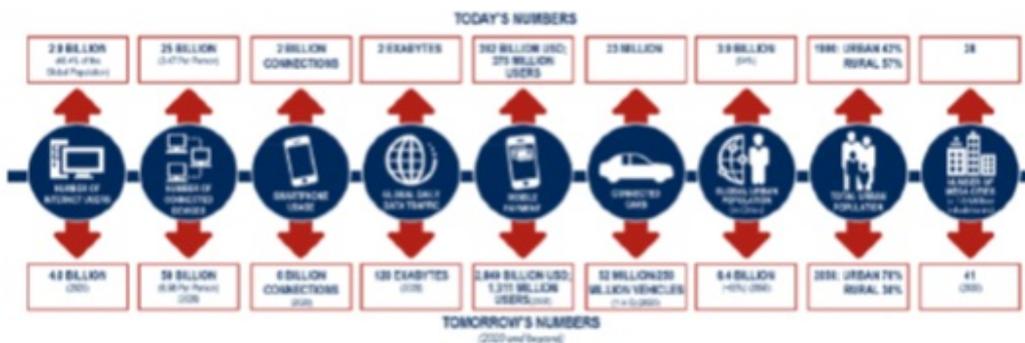


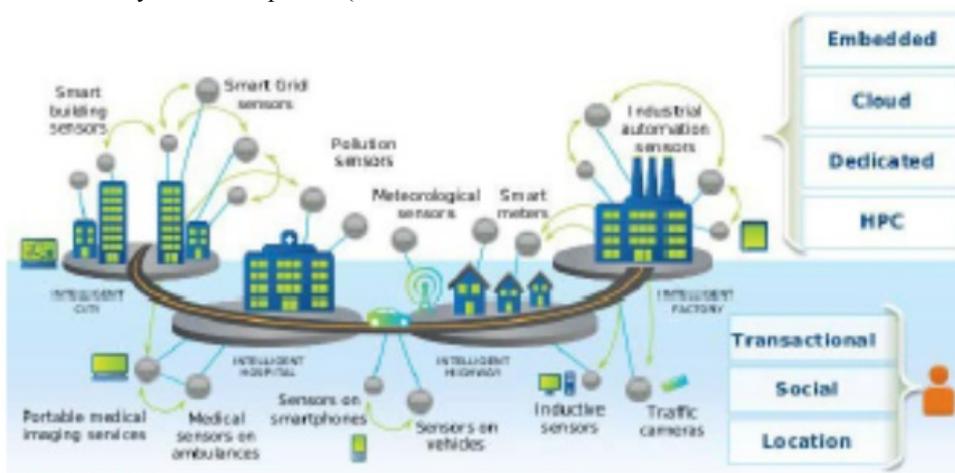
Рис. 3. Сегодня и завтра технологий в городах и экосистема взрывных технологий умного города [1].

технология IoT (рисунок 5). Сегодняшние средние мировые экономические и социальные результаты цифровых трансформаций приведены на рисунке 4.

Среди всех технологий выделяется как сквозная



Рис. 4. Экономические выгоды применения взрывных технологий умного города (источник: Smart cities Council)



Source: IDF 2013

Рис. 5. Умный город = город сенсоров или IoT [1]

В завершение этой части обратим внимание на подход в [4], в котором существенно развиваются в коммерческих приложениях подходы инфраструктуры городов и на [5,6], которые органически дополняют вопросы финансирования проектов умных городов [1], вопросами страхования такого рода проектов. Общая схема оценки рисков в таких проектах приведена на рисунке 6.

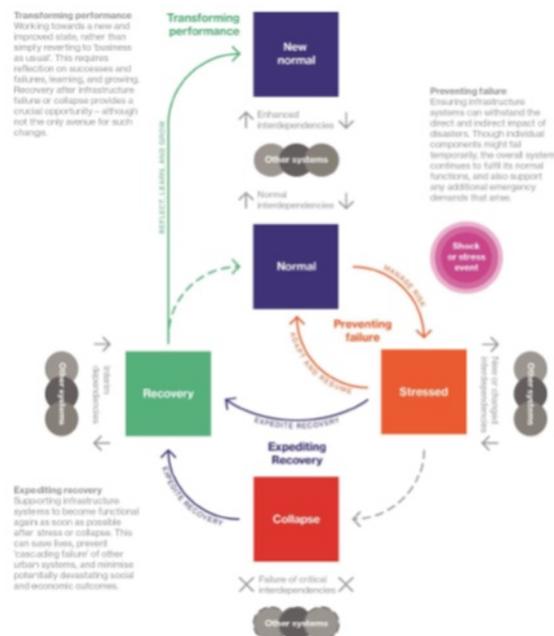


Рис. 6. Пути устойчивости инфраструктуры города и транспорта в нем

#### IV СТАНДАРТЫ УМНОГО ГОРОДА СЕГОДНЯ

Количество стандартов для умных городов можно

считать по-разному и в зависимости от различных особенностей, например, законодательства и применяемого языка. Так, в [20] их насчитывают около 50 и десяток указан в разработке. Важно, что к ним помимо, собственно, Smart Cities, например, относят технологии BIM и IoT. Но городам нужны показатели для измерения их эффективности на уровнях, как страны, так и международном. Существующие сегодня показатели часто не стандартизированы, не последовательны или не сопоставимы по времени или по городам. В рамках новой серии международных стандартов, разработанных для целостного и интегрированного подхода к устойчивому развитию, устойчивости и качества жизни, этот набор стандартизированных показателей обеспечивает единый подход к измерению, а также к тому, как это измерение должно быть выполнено. Мы остановимся на последних обсуждаемых в 2017 году проектах [18, 19]. Поясним, что [18] содержит 112 страниц очень убогого и жесткого текста, а работа [19] - 41 страницу, которые относятся к буквально всем аспектам городской жизни через расчетные индикаторы. Судя по готовности текстов, они будут приняты концом 2017 или в самом начале 2018 года.

Соответствие этим стандартам не дает формального статуса – это рабочие стандарты для управления городом. Город, который соответствует этим стандартам в отношении измерения показателей для городских служб и качества жизни может требовать только соблюдение этого эффекта.

Эти индикаторы могут использоваться для отслеживания и мониторинга прогресса в работе города. Чтобы достичь устойчивого развития [18], необходимо учитывать всю городскую систему. Планирование будущих потребностей должны учитывать текущее использование и эффективность ресурсов для лучшего планирования на завтра. Показатели и соответствующие методы испытаний в этом Международном стандарте разработаны для того, чтобы помочь городам:

- а) измерять эффективность управления городскими службами и качество жизни с течением времени;
- б) учиться друг у друга, допуская сравнение в широком диапазоне показателей эффективности; а также,
- с) делиться передовым опытом.

Для иллюстрации сказанного приведем небольшую выдержку из [18], относящуюся к важнейшей части умного города – транспорту:

«19.1.2 Требования к основным показателям Количество километров системы общественного транспорта на 100 000 населения рассчитывается путем добавления километров большой вместительности и легких пассажирских систем общественного транспорта, действующих в городе (числитель), деленный на одну тысячу тысяч жителей города (знаменатель). Результат должен быть выражен в километрах от системы общественного транспорта на 100 000 населения. Общественный транспорт большой вместительности может включать в себя городские железнодорожные

системы, системы метро, системы BRT и пригородные железнодорожные системы. Легкий пассажирский транспорт может включать легкие железнодорожные системы и трамваи, автобусы, троллейбусы и другие легкие пассажирские перевозки».

Но на самом деле измерение показателей и рейтингов городов уже началось. Напомним, что стандарты возникают из лучших практик. Так как в стандартизации умных городов лидером является Великобритания, то наиболее близкой практикой измерений по отношению к новым стандартам ISO, как нам представляется, является практика британской PwC [7]. Приведем цитату из [7]:

«Цель и структура исследования. Задача:

- Анализировать готовность городов к внедрению новых технологий.
- Оценить текущие инициативы, связанные с внедрением новейших инновационных решений.
- Структура исследования:
- Нормативно-технологическая готовность: наличие стратегий, положений и готовых прототипов / использование примеров внедрения инновационных решений.
- Социальная готовность граждан: готовность к использованию инновационных решений и продуктов.
- Инфраструктурная готовность: наличие источников, сетей передачи данных и инструментов управления данными». В [7] анализируются следующие разделы для позиции городов в рейтинге:
  - Рейтинг по области деятельности;
  - Умный дом и коммунальные услуги;
  - Оцифровка культуры и туризма;
  - Транспорт без водителя;
  - Цифровая экономика;
  - Умное здравоохранение;
  - Открытое адаптивное обучение;
  - Активная безопасность;
  - Виртуальные услуги;
  - Виртуальный город;
  - Социальная готовность граждан использовать технологии будущего»

#### V НАСТРОЙКА СЦЕНЫ - ПОЧЕМУ УМНЫЕ ИНФРАСТРУКТУРЫ ВАЖНЫ?

В России, как и во всех давно живущих в технологическом укладе странах, есть устаревшие инфраструктуры, и нам нужно максимально использовать то, что у нас уже есть. Так, например, в эпоху сокращения расходов и стратегических инвестиций, выгодно максимизировать поток трафика, как на системах автомобильных, так и железных дорог, которые уже существуют. Это не только контролирует инвестиции в техническое обслуживание, но также может снять острые потребности в расширении их емкости, обеспечить повышение уровня безопасности, преодолеть переполненность дорог и осуществить максимизацию производительности путем «сглаживания», транспортных потоков.

Согласно публикации Министерства транспорта

Великобритании (DfT за 2014 год [2]), «Стратегия дорожного инвестирования: стратегическое видение»: «Более широкое использование существующих технологий и вероятное появление новых инноваций преобразуют то, как мы используем наши дороги. Более умные автодороги увеличат пропускную способность автомагистралей на треть, а лишь незначительно увеличится их физический след вредных выбросов. Однако лишь небольшая часть нашей дорожной сети в настоящее время является «умными шоссе», а усилия, направленные на то, чтобы сделать наши транспортные сети «умнее», были сосредоточены на их использовании, и меньше на их инфраструктурной составляющей и управлении ее состоянием».

Несмотря на то, что в последние годы были достигнуты большие успехи, чтобы улучшить нашу железнодорожную инфраструктуру и увеличить использование подвижного состава, значительная часть инфраструктуры нашей существующей сети продолжает оцениваться традиционными способами (как и в Великобритании), такими как периодический визуальный осмотр насыпей и железнодорожных путей. Технологии были разработаны и продолжают развиваться, чтобы сделать этот мониторинг состояния инфраструктур более точно измеримым и более подробным, надежным, доступным и последовательным, и тем не менее эти технологии медленно принимаются владельцами активов и строительным сектором. Это состояние характерно не только для России. Так, например, в Великобритании исключения включают, практически, только Crossrail, метрополитен Лондона (London Underground) и небольшое число других транспортных проектов, в которых сделано активное внедрение инновационных средств наблюдения и мониторинга в новые разработки, и проводится модернизация датчиков на более старых элементах сети, что уже дало серьезные экономические результаты. Было внедрено новаторское использование данных некоторыми российскими организациями (АСЕ Росатома, например), которые служат примером хорошей практики для других проектов, но этот уровень должен быть широко принятым.

В долгосрочной перспективе глубокое понимание стоимости активов, достигаемое посредством согласованных усилий по мониторингу состояния, может иметь существенные преимущества. Использование большей части того, что у нас есть, когда дело доходит до нашей инфраструктуры, потребности превышают пропускную способность, а стоимость сохранения темпов развития с требованиями транспортной инфраструктуры огромны. Согласно отчету (DfT 2014 года [3]), «Действие для дорог», «Сеть для 21-го века»: «Использование дорог Великобритании увеличилось в четыре раза с 1960 года, однако расходы на дорожную инфраструктуру в настоящее время не намного выше, чем были тогда. Интеллектуальная инфраструктура, которая контролирует скорость и объем автомобильного трафика, использующего конкретный актив, может

максимизировать поток трафика, в то время как расходы снижаются. Инжиниринг, управление, обслуживание и модернизация инфраструктуры требует свежего мышления, чтобы свести к минимуму использование материалов, энергии и труда, сохраняя при этом устойчивость. Это может быть достигнуто только при полном понимании производительности инфраструктуры, как во время ее строительства и на протяжении всего срока эксплуатации, через применение инновационных сенсорных технологий и других новых технологий. Существует убедительный аргумент в пользу использования анализа чувствительности и данных для обеспечения более разумного, активного принятия управленческих решений для нашей инфраструктуры. Быть активной инфраструктурой, а не пассивной, позволяет проводить на ней экономически выгодные технические обслуживание, инспекцию и программы восстановления инфраструктурных активов разработанные, ориентированные на ее состояние и профилактическое поддержание».

#### VI ИССЛЕДОВАНИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УПРАВЛЕНИЮ ИНФРАСТРУКТУРНЫМИ АКТИВАМИ

Для сбора, обобщения и реализации решений по инфраструктуре в условиях цифровой экономики страны, например, в Великобритании создан, фактически, национальный Кембриджский центр интеллектуальной инфраструктуры и строительства. Кембриджский центр интеллектуальной инфраструктуры и строительства (CSIC Smart Infrastructure and Construction), финансируемый EPSRC, Innovate UK и промышленностью, направлен на преобразование будущего инфраструктуры посредством более разумной информации, информирующей о более эффективном принятии решений. Примеры исследований CSIC приведены в [8,9].

В CSIC подсчитано, что развитие путем простого линейного создания новых инфраструктур дает их прирост только на 0,5 % и соответствующее увеличение возможностей для потребителя (рисунок 7).

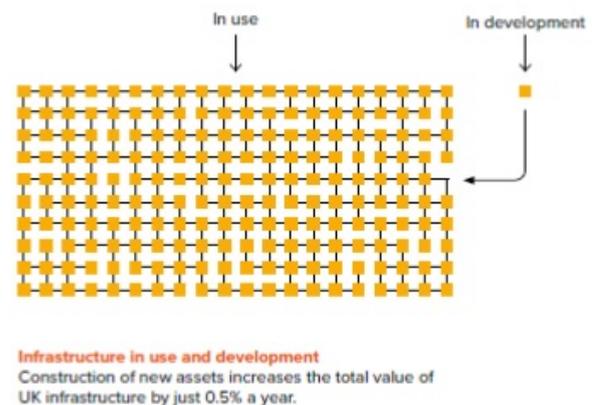


Рис. 7. Соотношение используемых и создаваемых активов в Великобритании (источник: CSIC).

Кто владеет данными об инфраструктурах в цифровой экономике, и, возможно, больше уместно понимает эти

данные, будет владеть и лучше управлять инфраструктурами в будущем. Но это может быть не теми же людьми и организациям, что и сейчас. Информация, которая контролируется «экспертными» профессиями или отдельные компании перейдут на контроль владельцев инфраструктуры, которые могут создавать больше открытых, совместных связей с гораздо более широкими цепочками поставок. Учрежденные предприятия, учебные заведения и люди должны быть готовы приспособиться, и не оставлять на потом эти вопросы, используя новые возможности. Возможность с высокой добавленной стоимостью - это способность анализировать данные и разрабатывать способы их использования. Эта информация позволяет повысить производительность инфраструктурных активов. На рисунках 8-10 приводятся иллюстрации этого процесса и его этапы.

В некоторых случаях при отсутствии экономического прогресса в управлении инфраструктурами уже принимаются организационные решения. Так, в Норвегии при старте создания цифровой железной дороги на всей железнодорожной сети страны была проведена реформа управления [10]. Цель реформы железной дороги заключалась в том, чтобы облегчить повседневное использование этого транспорта для физических лиц и бизнеса. Цель реформы также была в том, чтобы создать большую предсказуемость и более четкое распределение ответственности на секторе железной дороги, а также ее адаптацию к конкурентоспособным торгам пассажирских услуг. Когда норвежский парламент принял решение поддержать реформу предложенную правительством, новая государственная компания была основана в феврале 2016 года как преемник Jernbaneverket (Норвежская национальная железнодорожная администрация). Эта компания была названа Vane NOR SF и была полностью введена в эксплуатацию с 1 января 2017 года. Директорат Новой железной дороги, ответственный перед Министерством транспорта и коммуникаций был создан в то же время.

