САПР и ГИС
автомобильных дорог

№ 2(7), 2016

сотворение BIM
обзор стандартов

ISSN / Код НЭБ 2310-4376

IndorCAD/Road Maximal

Система автоматизированого проектирования автомобильных дорог

— обработка изысканий
— построение цифровой модели местности
— подготовка топопланов
— проектирование строительства, реконструкций, ремонтов
— проектирование загородных дорог и городских улиц
— расчёт дорожных одежд
— автоматизированное проектирование виражей, примыканий, профилей, инженерного обустройства
— построение картограмм фрезерования и выравнивания
— вычисление объёмов
— объёмная визуализация
— подготовка чертежей и ведомостей

www.indorsoft.ru

От главного редактора

Темой данного номера мы выбрали обзор мировой нормативной базы в области информационного моделирования.

В секции BIM представлена ключевая статья номера — обзор международной нормативной базы в сфере BIM. Особое внимание автором уделено стандартам США и Великобритании, являющимися лидерами данного направления. Также рассматриваются стандарты других стран, которые зачастую идеологически базируются на стандартах США или Великобритании.

Секция САПР представлена статьёй, посвящённой применению данных мобильного лазерного сканирования для оценки колейности и отклонения фактических геометрических параметров дороги от их проектных значений.

В секции ГИС приводится обзор возможностей ГИС IndorRoad для решения задач диагностики. В другой статье рассматриваются новые стандарты по диагностике и паспортизации автомобильных дорог и анализируются содержащиеся в них противоречия. Отдельная статья посвящена эволюции методов геодезических измерений — приводятся основные стадии процесса развития, а также описываются современные технологии. Также в секции представлена статья, описывающая необходимость внедрения геоинформационных систем в процесс трассирования автомобильных дорог.

Персона номера — главный разработчик геоинформационной системы IndorRoad.

САПР и ГИС
автомобильных дорог

АДРЕС РЕДАКЦИИ
634003, г. Томск, пер. Школьный, д. 6, стр. 3
Телефон/факс: **8 800 333-0805,** +7 (3822) 650-450
Электронная почта: **red@indorsoft.ru**

РЕГИСТРАЦИЯ ЖУРНАЛА
ISSN 2310-4376
Версия: **для печати**
Номер свидетельства:
ПИ № ФС 77–53497
Наименование СМИ:
САПР и ГИС автомобильных дорог
Дата регистрации: **04.04.2013**
Форма распространения:
печатное СМИ: журнал
Территория распространения:
Российская Федерация,
зарубежные страны
Издатель: **ООО «ИндорСофт»**
Учредитель: **ООО «ИндорСофт»**

Версия журнала в интернете:
cadgis.ru
Журнал зарегистрирован
в системе **РИНЦ: eLIBRARY.ru**

Подписной индекс по «Каталогу российской прессы "Почта России"»: **54237**

Тираж — 1 000 экз. Формат 210×297

КООРДИНАТОР ПРОЕКТА
Бойков Владимир Николаевич, д.т.н.

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
Скворцов Алексей Владимирович, д.т.н., проф.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:
Алексиков Сергей Васильевич, д.т.н., проф.
Бойков Владимир Николаевич, д.т.н.
Бокарев Сергей Александрович, д.т.н., проф.
Васильев Юрий Эммануилович, д.т.н., проф.
Величко Геннадий Викторович, к.т.н.
Евтюков Сергей Аркадьевич, д.т.н., проф.
Елугачёв Павел Александрович, к.т.н.
Жанказиев Султан Владимирович, д.т.н., проф.
Кулижников Александр Михайлович, д.т.н., проф.
Миронюк Виталий Петрович, д.э.н.
Овчинников Максим Алексеевич, к.т.н.
Петренко Денис Александрович
Сарычев Дмитрий Сергеевич, к.т.н.
Скворцов Алексей Владимирович, д.т.н., проф.
Субботин Сергей Аркадьевич
Трофименко Юрий Васильевич, д.т.н., проф.
Углова Евгения Владимировна, д.т.н., проф.
Чистяков Игорь Владимирович, д.т.н., проф.

ВЫПУСКАЮЩИЙ РЕДАКТОР
Дмитриенко Виктор Евгеньевич

КОРРЕКТОРЫ
Князюк Елизавета Михайловна
Райкова Лидия Сергеевна
Снежко Ирина Викторовна

ДИЗАЙН И ВЁРСТКА
Патов Евгений Валерьевич

ОТДЕЛ РЕКЛАМЫ
Кузнецова Анна Петровна

Содержание

№ 2(7), 2016

BIM

4 Обзор международной нормативной базы в сфере BIM
Скворцов А.В.

САПР

50 Решение инженерных дорожных задач на основе данных мобильного лазерного сканирования
Майсурадзе Ш.Г., Майсурадзе И.Г.

ГИС

54 ГИС IndorRoad для анализа данных диагностики автомобильных дорог
Князюк Е.М., Субботин С.А.

60 Обзор новых стандартов по диагностике дорог
Ребров К.А., Бакаев В.А., Носов Д.С.

63 Эволюция методов измерений — от «Пи» до «Пи-Пи-Пи»
Гулин В.Н.

70 Необходимость внедрения геоинформационных систем в процесс трассирования автомобильных дорог
Аль-дамлахи Июссеф

ПЕРСОНА

76 Персона: Субботин Сергей Аркадьевич. Человек с географической привязкой к местности. Интервью с создателем ГИС IndorRoad
Кузнецова А.П.

Обзор международной нормативной базы в сфере BIM

DOI: 10.17273/CADGIS.2016.2.1

Скворцов А.В., д.т.н., профессор, профессор ТГУ (г. Томск),
генеральный директор ООО «ИндорСофт» (г. Томск)

Представлен обзор современной нормативной базы в области информационного моделирования (Building Information Modeling, BIM). Особое внимание уделено применимости описываемых стандартов к инфраструктурным объектам (в том числе автомобильным дорогам).

Для каждого рассматриваемого BIM-стандарта приводится официальное название (как правило, на английском языке), авторский перевод названия на русский язык, официальный сайт стандарта, дата выпуска последней версии и разработчик стандарта.

В процессе анализа делается вывод, что только две страны в мире в настоящее время развивают свои BIM-стандарты. Это США и Великобритания. Остальные просто следуют в русле их разработок. Так, наиболее полным стандартом в мире безусловно является американский National BIM Standard v3.0 (NBIMS). Однако оборотной стороной полноты является сложность документа. Именно поэтому на практике часто используются упрощённые методические документы (руководства, guides), разработанные на основе NBIMS. Интересно, что некоторые страны положили в основу своих национальных стандартов именно эти (вторичные) руководства по BIM.

Британское семейство стандартов не такое полное, как американское, и содержит свой взгляд на некоторые фундаментальные концепции BIM. В то же время прикладная сторона американского и британского семейств стандартов в последние годы становится всё ближе. С точки зрения географического применения разных стандартов отмечается, что американские стандарты больше применяются в Америке, Австралии и Юго-Восточной Азии, а британские — в Европе, Африке и на Ближнем востоке. Кроме того, ряд европейских стран (Норвегия, Финляндия, Нидерланды и пр.) разработали свои собственные BIM-стандарты. Но в целом они идеологически базируются на британских PAS/BS и являются скорее методическими руководствами по применению.

1. Введение

Технология информационного моделирования (Building Information Modeling, BIM) последние годы всё шире применяется в различных отраслях капитального строительства [1, 6, 7]. Изначально технология была разработана только для зданий, причём только для стадий проектирования и строительств. В дальнейшем BIM стали пытаться применять для произвольных объектов капитальных строительства и всех стадий жизненного цикла.

Общая идеология BIM (концептуальный подход, системный подход к управлению в течении всего жизненного цикла, среда общих данных, применение целостных параметрических моделей данных, система заключения и исполнения контрактов) применима практически неизменно для всех отраслей капитального строительства. Тем не менее, есть ряд серьёзных вопросов, препятствующих полноценному применению BIM.

В первую очередь это отсутствие полноценных стандартов на какие-либо модели данных, кроме моделей зданий. Из-за этого приходится применять различные проприетарные форматы и привязываться к конкретному программному обеспечению, что не позволяет полноценно организовывать коллективную работу и среду общих данных [5]. Например, для линейных инфраструктурных объектов (дорог, железных дорог, мостов, тоннелей, трубопроводов) только сейчас появились первые элементы (IFC Alignment 1.1) будущего стандарта IFC 5 [4].

Во-вторых, структура жизненного цикла в каждой отрасли может существенно отличаться от зданий. Особенно это заметно для линейных инфраструктурных объектов [8].

В-третьих, отсутствие требований к уровням детализации разрабатываемых (хранящихся) моделей данных на разных стадиях проектирования и эксплуатации [3].

В Российской Федерации, где инфраструктурные объекты в большинстве случаев принадлежат государству, внедрению BIM также мешает действующая нормативная база, регулирующая порядок взаимодействия заказчика с подрядчиками, в которой отсутствуют соответствующие BIM-требования. Инициативное же внедрение BIM-систем только внутри отдельных подрядных (проектных или строительных) организаций никак нельзя назвать BIM. Эффект от BIM проявляется только при полноценном участии заказчика при условии формирования BIM-моделей на стадии проектирования и непрерывной работы с ними при строительстве и эксплуатации.

В настоящей статье рассматривается опыт зарубежных стран по части применения и стандартизации технологий информационного моделирования, при этом особый акцент даётся на возможность применения BIM для объектов линейной инфраструктуры. Рассматриваемые в статье стандарты представлены в таблице.

2. Опыт Великобритании

Великобритания одной из первых в Европе выступила с инициативой регулирования BIM на государственном уровне. Первые работы начались ещё в начале 2000-х гг., а в 2011 г. кабинет министров Великобритании представил «Правительственную стратегию строительства», в которой записано требование повсеместного использования BIM уровня 2 к 2016 г., включая государственные и частные проекты. В этой же стратегии отмечается, что на текущий момент ощущается нехватка совместимых систем, стандартов и протоколов, что снижает эффект взаимодействия всех участников на разных стадиях жизненного цикла объектов строительства.

Совместно с экспертным сообществом был разработан набор регламентирующих документов. Этот набор, наравне со стандартами США, на данный момент является одним из наиболее проработанных из всех существующих BIM-стандартов в мире.

Ключевым фактором успеха являлось активное участие государства и всей строительной индустрии в виде BIM Task Group.

BIM Task Group активно поддерживает и помогает достичь цели правительства в области «Стратегии строительства» и разрабатывает требования для укрепления потенциала государственного сектора в реализации концепции BIM.

BIM Task Group объединяет специалистов из промышленности, правительства, государственного сектора, институтов и научных кругов.

Основной целью разработанных документов является создание условий для широкого применения BIM определённого стандарта, так называемого уровня 2 (BIM Level 2). Уровни BIM описаны в PAS 1192-2:2013 [81] в соответствии с определением, введённым М. Бью и М. Ричардсом [16] (рис. 1).

Согласно PAS 1192-2:2013 уровни BIM определяются следующим образом.

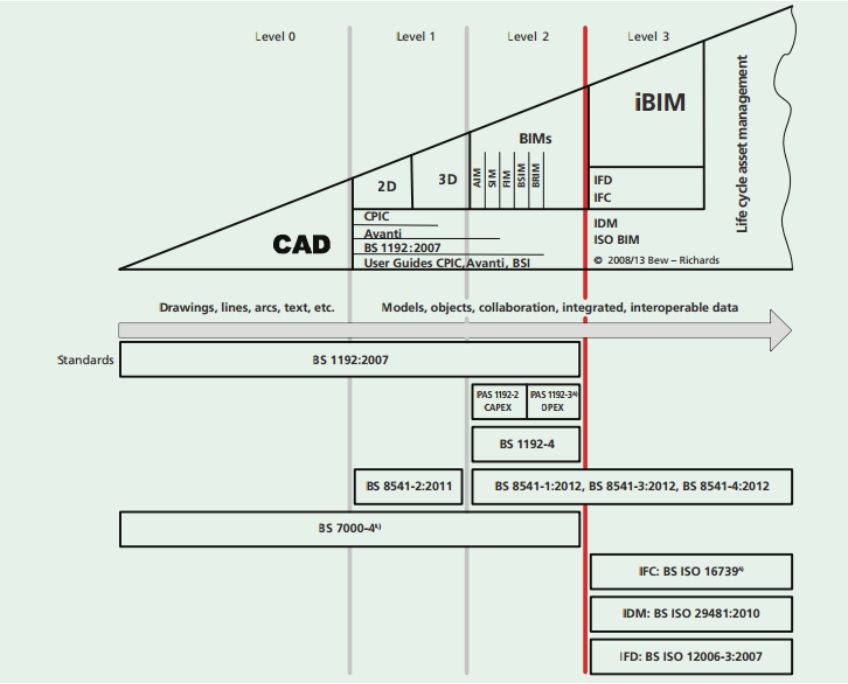


Рис. 1. Определение уровней BIM в PAS 1192-2:2013

Таблица. Рассматриваемые в статье стандарты и опыт стран

Раздел	Рассматриваемые стандарты
2. Опыт Великобритании	
2.1	BS 8536-1:2015 Briefing for design and construction — Part 1: Code of practice for facilities management (Buildings infrastructure) [30]
2.2	BS 8536-2:2016 Briefing for design and construction — Part 2: Code of practice for asset management (Linear and geographical infrastructure) [31]
2.3	BS 1192:2007 + A2:2016 Collaborative production of architectural, engineering and construction information — Code of practice [28]
2.4	PAS 1192-2:2013 Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling [81]
2.5	PAS 1192-3:2014 Specification for information management for the operational phase of assets using building information modelling [82]
2.6	BS 1192-4:2014 Collaborative production of information — Part 4: Fulfilling employer's information exchange requirements using COBie — Code of practice [29]
2.7	PAS 1192-5:2015 Specification for security-minded building information modelling, digital built environments and smart asset management [83]
2.8	AEC (UK) BIM Technology Protocol v2.1.1. Practical implementation of BIM for the UK Architectural, Engineering and Construction (AEC) industry [9]
2.9	Government Soft Landings [46, 47]
2.10	Digital Built Britain [36]
3. Опыт США	
3.1	National BIM Standard - United States™ V3 [76]
3.2	AIA E203-2013 BIM & Digital Data Exhibit: • E203-2013 Building Information Modeling & Digital Data Exhibit [13] • G201-2013 Project Digital Data Protocol Form [14] • G202-2013 Project Building Information Modeling Protocol Form [15]
3.3	Level of Development (LOD) Specification 2016 [73]
3.4	The Contractor's Guide to BIM [93]
3.5	ERDC SR-12-2. The US Army Corps of Engineers Roadmap for Life-Cycle Building Information Modeling (BIM) [38]
3.6	USACE BIM Minimum Modeling Matrix (M3) [97]
3.7	USACE Advanced Modeling Project Execution Plan (PxP) Template V3.0 [96]
3.8	U.S. Air Force BIM Minimum Requirements v2.1 [95]
3.9	The VA BIM Guide [94]
3.10	GSA Building Information Modeling Guide Series [48–54]
3.11	State of Ohio Building Information Modeling Protocol [89]
3.12	Texas Facilities Commission Professional Architectural/Engineering Guidelines [92]
3.13	GSFIC BIM Guide - Series 01 Model Analysis and Validation [55]
3.14	State of Wisconsin DSF BIM Guidelines and Standards for Architects and Engineers [90]
3.15	CoSA BIM Standards [35]
3.16	NYC BIM Guidelines [80]
3.17	Penn State BIM Planning Guide for Facility Owners. V2 [84]
3.18	MIT CAD & BIM Guidelines [74] MIT BIM Execution Plan [75]
3.19	Georgia Tech BIM Requirements & Guidelines for Architects, Engineers and Contractors [45]
3.20	USC BIM Guidelines [98]
3.21	IU BIM Guidelines & Standards for Architects, Engineers, and Contractors [70]
3.22	SDCCD BIM Standards for Architects, Engineers & Contractors [87]
3.23	LACCD Building Information Modeling Standards. Version 4.1 [71–72]
4. Опыт Канады	
4.1	BIM PxP Toolkit [26]
4.2	AEC (CAN) BIM Protocol (2012) [11]
5. Опыт Норвегии	
5.1	Statsbygg Building Information Modelling Manual 1.2.1 [91]
5.2	Boligprodusentenes BIM Manual 2.0 [27]
5.3	HB V770 Modellgrunnlag. Krav til grunnlagsdata og modeler [57]

Таблица. Окончание

Раздел	Рассматриваемые стандарты
6. Опыт Финляндии	
6.1	Common BIM Requirements 2012 [34]
7. Опыт Германии	
7.1	GAEB DA XML 3.2 [44]
8. Опыт Дании	
9. Опыт Нидерландов	
9.1	Rgd BIM Standard 1.1 [85]
10. Опыт Австралии	
10.1	NATSPEC National BIM Guide [77]
11. Опыт Новой Зеландии	
11.1	New Zealand BIM Handbook [78]
12. Опыт Китая	
13. Опыт Гонконга (Китай)	
13.1	BIM Project Specification 3.0 [25]
13.2	CIC Building Information Modelling Standards (Phase One) [32]
14. Опыт Сингапура	
14.1	Singapore BIM Guide Version 2.0 [88]
14.2	BIM Essential Guide: • BIM Essential Guide. For BIM Adoption in an Organization [17] • BIM Essential Guide. For BIM Execution Plan [18] • BIM Essential Guide. For Architectural Consultants [19] • BIM Essential Guide. For C & S Consultants [20] • BIM Essential Guide. For MEP Consultants [21] • BIM Essential Guide. For Contractors [22]
14.3	BIM e-Submission: • Code of Practice for Building Information Modelling (BIM) e-Submission [32] • BIM e-Submission Templates [23] • BIM e-Submission Template Guides [24]
15. Опыт Южной Кореи	
16. Опыт Ирана	
17. Опыт стран Персидского залива	
18. Международный опыт	
18.1	bulidingSMART International
18.2	International Organization for Standardization: • ISO/TS 12911:2012 Framework for Building Information Modelling Guidance [69] • ISO 29481-1 Building information modelling — Information delivery manual — Part 1: Methodology and format [66] • ISO/PAS 16739:2005 Industry Foundation Classes, Release 2x, Platform Specification (IFC2x Platform) [67] • ISO/PAS 16739:2013 Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries [68] • ISO 12006-2 Building construction — Organization of information about construction work — Part 2: Framework for classification of information [64] • ISO 12006-3 Building construction — Organization of information about construction work — Part 3: Framework for object-oriented information [65]
18.3	RICS International BIM implementation guide [86]
18.4	EuroRoadS [39–43]
18.5	INSPIRE [37]
19. Опыт Российской Федерации	

Уровень 0 (Level 0) — двухмерное черчение с использованием САПР без единых регламентов и стандартов.

Уровень 1 (Level 1) — двухмерное черчение с частичным использованием 3D-моделирования. Черчение осуществляется согласно единым стандартам и регламентам.

Уровень 2 (Level 2) — этот уровень характеризуется полноценным трёхмерным проектированием (моделированием) в среде общих данных (системе инженерного документооборота) с помощью современных САПР с получением документации (автоматически) непосредственно из информационной модели. Модель должна также содержать 4D- (календарные графики реализации проектов) и 5D-описания (стоимостные показатели). При общепринятом употреблении термина BIM в настоящее время имеется в виду именно данный уровень.

Уровень 3 (Level 3) — представляет собой единую интегрированную систему полного цикла. Наиболее близкими к идеологии BIM Level 3 являются современные промышленные машиностроительные решения PLM (Project Lifecycle Management), такие как Dassault Systèmes CATIA, Siemens PLM Software NX, PTC Creo Elements/Pro и т.п. Отметим, что на данный момент уровень 3 сложно реализуем из-за неготовности современных информационных систем, в том числе САПР и ГИС, как для ПГС, так и для транспортной инфраструктуры. Тем не менее, в рамках инициативы Digital Built Britain уже ведутся соответствующие работы (см. п. 2.10).

Список разработанных документов является очень широким. Непосредственно к организации BIM Level 2 имеют отношение следующие шесть документов, имеющие статус уровня Стандартов Великобритании (British Standard, BS): BS 8536-1:2015 [30], BS 8536-2:2016 [31], BS 1192:2007 + A2:2016 [28], PAS 1192-2:2013 [81], PAS 1192-3:2014 [82], BS 1192-4:2014 [29] и PAS 1192-5:2015 [83]. Эти документы входят в так называемый «BIM-набор уровня 2» (BIM Level 2 suite). Кроме того, для упрощения процесса внедрения BIM в Великобритании разработаны различные дополнительные стандарты и практические руководства.

Ниже мы рассмотрим эти, а также некоторые другие стандарты, разработанные и применяемые в Великобритании.

2.1. BS 8536-1:2015

ОФИЦИАЛЬНОЕ НАЗВАНИЕ: BS 8536-1:2015 Briefing for design and construction — Part 1: Code of practice for facilities management (Buildings infrastructure) (рис. 2) [30].

НАЗВАНИЕ В РУССКОМ ПЕРЕВОДЕ: BS 8536-1:2015 Указания для проектирования и строительства. Часть 1. Свод правил для эксплуатации зданий и сооружений (инфраструктуры зданий).

ОФИЦИАЛЬНЫЙ САЙТ: http://bim-level2.org/en/standards/

ДАТА ВЫПУСКА: 2015 г., июль.

РАЗРАБОТЧИК: Великобритания, BSI (The British Standards Institution).

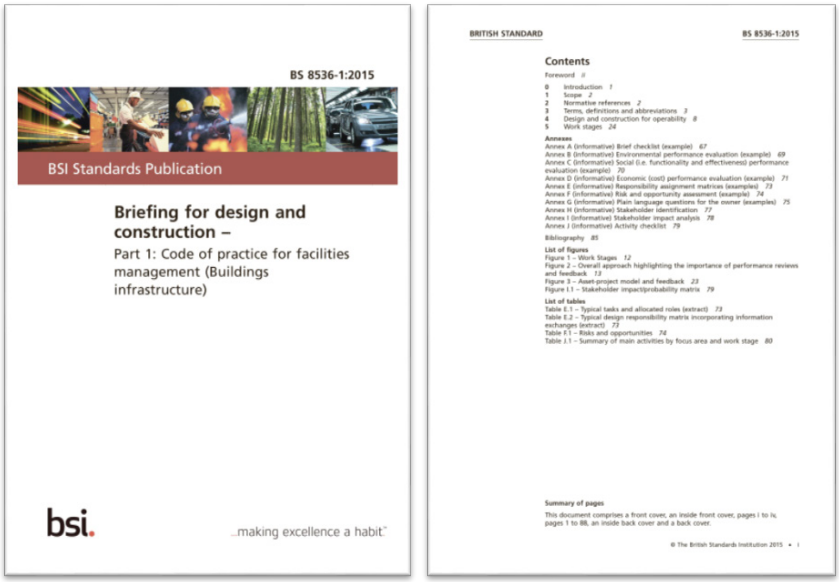


Рис. 2. BS 8536-1:2015 — титульный лист и содержание

BS 8536-1:2015 даёт рекомендации для принятия проектных решений на ранних стадиях проектирования и строительства совместно с будущими эксплуатантами объектов капитального строительства. Тем самым гарантируется, что проектировщики заложат в проект, а строители реализуют все требования будущих владельцев зданий. Стандарт применяется ко всем новым проектам строительства и реконструкции.

BS 8536-1 преследует следующие цели:

- привлечение будущего оператора объекта, операционной команды и всей его цепочки подрядчиков с самого начала проекта;
- расширение участия всей цепочки поставщиков оборудования и эксплуатирующих организаций в ходе реализации проекта, вплоть до выполнения отдельных операций и строительного контроля со стороны будущей эксплуатирующей организации.

Содержание новой версии BS 8536-1 было расширено за счёт включения требований для государственного подхода «Плавной подготовки госзаказчиков к BIM» (GSL, Government Soft Landings, см. п. 2.9), информационного моделирования зданий (BIM) и развития объектов строительства после ввода в эксплуатацию (POE, Post Occupancy Evaluation).

Председатель Группы по реализации BIM Правительства Великобритании Марк Бью (Mark Bew) отмечает, что «Правительство хочет видеть уменьшение затрат на эксплуатацию активов на 33% к 2025 году. Новая ревизия BS 8536, включающего в себя принципы GSL (государственного подхода

«Плавной подготовки госзаказчиков к BIM»), обеспечит то, что он станет одним из основных руководящих документов, наряду с PAS 1192-2, PAS 1192-3, PAS 1192-5 и BS 1192-4, для достижения этой цели как в частном, так и государственном секторах».

С точки зрения инфраструктурных объектов капитального строительства (в том числе автомобильных дорог), данный стандарт малоприменим, т.к. ориентирован в основном на здания. Для инфраструктуры специально разработан стандарт, представленный в следующем разделе.

2.2. BS 8536-2:2016

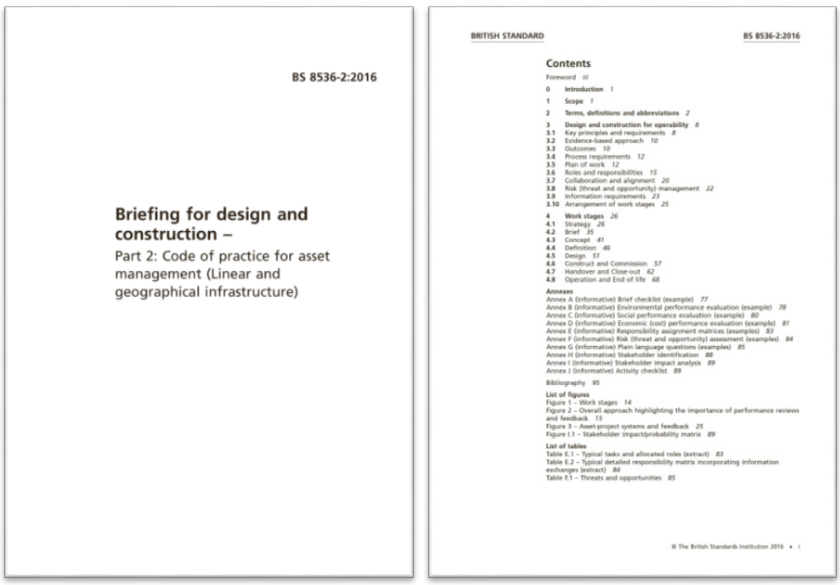
ОФИЦИАЛЬНОЕ НАЗВАНИЕ: BS 8536-2:2016 Briefing for design and construction — Part 2: Code of practice for asset management (Linear and geographical infrastructure) (рис. 3) [31].

НАЗВАНИЕ В РУССКОМ ПЕРЕВОДЕ: BS 8536-2:2016 Указания для проектирования и строительства. Часть 2. Свод правил для управления активами (линейных и инфраструктуры).

ОФИЦИАЛЬНЫЙ САЙТ: http://bim-level2.org/en/standards/

ДАТА ВЫПУСКА: 2016 г., октябрь.

РАЗРАБОТЧИК: Великобритания, BSI (The British Standards Institution).


BS 8536-2:2016

Briefing for design and construction –
Part 2: Code of practice for asset management (Linear and geographical infrastructure)

BRITISH STANDARD BS 8536-2:2016

Contents

Рис. 3. BS 8536-2:2016 — титульный лист и содержание

BS 8536-2:2016 является частью набора стандартов BIM Level 2, разработанных чтобы помочь строительной отрасли перейти на BIM. Этот документ даёт рекомендации, как учитывать эксплуатационные требования в проектных решениях в течение всего жизненного цикла объектов (от проектирования до строительства и эксплуатации) в области энергетики, телекоммуникаций, транспорта, водоснабжения и прочих отраслях.

В настоящее время BS 8536-2 является единственным стандартом, дающим рекомендации по управлению эксплуатацией объектов инфраструктуры. Он реализует подход, основанный не только на фактических требованиях к проектированию и строительству, но и на стандартах по управлению активами (стандарты ISO серии 55000), BIM-стандартах PAS 1192-2, PAS 1192-3 и PAS 1192-5, а также на государственном подходе «Плавной подготовки госзаказчиков к BIM» (GSL, Government Soft Landings, см. ниже п. 2.9).

2.3. BS 1192:2007 + A2:2016

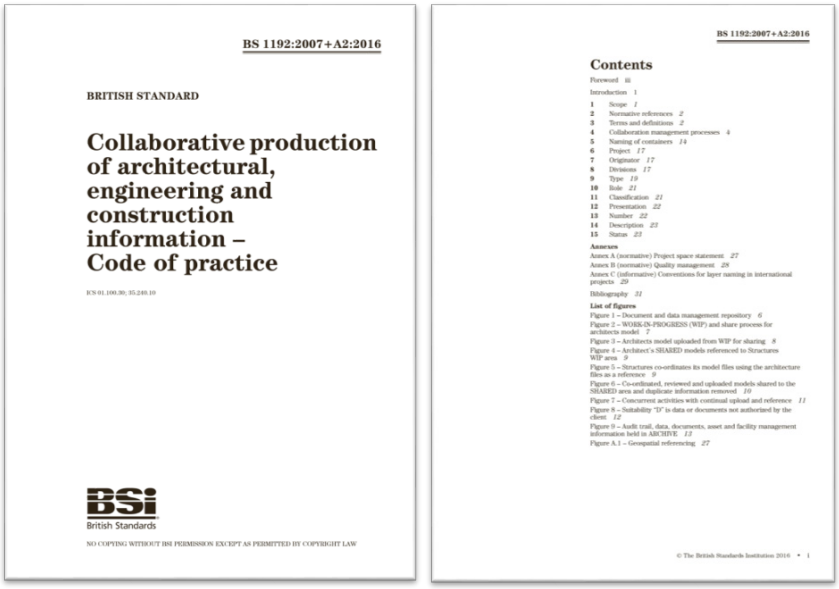
ОФИЦИАЛЬНОЕ НАЗВАНИЕ: BS 1192:2007 + A2:2016 Collaborative production of architectural, engineering and construction information — Code of practice (рис. 4) [28].

НАЗВАНИЕ В РУССКОМ ПЕРЕВОДЕ: BS 1192:2007 + A2:2016 Совместный выпуск архитектурной, инженерной и конструкторской информации. Свод правил.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ САЙТ: http://bim-level2.org/en/standards/

ДАТА ВЫПУСКА: 2016 г., апрель.

РАЗРАБОТЧИК: Великобритания, BSI (The British Standards Institution).


BS 1192:2007+A2:2016

BRITISH STANDARD

Collaborative production of architectural, engineering and construction information – Code of practice

BSI British Standards

BS 1192:2007+A2:2016

Contents

Рис. 4. BS 1192:2007 + A2:2016 — титульный лист и содержание

BS 1192:2007 представляет собой шаблон для формирования общей политики именования и подходов к совместной работе при проектировании объектов капитального строительства, включая здания и объекты инфраструктуры.

Документ BS 1192:2007 содержит в себе два основных раздела. Так, в разделе 4 вводится понятие среды общих данных (Common Data Environment, CDE). В самом общем виде эта среда состоит из 4 разделов (рис. 5).

Рабочий раздел (раздел рабочих данных, англ. Work-in-progress, WIP) — область среды общих данных, пространство хранения текущих незавершённых моделей, над которыми осуществляется работа и которые ещё не достигли такого уровня проработки, когда файлы могут быть открыты и использованы как результат проектирования или ссылка (задание) для других участников проекта.

Общий раздел (раздел общих данных, англ. Shared) — область среды общих данных, в которой материалы участников проекта выкладываются в общий доступ для использования в виде задания или ссылки при разработке материалов смежных профессиональных дисциплин. Материалы различных дисциплин используются для координации проекта, а также для различных проверок и анализа. Исходные файлы, которые хранятся в этой области, не могут быть изменены после размещения в ней.

Отметим, что для стадии эксплуатации в общем разделе также выделяют субподрядный подраздел (клиентскую часть общего раздела, англ. Client shared), предназначенный для координации работ с субподрядчиками.

Публичный раздел (раздел опубликованных данных, раздел готовых данных, англ. Published documentation) — область среды общих данных, в которой выкладываются готовые, согласованные между участниками проекта материалы по определённой стадии для передачи их вне команды, создающей информационные модели.