Данные лежат в основе программы цифровых железных дорог и их интеллектуальных активов. Создание одного общего набора данных позволит поддерживать поддержку нескольких видов бизнеса, включая такие операции, как управление активами, управление операциями, расписание и сигнализация. Это и потребовало столь радикальных мер как в Норвегии. Программы цифровой железной дороги будут соответствовать процессам и философии новых инструментов поддержки принятия решений, которые развертываются на железной дороге. В новой организации Vane NOR SF будут разъяснены важные интерфейсы, которые будут необходимы для доставки информации для бизнеса и потребителей, признавая как ценность, так и важность данных для широкого круга приложений, включая управление активами, производство расписания, информацию о пассажирах и управление ими.

В конечном счете, для достижения улучшений в

информации и максимального использования преимуществ имеющихся данных, будет разработана и принята четкая отраслевая стратегия данных с участием и соглашением каждой группы интересов, включая правительство, железнодорожные операционные компании, цепочку поставок и других сетевых операторов. При наличии данных приходит ответственность. Возможности для данных с открытым исходным кодом для стимулирования инноваций должны быть сопоставлены с необходимостью обеспечения безопасности и регулирования для обеспечения того, чтобы данные были актуальными, точными и безопасными.

Для пояснения сказанного, на рисунке 8 приведена пирамида обработки информации для принятия решений по управлению инфраструктурами. Этот рисунок показывает, что для этого «грубые» данные (например, от IoT) должны быть многократно обработаны. Тогда и ценность их будет повышена. Как собираются и применяются для принятия решений в системах умных городов данные сенсоров (IoT) можно увидеть на рисунке 8. На рисунке 10 показан процесс того, как реализуется внедрение технологий в инфраструктурах по мере их готовности.

Рисунок 11 - технологии BIM и управления активами и связь стандартов, по сути, является принципиальной позицией тех, кто их разрабатывал и применяет в Великобритании. Это именно история про экономику использования данных от BIM к управлению активами (о них будет сказано ниже). Руководитель от правительства страны проекта цифровая Великобритания (Digital Britain Programm) – Mark Bew в стенах того же CSIC продемонстрировал рисунок 12 о связи BIM и умных городов, показав рост взаимодействия при достижении разных уровней BIM. Его же данные на рисунке 13 показывают, что BIM и рост его применения имеют прямое значение для роста ВВП, и при включении информации в жизненный цикл инфраструктур эти показатели существенно растут.

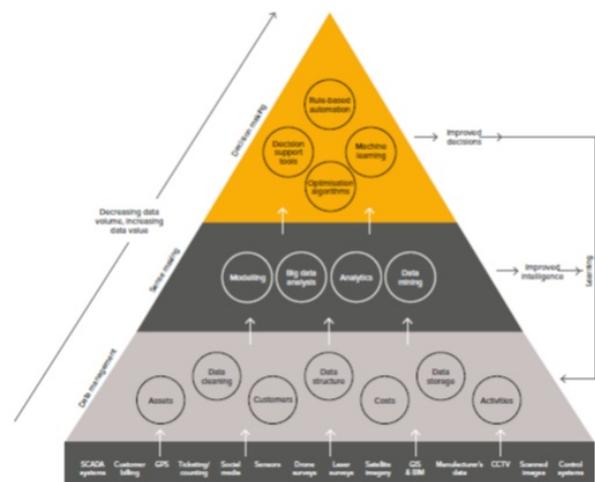


Рис. 8а. Пирамида обработки информации для принятия решений по управлению инфраструктурами (источник: CSIC).

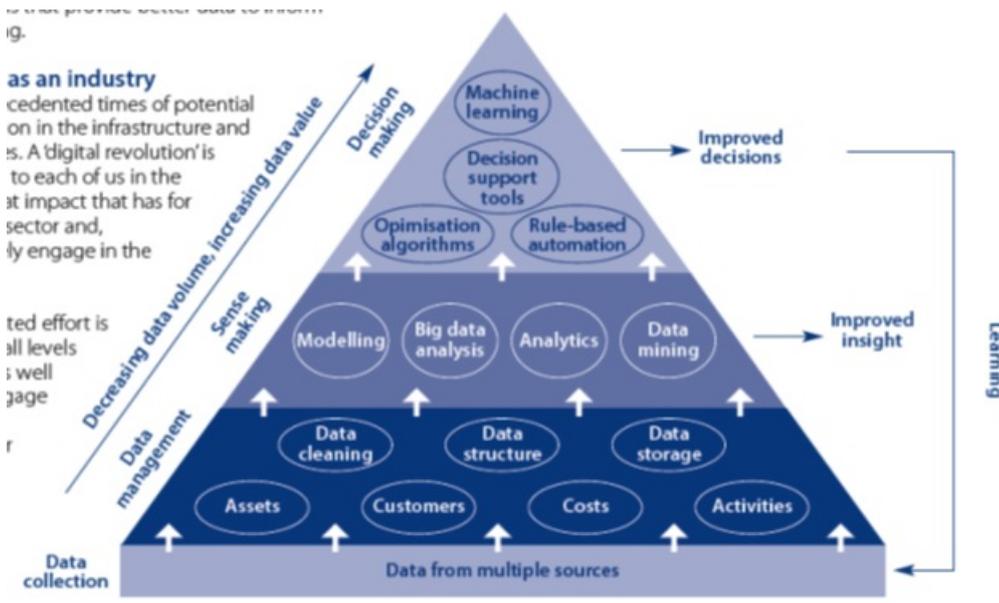


Рис. 8b. – вариант Источник CSIC

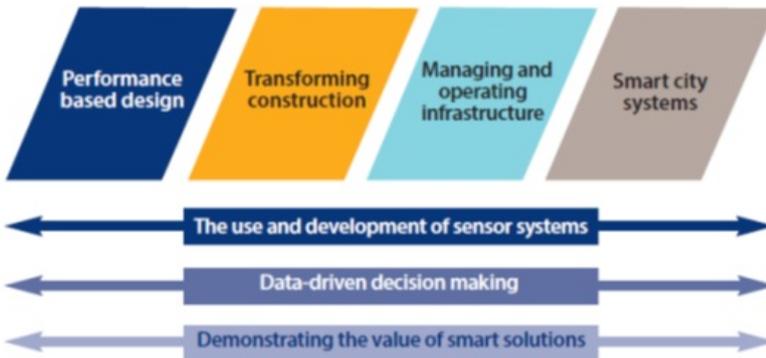


Рис. 9. Как собираются и применяются для принятия решений в системах умных городов данные сенсоров (IoT) (источник: CSIC)

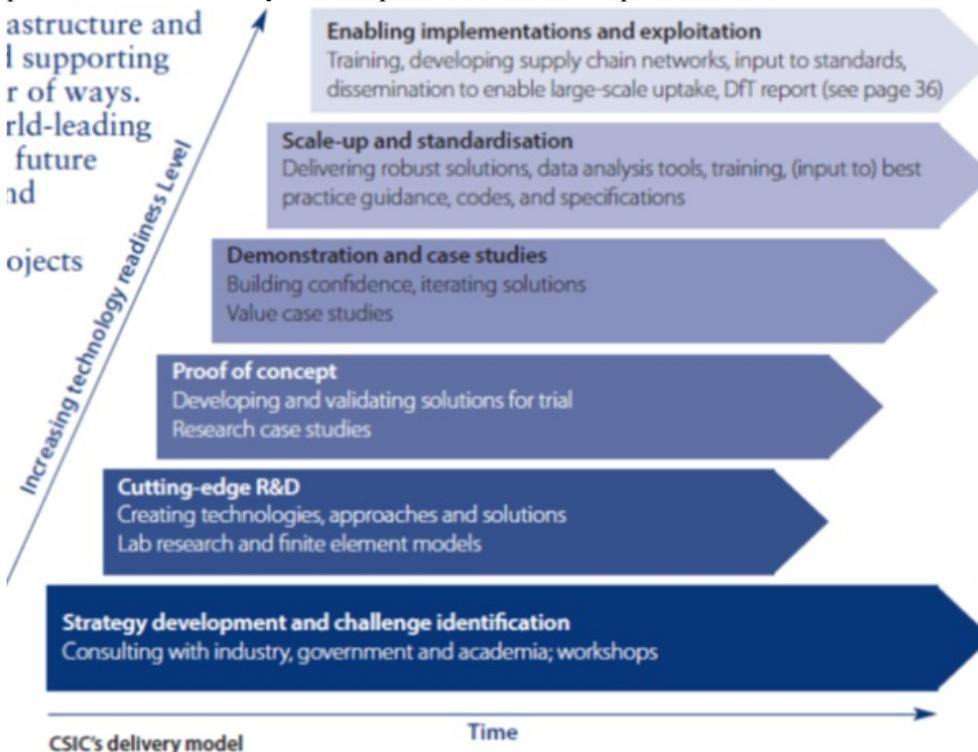


Рис. 10. Как реализуется внедрение технологий в инфраструктурах по мере их готовности (источник: CSIC)

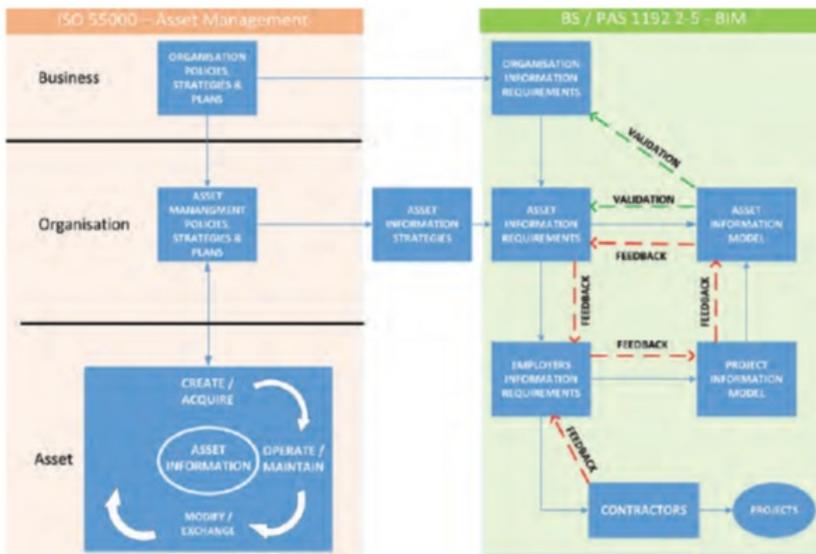


Рис. 11. Технологии BIM и управления активами Связь стандартов (источник: CSIC)

### BIM & (Smart) Cities



Рис. 12. BIM и умные города – рост взаимодействия при достижении разных уровней (1,2,3,4) оно существенно возрастает (источник: Mark Bew MBE, Chair of UK Government Digital Britain Program)

### Where is the Value?

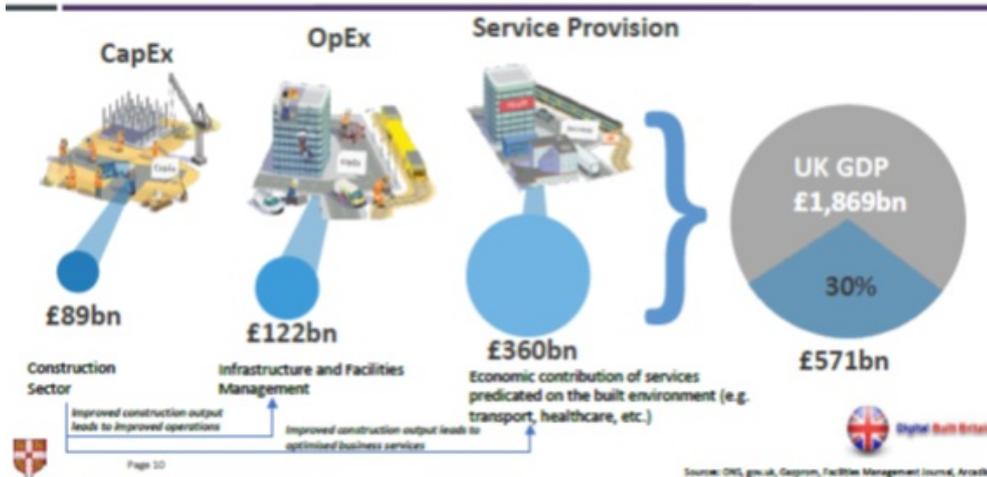


Рис. 13. BIM и рост его прямого значения для ВВП при включении информации в жизненный цикл инфраструктур (источник: Mark Bew MBE, Chair of UK Government Digital Britain Program).

Данные имеют коммерческую ценность только при использовании их в бизнес процессах с уверенностью и надежностью. Их значение должно быть понятым. Поэтому данные должны быть четко определены и управляемы в соответствии с глобальными стандартами

качества информации и практики. Быстрым потоком информации через международные границы также необходимо управлять с учетом безопасности. Ключевые данные не должны быть перехвачены, потеряны или повреждены.

Сегодняшние ведущие компании в цифровой форме проворны на рынке. Эти организации надежно интегрируют своих людей, процессы и данные, позволяющие упростить обмен информацией и эффективность во всех их деловых операциях. Их руководители все чаще ожидают наличия ключевых данных об аспектах их деятельности приносящих дополнительные выгоды на кончиках пальцев и в секундах.

Общие открытые стандарты данных экономят время и деньги, и значительно увеличивают темп инноваций. Без стандартов, помогающих нам обмениваться информацией с помощью общих языков и форматов, планирование, создание и доставка и эксплуатация построенных активов остается неэффективной и расточительной. Последствия этой низкой функциональной совместимости заключается в том, что владельцы и операторы несут дополнительные расходы при конвертации или воссоздании требуемых им данных для управления своими построенными активами и сервисами, основанными на активах. Открытая, доступная информация разблокирует более эффективно, прозрачные и совместные способы работы на весь жизненный цикл зданий и инфраструктуры. Растущее внедрение новых процессов предоставления активов, таких, как информационное моделирование зданий (BIM) также позволяет владельцам и операторам построенных активов, работающих со своими сервисными партнерами, планировать капитальные вложения и понимать вероятность всех расходов на содержание и использование этих активов для их предназначения. Все вышесказанное имеет самое непосредственное отношение к инфраструктурам.

В 2004 году Национальный институт стандартов и технологий США консервативно оценил общую годовую стоимость плохой интероперабельности по данным для операторов активов США на уровне 15,8 млрд. долл. США в год. Сегодня эту оценку можно многократно увеличить.

Каждая отрасль использует стандарты для поддержки деловых процессов. Огромное влияние World Wide Web, например, было возможно только благодаря развитию глобальных стандартов консорциума W3C. В то время как здания и инфраструктурный сектор принимает на себя свои отраслевые стандарты для физических объектов (например, для номинальной мощности) цифровые стандарты и данные необходимы, чтобы идти в ногу с технологическими изменениями, такими как развитие и адаптация информационного моделирования здания.

Оцифровка позволяет разработчикам и конструкторам быстрее и точнее чем когда-либо создавать, и распространять информацию. Однако, разделять эту информацию в цифровом виде в огромной и сильно

фрагментированной глобальной индустрии строительных активов становится все труднее. Выходом является формализованное описание структур физического, виртуального и цифрового миров на формализованном абстрактном языке, не допускающем двойственных толкований (IFC, UML и др.)

## VII СОВРЕМЕННАЯ СТАНДАРТИЗАЦИЯ ИНФРАСТРУКТУР - BUILDINGSMART И OGC

Международный орган, приверженный созданию и распространению общих открытых стандартов данных, касающихся строительной отрасли и активов необходим. Сегодня международный buildingSMART отвечает этой необходимости, работая на IFC. В 2017 году в России официально появилось отделение buildingSMART. Это позволяет предполагать возможности использовать средства открытых стандартов для реализации инфраструктурных проектов и полноправного участия в развитии стандартов строительной отрасли. Тематику развития BIM, которая привела к быстрому росту популярности buildingSMART и ее связанность с цифровой экономикой можно отследить по публикациям [42-51].

Цифровая ориентация была определена в buildingSMART как наиболее важный общий знаменатель для активов инфраструктуры. Эта ориентация сильно взаимосвязана с выравниванием - это линейные ссылки и подключение к базам данных ГИС. Дороги, рельсы, мосты, туннели, каналы, плотины, линии электропередач и другие объекты инфраструктуры сконструированы, построены и поддерживаются с использованием выравнивания и линейной привязки идущей от ГИС (GIS). Другими важными общими определениями являются моделирование ландшафта, в конечном счете, включающее информацию о стратах, общая локальная система координат с отображением в соответствующую гео-пространственную систему координат и земляные работы (вырезание и заполнение), как показано на рисунке 14.

Стандартизацией моделей и бизнес процессов в среде GIS занимается Open Geospatial Consortium (OGC), который был основан в 1994 с целью сделать географическую информацию составной частью мировой информационной инфраструктуры. Члены OGC — поставщики технологий и их пользователи — совместно разрабатывают открытые стандарты интерфейсов и соответствующие стандарты кодирования. OGC традиционно работает на языке UML. OGC также способствует развитию передового опыта, позволяющего разработчикам создавать информационные системы, которые могут легко обмениваться пространственной информацией и инструкциями с другими информационными системами. Требования варьируются от сложного планирования и контроля спутников исследования Земли до отображения простых веб-карт и кодирования местоположения с помощью нескольких байтов для геотеггинга и обмена сообщениями. Если посмотреть на

домен рабочих групп OGC (<http://www.opengeospatial.org/projects/groups/wg>), можно увидеть весь широкий спектр направлений текущей активности OGC.

Основа стандартов OGC состоит из стандартов (<http://www.opengeospatial.org/standards>) для интерфейсов, кодирования, профилей, схем приложений и документов с примерами лучшей практики. Базовая модель OGC (ORM) описывает данные стандарты и связи между ними и соответствующими стандартами ISO. ORM даёт обзор стандартов OGC и служит в качестве полезного ресурса для определения архитектуры для конкретных приложений.

Разработка веб-сервисов с использованием стандартов OGC (и изучение взаимосвязей между стандартами) позволяет считать публикацию, поиск и связи важнейшими функциями в среде веб-сервисов. Большинство стандартов OGC, разработанных в последние годы, являются стандартами для среды веб-сервисов — это стандарты, совместно именуемые “OGC Web Services” (OWS).

Рассмотрим для примера стандарт BISDM (англ. Building Interior Space Data Model - это информационная модель внутреннего пространства здания и его компонент) – практическая ГИС модель, разработанная и развиваемая группой экспертов из разных организаций при участии OGC.

Информационная модель внутреннего пространства здания, модель данных, которая используется в ПО разных ГИС, позволяет эффективно обмениваться геоданными с другими платформами и взаимодействовать с ними. Она используется в строительном планировании и управлении строительными проектами для создания базовой структуры, которая поддерживает множество различных точек зрения на здания: таких как архитектура, строительство, планирование на ландшафтном уровне, управление объектами, управление окружающей средой и безопасностью/готовностью к чрезвычайным ситуациям.

Важнейшим свойством BISDM-модели является то, что реализованные на её основе объекты адекватно соотносятся с другими зданиями и сооружениями, как входящими, так и не входящими в данный проект, а также с особенностями окружающей среды.

Компоненты, входящие в BISDM-модель, имеют однозначные связи с моделями, описывающими внутреннюю структуру этих компонент, их физические характеристики и пр. BISDM к настоящему моменту представляет собой наиболее адекватное средство для хранения информационных компонент зданий для очень большого спектра практических приложений до и после строительства.

Что такое BISDM с точки зрения информационной модели и ее воплощения средствами ИТ:

- BISDM является развитием более общей и простой моделью BIM. Она предназначена к использованию в задачах приложений, таких как проектирования,

строительства, эксплуатации и вывода из эксплуатации зданий и сооружений. Относится к общей группе задач FM (управление инфраструктурой организации). Модель не заменяет BIM – просто ее использование в ряде случаев экономически целесообразно.

- BISDM определяет правила работы с пространственными данными на уровне внутренних помещений в здании, в том числе предназначение и виды использования, проложенные коммуникации, установленное оборудование, учет ремонтов и обслуживание, протоколирование инцидентов, взаимосвязи с другими активами компании.

BISDM помогает создавать единое хранилище географических и негеографических данных.

В 2014 году при спонсорском финансировании Rijkswaterstaat (NL), Trafikverket (S) и проекта V-Con (EU), buildingSMART запустил первый проект по стандартизации инфраструктуры, IFC Alignment. Год спустя работа была завершена, и была опубликована версия 1.0, которая будет проанализирована более подробно позже. Ожидается, что она будет выпущена как «buildSMART Final Standard» в соответствии с новой программой стандартов от мая 2015 года. Все эти работы проводились в парадигме конструктивного сотрудничества между buildingSMART и OGC, что создало замечательную базу для его очень быстрого развития в настоящее время в будущем.

Помимо существующих стандартизированных проектов развития инфраструктуры, которые уже приняты в рамках buildingSMART International, существует несколько инициатив либо региональными главами buildingSMART, либо организациями и консорциумами, которые связаны с разработкой IFC (ISO 16739), и часто предлагают расширения IFC для лучшего внедрения потребности различных объектов инфраструктуры. BuildingSMART Infrastructure Room выступает в качестве цифрового места встречи этих проектов и может принимать предложенные спецификации на «борт» для рассмотрения в качестве международных стандартов после тщательного международного участия и обзора. Она также может поддерживать связь с другими организациями для совместных разработок, в частности с Open Geospatial Consortium (OGC лидер по открытым стандартам ГИС). В настоящее время действуют следующие международные инициативы:

- Дороги IFC Корейского института строительных технологий, KICT, Корея
- IFC-Bridge, ранее поддерживаемый SETRA, теперь через проект MIND, Франция
- Различные проекты туннелей для определения расширения IFC-Tunnel (туннеля) (ранние разработки)
- Разработка стандарта на железнодорожном транспорте на основе IFC4 для китайской железной дороги (BIM Rail [46,52]).

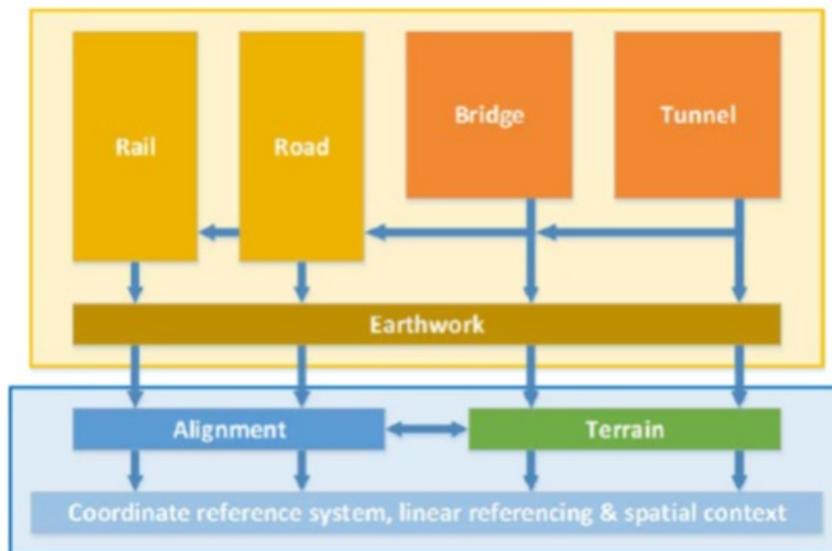


Рис. 14. Основные зависимости между выбранными областями инфраструктуры [40]

Пожалуй, наиболее интересный цикл исследований провели в Австралии и фактически подали заявку на расширение с помощью технологического союза BIM+GIS и нового термина PIM или информационного моделирования участков [61]. Информационное моделирование участков (PIM) описывает процесс создания 3D-цифровой модели в масштабе участка, определяемый как любая область построенной среды, которая представляет интерес для некоторых практических целей. Таким образом, он описывает деятельность, в которой вся информация, относящаяся к этому участку, хранится в цифровой форме, определяемой таким образом, который поддерживает процессы, имеющие решающее значение для этой цели. Некоторые примеры участков включают заброшенные или зеленые районы, предназначенные для реконструкции, объект кампуса, торговый район, который контролируется для целей планирования, или земельный резерв, предназначенный для развития транспортной инфраструктуры, такой как новая дорога или железная дорога.

PIM влечет за собой процесс, который поддерживается цифровой технологией баз данных, которая может использоваться широким кругом отраслевых специалистов, отвечающих за планирование, проектирование, доставку и оперативное управление построенной средой. Это идет дальше, потому что одна и та же информация может стать ресурсом для сообщества, которое использует и взаимодействует со встроенной средой, предоставляя критическую поддержку умным городам и сообществам, возникающим в ответ на вызовы быстрого роста городов в Австралии и урбанизации в глобальном масштабе [61]. Инструменты ГИС (Географическая информационная система) широко используются для моделирования географических регионов. Хотя они традиционно основаны на картах, инструменты GIS теперь поддерживают трехмерные представления и

используют свои собственные стандартные форматы, в частности GML, в качестве базового стандарта с расширениями домена, такими как CityGML (для городских визуализаций), IndoorGML (для внутренних представлений дома) и InfraGML (для инфраструктуры).

Несмотря на то, что, на самом деле, многое не протестировано в этом австралийском проекте, важно признать наличие проприетарных программных инструментов и услуг, предназначенных для создания и поддержки 3D-моделей городов. Они традиционно сосредоточены на создании визуально точных исполнений формы здания, а также пространства и инфраструктуры вокруг зданий. Данные обычно создаются с использованием методов сканирования, использующих как LIDAR, так и фотограмметрию. Такие модели становятся все более точными, визуально привлекательными и обеспечивают отличные возможности городского планирования и симуляции. Важным событием в этой области является применение компьютерных игровых технологий, которые облегчают навигацию в режиме реального времени в таких моделях. Эти инструменты отвечают широким потребностям отрасли, и в будущей работе необходимо изучить, как они могут связываться с открытыми стандартами информации об окружающей среде. Важно заметить, что вышесказанное имеет прямое отношение к цифровой железной дороге, потому что она строится, во многом, для обслуживания городов, которые, как правило, и есть самые сложные объекты для ее реализации.

На рисунках 15, 16 и 17 мы приводим основные идеи PIM, прекрасно понимая, что дальше могут последовать расширения информационных моделей на города (умные города) и целиком страны, которые уже давно существуют, но в инструментах ГИС [34]. Подобное расширение позволит перейти на новый уровень решений в связке физического, виртуального и цифрового миров и очень быстро добавить к ним мир роботов. К последнему, например, относят и автомобили без водителей.

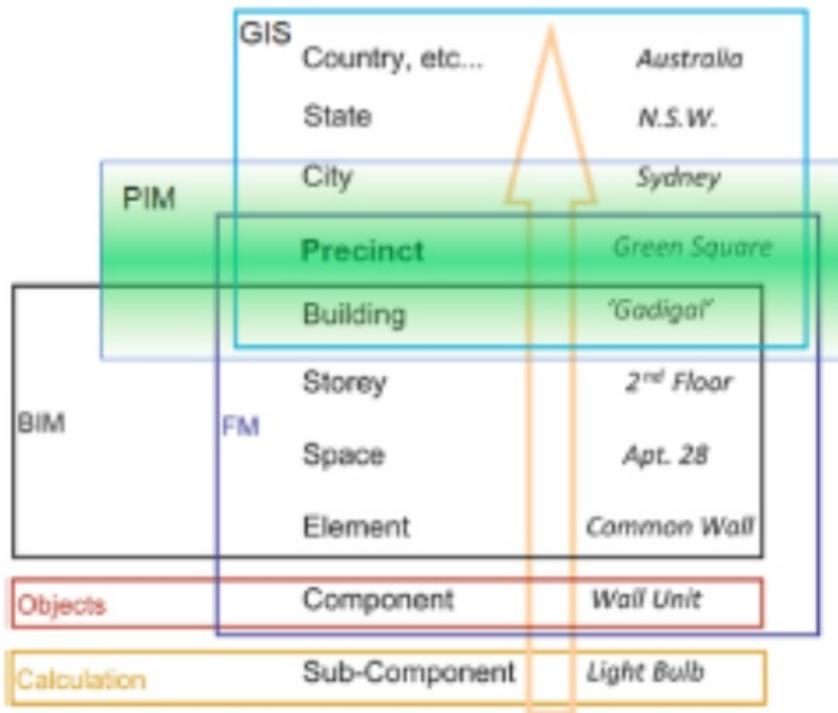


Рис. 15. Шкала вещей, с участковым моделированием и масштабным измерением, с участковым моделированием, представляющим пересечение технологий BIM и ГИС [61].



Рис. 16. Общие объекты участка с их представлением в CityGML и модель данных PIM [61].

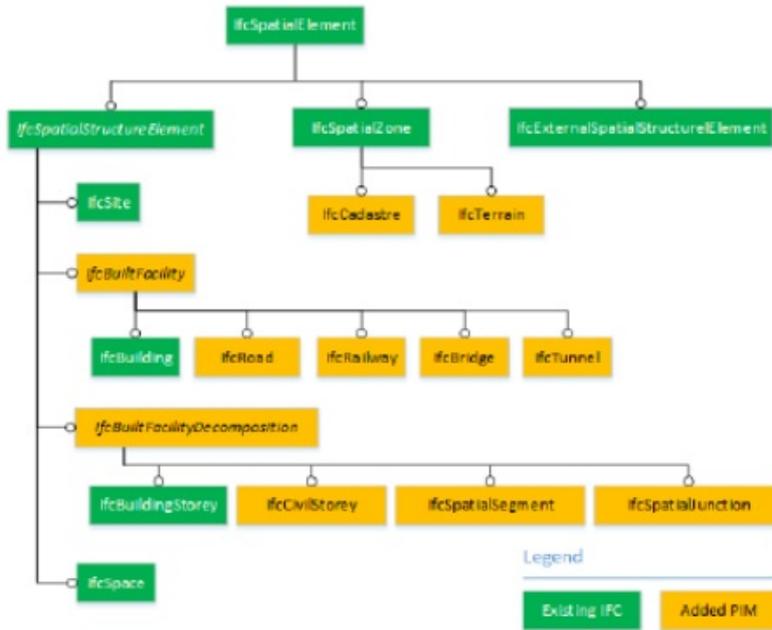


Рис.17. Предложенная иерархия пространственной структуры для участков [61].

OGC в сотрудничестве с buildingSMART International (bSI) уже приступил в 2017 году к разработке будущего пилота стандарта города (FCP), взяв за основу именно австралийские разработки [61]. На первом этапе OGC в сотрудничестве с bSI планируют ускорение процесса разработки стандартов требований, и эта фаза будет длиться порядка 6/8 месяцев. Механизмы взаимодействия пилотов с участием университета Сиднея в технологиях Geo и BIM и предполагаемом использовании Quid IFC и CityGML должны исходить из следующих предварительных сценариев:

- Статические 3D-модели городов «легко» сделать
- Сохранение динамической модели города сложнее
- Необходимо провести проверки новых компонентов модели
  - Проверка модели должна быть сделана на конкретной задаче (например, правила городского планирования)
  - Должно быть проведено соединение с временными данными (например, TimeSeriesML)
  - Результаты должны быть практической частью инструментов городского планирования
  - Динамические данные должны быть связаны с 3D-моделями
  - Модель должна работать с динамически развивающимися явлениями (наводнение, солнечный потенциал / облучение и т.п.)
  - В решении должны быть учтены датчики, IoT (например, SensorThings) и др.

На рисунке 16 приведена общая схема взаимодействия BIM, цифровой инженерии и геопространственного моделирования в модели города, изначально предложенная группой разработчиков из Австралии под руководством уполномоченных

правительственных органов с участием BuildinSMART Австралии и принятой на уровне международных BuildinSMART и OGC. Для инфраструктур такая схема открывает совсем новые возможности работы [35-39] с очень значительными экономическими и социальными преимуществами.