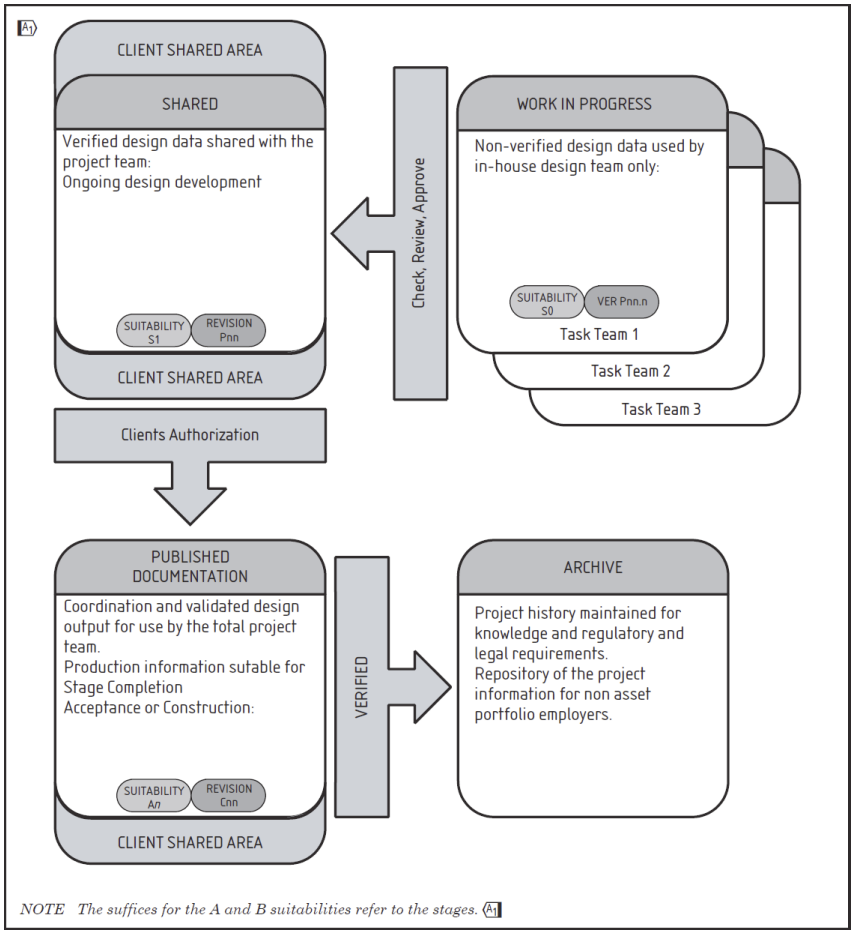


Рис. 5. Определение структуры репозитория документов и данных как части среды общих данных в BS 1192:2007

Главное отличие публичного раздела от общего заключается в том, что в общем разделе находятся материалы текущего жизненного состояния информационной модели. Появившись в виде общей концепции, модель начинает детализироваться, наполняться данными, регулярно «развиваться» в общем разделе. В публичном разделе находятся «снимки» модели: модель + документация версии 01, 02 и т.д.

Также отметим, что в публичном разделе иногда выделяют субподрядные подразделы (клиентскую часть публичного раздела, англ. Client shared), предназначенные для координации работ с субподрядчиками.

Архивный раздел (раздел архивных данных, архив, англ. Archive) — область, в которую переносятся данные из публичного раздела после их согласования, аннулирования и т.д. Для всех материалов архивного раздела доступ на редактирование закрыт. Корректировка материалов возможна только путём создания новой версии файлов на основе копии из архива.

Вторая, самая главная часть BS 1192:2007 — это система именования различных контейнеров данных (папок, файлов и пр.) в проекте, необходимая для обеспечения интероперабельности.

Система именования папок включает в себя требования к следующим составляющим имён.

- Project — идентификатор проекта; выбирается самостоятельно в организации.
- Suitability — номер версии.
- Revision — номер ревизии (версии) в рамках Suitability.

Система именования файлов включает в себя следующие требования.

- Project — идентификатор проекта; выбирается самостоятельно в организации.
- Originator — организация, ответственная за файл.
- Volume or System — часть проекта (этажи, комнаты, системы и пр.).
- Levels and locations — часть проекта (комнаты, системы, участки дорог и пр.).
- Type — тип информации в файле (вводится 28 кодов: чертежи, модели, анимации, материалы изысканий и пр.).
- Role — роли организации в проекте (вводится 20 кодов: архитектор,

изыскатель, владелец, субподрядчик и пр.).
- Classification — используемая система классификации активов в проекте в соответствии с BS ISO 12006 или Uniclass. В стандарте BS 1192:2007 особо отмечается, что запрещено использовать какие-либо особые коды, специфические для проекта.
- Number — последовательный номер объекта в серии подобных.
- Suitability — номер версии.
- Revision — номер ревизии (версии) в рамках Suitability.

Система именования слоёв в файлах включает в себя следующие требования.
- Project — идентификатор проекта; выбирается самостоятельно в организации.
- Classification — используемая система классификации активов в проекте в соответствии с BS ISO 12006 или Uniclass. В стандарте BS 1192:2007 особо отмечается, что запрещено использовать какие-либо особые коды, специфические для проекта.
- Presentation — форма представления материалов (чертежи, схемы, модели, печатные макеты, текстовые документы).
- Description — краткое описание.

2.4. PAS 1192-2:2013

ОФИЦИАЛЬНОЕ НАЗВАНИЕ: PAS 1192-2:2013 Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling (рис. 6) [81].

НАЗВАНИЕ В РУССКОМ ПЕРЕВОДЕ: PAS 1192-2:2013 Спецификация для управления информацией на стадии капитального строительства с использованием информационного моделирования.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ САЙТ: http://bim-level2.org/en/standards/

ДАТА ВЫПУСКА: 2013 г., март (поправка 1).

РАЗРАБОТЧИК: Великобритания, BSI (The British Standards Institution).

Рис. 6. PAS 1192-2:2013 — титульный лист и содержание

Данный документ в линейке BIM-стандартов Великобритании формализует понятие жизненного цикла объекта капитального строительства и детализирует его для стадий от замысла и проектирования до строительства и ввода в эксплуатацию.

PAS 1192-2 вводит понятие Project Information Model (PIM, проектная информационная модель) как совокупность разнообразных графических и неграфических данных и документов, возникающих в течение жизненного цикла объекта строительства от проектирования до ввода в эксплуатацию.

Этот стандарт предназначен для организаций, занимающихся проектированием, строительством, поставками, закупками, эксплуатацией и техническим обслуживанием зданий и объектов инфраструктуры.

Данный стандарт должен применяться со стадии оценки необходимости строительства или реконструкции объекта капитального строительства. В этот момент возникает первая версия PIM. Далее по мере прохождения проекта через различные этапы жизненного цикла PIM прорабатывается в соответствии с требованиями каждого этапа. Как правило, модель PIM следующего этапа включает всю модель предыдущего этапа, но возможны и исключения. Так, например, исходные материалы инженерных изысканий, как правило, отбрасываются в силу их большого объёма и ненужности для последующих этапов проектирования. Однако наиболее крупные изменения информации об объекте капитального строительства происходят в момент завершения строительства и ввода в эксплуатацию. Существующая проектная документация в этот момент обычно уходит в архив, а вместо неё создаётся (возможно, и автоматически) новая модель — Asset Information Model (AIM, эксплуатационная информационная модель).

На рис. 7 представлена общая структура жизненного цикла объектов капитального строительства и базовая схема процессов информационного обмена в информационном моделировании уровня 2.

Процесс информационного обмена, представленный в PAS 1192-2:2013, является мультидисциплинарным. Его можно применять как к любым объектам капитального строительства, так и к автомобильным дорогам.

Иллюстрация процесса информационного обмена позволяет понять роль специальных технических BIM-документов, не вынесенных в рамки отдельных стандартов, а распределённых среди BIM-стандартов Великобритании. В частности, на следующем рис. 8 видно, что первым этапом идёт определение стратегии и потребностей проекта в BIM.

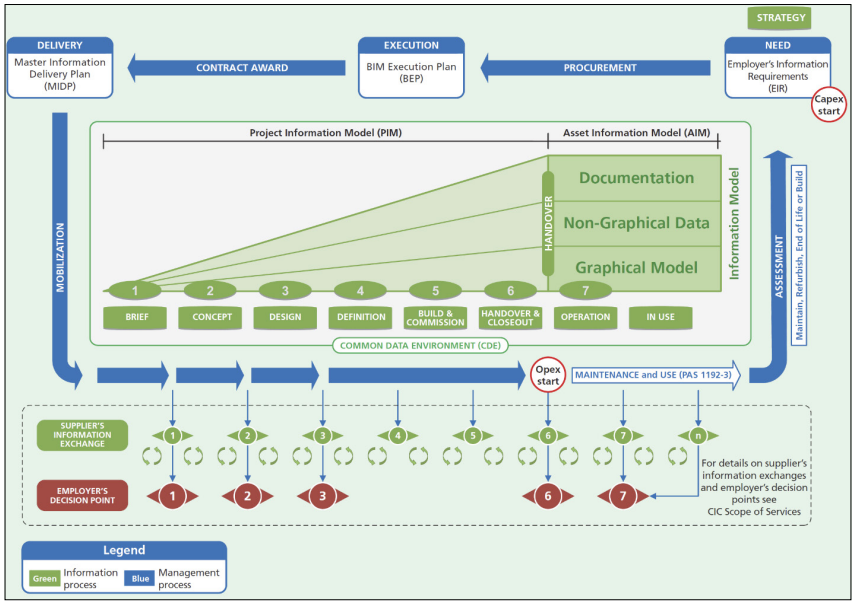


Рис. 7. Концепция жизненного цикла и информационные процессы в PAS 1192-2:2013

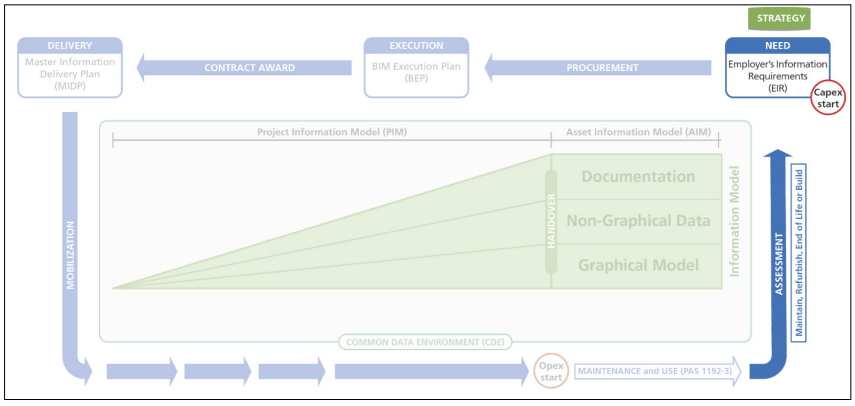


Рис. 8. Первый этап BIM проекта в PAS 1192-2:2013

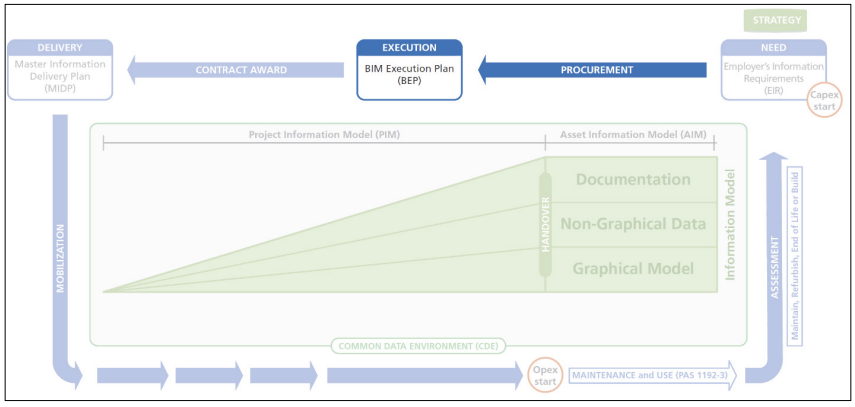


Рис. 9. Второй этап BIM-проекта в PAS 1192-2:2013

Определение этих потребностей выливается в специальный технический документ — EIR (Employer's Information Requirements, информационные требования заказчика). По сути, это техническое задание на выполнение проекта информационного моделирования. В EIR определяется, что и в каком виде предоставляется исполнителем, в частности тип моделей, формат данных, версии данных и т.п. Но EIR — это лишь первоначальные требования.

На втором этапе выполнения проекта разрабатывается BEP (BIM Execution Plan, план выполнения BIM-проекта) (рис. 9). BEP — это ключевой технический документ, описывающий процессы взаимодействия участников BIM-проекта, их роли и ответственность. BEP должен быть определён для каждой стадии проектирования и строительства.

BEP должен быть сформирован до начала выполнения работ и создан таким образом, чтобы любой участник проекта на любой стадии, взяв BEP, смог понять, что происходит и как включиться работу. Частью BEP является и так называемый PIP (Project Implementation Plan, план реализации проекта), где описывается порядок выполнения работ подрядчиками, исходя из EIR и имеющихся у подрядчика возможностей, компетенции и опыта.

Согласно PAS 1192-2:2013, BEP может быть двух видов: предконтрактный и постконтрактный.

Предконтрактный BEP включает в себя все пункты EIR, а также:

- PIP (план реализации проекта);
- цели информационного моделирования и взаимодействия;
- этапы выполнения инвестиционного проекта;
- общий порядок выдачи результатов.

Предконтрактный BEP необходим для того, чтобы подрядчики, желающие участвовать в тендере на выполнение работ (проектировщики, строители, поставщики…), могли до тендера понять уровень применения BIM в предстоящем проекте и продемонстрировать необходимый уровень компетенции заказчику по выставленным в предконтрактном BEP условиям.

Одним из обязательных критериев выбора победителя тендера является Supplier BIM Assessment Form (Форма BIM-оценки подрядчика). Этот документ составляется заказчиком и заполняется потенциальным BIM-подрядчиком с тем, чтобы продемонстрировать свою компетентность, опыт работы в BIM и понимание BIM на уровне, необходимом проекту. Форма оценки поставщика состоит из:

- набора ключевых вопросов о готовности компании к информационному обмену;

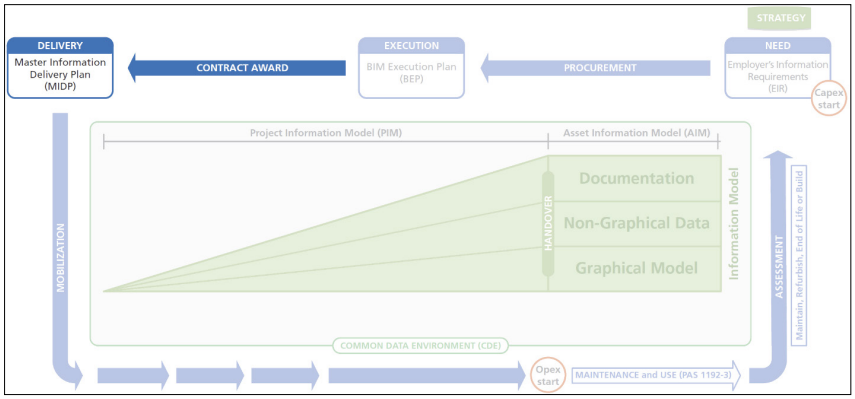


Рис. 10. Третий этап BIM-проекта в PAS 1192-2:2013

- BIM-анализа компанией-подрядчиком задач проекта;
- опыта в области BIM;
- вопросника о способностях в BIM, с помощью которого заказчик определяет уровень обучения, владения, применения сотрудниками подрядчика BIM-технологий.

На основе Формы оценки поставщиков и ценовых предложений заказчик отбирает участников проекта и переходит к третьей стадии BIM-проекта — стадии заключения контракта (рис. 10), частью которого является MIDP (Master Information Delivery Plan). MDIP также является частью постконтрактного BEP.

Постконтрактный BEP состоит из следующих разделов:

Раздел «Управление»:

- роли и ответственность;
- этапы выполнения инвестиционного проекта;
- методика выдачи результатов;
- методика получения исходных данных;
- использование существующих данных;
- методика утверждения информации;
- процесс авторизации.

Раздел «Планирование и документация».