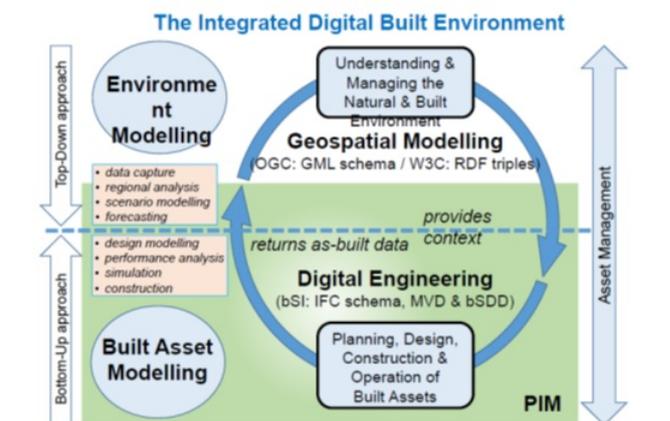


Рис. 18. Общая схема взаимодействия цифровой инженерии и геопространственного моделирования в модели города [61].

## VIII СЕНСОРЫ, ИОТ И ИНФРАСТРУКТУРА

Интернет вещей драйвер цифровой трансформации всей мировой экономики, а не только самой большой ее инфраструктурной части – умных городов. Интернет Вещей (IoT) является многомерной и многогранной парадигмой. При его применении должно описывается, сколько фиксированных и мобильных «вещей» с различными уровни «интеллекта» есть в конкретных точках физического мира, как они взаимосвязаны, воспринимают / приводят в действие, интерпретируют, обмениваются информацией и используют информацию в гиперсвязанном пространстве IoT с использованием разных типов платформ. IoT приведет к трансформации

бизнеса и внесет фундаментальные изменения во взглядах людей и общества на то, как технологии и приложения будут работать в мире [64].

Ориентированная на гражданина среда IoT (не только в городах), требует решения новых технологических тенденций и проблем. Это окажет значительное влияние на исследовательскую деятельность, которые необходимо ускорить без ущерба для тщательности и строгости тестирования, а также определить благоприятное время, необходимое для коммерциализации. Необходимо решать вопросы, связанные с построением сети, ориентированной на знания для IoT. Необходимо представление контекстно-зависимой информации IoT, поддержка трафика IoT, оценка характеристик / мониторинга / оптимизации и моделирования как физического размещения на цифровом и виртуальном образе, так и моделирования широкомасштабных сценариев IoT. Все это необходимо решать, чтобы обеспечить реальные широкомасштабные

развертывания, испытательные стенды, прототипы и практические системы для случаев использования IoT в инфраструктурах и промышленных секторах. IoT лежит в основе процессов оцифровки экономики и общества и он существенный строительный блок для цифрового единого рынка, которые будут иметь потенциально существенное влияние на процветание России и стран входящих в ЕАЭС и их конкурентоспособности в условиях глобализации экономики.

Многообразие проблем и представлений о мире IoT можно найти в очень подробных публикациях о мировых исследованиях [64,66]. В этих исследованиях, проводимых уже не первый год, выработан понятийный подход к этому явлению (рисунок 19). Это система систем, интеграция и соединение физического, цифрового, виртуального и кибернетического миров - пути цифрового преобразования через IoT. Рисунки 20-23 служат, в значительной мере, наглядными иллюстрациями этого подхода.

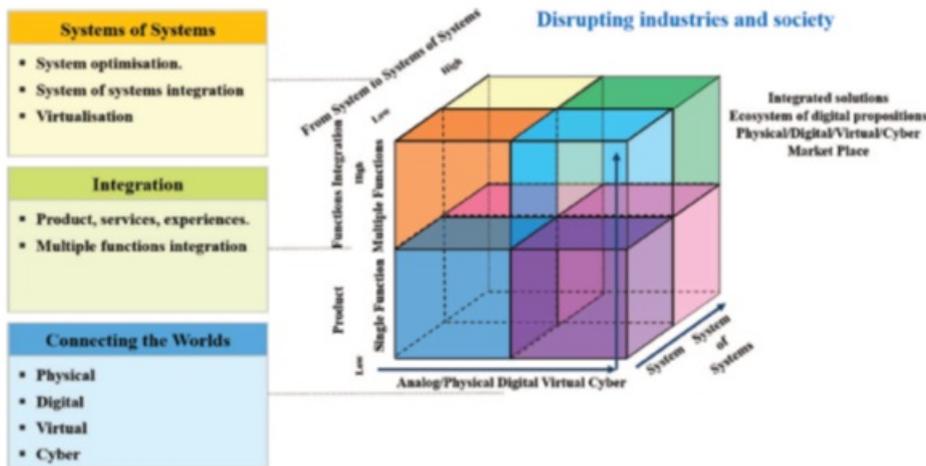


Рис. 19. Система систем, интеграция и соединение физического, цифрового, виртуального и кибер миров -

пути цифрового преобразования через IoT [64].

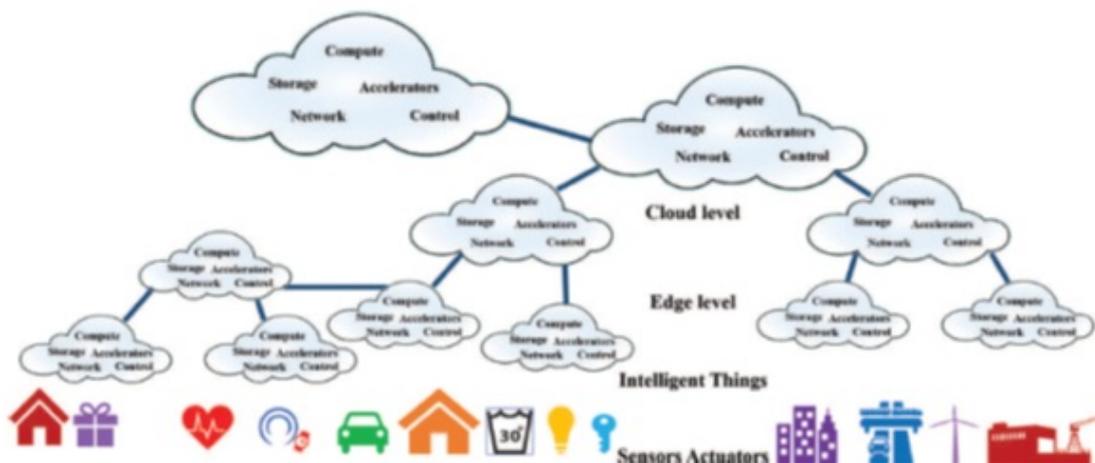


Рис. 20. Гетерогенная система взаимодействия разрушительных платформ технологий IoT [64].

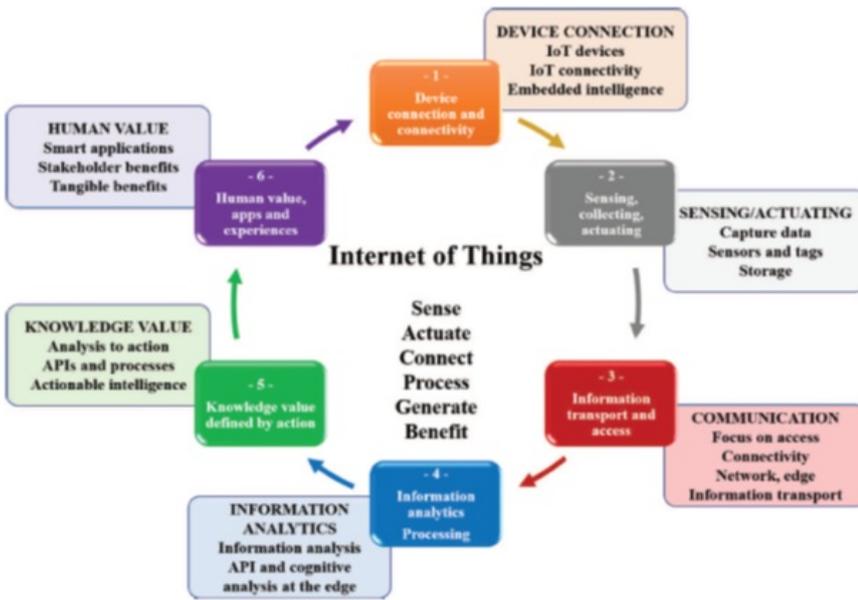


Рис. 21. Парадигмы прибыльности технологий с использованием IoT [64].

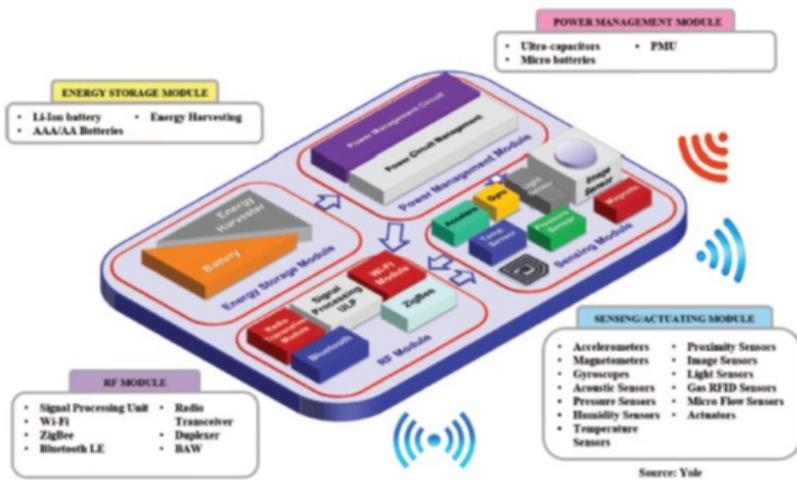


Рис. 22. Из чего состоит сенсор и актуатор IoT [64]



Рис. 23. Умный дом соединенный Smart Grid [64]

Современная инфраструктура должна быть надежной, устойчивой и адаптироваться к изменениям, но это

также должно быть оптимизированы с точки зрения эффективности и стоимости. Что бы сделать это необходимо более эффективно использовать информацию в инфраструктурных проектах, и использовать это, чтобы принимать лучшие решения в том, как мы строим и управляем активами.

Новые технологии в области управления датчиками (IoT) и данными обеспечивают экономически выгодное решение для преобразования инфраструктуры через разумную информацию. Потенциал сокращения затрат и эффективность - это изменение игры, но все сводится к нашему потенциалу использовать эти данные для большей части нашей инфраструктуры сейчас и в будущем.

Стареющая инфраструктура России, как и многих стран, сталкивается с огромными вызовами. Большая часть ее была первоначально построена в 19 и 20 веке, не ожидая, что мы будем все равно полагаться на нее как основу для инфраструктуры страны 150 лет спустя. Проблема заключается в том, что использование инфраструктуры очень характерно для многих изменений. Сдвиги в демографических данных и последствия изменения климата будут влиять на требования к построенному активу и его способности реагировать со временем. Реальность такова, что инфраструктура в России оказывает гораздо большее давление, чем когда-либо, чтобы быть пригодной к новым условиям, и мы еще не знаем, какое воздействие будет оказано на текущее состояние актива в его жизненном цикле. Разумеется, загрузка чего-то большего ранее не предусмотренного будет иметь отрицательное влияние на возможные деградации.

Сдвиговые факторы также приведут к изменениям в том, как мы определяем дизайн нашей инфраструктуры, как мы ее строим, как мы ей управляем, и как она будет поддерживаться. Это открывает насущную потребность в инновациях. Нам нужно быть умнее, не только в том, как мы используем наши построенные активы, но также в адаптации более целенаправленного подхода к тому, как мы строим новые, которые будут использоваться в будущем.

Начало так называемой четвертой промышленной революции приносит с собой огромную возможность использовать технологии датчиков (IoT) и цифровой информации для улучшения возможностей понимать свойства наших активов на каждом этапе их жизненного цикла. Это часть концепция интеллектуальной инфраструктуры и в сущности она сводится к использованию цифрового актива для лучшего управления и поддержания физического имущества. Существует все больший диапазон источников данных, но на самом деле важно то, что вы делаете с теми данными, которые будут позволять вам извлечь из них максимальную выгоду в качестве актива.

Снижение стоимости датчиков, а также генерации и хранение данных представляет собой удивительный потенциальный ресурс. Перед нами стоит задача что, учитывая объемы данных, нам нужно лучше понимание того, как мы курируем и управляем этими данными.

Нам также необходимо рассмотреть, как мы можем использовать достижения в технологии, чтобы помочь понять эти данные таким образом что лицо, принимающее решение, может их использовать. Хотя все чаще решения принимаются цифровыми машинами, более сложное принятие решений всегда должно выполняться людьми. Возможность исходит из того, что можно сделать лучше решения. Фактически, если у нас есть лучшая информация, основанная на лучших данных, мы можем принимать более обоснованные решения.

#### IX СТАНДАРТИЗАЦИЯ IOT И ИНФРАСТРУКТУРЫ

Для нашего читателя, мы полагаем, что очень существенным фактором является быстро нарастающая стандартизация применения сенсоров интернета вещей [11-17], проблемы о которых говорилось в [50], в значительной мере, остались в прошлом. Для понимания текущего использования сенсоров и устройств IoT мы подобрали рисунок 24, который показывает, как выглядит физически распределенная сенсорная сеть IoT в туннеле метрополитена. На рисунке 25 эта же беспроводная сеть датчиков в лондонском подземном туннеле метро показана физически. Для того, чтобы читатель представлял себе в том же туннеле сенсор длиной несколько километров мы приводим рисунок 26, на котором представлено инновационное оптоволоконное зондирование. Распределенный сенсор (Brillouin) измеряющий через напряжения оптического волокна показатели по всей его длине. Такое представление как на рисунках выше позволяет нам дать представление читателю о важности знаний о том, где в реальном трехмерно мире размещаются сенсоры и устройства IoT и перейти к технологиям и стандартам GIS, описывающим эти размещения в стандартах своего многомерного цифрового пространства.

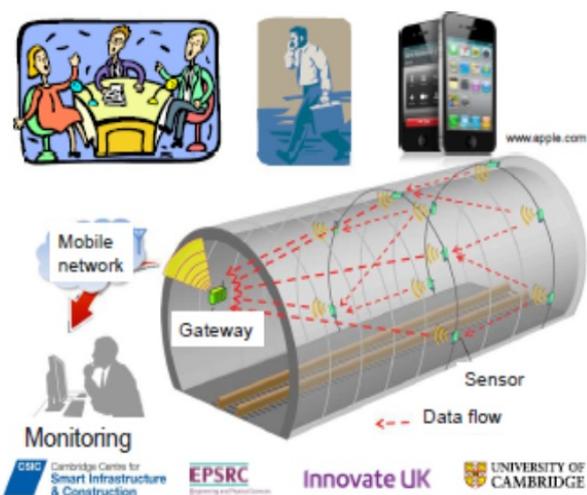


Рис. 24. Распределенная сенсорная сеть (источник семинар The Foundation for Science and Technology 24th May 2017 Robert Mair Department of Engineering University of Cambridge)

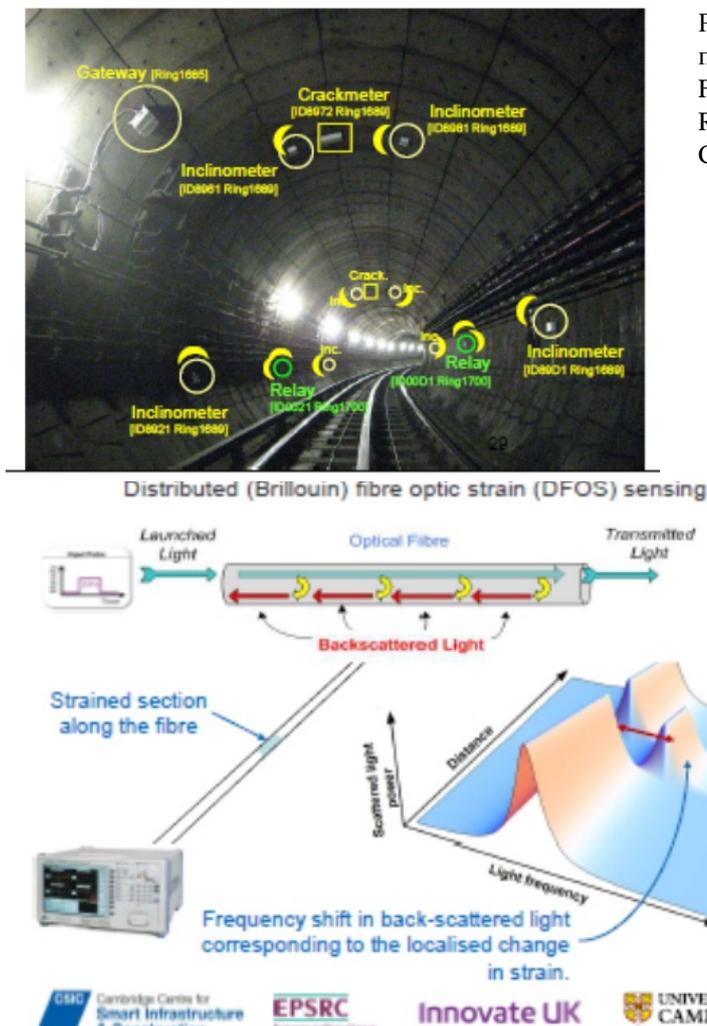


Рис. 25. Беспроводная сеть датчиков в лондонском подземном туннеле метро (источник семинар The Foundation for Science and Technology 24th May 2017 Robert Mair Department of Engineering University of Cambridge)

Рис. 26. Инновационное оптоволоконное зондирование. Распределенный сенсор (Brillouin) измеряющий через напряжения оптического волокна показатели по всей его длине (DFOS) (источник семинар The Foundation for Science and Technology 24th May 2017 Robert Mair Department of Engineering University of Cambridge)

Центры ISO в Южной Корее и США по интернету вещей, наконец, определились, с кем и как работать по стандартизации интернета вещей. Темы IoT, умного города и инфраструктур сильно связаны и в данном случае мы видим двухуровневую систему стандартов. ISO просто дает ссылку на стандарты фонда OCF. Фонд Open Connectivity Foundation (OCF) является отраслевой группой, чья заявленная миссия заключается в разработке стандартов спецификаций, продвижении набора руководств по совместимости и предоставлении программы сертификации для устройств, участвующих в Интернете-вещей (IoT). То есть, собственно, это практическое соблюдение условий разделения понятий

WoT и IoT [50]. Он стал одной из крупнейших организаций по стандартизации промышленных соединений для IoT. В его состав входят Samsung Electronics, Intel, Microsoft, Qualcomm и Electrolux. В настоящее время насчитывается более 300 компаний-членов. OCF пытается реализовать стандарты Интернета Вещей, также называемые как «Сеть всего». IoT требует легкого обнаружения и доверенной и надежной связи между вещами. OCF предоставляет структуру, которая позволяет эти требования определить через спецификацию, ссылочную реализацию и программу сертификации. IoTivity, эталонная реализация спецификаций с открытым исходным кодом активно разрабатывается различными членами OCF.