- обновлённый PIP с подтверждением возможностей всех подрядчиков;
- согласованный процесс моделирования и взаимодействия;
- согласованная матрица взаимодействия;
- Task Information Delivery Plan (TIDP, план выдачи информации подрядчиком) по отдельным задачам — устанавливает ответственность по выдаче информации от каждого подрядчика по конкретным задачам.
- Master Information Delivery Plan (MIDP) — план устанавливает, какая информация создаётся во всем проекте, кем и используя какие протоколы и процедуры для каждой стадии проекта; MIDP состоит из нескольких TIDP.

Раздел «Стандартные методы и процедуры»:

- системы координат;
- методика именования контейнеров (папок и файлов);
- методика именования слоёв графических файлов;
- требования к строительству;
- шаблоны чертежей;
- требования к аннотациям, размерным линиям, аббревиатурам и символам;
- атрибутивные данные.

Раздел «ИТ-инфраструктура»:

- используемые версии программного обеспечения;
- используемые обменные форматы;
- процесс и система управления данными.

В результате полученный BEP позволяет полностью описать процесс работы в BIM так, чтобы все участники процесса имели полное представление о работах, выполняемых в BIM в текущем проекте.

2.5. PAS 1192-3:2014

ОФИЦИАЛЬНОЕ НАЗВАНИЕ: PAS 1192-3:2014 Specification for information management for the operational phase of assets using building information modelling (рис. 11) [82].

НАЗВАНИЕ В РУССКОМ ПЕРЕВОДЕ: PAS 1192-3:2014 Спецификация для управления информацией на этапе эксплуатации объекта с использованием информационного моделирования.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ САЙТ: http://bim-level2.org/en/standards/

ДАТА ВЫПУСКА: 2014 г., июль (поправка 1).

РАЗРАБОТЧИК: Великобритания, BSI (The British Standards Institution).

Рис. 11. PAS 1192-3:2014 — титульный лист и содержание

PAS 1192-3 является логическим продолжением родственного ему стандарта PAS 1192-2. Если PAS 1192-2 определяет процесс управления информацией для поддержки BIM Level 2 на стадии проектирования и строительства, то данный стандарт PAS 1192-3 фокусируется на этапе эксплуатации, независимо от того, были ли объекты в приняты в эксплуатацию в результате строительства, приобретены ли они за счёт передачи права собственности или уже существовали в портфеле активов.

Основное содержание данного документа сфокусировано вокруг AIM (эксплуатационной информационной модели), которая получается «с нуля» или на основе PIM (проектной информационной модели), а затем поддерживается и используется на протяжении всего жизненного цикла объекта капитального строительства, вплоть до его ликвидации.

Как и PAS 1192-2, данный PAS 1192-3 может быть применён к любым объектам капитального строительства, в том числе и к автомобильным дорогам.

2.6. BS 1192-4:2014

ОФИЦИАЛЬНОЕ НАЗВАНИЕ: BS 1192-4:2014 Collaborative production of information — Part 4: Fulfilling employer's information exchange requirements using COBie — Code of practice (рис. 12) [29].

НАЗВАНИЕ В РУССКОМ ПЕРЕВОДЕ: PAS 1192-4:2014 Совместный выпуск информации. Часть 4. Выполнение требований заказчика по обмену информацией с использованием COBie. Свод правил.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ САЙТ: http://bim-level2.org/en/standards/

ДАТА ВЫПУСКА: 2014 г., сентябрь.

РАЗРАБОТЧИК: Великобритания, BSI (The British Standards Institution).

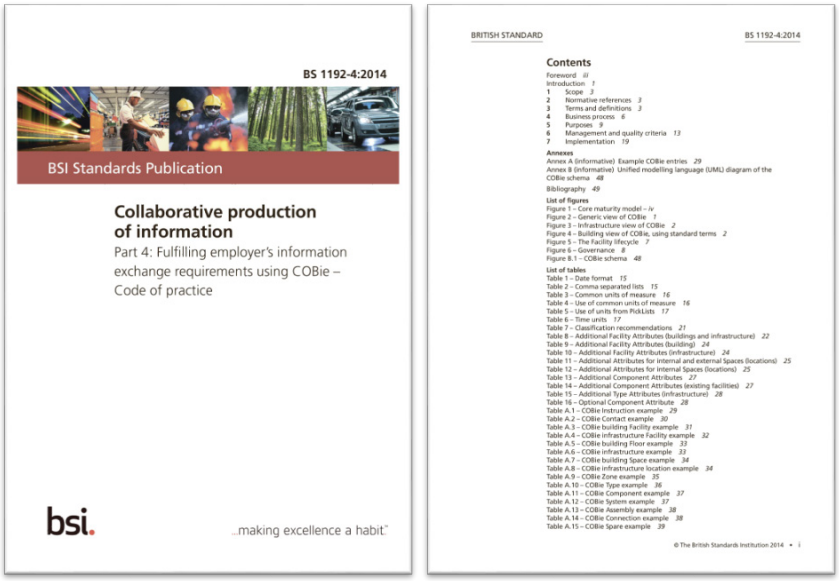


Рис. 12. BS 1192-4:2014 — титульный лист и содержание

Документ BS 1192-4 описывает использование для Великобритании стандарта COBie (Construction Operations Building Information Exchange, Обмен информацией о зданиях при строительстве). Изначально COBie был разработан в 2007 г. по заказу USACE (United States Army Corps of Engineers, Инженерный корпус армии США). Основной задачей COBie было позволить людям, далёким от информационного моделирования (да и проектирования в целом), работать с данными, полученными в ходе проектирования и строительства объекта. COBie определяет порядок формирования электронных таблиц, в которых для разных этапов выполнения (от проектирования до строительства и пуско-наладочных работ) накапливается разного рода информация об объекте. Исполнители проекта (инженеры, прорабы и т.д.) могут быстро найти необходимую информацию в общей таблице, отфильтровав данные в ней по двум-трём колонкам. В 2011 г. COBie вошёл в качестве составной части в американский национальный BIM-стандарт NBIMS. Во многом именно этот факт в настоящее время определяет популярность и распространённость COBie во всём мире.

2.7. PAS 1192-5:2015

ОФИЦИАЛЬНОЕ НАЗВАНИЕ: PAS 1192-5:2015 Specification for security-minded building information modelling, digital built environments and smart asset management (рис. 13) [83].

НАЗВАНИЕ В РУССКОМ ПЕРЕВОДЕ: PAS 1192-5:2015 Спецификация обеспечения безопасности данных в информационном моделировании, в цифровой среде строительства и интеллектуального управления активами.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ САЙТ: http://bim-level2.org/en/standards/

ДАТА ВЫПУСКА: 2015 г., май.

РАЗРАБОТЧИК: Великобритания, BSI (The British Standards Institution).

PAS 1192-5 определяет требования к обеспечению безопасности данных в информационном моделировании (BIM) и в цифровой среде строительства. В документе изложены возможные уязвимости от кибератак при использовании BIM и определён процесс оценки для определения уровней кибербезопасности для BIM-взаимодействия, которые должны применяться на всех этапах жизненного цикла.

PAS 1192-5 имеет отношение к любой организации, работающей с данными информационного моделирования, цифровой среды строительства и интеллектуального управления активами.

Данный стандарт вводит понятие BASS (Built asset security strategy, стратегия безопасности строительного актива), включающее требования заказчика по безопасности; методику оценки рисков; список сотрудников, информируемых в случае соответствующих информационных угроз; а также механизм обновления данной стратегии. BASS должен стать частью общей стратегии управления строительными активами в организации-владельце.

Для реализации стратегии BASS должен быть разработан BASMP (Built asset security management plan, план управления безопасностью строительного актива).

Рис. 13. PAS 1192-5:2015 — титульный лист и содержание

2.8. AEC (UK) BIM Technology Protocol v2.1.1

ОФИЦИАЛЬНОЕ НАЗВАНИЕ: AEC (UK) BIM Technology Protocol v2.1.1. Practical implementation of BIM for the UK Architectural, Engineering and Construction (AEC) industry (рис. 14) [9].

НАЗВАНИЕ В РУССКОМ ПЕРЕВОДЕ: AEC (UK) BIM Technology Protocol v2.1.1. Практика применения BIM в промышленном и гражданском строительстве Великобритании.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ САЙТ: https://aecuk.wordpress.com/documents/

ДАТА ВЫПУСКА: 2015 г., июнь.

РАЗРАБОТЧИК: Великобритания, AEC (UK).

Семейство документов AEC (UK) BIM Protocols разработано с целью упрощения внедрения BIM-технологий и представляет собой набор типовых документов (шаблонов), легко адаптируемых для конкретных проектов и организаций.

Семейство AEC (UK) BIM Protocols разработано на принципах и основах, определённых базовыми британскими стандартами серии PAS/BS 1192 совместно с некоторыми поставщиками программного обеспечения.

Рис. 14. AEC (UK) BIM Technology Protocol v2.1.1 — титульный лист и содержание

Данное семейство стандартов включает в себя следующие платформенно-независимые документы:

- AEC (UK) BIM Technology Protocol v2.1.1;
- AEC (UK) BIM Protocol — BIM Execution Plan v2.0;
- AEC (UK) BIM Protocol — Model Matrix v2.0;
- AEC (UK) Protocol For Layer Naming — v4.0.2.

В свою очередь совместно с представителями IT-индустрии были разработаны стандарты:

- для Autodesk Revit:
  - AEC (UK) BIM Protocol For Autodesk Revit v2.0 (Supplementary document for Autodesk Revit);
  - AEC (UK) BIM Protocol For Autodesk Revit — Model Validation Checklist v2.0;

- для Bentley AECOsim Building Designer:
  - AEC (UK) BIM Protocol For Bentley ABD v2.0 (Supplementary document for Bentley AECOsim Building Designer);
  - AEC (UK) BIM Protocol For Bentley ABD — Model Validation Checklist v2.0;
- для ARCHICAD:
  - AEC (UK) BIM Technology Protocol For ARCHICAD v2.0;
  - AEC (UK) BIM Technology Protocol For ARCHICAD — Template Checklist v2.0;
  - AEC (UK) BIM Technology Protocol For ARCHICAD — Model Validation Checklist For Import v2.0;
  - AEC (UK) BIM Technology Protocol For ARCHICAD — Model Validation Checklist For Export v2.0;
- для Nemetschek Vectorworks:
  - AEC (UK) BIM Protocol For Nemetschek Vectorworks v1.2.

С точки зрения русскоязычного пользователя следует отметить, что данное семейство стандартов (возможно, единственное в мире) имеет официальный русский перевод главного документа (хотя и не самой его последней версии): «AEC (UK) BIM Протокол. Внедрение BIM стандартов Великобритании для архитектурно-строительной отрасли. Перевод с английского. Версия 2.0. Сентябрь 2012 г.»

2.9. Government Soft Landings

ОФИЦИАЛЬНОЕ НАЗВАНИЕ: Government Soft Landings (рис. 15) [46, 47].

НАЗВАНИЕ В РУССКОМ ПЕРЕВОДЕ: Плавная подготовка госзаказчиков к BIM.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ САЙТ: http://www.bimtaskgroup.org/gsl/

ДАТА ВЫПУСКА: 2013 г., апрель.

РАЗРАБОТЧИК: Великобритания, Cabinet Office.

Рис. 15. Government Soft Landings — титульные листы документов

Процесс внедрения BIM-технологий обычно наиболее быстро происходит в частных проектных организациях. Это вызвано тем, что BIM-системы являются логическим развитием САПР, уже применяемых проектировщиками. В таких организациях обычно имеется достаточно компетентных специалистов, разбирающихся в IT.

Заказчики же, в том числе государственные, нечасто обладают соответствующими компетенциями, и им сложно самостоятельно выстроить взаимоотношения с подрядчиками. И если в последние годы BIM-технологии начали широко применяться на стадиях проектирования и строительства, то на стадии эксплуатации внедрение идёт существенно медленнее.

Именно поэтому для упрощения процесса внедрения BIM-технологий правительство Великобритании и выпустило данный документ.

Документ обязателен для всех проектов, финансируемых за государственный счёт. Требуется, чтобы команда проектировщиков сопровождала государственного заказчика (или эксплуатирующую организацию) на протяжении нескольких лет после сдачи объекта в эксплуатацию. Персонал, который должен в будущем эксплуатировать объект капитального строительства, в соответствии с требованиями документа, должен включаться в проект на самых ранних этапах его проектирования.

Следует отметить, что в настоящее время данный документ отдельно оговаривает, что требования к объектам транспортной инфраструктуры должны быть уточнены в отдельном разделе документа.

2.10. Digital Built Britain

ОФИЦИАЛЬНОЕ НАЗВАНИЕ: Digital Built Britain (рис. 16) [36].

НАЗВАНИЕ В РУССКОМ ПЕРЕВОДЕ: Построенная в цифре Британия.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ САЙТ: http://www.digital-built-britain.com/

ДАТА ВЫПУСКА: 2015 г., февраль.

РАЗРАБОТЧИК: Великобритания, HM Government.

В рамках правительственной стратегии Digital Built Britain ставится задача обеспечения к 2025 г. реализации следующих четырёх стратегий:

- Industrial Strategy — Construction 2025 (Промышленная стратегия — строительство до 2025 г.);
- Business and Professional Services Strategy (Стратегия деловых и профессиональных услуг);

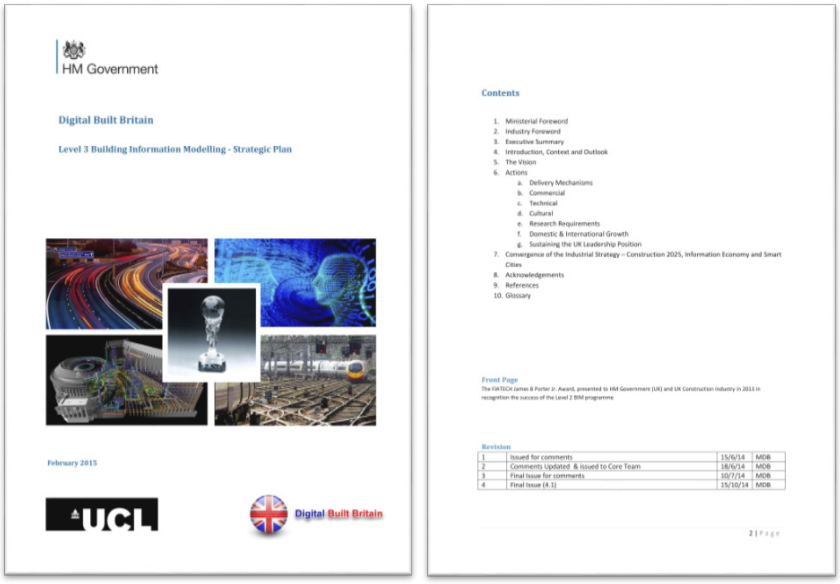


Рис. 16. Digital Built Britain — титульный лист и содержание

- Smart Cities Strategy (Стратегия умных городов);
- Information Economy Strategy (Стратегия информационной экономики).

Основное место в стратегии Digital Built Britain уделяется переходу от BIM-технологий уровня 2 к уровню 3. В связи с тем, что уровень 3 отличается от уровня 2 именно качеством информационных моделей и возможностями в принятии управленческих решений, в том числе социально-экономическом аспекте, то становится понятно, почему данная стратегия взаимоувязана со стратегиями, развивающими умные города, деловой климат и информационную экономику.

В настоящее время исследования в сфере BIM уровня 3 находятся в научной плоскости. Тем не менее, в рамках данной стратегии определяются четыре фазы последовательной реализации BIM уровня 3:

- Level 3 A. Улучшение BIM уровня 2;
- Level 3 B. Развитие новых технологий и систем;
- Level 3 C. Развитие новых бизнес-моделей;
- Level 3 D. Капитализация мирового технологического лидерства.

С точки зрения автомобильных дорог отметим, что в данном документе среди задач, которые предстоит ещё решить для реализации данной стратегии, есть и такие технические задачи, как дальнейшее развитие стандартов обмена данными на основе IFC (данные инженерных изысканий, модели инфраструктурных объектов, земляных работ и т.д.), интеграция со стандартами IoT (интернета вещей), упрощение работы с языком UML и пр.