Сегодня уже разделяют начальный этап развития IoT и его будущие применения. Эти представления отражены на рисунке 27, и это переход от централизованного применения IoT к децентрализованному.

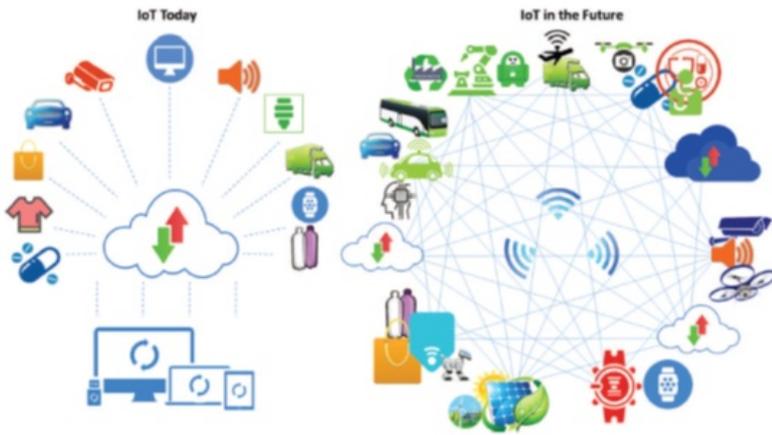


Рис. 27. От сегодняшнего централизованно IoT к децентрализованному IoT будущего [64].

Тогда в составе и смысле предлагаемых стандартов для интернета вещей должно быть отражено это изменение парадигмы, которое формулируется в части информации как преодоление темных данных и информационного силоса. Темные данные - это операционные данные, которые не используются. Консалтинговая и маркетинговая компания Gartner Inc. описывает темные данные как «информационные активы, которые организации собирают, обрабатывают и хранят в ходе своей обычной деловой деятельности, но, в целом, не могут использовать их для других целей». Об информационном силосе и IoT смотри [45] и рисунок 28. На этом рисунке видно, что именно централизованный IoT ведет к тому, что данные из одной информационно-управляющей системы не могут быть использованы в другой, даже при всей очевидности такого применения.

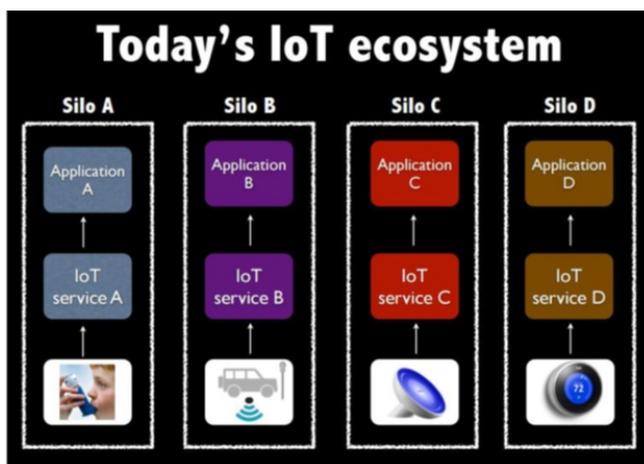


Рис. 28. Информационные силосы и IoT (источник: OGC).

Не следует понимать, что только OCF занимается стандартизацией IoT. В работе [62], как, впрочем, и во многих других, читатель сможет найти очень непростые фиксирующие сегодняшнее состояние подробные описания. Не вдаваясь в детали, возьмем за постулат необходимость знаний в цифровом мире о том, где и в каком состоянии находятся сенсоры и актуаторы IoT в

физическом мире и то, как можно проектировать на практике их размещение через дизайн и проектирование (виртуальный-цифровой-физические миры и их связь). В этом случае оказывается, что для того, чтобы это сделать, как раз и нужны знания из мира приложений BIM и GIS в удобной для WWW форме.

Следование стандартам OGC существующим [31-33] и разрабатываемым совместно с другими участниками очень непростого процесса [62] дает поддержку веб-браузера (SWE) через разрабатываемые и имеющиеся стандарты OGC с наработанными отношениями с W3C. Это позволяет применять основные принятые или находящиеся на рассмотрении стандарты в рамках SWE OGC которые включают направления:

- Наблюдения и измерения (O & M). Общие модели и кодировки XML для наблюдений и измерений.
- PUCK Protocol Standard - определяет протокол для получения описания SensorML, кода это «драйвер» датчика и другой информации от самого устройства, что позволяет автоматически устанавливать, конфигурировать и работать с датчиком.
- Язык модели датчиков (SensorML) - Стандартные модели и XML-схема для описания процессов в системах обработки датчиков и наблюдений.
- Службу наблюдения датчиков (SOS) - Открытый интерфейс для веб-службы для получения наблюдений и описаний датчиков и платформ от одного или нескольких датчиков.
- Службу планирования датчиков (SPS) - открытый интерфейс для веб-сервиса, посредством которого клиент может: 1) определить возможность сбора данных от одного или нескольких датчиков или моделей и 2) представить запросы на сбор.
- Общую модель данных SWE –она определяет модели данных низкого уровня для обмена данными, связанных с датчиком, между узлами инфраструктуры OGC® Sensor Web Enablement (SWE).

• Модель обслуживания SWE. Определяет типы данных для общего использования через службы OGC Sensor Web Enablement (SWE). Пять из этих пакетов определяют типы запросов и ответов на операции.

Так как в GIS модели данных согласованы с BIM на уровне интероперабельности данных и стандартов на них в альянсе buildingSMART и OGC, и данные в форматах OGC изначально согласованы с W3C, то это

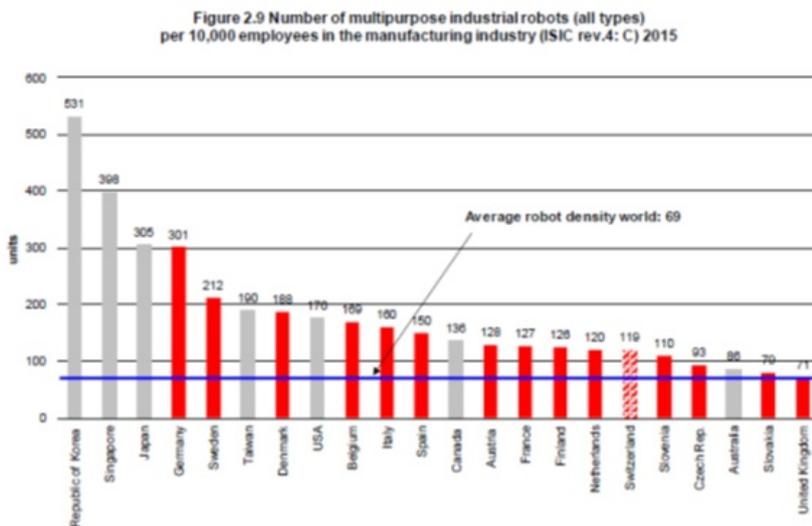
позволяет сделать их доступными для любых веб решений и, в значительной мере, способствовать уменьшению темных данных и силоса данных.

Расширяется жизненный цикл инфраструктуры и оптимизируется благодаря более умному использованию данных и технологиям, связанным с IoT. Для профессионалов строительства последствия и экономическая эффективность - это изменение игры и эффективности эксплуатации. Способы развертывания сенсорных технологий и интегрированность этого в процессы строительства и реконструкций, начиная с проектирования до эксплуатации, позволит получать более обоснованные решения. Самое главное, это позволит повысить добавленную стоимость всего жизненного цикла; позволяющее использовать информацию о состоянии этого актива для обеспечения более высокого качества и производительности, в лучшем случае, в течение срока действия актива. Данные продолжают приносить пользу на протяжении всей жизни физически построенного актива. Это концепция, которой российская строительная отрасль не спешит заниматься, и это потребует большого культурного сдвига в отрасли, если мы хотим оценить

истинное значение данных при цифровой трансформации наших инфраструктур.

#### X GIS, BIM РОБОТЫ И ДРУГИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Уже патентные исследования 2014 года Великобритании определили робототехнику среди одной из великих технологий меняющих мир [70]. Правда, что само понятие робота изменяется со временем. Так в [70] их уже рассматривали, например, вместе с автомобилями без водителя. В промышленном понимании большинство роботов это то что выполняет операции без человека и отгорожено физическими барьерами от других работающих. Но даже в этом понимании успехи робототехники и главное темпы применения впечатляют. На рисунке 29 показано число роботов на 10 000 работающих в 2015 году по странам, а на рисунке 30 мы видим, что 1,4 млн. промышленных роботов появится дополнительно между 2016 и 2019 годами.



of Robotics)

Рис. 29. Число роботов на 10 000 работающих в 2015 году по странам (Источник: IFR International Federation

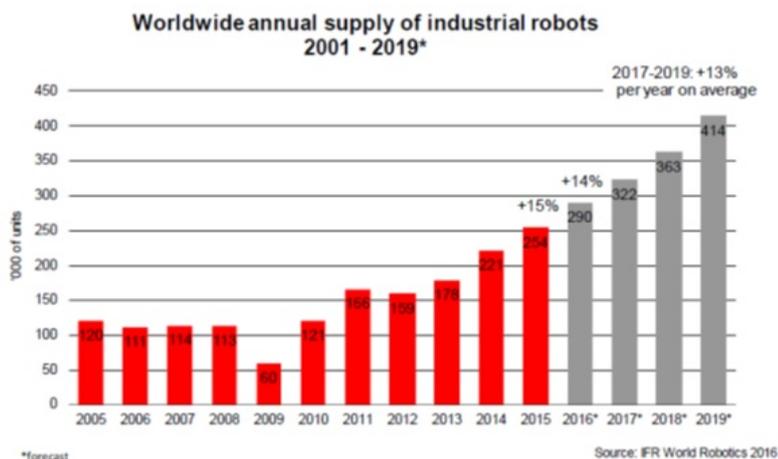


Рис. 30. 1,4 млн. Индустриальных роботов появится дополнительно между 2016 и 2019 годами (Источник – IFR International Federation of Robotics)

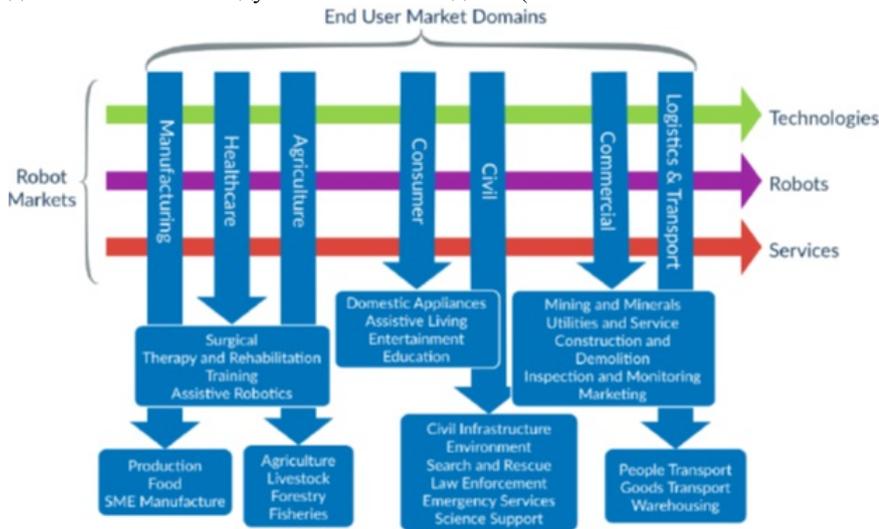


Рис.31. Расширяющийся рынок роботов [71]

Между тем в [71] – общеевропейском исследовании на эту тему (рисунок 31) мы видим 6 рыночных сегментов их применения. Роботы вышли из физических ограждений на производствах и стали способны действовать в физической среде обитания человека. Это процесс начался и в строительной индустрии [37], но сегодня в нем появляются уже планы по стандартизации. Японский «супер-подрядчик» Kajima работает с buildingSMART, чтобы создать «Строительную комнату» - долговременный проект, направленный на улучшение использования стандартов открытых данных на всех этапах проектов строительства [69]. Этот форум объединяет международные строительные компаний для разработки решений для более эффективного будущего. «Комната» позволит использовать технологии разработки и инновационные методы строительства. Способность к производству вне места и быстро собираться на месте, станет реальностью с такими технологиями как робототехника, Интернет вещей и комбинированные закупки (combining trades). Так что на условном рисунке 31 может очень быстро появиться строительная отрасль.

В вышедшей в 2016 году работе [74] «Исследование влияния подключенных и автономных транспортных средств (CAV) на поток трафика», подготовленной известной строительной компанией Atkins, которая внесла огромный вклад, как в британский, так и мировой BIM, приводятся варианты экономических расчетов внедрения подключенных и автономных транспортных средств в зависимости от состояния инфраструктуры и числа этих средств в потоке трафика для конкретных транспортных сетей городов. Atkins пользуется тем же принципом точных цифровых знаний о физическом мире, и тогда подключенные и автономные транспортные средства могут, как и ранее авиация и цифровая железная дорога, построенные на тех же принципах, уменьшить физические расстояния между движущимися (летающими) транспортными средствами и увеличить безопасность движения [35-39,46,47,52,75-

78].

Еще в 2015 году Япония взяла курс на новые поколения роботов [72], в логистике, где прогнозируется огромный дефицит кадров, к исследованиям по практическому применению роботов, работающих с людьми, подключился лидер логистики DHL [73]. DHL считает, что:

«Работники логистики выиграют от сотрудничества с роботами, в то время как клиенты будут видеть более быстрое обслуживание и высокое качество. Представьте себе мир, где люди могут сосредоточиться на работе, имеющей смысл и более приятной. Представьте мир где повторяющиеся, утомительный, или опасный ручной труд является редкостью. Мечта цепочек поставок материально-технического обеспечения это быстрее, безопаснее и более продуктивно».