3. Опыт США

Выше мы рассмотрели систему стандартов Великобритании, которая достаточно компактна, но отличается глубиной проработки различных аспектов BIM. Многие стандарты в мире в качестве образца для подражания либо прямого копирования используют именно систему стандартов PAS/BS.

В тоже время в США вопросами стандартизации строительной отрасли начали заниматься существенно раньше, чем в других странах мира. Это вызвано многими факторами, включая наличие в США большого количества научно-образовательных учреждений, ведущих мировых производителей программного обеспечения для строительной индустрии, запроса от правительственных учреждений на соответствующие работы. Всё это породило большое число разработок, в том числе наличие самого большого в мире числа стандартов и практических руководств в сфере BIM.

Лидерами в сфере BIM в США являются buildingSMART alliance (bSa), являющийся подразделением (council) некоммерческой неправительственной организации National Institute of Building Sciences (NIBS, Национальный институт строительных наук), а также BIMForum, который является филиалом (chapter) в США международного консорциума buildingSMART International (bSI). Обе эти организации активно участвуют в разработке стандартов и продвижении BIM в строительную индустрию.

В настоящее время в США центральным документом в сфере BIM является National BIM Standard — United States™ V3 (Национальный BIM-стандарт США. Версия 3). Вокруг него построены многочисленные иные стандарты. Ниже мы рассмотрены некоторые из них.

3.1. National BIM Standard — United States™ V3

ОФИЦИАЛЬНОЕ НАЗВАНИЕ: National BIM Standard — United States™ V3 (рис. 17) [76].

НАЗВАНИЕ В РУССКОМ ПЕРЕВОДЕ: Национальный BIM-стандарт США. Версия 3.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ САЙТ: http://www.nationalbimstandard.org/

ДАТА ВЫПУСКА: 2015 г., июль.

РАЗРАБОТЧИК: США, buildingSMART alliance (bSa).

Стандарт National BIM Standard — United States™ (NBIMS-US™) был разработан и обновляется альянсом buildingSMART alliance (bSa), который является подразделением (council) некоммерческой неправительственной организации National Institute of Building Sciences (NIBS, Национальный институт строительных наук). В свою очередь, bSa активно работает с buildingSMART. NIBS был основан в 1974 г. и в настоящее время является ведущей организацией в США в сфере строительных наук и технологий. В ин-

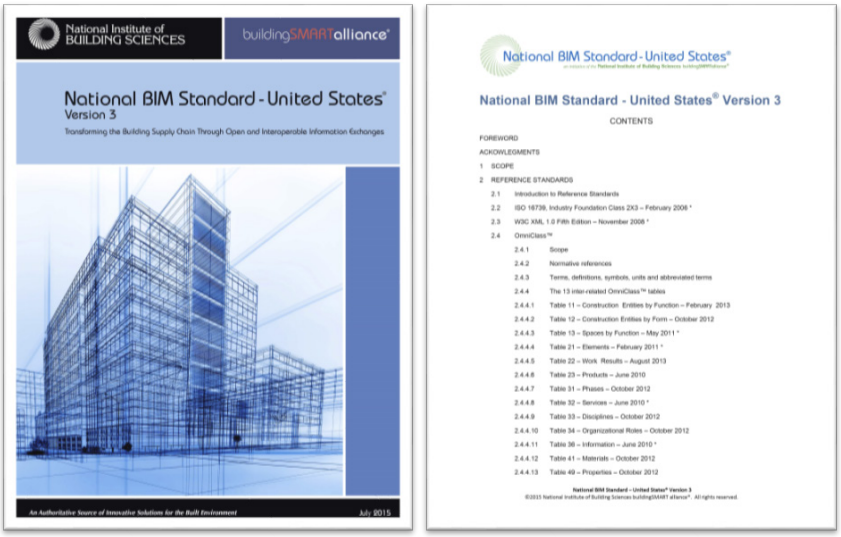


Рис. 17. National BIM Standard — United States™ V3 — титульный лист и содержание

ститут NIBS входят многие организации, в том числе такие известные, как Building Seismic Safety Council (BSSC), High Performance Buildings Council (HPBC) и Facility Maintenance and Operations Committee (FMOC). На рис. 18 ниже представлена общая структура NIBS.

Главной целью альянса buildingSMART alliance является продвижение открытых промышленных стандартов для интероперабельности и совместной работы. Первая версия этого стандарта NBIMS-US Version 1 — Part 1 была выпущена в декабре 2007 г. В ней было введено понятие жизненного цикла здания, определены потребности в стандартизации процесса обмена данными, даны предложения по методологии выполнения работ, а также на конкретных примерах продемонстрированы эти процессы и результаты.

Следующая (вторая) версия стандарта существенно эволюционировала. NBIMS-US™ V2 стал первым открытым BIM-стандартом, который использовал другие открытые стандарты по обмену данными и предоставлял методические руководства для реализации BIM. NBIM-US V2 был выпущен в мае 2012 г.

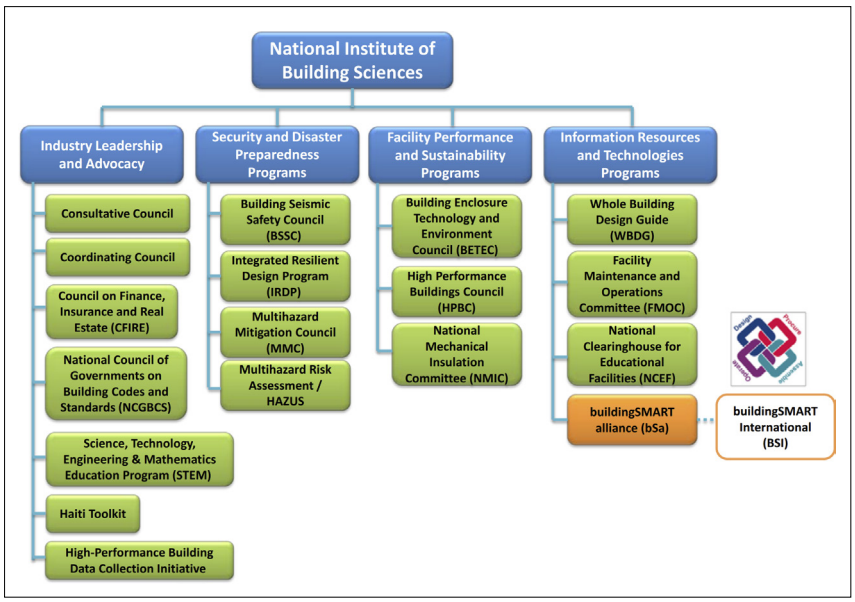


Рис. 18. Структура National Institute of Building Sciences в разрезе управляющих комитетов и выполняемых программ

Стандарт National BIM Standard — United States™ V3 включает три главных раздела: обзор используемых иных стандартов, стандарты по обмену данными и практические руководства.

В разделе 2 Reference standards (используемые стандарты) кратко анализируются и даются правила применения следующих внешних документов.

- ISO 16739:2005 Industry Foundation Classes 2X3 (дата выпуска: 2006 г., февраль).
- W3C XML 1.0, 5-я редакция (дата выпуска: 2008 г., ноябрь).
- OmniClass™. Из этого общепромышленного классификатора предписывается использовать следующие 13 таблиц:
  - Table 11 — Construction Entities by Function (2013 г., февраль);
  - Table 12 — Construction Entities by Form (2012 г., октябрь);
  - Table 13 — Spaces by Function (2011 г., май);
  - Table 21 — Elements (2011 г., февраль);
  - Table 22 — Work Results (2013 г., август);
  - Table 23 — Products (2010 г., июнь);
  - Table 31 — Phases (2012 г., октябрь);
  - Table 32 — Services (2010, июнь);
  - Table 33 — Disciplines (2012 г., октябрь);
  - Table 34 — Organizational Roles (2012 г., октябрь);
  - Table 36 — Information (2010 г., июнь);
  - Table 41 — Materials (2012 г., октябрь);
  - Table 49 — Properties (2012 г., октябрь).
- International Framework for Dictionaries (IFD) / buildingSMART Data Dictionary.
- BSDD (дата выпуска: 2012 г., май).
- BIM Collaboration Format (BFC) — Version 1.0.
- LOD Specifications (дата выпуска: 2013 г., август).
- United States National CAD Standard® (NCS) — Version 5.

Заметим, что в настоящее время данный стандарт опирается на использование IFC 2x3 (хотя уже официально выпущен IFC 4 в виде ISO 16739:2013 Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries), т.е. он пока не применим для обмена данными по автомобильным дорогам. По

мере выпуска новых версий IFC, в том числе применимых для автомобильных дорог, этот недостаток, видимо, будет нивелирован.

В разделе 4 Information exchange standards (стандарты обмена информацией) представлены следующие важные стандарты:

- Construction Operations Building information exchange (COBie) — Version 2.4;
- Design to Spatial Program Validation (SPV);
- Design to Building Energy Analysis (BEA);
- Design to Quantity Takeoff for Cost Estimating (QTO);
- Building Programming information exchange (BPie) — Version 1.0;
- Electrical information exchange (SPARKie) — Edition 2013;
- Heating, Ventilation and Air Conditioning information exchange (HVACie) — Edition 2013;
- Water Systems information exchange (WSie) — Edition 2013.

Отметим, что многие представленные в разделе 4 стандарты имеют самостоятельное значение. Так, например, COBie, разработанный в 2007 г. военными США, оказался настолько удачным, что ещё до официального включения его в 2012 г. в состав National BIM Standard — United States™ V2 он был рекомендован многими другими стандартами и практическими руководствами в США, например The VA BIM Guide (2010 г., см. п. 3.9), Georgia Tech BIM Requirements & Guidelines for Architects, Engineers and Contractors (2011 г., см. п. 3.19), SDCCD BIM Standards for Architects, Engineers & Contractors (2012 г., см. п. 3.22).

Кроме того, COBie получил широкое распространение и во многих других странах. Например, он принят в Великобритании в качестве государственного стандарта BS 1192-4:2014 (см. п. 2.6), в Сингапуре (см. ниже п. 14).

В разделе 5 Practice documents (методические документы) представлены документы:

- Minimum BIM — 2nd Edition;
- BIM Project Execution Planning Guide — Version 2.1;
- BIM Project Execution Plan Content — Version 2.1;
- Mechanical, Electrical, Plumbing and Fire Protection Systems Spatial Coordination Requirements for Construction Installation Models and Deliverables (дата выпуска: 2012 г., май);
- Planning, Executing and Managing Information Handover;
- BIM Planning Guide for Facility Owners;
- Practical BIM Contract Requirements;
- The Uses of BIM.

Стандарт NBIMS-US V3 в той или иной мере охватывает практически весь современный спектр BIM-технологий. Он представляет собой множество документов, разрабатываемых разными коллективами. В силу того, что единый национальный стандарт не может слишком часто пересматриваться, зачастую он содержит не самые современные элементы. Именно поэтому многие другие организации в США, как заказчики, так и некоммерческие и научно-образовательные учреждения, выпускают документы, развивающие и дополняющие NBIMS-US V3. Эти документы мы рассмотрим в следующих разделах.

3.2. AIA E203-2013 BIM & Digital Data Exhibit

ОФИЦИАЛЬНОЕ НАЗВАНИЕ: E203-2013 Building Information Modeling & Digital Data Exhibit [13];

G201-2013 Project Digital Data Protocol Form [14];

G202-2013 Project Building Information Modeling Protocol Form [15].

НАЗВАНИЕ В РУССКОМ ПЕРЕВОДЕ: E203-2013 Представление BIM и цифровых данных;

G201-2013 Регламент управления цифровыми данными;

G202-2013 Регламент управления информационными моделями.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ САЙТ: http://www.aia.org/contractdocs/training/bim/aias078742

ДАТА ВЫПУСКА: 2013 г., июнь.

РАЗРАБОТЧИК: США, American Institute of Architects (AIA).

Серия практических руководств E203-2013, G201-2013 и G202-2013 (рис. 19) разработана Американским институтом архитекторов (AIA) совместно с ведущими специалистами строительной индустрии. Руководство E203-2013 предоставляет типовой шаблон контрактных документов, реализующих BIM-методологию. В этом шаблоне прописывается порядок обмена моделями между различными пользователями, заказчиками, проектировщиками, подрядчиками, менеджерами и пр. В соответствии с E203-2013 контрактные документы решают следующие задачи:

- определяют ответственных за каждый элемент информационной модели на каждом этапе проекта;
- определяют порядок применения информационных моделей для планирования календарного графика, осмечивания, изготовления элементов и строительства;
- определяют ответственных за управление информационной моделью на каждой стадии проекта.

Основными разделами серии руководств являются:

- Шаблон части контракта в части информационного моделирования:
  - координация и разрешение конфликтов;
  - ответственные (владельцы) модели;
  - требования к модели;
  - управление моделью;
- Уровни проработки (LOD, Level of Development) в виде определения требований к составу модели и допустимых способов применения. Всего вводится пять основных уровней проработки (хотя допустимо определять и дополнительные пользовательские):
  - LOD 100;
  - LOD 200;
  - LOD 300;
  - LOD 400;
  - LOD 500;
- Элементы модели:
  - надёжность элементов модели;
  - таблица элементов модели.

В заключение отметим, что данная серия документов является уже проверенным временем (первая версия

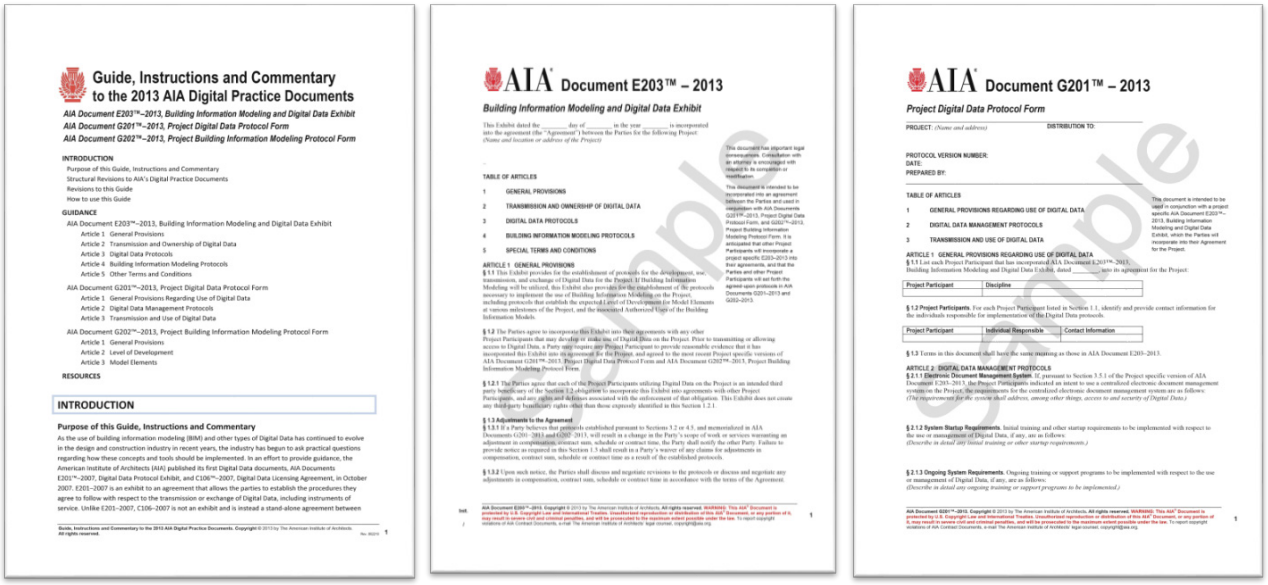


Рис. 19. Семейство документов AIA E203-2013 — первые листы документов

вышла в сентябре 2008 г. под другими именами: E202-2008 BIM Protocol Exhibit вместо E203-2013 и пр.) практическим документом, помогающим внедрить BIM и с помощью которого достаточно легко разработать BIM Management Plan (план управления BIM) и конкретные руководства по применению BIM.

Кроме того, многие отмечают, что другие BIM-стандарты почерпнули и развили из настоящего руководства два основных компонента: подробное описание концепции уровней проработки (LOD) и таблицу элементов модели (Model Element Table).

3.3. Level of Development Specification 2016

ОФИЦИАЛЬНОЕ НАЗВАНИЕ: Level of Development (LOD) Specification 2016 (рис. 20) [73].