Поскольку всегда прогресс сопровождается как инновационной безработицей, так и инновационным дефицитом кадров, то мы решили привести для читателей помимо мнения DHL еще три цитаты на эту тему: «До 15 миллионов текущих рабочих мест в Великобритании могут быть автоматизированы с течением времени» - М. Карни, 2016 год. Источник: <http://www.bankofengland.co.uk/publications/Documents/speeches/2016/speech946.pdf>

«Устойчивый поток технологий увеличил производительность труда (+ 1,1% годовых) без снижения занятости (40-50%) или заработной платы (+ 0,9% годовых) в среднесрочной перспективе. Источник: Haldane 2015, <http://www.bankofengland.co.uk/publications/Documents/speeches/2015/speech864.pdf>»

«Поскольку роботы и другие компьютерные технологии выполняют задачи, ранее выполнявшиеся рабочими, растет озабоченность по поводу будущего рабочих мест и заработной платы. По нашим оценкам, еще один робот на тысячу рабочих уменьшает отношение занятости к населению примерно на 0,18-

0,34 процентных пункта и заработную плату на 0,25-0,5 процент" [68]

#### XI BIM и УПРАВЛЕНИЕ АКТИВАМИ

Сегодня в России на основании пунктов 1 и 2 Плана мероприятий по внедрению оценки экономической эффективности обоснования инвестиций и технологий информационного моделирования на всех этапах жизненного цикла объекта капитального строительства предлагается внести изменения в Градостроительный кодекс, предусматривающие появление на уровне законодательства определения информационной модели капитального строительства.

Конечно, всегда есть весьма справедливые вопросы об экономических эффектах внедрения тех или иных технологий. Скажем по BIM огромное количество работ по этому поводу и все они усредненные по отраслям, направлениям или по странам [35-39,42,43,44,46-52]. Потому что считаются они по понятным методам, утвержденным на уровне стандартов и тогда можно получать сопоставимые результаты. Так, в Великобритании на то есть два базовых стандарта:

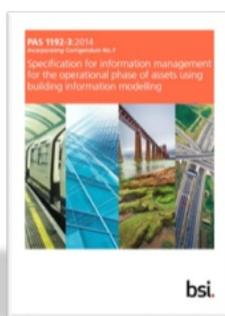
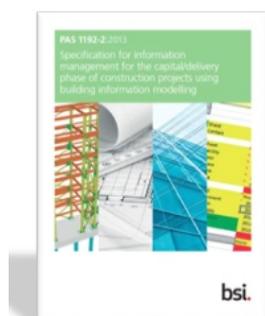
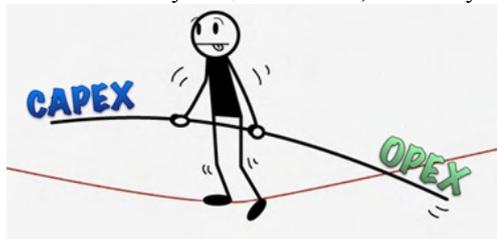
PAS 1192-2:2013. Спецификация для управления информацией на этапе капитального строительства, используя информационное моделирование зданий и PAS 1192-3:2014. Спецификация для управления информацией на этапе эксплуатации активов, используя

информационное моделирование зданий.

Один из них на строительство актива, а второй на эксплуатацию актива. При этом результат все равно зависит от того, кто строит и эксплуатирует. При этом все равно тот, кто строит - деньги тратит, а тот, кто эксплуатирует - деньги зарабатывает, то есть это Capex и Opex. Вот для наглядности мы изобразили этот процесс в виде человечка, который идет по проволоке над этими стандартами, так как в итоге разница между этими величинами и дает конкретную экономическую оценку экономической эффективности актива. Введение в России в практику законодательства определения информационной модели капитального строительства по сути можно считать началом движения к цифровым активам.

Стандарт PAS 1192-2:2013. Спецификация для управления информацией на этапе капитального строительства, используя информационное моделирование зданий.

Стандарт PAS 1192-3:2014. Спецификация для управления информацией на этапе эксплуатации активов, используя информационное моделирование зданий



Стандарт PAS 1192-2:2013. Спецификация для управления информацией на этапе капитального строительства, используя информационное моделирование зданий.

Стандарт PAS 1192-3:2014. Спецификация для управления информацией на этапе эксплуатации активов, используя информационное моделирование зданий

Рис. 32. Графическое изображение определение прибыльности строительного проекта как процесса балансирования между стандартами.

Такого рода оценка в каждый конкретный момент зависит от очень многих параметров и действительно требует четкого понимания и введения кроме определения информационной модели капитального строительства и других понятий. В работах [35-52], был отмечен экономический и социальный вклад в процесс строительства: ГИС технологий, введения

CAPEX и OPEX в IFC или COBiE и ресурсосбережения (экологии), собственно так и формируется третий социальный уровень 4, показанный на рисунке 12. Как нам представляется, все эти экономические составляющие необходимо учесть, если не в изменении упомянутого выше Закона, то в подзаконных актах и, конечно, в стандартах. Напомним, что именно в форматах языков описания информации моделей IFC и COBiE (подмножества IFC) и вводят в нужных местах показатели CAPEX и OPEX, что и позволяет балансировать смешному человечку на

рисунке 32, идя по канату к прибыльности строительного проекта и актива в жизненном цикле.

Однако самое главное для реализации задуманного является использование универсального понятия актива и соответствующих стандартов, которые непосредственно находятся в одной технологической информационной цепочке со стандартами на BIM и GIS (рисунок 11).

Правила работы с активами представлены в серии стандартов ISO 5500x, и они состоят из трех базовых стандартов:

- ISO 55000 - Управление активами - Обзор, принципы и терминология,
- ISO 55001 - Управление активами - Системы управления –Требования,
- ISO 55002 - Управление активами - Системы управления - Руководящие принципы для применения стандарта ISO 55001.

Эти стандарты были приняты сначала в Великобритании как PAS 55, потом в ISO и затем в России в 2014 году (например, [21]). Стандарты ISO 5500x применимы ко всем видам активов (материальные и нематериальные) в любом секторе промышленности. Они определяют несколько базовых понятий:

«Актив это элемент, предмет или объект, которые имеют потенциальную или фактическую ценность для организации».

«Управление активами - это скоординированная деятельность организации для реализации ценности Актива элемента, предмета или объекта, которые имеют потенциальную или фактическую ценность для организации ISO 55000 Управление активами Обзор,

принципы и определения, процессы включают людей, ресурсы, процессы, информацию и технологии активов. Система управления активами набор взаимосвязанных или взаимодействующих элементов организации для разработки политики управления активами и цели; и процессы для достижения этих целей».

И там, где приняты оба набора стандартов на активы и BIM, появляются возможности корректных и сопоставимых экономических расчетов. Что можно увидеть на рисунке ниже (PAS 55 - это исходное название стандартов на управление активами в Великобритании). На рисунке 33 можно увидеть Распространение применения стандартов управления активами по секторам экономики мира и большая часть успешных примеров относится к инфраструктурам. На рисунке 34 можно посмотреть экономически эффект в разных компаниях при применении стандартов управления активами.

Подобно тому, как был образован Кембриджский центр интеллектуальной инфраструктуры и строительства (CSIC Smart Infrastructure and Construction), в Великобритании был создан Институт управления активами (The Institute of Asset Management – IAM), и в нем сегодня концентрируются основные работы по развитию этой тематики. Мы подобрали наиболее яркие иллюстрации, созданные IAM и приводим их на рисунках 35-40. Не вдаваясь в подробности, отправляем читателя к этим рисункам, заметив только, что это направление стало очень серьезным бизнесом. Внутри этого процесса четко намечилось главное направление - информационный подход к управлению актива (рисунок 38).

## Uptake of PAS 55

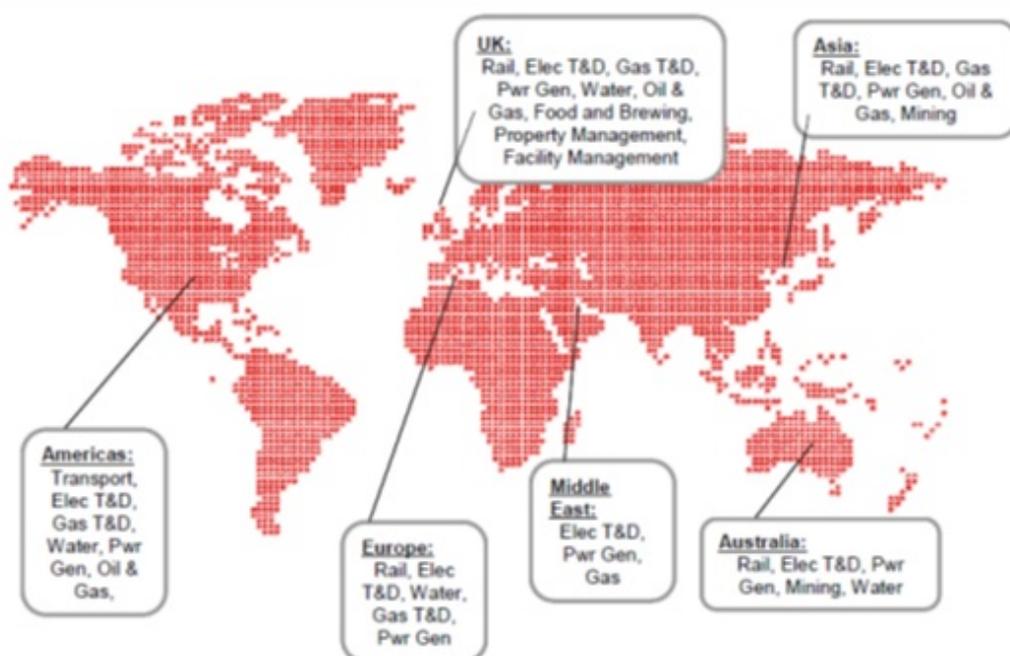


Рис. 33. Распространение применения стандартов управления активами по секторам экономики (источник

– IAM).

Страна/ Компания	Основные достижения и эффекты*
Италия 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Уровень OPEX снижен за 9 лет на 40%</li> <li>Качество энергоснабжения повышено за 9 лет на 67%</li> </ul>
Ирландия 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Уровень OPEX снижен на 10% за 5 лет</li> <li>Улучшение SAIDI на 19%, SAIFI на 11% за 5 лет</li> </ul>
Великобритания 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Сокращение персонала на 30% за 5 лет</li> <li>Снижение CAPEX на 2,5% за 5 лет</li> </ul>
Чехия 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Экономия 19 % ФОТ за счет повышения производительности труда</li> </ul>
Испания и Лат. Америка 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Снижение CAPEX на \$50 млн. (10%) за 1,5 года</li> <li>Снижение затрат на закупку услуг - \$45 млн. за 1,5 года</li> <li>Сокращение численности персонала на 15% за 1,5 года</li> </ul>
Новая Зеландия 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Двукратное увеличение привлеченных инвестиций в активы за 8 лет, при темпах роста тарифа ниже уровня инфляции</li> </ul>

Рис. 34. Экономически эффект в разных компаниях при применении управления активами (источник – данные компаний).

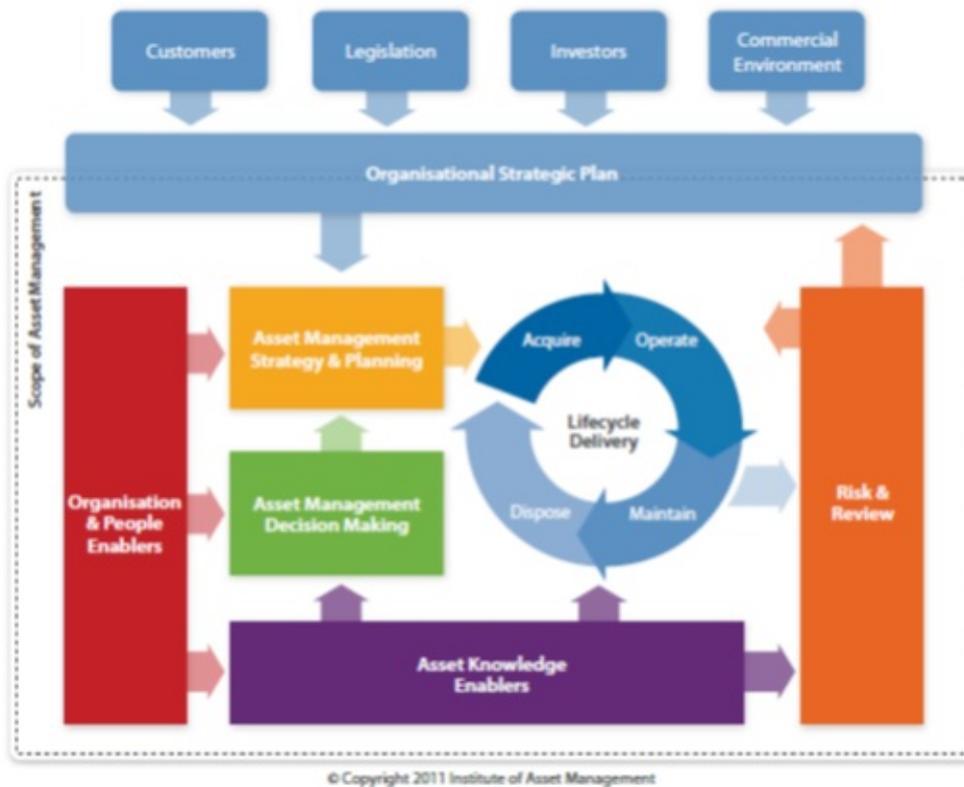


Рис. 35. Группы субъектов управления активами показаны в концептуальной модели IAM для управления активами (источник – IAM)

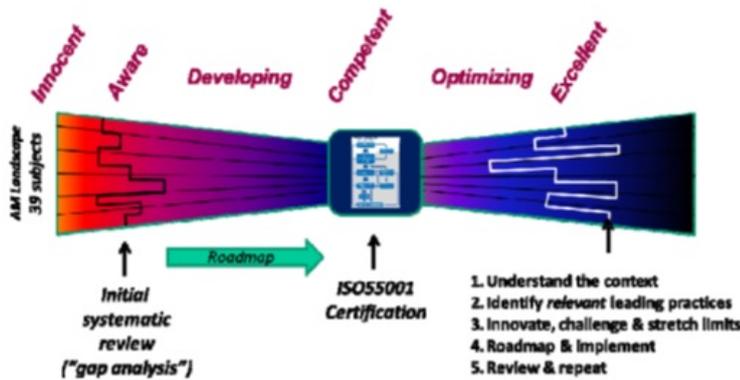
# AM Competences Framework



© Copyright The Institute of Asset Management 2008. All rights reserved.