НАЗВАНИЕ В РУССКОМ ПЕРЕВОДЕ: Определение уровней проработки. Версия 2016.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ САЙТ: http://bimforum.org/lod/

ДАТА ВЫПУСКА: 2016 г., октябрь.

РАЗРАБОТЧИК: США, BIM Forum.

Данное справочное руководство разработано в развитие G202-2013 из серии документов AIA E203-2013 BIM & Digital Data Exhibit (см. п. 3.2).

Рис. 20. Level of Development (LOD) Specification 2016 — титульный лист и содержание

Документ даёт формальное определение уровня проработки (LOD).

Из заметных отличий от G202-2013 в настоящем документе можно выделить появление дополнительного уровня проработки — LOD 350. Он призван дополнить LOD 300 данными, необходимыми для выполнения монтажных работ. С точки зрения дорожной отрасли этот уровень отражает разделение результатов проектирования на две стадии: «П» (LOD 300) и «Р» (LOD 350).

Данное руководство Level of Development (LOD) Specification 2016 предлагает инструмент в виде электронной таблицы, позволяющий чётко описывать требования к уровням проработки и взаимодействовать в рамках проекта на основе стандартных классификаторов: UniFormat или OmniClass.

Заметим, что в действующей версии документа за 2016 г. содержатся некоторые разделы для автомобильных и железных дорог, а также мостов.

3.4. The Contractor's Guide to BIM

ОФИЦИАЛЬНОЕ НАЗВАНИЕ: The Contractor's Guide to BIM (рис. 21) [93].

НАЗВАНИЕ В РУССКОМ ПЕРЕВОДЕ: Руководство подрядчика по BIM.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ САЙТ: https://www.agc.org/news/2010/04/28/contractors-guide-bim-2nd-edition

ДАТА ВЫПУСКА: 2010 г., апрель.

РАЗРАБОТЧИК: США, Associated General Contractors of America (AGC).

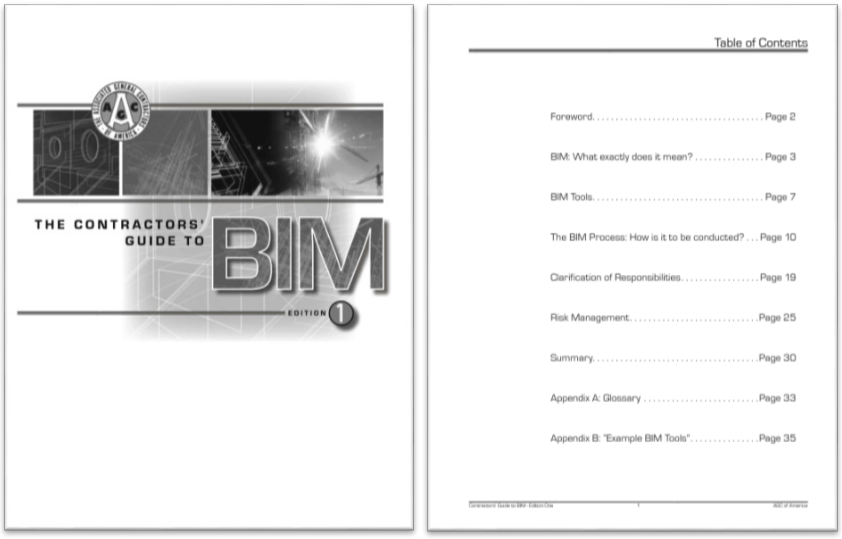


Рис. 21. The Contractor's Guide to BIM — титульный лист и содержание

Данный документ является весьма кратким (всего несколько десятков страниц) введением для подрядчиков, объясняющим основные принципы BIM. Отличительной особенностью данного руководства является использование очень простого языка для формулирования основных идей BIM. В нём кратко, но последовательно объясняется, что такое 2D-черчение, что такое 3D-проектирование и, наконец, что такое информационное моделирование (рис. 22).

Учитывая почтенный возраст руководства (первая версия вышла в сентябре 2006 г., последняя — в апреле 2010 г.), в нём отсутствуют нормативные ссылки на другие BIM-стандарты. Поэтому этот документ нельзя использовать для выстраивания чёткой технической политики при реализации BIM-проектов. Тем не менее, документ рекомендуется многими специалистами для первого знакомства с BIM.

2D Based Process		Model Based Process
Linear, Phased	Design	Concurrent, Iterative
Paper 2D	Drawings	Digital 3D Object based tied to intelligent data
Evaluated over days in 2D	Value Engineering Alternatives	Evaluated in 3D instantly
Unclear Elevations	Site Planning	Relief Contours
Slow and Detailed	Code Review	Expedited and Automated
Light Tables	Design Validation	Clash Detection with Audit Trails
2D Drawings	Field Drawings	2D Drawings and Perspectives
Assembled near completion	Closeout Documents	Intelligent models for operations and maintenance instructions; Constantly updated during construction
Stand Alone Activities	Scheduling	Activities linked to Models
Limited Scenarios evaluated	Sequence Planning	Extensive Scenarios Evaluated earlier in the process
Paper Shop Drawings	Field Coordination	Overlaying Digital Models using collision detection software
Use manuals	Operation Training	Visual

Рис. 22. Сравнительная таблица проектных процессов (в соответствии с The Contractor's Guide to BIM)

3.5. USACE BIM Roadmap (ERDC SR-12-2)

ОФИЦИАЛЬНОЕ НАЗВАНИЕ: ERDC SR-12-2. The US Army Corps of Engineers Roadmap for Life-Cycle Building Information Modeling (BIM) (рис. 23) [38].

НАЗВАНИЕ В РУССКОМ ПЕРЕВОДЕ: ERDC SR-12-2. Дорожная карта Инженерного корпуса армии США для реализации жизненного цикла BIM. Версия 2012.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ САЙТ: https://cadbimcenter.erdc.dren.mil/default.aspx?p=a&t=1&i=13

ДАТА ВЫПУСКА: 2012 г., ноябрь.

РАЗРАБОТЧИК: США, US Army Corps of Engineers.

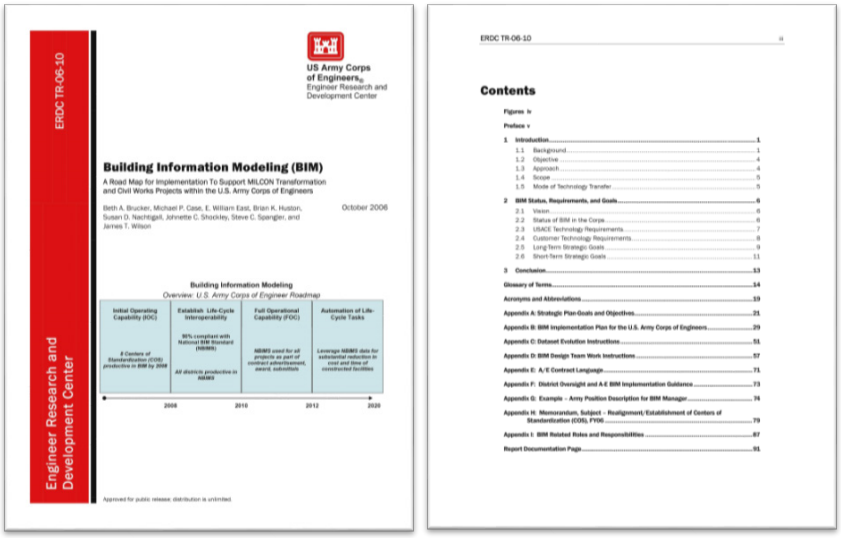


Рис. 23. ERDC SR-12-2 — титульный лист и содержание

Документ ERDC SR-12-2 (Дорожная карта Инженерного корпуса армии США для реализации жизненного цикла BIM) был разработан подразделением министерства обороны США, ответственным за капитальное строительство. Документ предназначен как для участников строительных проектов (заказчиков, подрядчиков, проектировщиков, строителей…), так и для разработчиков и поставщиков программного обеспечения.

Целью USACE BIM Roadmap является помощь при разработке стратегии и тактики применения BIM-технологий для процессов планирования, проектирования и строительства в Инженерном корпусе армии США. Этот документ должен был помочь ускорить понимание потребностей заказчиков Инженерного корпуса в лице армии, воздушных сил и пр.

Данный документ включает в себя план применения BIM и практические руководства. Основной документ содержит общее описание BIM-методологии, стратегические планы для военного строительства и выполнения гражданских работ.

Кроме того, в документе имеется два приложения, разработанных соответственно Autodesk и Bentley — основными компаниями на американском рынке программного обеспечения для строительной индустрии:

- ERDC SR-12-2, Supplement 1 — BIM Implementation Guide for Military Construction (MILCON) Projects Using the Autodesk Platform;
- ERDC SR-12-2, Supplement 2 — BIM Implementation Guide for Military Construction (MILCON) Projects Using the Bentley Platform.

Во многом именно эти два приложения представляют наибольшую ценность для широкого круга пользователей BIM-технологий, т.к. на примере программных технологий ведущих американских компаний демонстрируют возможности BIM.

В заключение отметим, что данный стандарт в качестве нормативных документов ссылается также на два своих стандарта по оформлению:

- ERDC/ITL TR-12-1 A/E/C Graphics Standard, Release 2.0;
- ERDC/ITL TR-12-6 A/E/C CAD Standard, Release 6.0.

3.6. USACE BIM Minimum Modeling Matrix (M3)

ОФИЦИАЛЬНОЕ НАЗВАНИЕ: USACE BIM Minimum Modeling Matrix (M3) (рис. 24) [97].

НАЗВАНИЕ В РУССКОМ ПЕРЕВОДЕ: Матрица определения требований (M3).

ОФИЦИАЛЬНЫЙ САЙТ: https://cadbimcenter.erdc.dren.mil/default.aspx?p=a&t=1&i=14

ДАТА ВЫПУСКА: 2014 г., сентябрь.

РАЗРАБОТЧИК: США, US Army Corps of Engineers.

Данный стандарт разработан в дополнение к предыдущему (USACE BIM Roadmap, см. п. 3.5).

До выхода данного стандарта (первой версии в 2013 г.) требования к BIM-модели обычно формулировались неформально в виде описательного текста, что приводило к неоднозначностям и неточностям их трактовки. Настоящий стандарт предлагает чёткий инструмент в виде электронной таблицы, позволяющий взаимодействовать в рамках проекта на основе стандартных классификаторов: OmniClass, UniFormat, MasterFormat или иных. Предложенный инструмент оказался настолько удачным, что быстро получил широкое распространение, причём не только при выполнении военных контрактов, но и в гражданском строительстве.

В настоящее время USACE BIM Minimum Modeling Matrix (M3) входит в более общий набор документов USACE BIM Contract Requirements.

Кроме того, в более ранней версии M3 назывался USACE BIM Contract Language либо “Attachment F” («приложение F») к BIM-проектам. Такое многообразие названий, безусловно, вызывает путаницу.

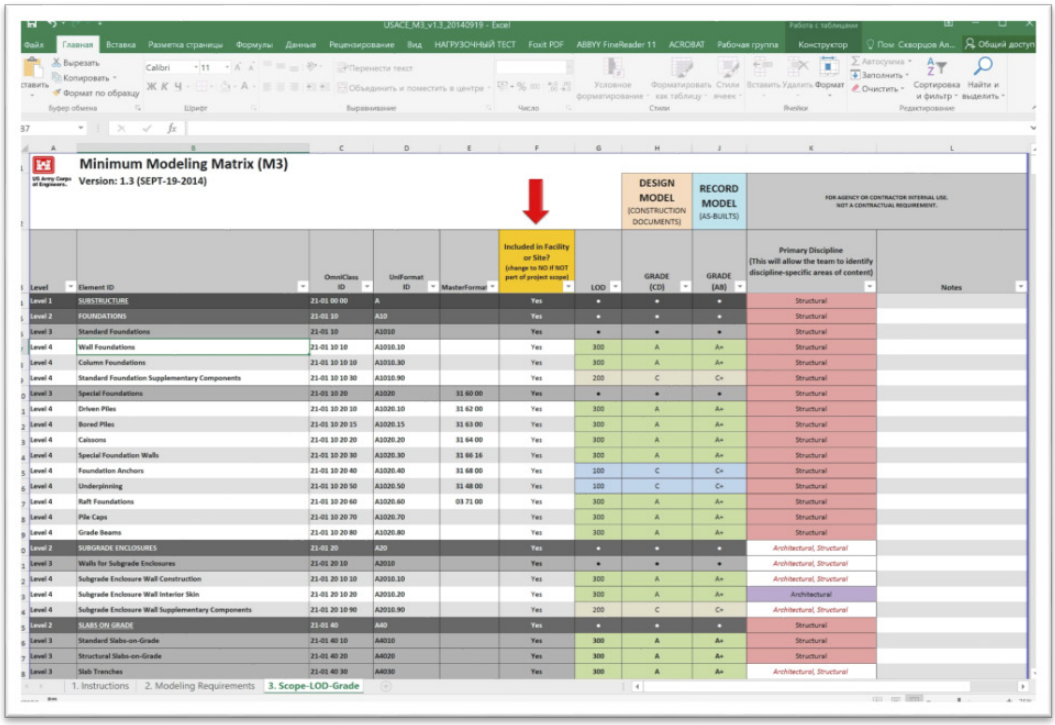


Рис. 24. USACE BIM Minimum Modeling Matrix (M3) — рабочая электронная таблица

3.7. USACE Advanced Modeling PxP Template V3.0

ОФИЦИАЛЬНОЕ НАЗВАНИЕ: USACE Advanced Modeling Project Execution Plan (PxP) Template V3.0 (рис. 25) [96].

НАЗВАНИЕ В РУССКОМ ПЕРЕВОДЕ: Шаблон плана исполнения продвинутого BIM-проекта. Версия 3.0.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ САЙТ: https://cadbimcenter.erdc.dren.mil/default.aspx?p=a&t=1&i=14

ДАТА ВЫПУСКА: 2016 г., август.

РАЗРАБОТЧИК: США, US Army Corps of Engineers.

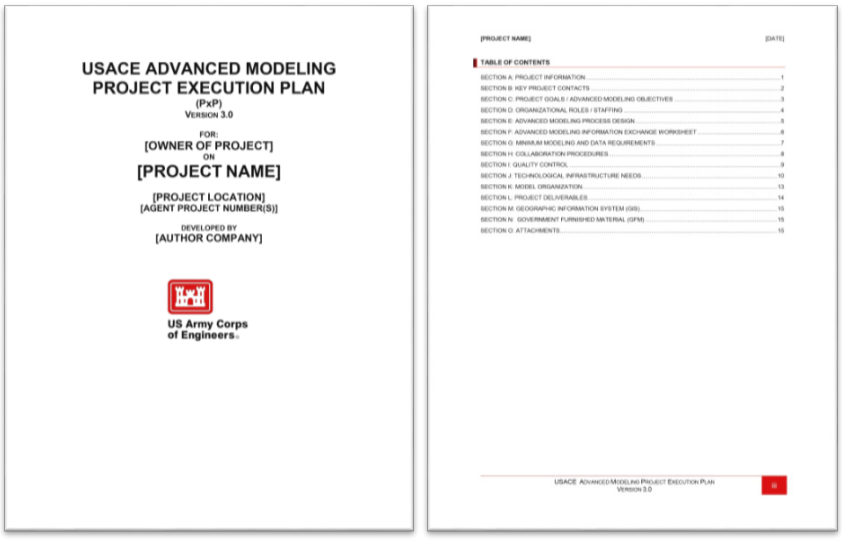


Рис. 25. USACE Advanced Modeling Project Execution Plan (PxP) Template V3.0 — титульный лист и содержание

Данный шаблон разработан в дополнение к USACE BIM Roadmap (см. п. выше 3.5). Предыдущая версия документа называлась USACE PxP Template.

Шаблон представляет собой инструмент, позволяющий упростить разработку PxP (плана исполнения проекта) в соответствии с требованиями заключаемого контракта или коммерческого предложения. Шаблон плана был разработан как реализация требований раздела 5.4 американского стандарта National BIM Standard (NBIMS) — US V3 (см. п. 3.1). Раздел 5.4 в NBIMS был разработан Пенсильванским университетом ещё в 2011 г. и вошёл без изменений в последнюю версию как BIM PxP V2.1. Данный документ USACE Advanced Modeling PxP Template V3.0 разработан тем же коллективом из Пенсильванского университета и просто представляет собой следующую его версию.

Технически шаблон USACE Advanced Modeling PxP Template V3.0 представляет собой текстовой файл всего из 18 страниц, где выделены поля, которые необходимо заполнить заказчику.

3.8. AF Minimum BIM Requirements v2.1

ОФИЦИАЛЬНОЕ НАЗВАНИЕ: U.S. Air Force BIM Minimum Requirements v2.1 (рис. 26) [95].

НАЗВАНИЕ В РУССКОМ ПЕРЕВОДЕ: ВВС США. Минимальные требования к BIM. Версия 2.1.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ САЙТ: http://www.wbdg.org/references/afbim_guidelines.php

ДАТА ВЫПУСКА: 2015 г., февраль.

РАЗРАБОТЧИК: США, U.S. Air Force Civil Engineer Center.

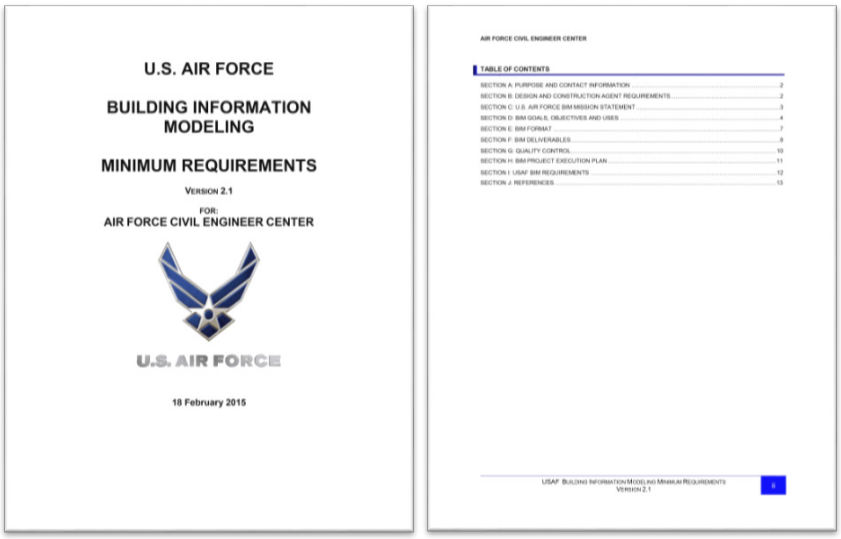


Рис. 26. U.S. Air Force BIM Minimum Requirements v2.1 — титульный лист и содержание

Данный документ предназначен для упрощения разработки PxP (плана исполнения проекта) в соответствии с требованиями заключаемого контракта или коммерческого предложения. Шаблон плана был разработан как реализация требований раздела 5.4 американского стандарта National BIM Standard (NBIMS) — US V3 (см. п. 3.1) на основе USACE PxP Template V2.1 (см. п. 3.7).

Технически данный шаблон представляет собой текстовой файл из 15 страниц, где выделены поля, которые необходимо заполнить заказчику. В целом шаблон мало отличается от базового документа USACE PxP Template V2.1 (см. п. 3.7).

3.9. The VA BIM Guide

ОФИЦИАЛЬНОЕ НАЗВАНИЕ: The VA BIM Guide (рис. 27) [94].

НАЗВАНИЕ В РУССКОМ ПЕРЕВОДЕ: Руководство по BIM.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ САЙТ: http://www.cfm.va.gov/til/bim/BIMguide/

ДАТА ВЫПУСКА: 2010 г., апрель.

РАЗРАБОТЧИК: США, Department of Veterans Affairs (VA) Office of Construction & Facilities Management (CFM).

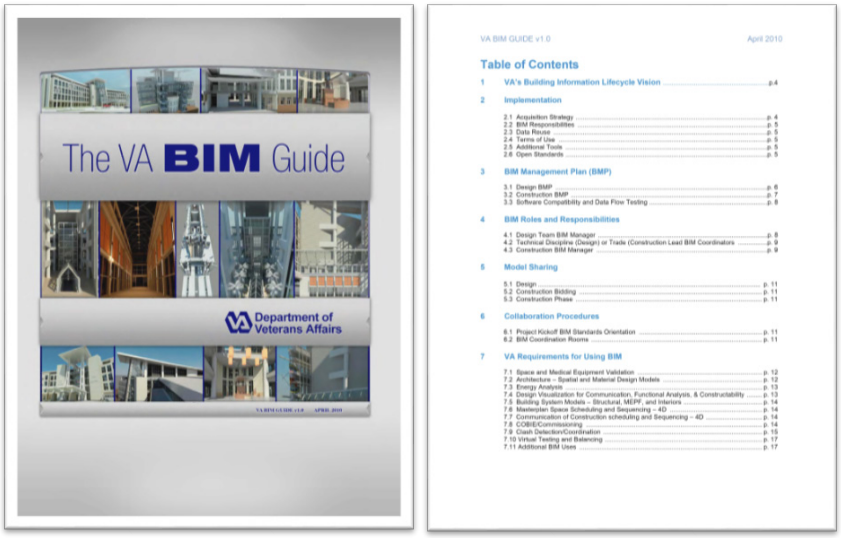


Рис. 27. The VA BIM Guide — титульный лист и содержание

В США в Департаменте по делам ветеранов (Department of Veterans Affairs, VA) есть Офис по управлению зданиями и сооружениями (Office of Construction & Facilities Management, CFM), отвечающий за общее управление объектами капитального строительства, стандартизацию процессов проектирования и строительства, охрану окружающей среды и пр. В последние годы VA принял курс на повсеместное внедрение технологий информационного моделирования.

Данное практическое руководство адресовано проектировщикам, архитекторам и подрядчикам, работающим по заказу VA. В тоже время документ получился весьма удачным, написан доступным языком, а потому используется рядом других заказчиков.

Главным техническим инструментом The VA BIM Guide является Матрица элементов проекта (The VA BIM Object/Element Matrix Manual Release 1.0). Она представлена в форме электронной таблицы и предназначена для определения требований к элементам проекта на различных уровнях проработки. В этом смысле этот инструмент похож на USACE BIM Minimum Modeling Matrix (M3, см. п. 3.6), но более специализированный. Так, в качестве классификатора разрешено использовать только UniClass.

3.10. GSA BIM Guide Series

ОФИЦИАЛЬНОЕ НАЗВАНИЕ: GSA Building Information Modeling Guide Series [48–54].

НАЗВАНИЕ В РУССКОМ ПЕРЕВОДЕ: Руководства по информационному моделированию.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ САЙТ: https://www.gsa.gov/portal/category/101070

ДАТА ВЫПУСКА: 2006–2015.

РАЗРАБОТЧИК: США, General Services Administration (GSA).

Серия руководств GSA BIM Guide Series (рис. 28) начинает свою историю с 2003 г., когда в США General Services Administration (GSA) совместно с Public Buildings Service (PBS) начала национальную программу по 3D-4D-BIM (National 3D-4D-BIM Program). Главной целью программы было продвижение применения BIM-технологий в федеральных проектах.

Первые документы были официально представлены в 2006 г. и стали одними из первых серьёзных методических документов в области BIM.

В рамках серии руководств уже выпущены или готовятся к выходу следующие документы:

- BIM Guide 01 — Overview (дата выпуска: 2007 г., май);
- BIM Guide 02 — Spatial Program Validation (дата выпуска: 2006 г., ноябрь);
- BIM Guide 03 — 3D Laser Scanning (дата выпуска: 2009 г., январь);
- BIM Guide 04 — 4D Phasing (в разработке);
- BIM Guide 05 — Energy Performances (дата выпуска: 2015 г., июнь);
- BIM Guide 06 — Circulation and Security Validation (в разработке);
- BIM Guide 07 — Building Elements (в разработке);
- BIM Guide 08 — Facility Management (дата выпуска: 2012 г., январь).

Рис. 28. GSA Building Information Modeling Guide Series — титульные листы и содержания отдельных документов серии

3.11. Ohio BIM Protocol

ОФИЦИАЛЬНОЕ НАЗВАНИЕ: State of Ohio Building Information Modeling Protocol (рис. 29) [89].

НАЗВАНИЕ В РУССКОМ ПЕРЕВОДЕ: Протокол информационного моделирования штата Огайо.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ САЙТ: http://das.ohio.gov/Portals/0/DASDivisions/GeneralServices/SAO/pdf/SAO-BIMProtocol.pdf

ДАТА ВЫПУСКА: 2013 г., июнь.

РАЗРАБОТЧИК: США, штат Огайо, State Architect's Office.

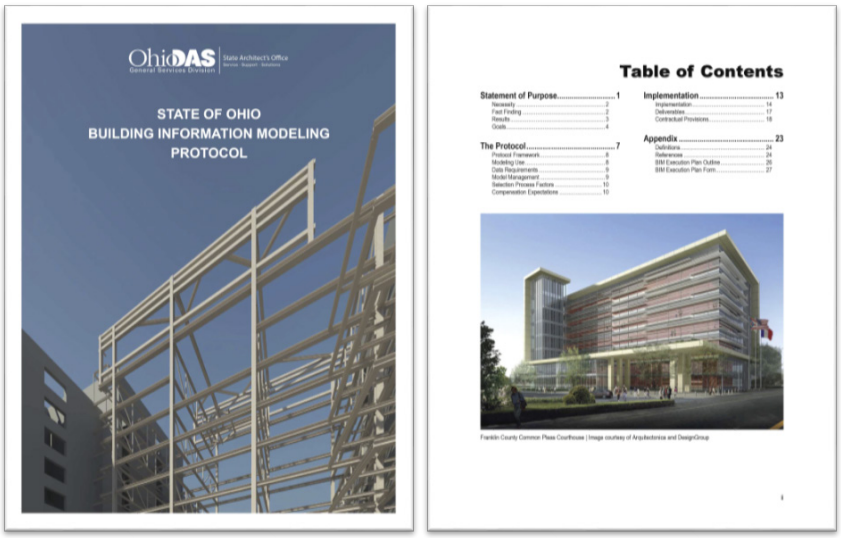


Рис. 29. State of Ohio Building Information Modeling Protocol — титульный лист и содержание

3.12. Texas Professional Architectural/Engineering Guidelines

ОФИЦИАЛЬНОЕ НАЗВАНИЕ: Texas Facilities Commission Professional Architectural/Engineering Guidelines (рис. 30) [92].

НАЗВАНИЕ В РУССКОМ ПЕРЕВОДЕ: Руководства для профессиональных архитекторов и инженеров штата Техас.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ САЙТ: http://www.tfc.state.tx.us/divisions/facilities/prog/construct/formsindex/

ДАТА ВЫПУСКА: 2012 г., апрель.

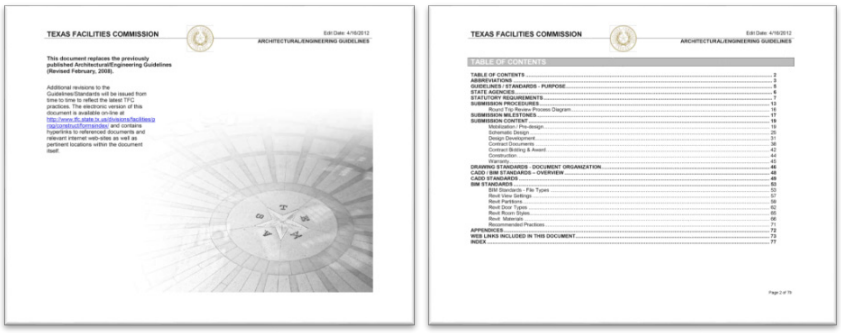


Рис. 30. Texas Facilities Commission Professional Architectural/Engineering Guidelines — титульный лист и содержание

РАЗРАБОТЧИК: США, штат Техас, Texas Facilities Commission.

3.13. GSFIC BIM Guide

ОФИЦИАЛЬНОЕ НАЗВАНИЕ: GSFIC BIM Guide - Series 01 Model Analysis and Validation (рис. 31) [55].

НАЗВАНИЕ В РУССКОМ ПЕРЕВОДЕ: Руководство по BIM штата Джорджия. Серия 01. Анализ и проверка моделей.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ САЙТ: http://gsfic.georgia.gov/documents/building-information-modeling-bim-guide

ДАТА ВЫПУСКА: 2013 г., март.

РАЗРАБОТЧИК: США, штат Джорджия, Georgia State Financing and Investment Commission.

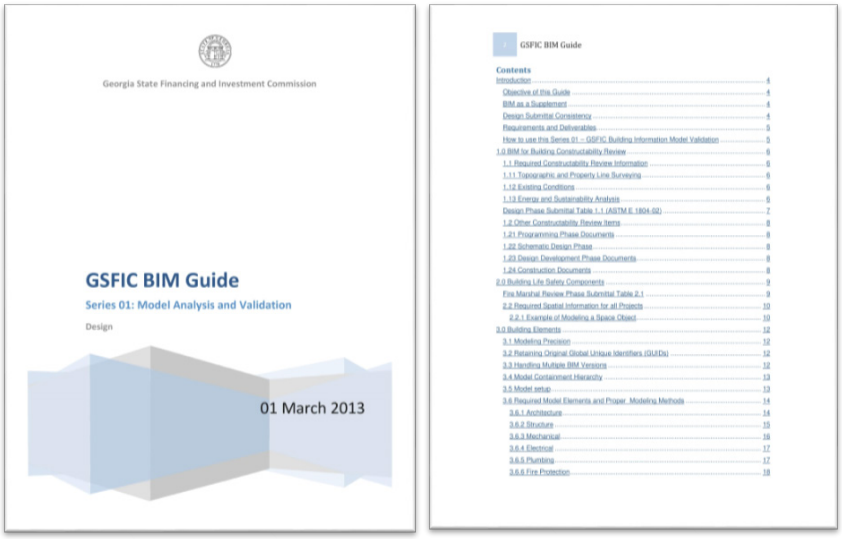


Рис. 31. GSFIC BIM Guide — титульный лист и содержание

3.14. State of Wisconsin DSF BIM Guidelines & Standards

ОФИЦИАЛЬНОЕ НАЗВАНИЕ: State of Wisconsin DSF BIM Guidelines and Standards for Architects and Engineers (рис. 32) [90].

НАЗВАНИЕ В РУССКОМ ПЕРЕВОДЕ: Руководства и стандарты для архитекторов и инженеров штата Висконсин.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ САЙТ: http://www.doa.state.wi.us/Default.aspx?Page=b1b89cc2-4688-4669-8e2a-47c2234a8179

ДАТА ВЫПУСКА: 2012 г., октябрь.

РАЗРАБОТЧИК: США, штат Висконсин, State of Wisconsin Department of Administration, Division of State Facilities (DOA/DSF).

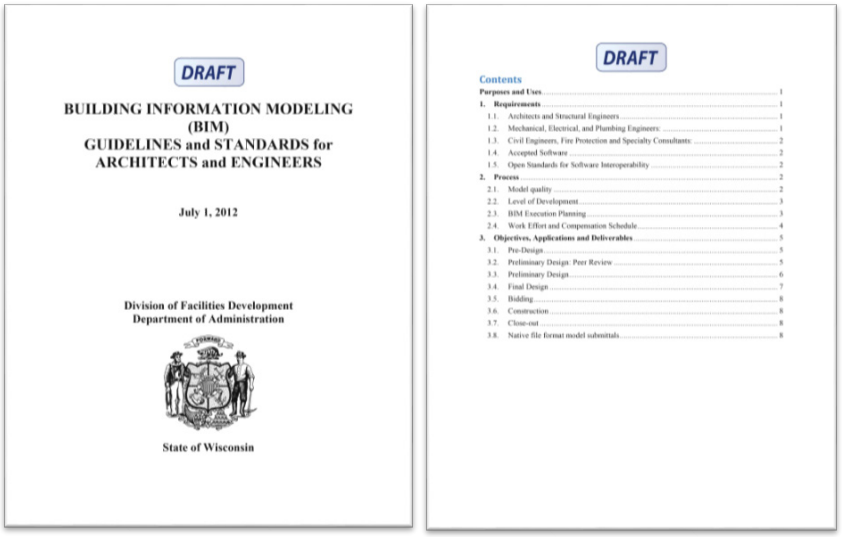


Рис. 32. State of Wisconsin DSF BIM Guidelines and Standards for Architects and Engineers — титульный лист и содержание

3.15. CoSA BIM Standards

ОФИЦИАЛЬНОЕ НАЗВАНИЕ: CoSA BIM Standards (рис. 33) [35].