Рис. 36. Роли в дорожной карте для достижения ключевой задачи – создания оптимальной системы управления физическими активами. (источник – IAM)

# Measuring Asset Management Maturity



Assessment methodology and tool being developed to assess maturity against the ISO 55001 requirements and the 39 subjects in the AM Landscape

Рис. 37. Измерение и сертификация систем управления активами (источник – IAM)

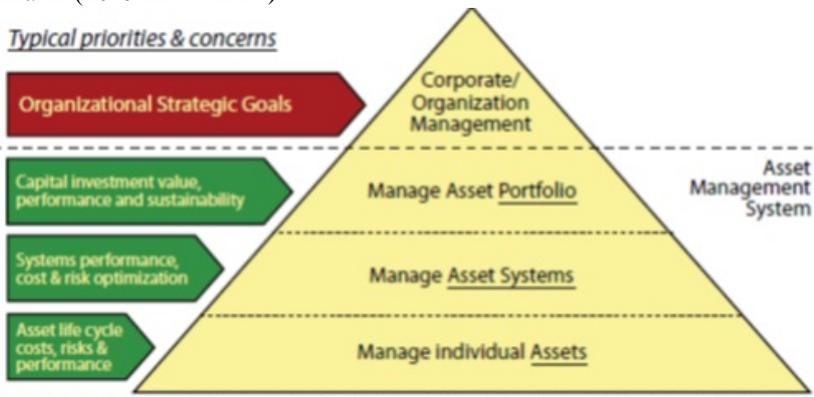


Рис. 38. Иерархия активов в рамках интегрированной системы управления (источник – IAM)

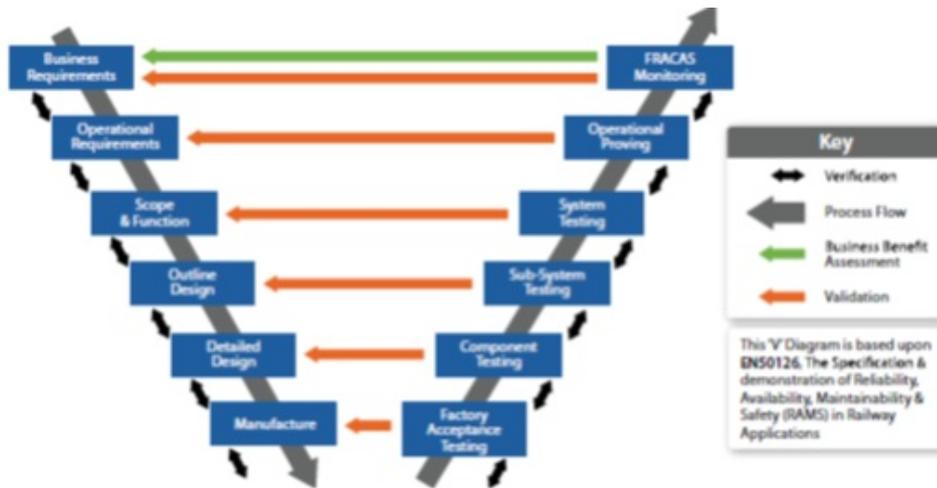


Рис. 39. Эта диаграмма 'V' основана на EN50126 (RAMS) на железной дороге (источник – IAM) демонстрации надежности, доступности и безопасности

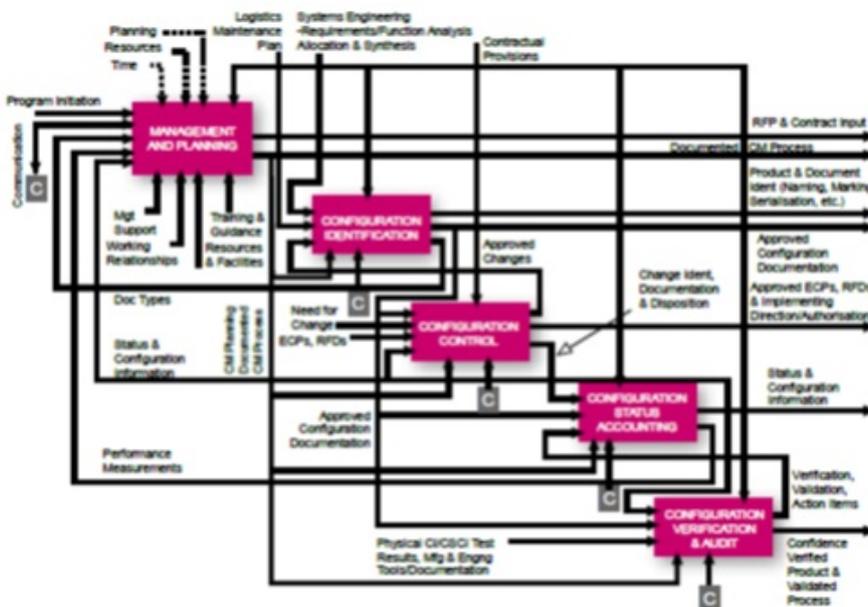


Рис. 40. На этой диаграмме представлен обзор IAM) принципов управления конфигурацией (источник –

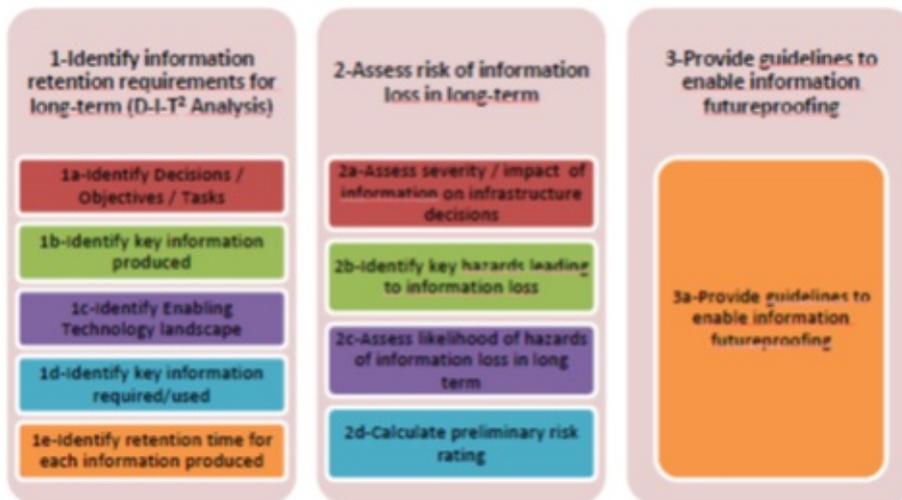


Рис. 41. Информационный подход к управлению актива (источник – IAM) IAM была выпущена еще 2012 году классическая

работа «Анатомия управления активами» [30], которая до сих пор широко цитируется. Так как практика информационного подхода к управлению активами

развивалась стремительно, как и полагается подрывной технологии, приносящей четкие экономические выгоды, то она была заложена в пятилетний национальный инфраструктурный план Великобритании на 2016- 2021 годы [23], Австралии [28], в США [26].

В Великобритании были даже выпущены книги для чайников:

1. Как внедрять управление активами на предприятии [25] и
2. Цифровое управление активами [27].

Но важно другое – образовался рынок потребления этих решений, и сегодня практически все ведущие поставщики программных решений могут обмениваться данными в форматах GIS и BIM. Так информационный подход к управлению активами стал мировым трендом.

#### ХII ЦИФРОВЫЕ (ИНФОРМАЦИОННЫЕ) АКТИВЫ И ФИЗИЧЕСКИЕ ИНФРАСТРУКТУРЫ – ЭТАП БЫСТРОГО РАЗВИТИЯ ОТНОШЕНИЙ

Не секрет что инфраструктуры имеют стратегическое значение в любом государстве и часто многие из них называют критически важными. Поэтому в их состоянии и развитии всегда важна роль государства и его управление. Государство управляет этим техническими регламентами и стандартами и инструкциями своим менеджерам.

Рассмотрим сначала бегло развитие стандартизации на примере Великобритании (BSI). Инфраструктурные активы имеют разные функции и физические свойства. Чтобы отобразить эти свойства, нужны правила и стандарты как это сделать и измерить с необходимой точностью для конкретных физических инфраструктур. Но, например, в системах водоснабжения и водоотведения 40% от стоимости актива составляет энергетическая часть и насосы, в частности, что предполагает отсутствие информационных силосов с энергетиками. Поэтому в качестве решения был принят ряд стандартов о совместимости и в частности для примера [24].

В 2016 и 2017 годах BSI выпустил более сотни стандартов по теме информационного управления разными типами активов. Мы приводим ссылки только на некоторые из последних [53-60]. Остановимся на [53]. Этот стандарт касается активов, размещенных в земле, выпущен в 2017 и носит практический характер. Ранее в 2016 году был выпущен стандарт (он описан в [46]) который определял требования к приборам обнаружения подземных коммуникации и точности их обнаружения в цифровом виде. Теперь, после года успешной обкатки, [53] определяет, как работать с цифровым активом. Тема обнаружения и обслуживания подземных коммуникаций (труб, проводов и т.п.) чрезвычайно острая во всех городах мира, включая Россию. Упомянутый выше OGC уже начал разработку такого стандарта для всех стран.

Информационная модель – это набор информационных активов, со всеми вытекающими аспектами владения, использования и продажи, на

который нужно создавать серьезную и согласованную систему норм и правил.

Информационный актив представляет собой совокупность информации, которая определяется и управляется как единое целое, поэтому ее можно эффективно понимать, совместно использовать, защищать и эффективно использовать. Информационные активы имеют узнаваемую и управляемую ценность, риск, контент и жизненные циклы.

В работе [88], посвященной тому, как измеряют объем цифрового сегмента в общем объеме ВВП, много говорилось о BIM и DCMS - Департаменте культуры, средств массовой информации и спорта Соединенного Королевства. С 3 июля 2017 его название стало Департамент по цифре, культуре, медиа и спорту и он стал очень важным звеном развития цифровой экономики страны. Его деятельность распространяется на 43 агентства и учреждения правительства. Темпы развития цифровой экономики и цифровых активов настоль высоки, что уже после публикации [80] этого были внесены изменения в методики расчета сектора DCMS [81], и по этой методике были собраны и рассчитаны текущие показатели развития сектора DCMS [82]. Для удобства читателя приводим их наиболее показательную часть на рисунке 42. Этот рисунок показывает рост цифровой части ВВП Великобритании, которая в 2016 году уже была около 20 % от ВВП.

Введение в повсеместную практику умных инфраструктурных активов (что, судя по всему, и есть цель текущего пятилетнего плана Великобритании) еще более существенно увеличит цифровую часть ВВП этой страны.



Рис. 42. Текущие показатели развития сектора DCMS по сравнению со всей экономикой Великобритании [82].

В число 43 агентств и учреждений правительства, находящихся в управлении DCMS входит и Национальный архив. Национальный архив (The National Archives TNA) является не министерским правительственным отделом в Великобритании. Это официальный архив правительства Великобритании, Англии и Уэльса; и «хранитель некоторых из самых знаковых документов страны, насчитывающих более 1000 лет». Существуют отдельные национальные архивы для Шотландии (Национальные отчеты Шотландии) и Северной Ирландии (Бюро государственных записей Северной Ирландии). TNA ранее была четырьмя отдельными организациями: Бюро публичных записей (PRO), Комиссией по историческим рукописям, Управлением информации о государственном секторе (OPSI) и Канцелярским бюро Ее Величества (HMSO). Бюро публичных записей по-прежнему существует как юридическое лицо, поскольку законодательство о стимулировании не было изменено, и документы, хранящиеся в учреждении, таким образом, продолжают цитироваться многими учеными как часть PRO. С 2008 года TNA также организовала бывшую базу данных законов Парламента Великобритании, которая теперь известна как [law.gov.uk](http://law.gov.uk). Институциональная политика включает в себя определенную статью с первоначальной заглавной буквой от ее имени (отсюда «Национальный архив», сокращенный как TNA), но эта практика не всегда соблюдается в неспециализированных СМИ. Именно TNA является основным законодателем в теме «информационных активов» в правительстве Великобритании. Логика в этом достаточно понятна – любой документ, имеющий значение, завершает свой жизненный цикл в архиве, и именно архивные службы во всем мире определяют его вид и состав. То, что такие документы стали цифровыми, конечно, создает новые вызовы проблемы и трудности, но при этом дает еще и огромные возможности. Еще в 2013 году Правительство утвердило то что обязаны делать владельцы информационных активов [87]. В нем сказано что:

«Владельцы информационных активов (IAO) должны быть старшими / ответственными лицами, участвующими в управлении соответствующим бизнесом. Их роль заключается в том, чтобы понять, какая информация хранится, что добавляется и что удаляется, как перемещается информация, и кто имеет доступ и почему. В результате они могут понять и устранить риски для информации и обеспечить, чтобы информация полностью использовалась в рамках закона для общественного блага. Они предоставляют письменное решение о безопасности и использовании своих активов ежегодно для поддержки процесса аудита».

В развитие этого и других решений, были проведены анализы лучших практик ([29] например), а TNA на базе этого выпустило значительное количество документов про то, что такое информационный актив. Мы приводим выборочно лишь некоторые документы

2017 года [31,79-85]. Приведем цитату из [80]:

### «3.1. Что такое информационный актив (ресурс)?

Чтобы понять вашу информацию и как ее управлять и защищать, важно сначала понять, что мы подразумеваем под термином «информационный актив» и как это определение может упростить процесс. Ключевая концепция здесь состоит в том, чтобы группировать отдельные части информации в управляемые части; если вам приходилось индивидуально оценивать каждый отдельный файл, запись в базу данных и данные, которые у вас есть, у вас, вероятно, будет список миллионов предметов и это невозможная задача. Сгруппировав элементы на уровне, соответствующем вашим целям, вы можете сделать задачу действительно достижимой.

### 3.2. Как вы идентифицируете информационный актив?

Вы должны определить свои активы в соответствии с приведенными выше определениями, учитывая уровень детализации, необходимый для достижения ваших целей. Информационный актив (ресурс) определяется на уровне детализации, который позволяет управлять его составными частями полезными как единым целым».

Так формируется инструктивная часть для цифровых активов. В 2017 году TNA опубликовало стратегию своего цифрового развития на пять лет [86]. Возвращаясь к теме инфраструктурных активов, стоит подчеркнуть, что важнейшим свойством таких цифровых активов, создаваемых на базе технологий BIM и GIS, обеспечивающим экономику жизненного цикла является цифровая непрерывность - возможность использовать вашу информацию так, как вам нужно, столько, сколько вам нужно. Управление цифровой непрерывностью защищает информацию, необходимую для ведения бизнеса. Это позволяет действовать подотчетно, юридически, эффективно и эффектно. Это помогает защитить репутацию, принимать обоснованные решения, избегать и сокращать расходы, а также предоставлять более качественные услуги. Если вы потеряете информацию, потому что вы не смогли правильно управлять своей цифровой непрерывностью, последствия могут быть такими же серьезными, как последствия от любой другой потери информации. Регламенты TNA, стандарты BSI и рекомендации IAM направлены именно на это. Мы полагаем, что это лучшая с точки зрения достигнутых результатов практика в мире, которая к тому же очень быстро развивается. Использование ее с учетом российских реалий будет чрезвычайно полезно.

## XIII ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для людей и предприятий, работающих в инфраструктурном секторе, Smart Infrastructure станет огромным новым рынком промышленности, требующим новых навыков и замены старых. Так уже сегодня во всем мире планируется около 400 млрд. £ инвестиций в Smart Cities. В этих проектах, в зависимости от сложности, элементы цифровой инфраструктуры составляют от 5% до 12% от общей стоимости.

Экстраполировано, чтобы включить цифру в существующую мировую инфраструктуру, которая оценивается в £40 трлн., можно сказать, что дооснащение цифровыми решениями инфраструктуры для создания Smart Infrastructure – это потенциальная проблема и возможность в инфраструктурном секторе стоимостью 2 трлн-4,8 трлн. £.

Одна из самых важных задач поставленных руководством России в рамках развития цифровой экономики - это не только эффективно реализовывать проекты внутри страны, но и наращивать экспортный потенциал [91]. У российских компаний есть положительный опыт в этом. Так, Росатом смог занять 30% мирового рынка в строительстве ядерных объектов, во многом, за счет применения цифровых технологий. Цифровая экономика сегодня развивается очень быстрыми темпами, и надо учитывать все новые подходы и решения как можно быстрее, чтобы получить или развить конкурентные преимущества. По нашему мнению, умная инфраструктура - очень важная и нужная тема, как для развития цифровых проектов внутри России, так и для увеличения ее экспортного потенциала, так как:

1. Интеллектуальная инфраструктура позволит владельцам и операторам, чтобы получить больше от того, что у них уже есть - увеличение пропускной способности, эффективности, надежности и устойчивости.

2. Получение большего количества от существующих активов будет достижимо владельцами и операторами предоставления услуг, несмотря на ограниченное финансирование, растущий дефицит ресурсов и в зрелых экономиках, нехватку земельных ресурсов.

3. Лучшее понимание того, как достичь производительности от инфраструктуры, позволит создавать новую инфраструктуру более эффективно, и обеспечит лучшую доходность в течение всего жизненного цикла, равно как и эффективную работу новой инфраструктуры.

Есть, по нашему мнению, и совершенно насущные шаги в этом направлении:

1. Необходимо ускорить трансформацию системы стандартизации России с тем, чтобы были учтены реалии цифровой экономики. Безусловно, Росстандарт предпринимает значительные усилия в этом направлении (например, выпуск стандартов [22,23]), но необходима единая и согласованная единая система стандартов России, в которых усилий одного Росстандарта явно недостаточно.

2. Необходимо устанавливать нормальные связи с признанными международными открытыми и неправительственными организациями такими как: W3C, OGC, buildingSMART, OCF и другие. Это позволит перейти от роли пассивного наблюдателя и критика процесса этой стандартизации к активному участию в их разработке и применению.

3. Очень важно концентрировать ресурсы и научно-технические усилия на конкретных темах важных для нашей страны, например, как это сделала

Великобритания в случае CSIC.

4. Необходимо понимать и важность отслеживания развития ключевых и уже работающих на практике информационных технологий и их взаимодействие. Так, совместное использование технологий информационного моделирования зданий (BIM) и геоинформационных технологий (GIS) – путь к построению систем, эффективно работающих в жизненном цикле проектирования, строительства и эксплуатации зданий и сооружений. Это вывод, сделанный ведущими мировыми экспертами и практиками.

5. Необходимы и изменения в государственном секторе, путем трансформаций функций и создания новых компетенций. Без этого не будет ни понимания о таком явлении, как цифровая экономика и ее объемах, ни правильного учета и управления цифровыми изменениями.

#### БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] Thematic Investing .21st Century Cities: Global Smart Cities Primer. Bank of America Merrill Lynch 02 March 2017 (279 стр).
- [2] Road Investment Strategy: Strategic Vision [https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/383145/dft-ris-strategic-vision.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/383145/dft-ris-strategic-vision.pdf)
- [3] Action for Roads: A network for the 21st century [https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/212590/action-for-roads.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/212590/action-for-roads.pdf)
- [4] WSPPB ACE - Cities and Infrastructure - White paper - DPS April 2017
- [5] Future Cities: Building transport infrastructure resilience. Emerging Risk Report 2017 Society and Security ARUP, Lloyd's 2017
- [6] Future Cities: Building infrastructure resilience. Emerging Risk Report 2017 ARUP, Lloyd 2017
- [7] The Future is Coming: Index of Cities' Readiness PwC 2017
- [8] Promoting Adoption of Smart Infrastructure Solutions in the Transport Sector – Recommendations to the Department for Transport Chief Scientific Advisor Professor Lord Mair, University of Cambridge, DfT Science Advisory Council Chair Sandy Yatteau, Centre for Smart Infrastructure and Construction, University of Cambridge April 2016
- [9] CSIC Asset Management Projects September 2015 Dr Ajith Parlikad, Dr Raj Srinivasan, Dr Phil Catton, Dr Tariq Masood
- [10] We create the railway of the future Bane NOR SF 2017
- [11] ISO/IEC DIS 30141:20170628(E) ISO/IEC JTC 1/SC41/WG3 Secretariat: ANSI Information technology – Internet of Things Reference Architecture (IoT RA)
- [12] ISO/IEC JTC 1 N 13480 Information technology Secretariat: ANSI (United States) 2017-08-06. OCF Smart Home Device Specification VERSION 1.0.0 | June 2017
- [13] ISO/IEC JTC 1/SC 41 N0231 Internet of Things and related technologies Secretariat: KATS (Korea, Republic of) OCF Security Specification VERSION 1.0.0 | June 2017
- [14] ISO/IEC JTC 1/SC 41 N0230 Internet of Things and related technologies Secretariat: KATS (Korea, Republic of) OCF Core Specification VERSION 1.0.0 | June 2017 Part 1
- [15] ISO/IEC JTC 1/SC 41 N0232 Internet of Things and related technologies Secretariat: KATS (Korea, Republic of) OCF Bridging Specification VERSION 1.0.0 | June 2017
- [16] ISO/IEC JTC 1/SC 41 N0235 Internet of Things and related technologies Secretariat: KATS (Korea, Republic of) OCF Resource to AllJoyn Interface Mapping Specification VERSION 1.0.0 | June 2017
- [17] ISO/IEC JTC 1/SC 41 N0233 Internet of Things and related technologies Secretariat: KATS (Korea, Republic of) OCF Resource Type Specification VERSION 1.0.0 | June 2017
- [18] ISO/IEC JTC 1/WG 11 N 224 Smart cities Convenorship: SAC (China) Sustainable Development in Communities — Indicators for

- City Services and Quality of Life. Date of document: 2017-09-21 (112 стр.)
- [19] ISO/IEC JTC 1/WG 11 N 223 Smart cities Convenorship: SAC (China). Sustainable Development in Cities and Communities - Indicators for Resilient Cities. Date of document: 2017-03-28 (41 стр)
- [20] Smart cities Guidance Note Smart cities Standards July 2017 Smart cities Concil Australia New Zealand
- [21] ГОСТ Р 55.0.02-2014/ИСО 55001:2014 Управление активами. Национальная система стандартов. Системы менеджмента. Требования.
- [22] ГОСТ Р 57392- 2017/ ISO/IEC TR 20000-10: 2015 Информационные технологии УПРАВЛЕНИЕ УСЛУГАМИ Часть 10 Основные понятия и терминология
- [23] ГОСТ Р 43.0.8-2017 Информационное обеспечение техники и операторской деятельности. Искусственно-интеллектуализированное человекоинформационное взаимодействие. Общие положения.
- [24] BS ISO 55000/1/2, Asset Management is the coordinated activity of an organization to realise value from assets.2014
- [25] Implementing Enterprise Asset Management For Dummies. 2013 by John Wiley & Sons Ltd, Chichester, West Sussex, England
- [26] Guidance for Developing a Transit Asset Management Plan William Robert, Virginia Reeder Katherine Lawrence ,Spy Pond Partners, LLC Arlington, MA Harry Cohen ,Ellicott City, MD Katherine O'Neil ,KKO & Associates, LLC Andover, MA © 2014 National Academy of Sciences
- [27] Digital Asset Management For Dummies. 2017 by John Wiley & Sons Ltd, Chichester, West Sussex, England
- [28] Strategic Asset Management Framework A Guide for Managing South Australian Government Buildings Updated on 01 February 2017 Knet Document #11218796 Version 0.10
- [29] Good Practice Guide .The Information Assurance Maturity Model and Assessment Framework October 2015 Issue No: 2.1. © Crown copyright 2015
- [30] Asset Management – an anatomy Version 1.1 February 2012 © Copyright The Institute of Asset Management 2012. IAM
- [31] OGC Sensor Things API Part 1: Sensing Copyright © 2016 Open Geospatial Consortium
- [32] OGC® IndoorGML – with Corrigendum Copyright © 2014,2015,2016 Open Geospatial Consortium
- [33] Incident Management Information Sharing (IMIS) Internet of Things (IoT) Extension Engineering Report Copyright © 2016 Open Geospatial Consortium
- [34] OGC Smart Cities Spatial Information Framework Copyright © 2015 Open Geospatial Consortium
- [35] Sinyagov S. et al. Building and Engineering Based on BIM Standards as the Basis for Transforming Infrastructures in the Digital Economy //International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – Т. 5. – №. 5. – С. 46-79.
- [36] Дрожжинов В. И. и др. Умные города: модели, инструменты, рейтинги и стандарты //International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – Т. 5. – №. 3.
- [37] Kupriyanovsky V. et al. Digital sharing economy: technologies, platforms and libraries in industry, construction, transport, and logistics //International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – Т. 5. – №. 6. – С. 56-75
- [38] Куприяновский В. П. и др. ГИГАБИТНОЕ ОБЩЕСТВО И ИННОВАЦИИ В ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ //Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2017. – Т. 13. – №. 1. – С. 105-131.
- [39] Zamolodchikov D. et al. Comfortable environment and resources for passenger stations in the lifecycle of digital railways assets //International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – Т. 5. – №. 3. – С. 100-116.
- [40] A NEW METHODOLOGY FOR INTEROPERABILITY OF HETEROGENEOUS BRIDGE INFORMATION MODELS A Dissertation Presented to The Academic Faculty By Aaron Costin In Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree Doctor of Philosophy in the School of Civil and Environmental Engineering Georgia Institute of Technology May 2016
- [41] Migrating information between records management systems. The National Archives. 2017
- [42] Kupriyanovsky V. et al. The new five-year plan for BIM-infrastructure and Smart Cities //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4. – №. 8. – С. 20-35.
- [43] Куприяновский В. П., Сияглов С. А., Добрынин А. П. BIM-Digital Economy. How to achieve the success? A practical approach to the theoretical concept. Part 1: Approaches and the main advantages of BIM //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4. – №. 3. – С. 1-8.
- [44] Куприяновский В. П., Сияглов С. А., Добрынин А. П. BIM-Digital Economy. How to achieve the success? A practical approach to the theoretical concept. Part 2: Digital Economy //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4. – №. 3. – С. 9-20.
- [45] Kupriyanovsky V. et al. Digital Economy and the Internet of Things-negotiating data silo //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4. – №. 8. – С. 36-42.
- [46] Kupriyanovsky V. et al. Digital Railroad-an integrated information model as the basis of the digital transformation //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4. – №. 10. – С. 32-42.
- [47] Sinyagov S. et al. Digital Railroad-create digital assets. Based on materials from Network Rail (UK) project asset management system modernization //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4. – №. 10. – С. 43-54.
- [48] Kupriyanovsky V. et al. Optimizing the use of resources in the digital economy //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4. – №. 12. – С. 86-96.
- [49] Namiot D. et al. Smart Cities and education in digital economy //International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – Т. 5. – №. 3. – С. 56-71.
- [50] Kupriyanovsky V. et al. Web of Things and Internet of Things in the Digital Economy //International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – Т. 5. – №. 5. – С. 38-45.
- [51] Kupriyanovsky V. et al. The economic benefits of the combined use of BIM-GIS models in the construction industry. Review of the state of the world //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4. – №. 5. – С. 14-25.
- [52] Kupriyanovsky V. et al. The new paradigm of the digital railway-assets life cycle standardization //International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – Т. 5. – №. 2. – С. 64-84.
- [53] PAS 256:2017 Buried assets. Capturing, recording, maintaining and sharing of location information and data. Code of practice. Bsi 2017
- [54] BS ISO/IEC 19770-4:2017. Information technology. IT asset management. Resource utilization measurement. Bsi 2017
- [55] BS ISO 24516-3:2017. Guidelines for the management of assets of water supply and wastewater systems. Wastewater collection networks. Bsi 2017
- [56] BS ISO 15686-5:2017. Buildings and constructed assets. Service life planning. Life-cycle costing. Bsi 2017
- [57] BS ISO 15686-7:2017. Buildings and constructed assets. Service life planning. Performance evaluation for feedback of service life data from practice. Bsi 2017
- [58] 17/30333753 DC. BS EN ISO 19650-1. Organization of information about construction works. Information management using building information modelling. Part 1. Concepts and principles. Bsi 2017
- [59] 17/30333756 DC. BS EN ISO 19650-2. Organization of information about construction works. Information management using building information modelling. Part 2. Delivery phase of assets. Bsi 2017
- [60] ASTM E2132 - 17. Standard Practice for Inventory Verification: Electronic and Physical Inventory of Assets. Bsi 2017
- [61] Jim Plume, John Mitchell, David Marchant, Peter Newton Precinct Information Modelling. Position Paper. CRC for Low Carbon Living Ltd supported by the Cooperative Research Centres program, an Australian Government initiative. August 2017
- [62] .IoT LSP Standard Framework Concepts Release 2.8 AIOTI WG03 – IoT Standardisation 2017 AIOTI ALLIANCE FOR INTERNET OF THINGS INNOVATION
- [63] Курс 2030: исследование развития инфраструктуры в России. EY 2014
- [64] Cognitive Hyperconnected Digital Transformation Internet of Things Intelligence Evolution 2017 River Publishers
- [65] Enterprise Information Management in Practice Managing Data and Leveraging Profits in Today's Complex Business Environment. Saumya Chaki Apress 2015 by Saumya Chaki
- [66] Building the Future Internet through FIRE 2016 FIRE Book: A Research and Experiment based Approach 2017 River Publishers
- [67] Certifications of Critical Systems – The CECRIS Experience 2017 River Publishers
- [68] NBER WORKING PAPER SERIES ROBOTS AND JOBS: 68EVIDENCE FROM US LABOR MARKETS Daron Acemoglu

- Pascual Restrepo Working Paper 23285  
<http://www.nber.org/papers/w23285> NATIONAL BUREAU OF ECONOMIC RESEARCH 1050 Massachusetts Avenue Cambridge, MA 02138 March 2017.
- [69] Do you own, operate, construct or maintain physical built assets? BUILDING WITHOUT BARRIERS The business case for interoperability. buildingSMART International 2017
- [70] Eight Great Technologies .Robotics and Autonomous Systems Intellectual Property Office is an operating name of the Patent Office A patent overview. © Intellectual Property Office 2014
- [71] Robotics 2020. Multi-Annual Roadmap For Robotics in Europe EU Horizon 2020 Call ICT-2017 (ICT-25, ICT-27 & ICT-28) MAR 2017
- [72] New Robot Strategy Japan's Robot Strategy - Vision, Strategy, Action Plan -The Headquarters for Japan's Economic Revitalization 10/2/2015
- [73] ROBOTICS IN LOGISTICS .A DPDHL perspective on implications and use cases for the logistics industry. DHL March 2016
- [74] Research on the Impacts of Connected and Autonomous Vehicles (CAVs) on Traffic Flow. Summary Report Department for Transport. Atkins. May 2016
- [75] Kupriyanovsky V. et al. Bandwidth and economy of the digital railway in the transformation of signaling and train control //International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – Т. 5. – №. 3. – С. 117-132.
- [76] Куприяновский В. П. и др. СООБРАЖЕНИЯ ПО ПРОБЛЕМАМ СОЗДАНИЯ ЦИФРОВОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ ДЛЯ НОВОГО ШЕЛКОВОГО ПУТИ ТРАНСКОНТИНЕНТАЛЬНОГО ЛОГИСТИЧЕСКОГО ПАРТНЕРСТВА В ЦЕЛЯХ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ СТРАН ВХОДЯЩИХ В ЕАЭС И РОССИИ //International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – Т. 5. – №. 9.
- [77] Соколов И. А. и др. Прорывные инновационные технологии для инфраструктур. Евразийская цифровая железная дорога как основа логистического коридора нового Шелкового пути //International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – Т. 5. – №. 9.
- [78] Куприяновский В. П. и др. Цифровые цепи поставок и технологии на базе блокчейн в совместной экономике //International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – Т. 5. – №. 8.
- [79] Embedding Digital Continuity in your IT Environment. The National Archives, 2017
- [80] Identifying Information Assets and Business Requirements. The National Archives. 2017
- [81] Digital Continuity for Change Managers. The National Archives. 2017
- [82] Mapping the Technical Dependencies of Information Assets. The National Archives. 2017
- [83] Managing Digital Continuity Loss. The National Archives. 2017
- [84] Digital Continuity in ICT Services Procurement and Contract Management. The National Archives. 2017
- [85] Risk Assessment Handbook. The National Archives. 2017
- [86] Digital Strategy .March 2017. The National Archives. 2017
- [87] Guidance on the IAO Role. Version 1.2 – October 2013. Cabinet Office UK.Crown copyright 213
- [88] Соколов И. А. и др. Государство, инновации, наука и таланты в измерении цифровой экономики (на примере Великобритании) //International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – Т. 5. – №. 6.
- [89] Economic estimates of DCMS sectors Methodology. 26th June 2017.
- [90] DCMS Sectors Economic Estimates 2017: Employment and Trade. 29 August 2017.
- [91] Указ Президента Российской Федерации «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» от 1 декабря 2016 года № 642

# Smart infrastructure, physical and information assets, Smart Cities, BIM, GIS, and IoT

Vasily Kupriyanovsky, Vyacheslav Alenkov, Igor Sokolov, Aleksandr Zazhigalkin, Alexander Klimov, Alexey Stepanenko, Sergey Sinyagov, Dmitry Namiot

*Abstract* – This article is devoted to the issues of standardization for infrastructures. Infrastructures (cities, roads, etc.) there are and will be the basis of the real economy. It is the content and development of infrastructures that make up the lion's share of budgets. In Smart cities, for example, we can see practically all the infrastructure that people use. The term "smart infrastructure" refers to the result of combining physical infrastructure with digital infrastructure, which allows providing more information for making management decisions. At the same time, both physical and digital infrastructures are assets for which economic efficiency can and should be considered. The issues of developing smart infrastructures and lessons for Russia are discussed in this article.

*Keywords* – BIM, GIS, IoT, Smart Cities.