НАЗВАНИЕ В РУССКОМ ПЕРЕВОДЕ: BIM-стандарты г. Сан-Антонио.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ САЙТ: https://webapps.sanantonio.gov/RFPListings/uploads/RFQ_1223_201103030427040.pdf

ДАТА ВЫПУСКА: 2011 г., январь.

РАЗРАБОТЧИК: США, г. Сан-Антонио.

Рис. 33. CoSA BIM Standards — титульный лист и содержание

3.16. NYC BIM Guidelines

ОФИЦИАЛЬНОЕ НАЗВАНИЕ: NYC BIM Guidelines (рис. 34) [80].

НАЗВАНИЕ В РУССКОМ ПЕРЕВОДЕ: BIM-руководства г. Нью-Йорк.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ САЙТ: http://www.nyc.gov/html/ddc/downloads/pdf/DDC_BIM_Guidelines.pdf

ДАТА ВЫПУСКА: 2012 г., июль.

РАЗРАБОТЧИК: США, г. Нью-Йорк, New York City, Department of Design + Construction.

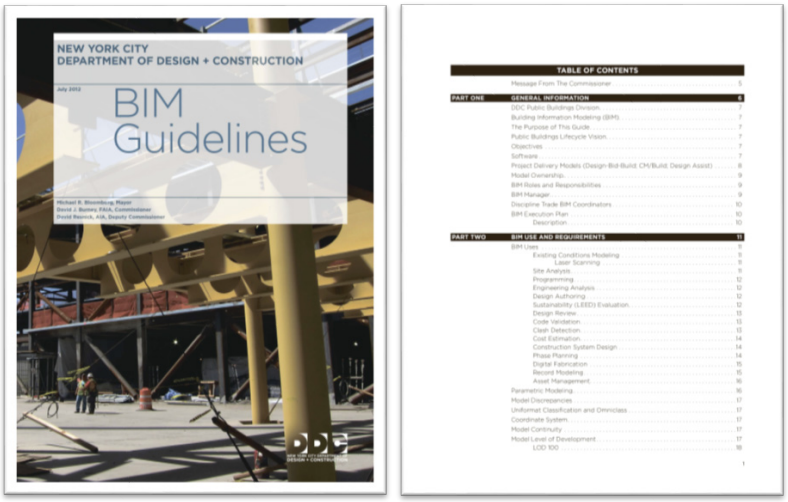


Рис. 34. NYC BIM Guidelines — титульный лист и содержание

3.17. Penn State BIM Planning Guide for Facility Owners

ОФИЦИАЛЬНОЕ НАЗВАНИЕ: Penn State BIM Planning Guide for Facility Owners. V2 (рис. 35) [84].

НАЗВАНИЕ В РУССКОМ ПЕРЕВОДЕ: BIM-руководство для владельцев зданий и сооружений.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ САЙТ: http://bim.psu.edu/

ДАТА ВЫПУСКА: 2013 г., июнь.

РАЗРАБОТЧИК: США, Университет штата Пенсильвания совместно с buildingSMART alliance.

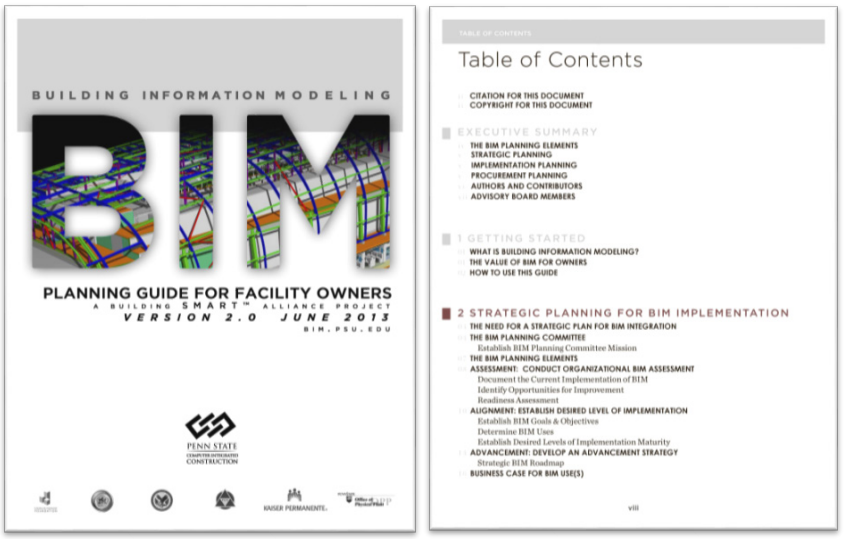


Рис. 35. Penn State BIM Planning Guide for Facility Owners. V2 — титульный лист и содержание

Университет штата Пенсильвания активно ведёт разработку самых разных стандартов в области BIM.

Самым значимым результатом учёных Пенсильванского университета, видимо, является включение соответствующих разделов данного документа в NBIMS-US V3 (см. выше п. 3.1).

В тоже время в отличие от NBIMS-US учёные Пенсильванского университета периодически обновляют данный стандарт с целью максимального его соответствия современным требованиям.

Ещё один важный момент данного стандарта — это авторская лицензия. Она полностью открыта и не имеет ограничений по применению.

3.18. MIT CAD & BIM Guidelines & BIM Execution Plan

ОФИЦИАЛЬНОЕ НАЗВАНИЕ: MIT CAD & BIM Guidelines (рис. 36) [74];

MIT BIM Execution Plan (рис. 37) [75].

НАЗВАНИЕ В РУССКОМ ПЕРЕВОДЕ: Руководство по САПР и BIM; План исполнения проекта BIM.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ САЙТ: http://web.mit.edu/facilities/maps/index.html

ДАТА ВЫПУСКА: 2012 г., апрель.

РАЗРАБОТЧИК: США, Массачусетский технологический институт.

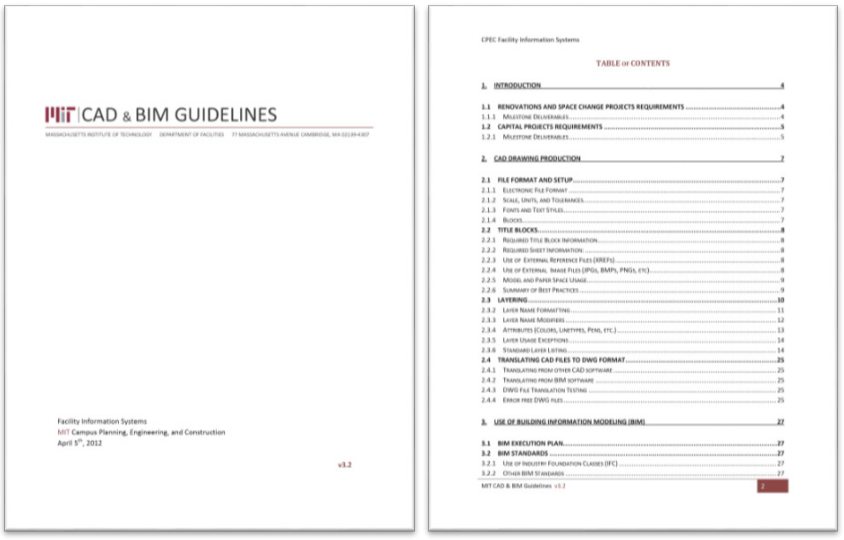


Рис. 36. MIT CAD & BIM Guidelines — титульный лист и содержание

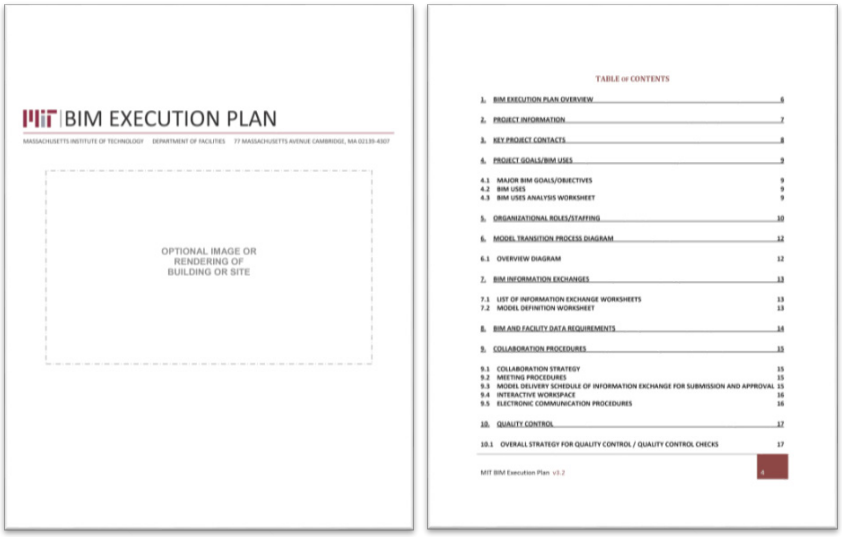


Рис. 37. MIT BIM Execution Plan — титульный лист и содержание

3.19. Georgia Tech BIM Requirements & Guidelines for Architects, Engineers and Contractors

ОФИЦИАЛЬНОЕ НАЗВАНИЕ: Georgia Tech BIM Requirements & Guidelines for Architects, Engineers and Contractors (рис. 38) [45].

НАЗВАНИЕ В РУССКОМ ПЕРЕВОДЕ: Технические требования BIM штата Джорджия. Руководство для архитекторов, инженеров и подрядчиков.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ САЙТ: http://www.facilities.gatech.edu/files/DC/2011_0815_GT_BIM_Requirements_v1.0.pdf

ДАТА ВЫПУСКА: 2011 г., сентябрь.

РАЗРАБОТЧИК: США, Технический университет Джорджии.

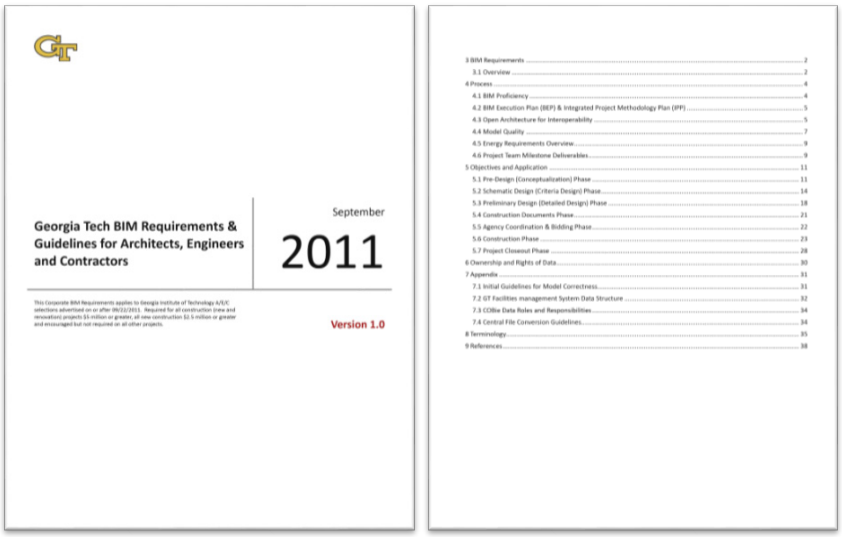


Рис. 38. Georgia Tech BIM Requirements & Guidelines for Architects, Engineers and Contractors — титульный лист и содержание

3.20. USC BIM Guidelines

ОФИЦИАЛЬНОЕ НАЗВАНИЕ: USC BIM Guidelines (рис. 39) [98].

НАЗВАНИЕ В РУССКОМ ПЕРЕВОДЕ: Руководство BIM.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ САЙТ: http://facilities.usc.edu/uploads/documents/cas/BIMGuidelines_VS1_6_2012.pdf

ДАТА ВЫПУСКА: 2013 г., июнь.

РАЗРАБОТЧИК: США, Университет Южной Калифорнии.

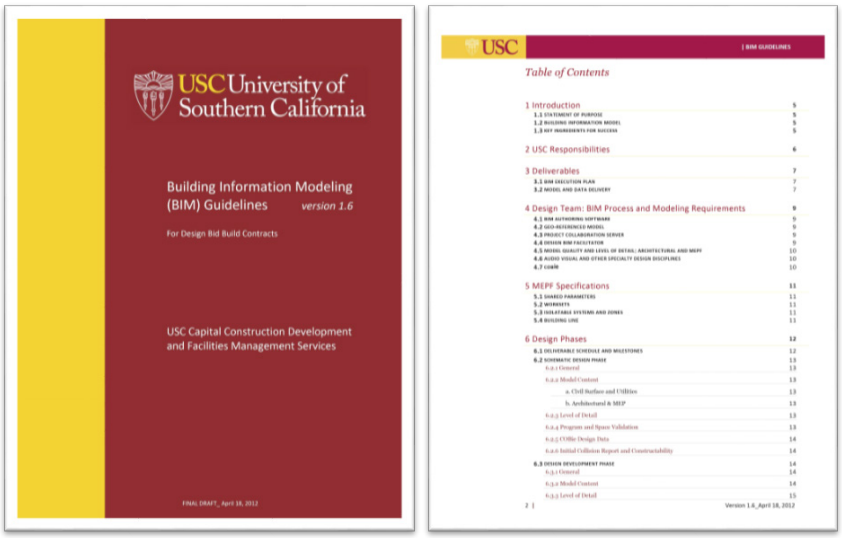


Рис. 39. USC BIM Guidelines — титульный лист и содержание

3.21. IU BIM Guidelines & Standards for Architects, Engineers, and Contractors

ОФИЦИАЛЬНОЕ НАЗВАНИЕ: IU BIM Guidelines & Standards for Architects, Engineers, and Contractors (рис. 40) [70].

НАЗВАНИЕ В РУССКОМ ПЕРЕВОДЕ: Руководство по BIM и стандарты для промышленного и гражданского строительства.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ САЙТ: http://www.indiana.edu/~uao/docs/standards/IU%20BIM%20Guidelines%20and%20Standards.pdf

ДАТА ВЫПУСКА: 2015 г., июль.

РАЗРАБОТЧИК: США, Университет Индианы.

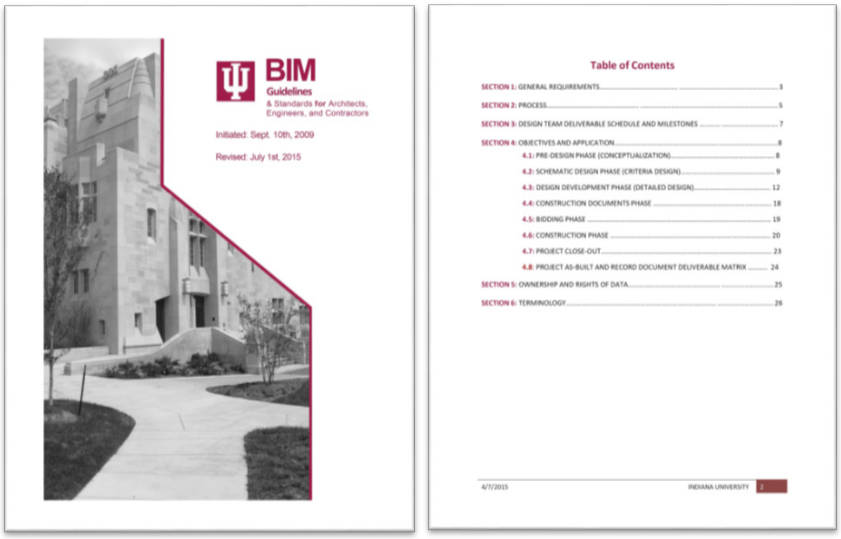


Рис. 40. IU BIM Guidelines & Standards for Architects, Engineers, and Contractors — титульный лист и содержание

3.22. SDCCD BIM Standards for Architects, Engineers & Contractors

ОФИЦИАЛЬНОЕ НАЗВАНИЕ: SDCCD BIM Standards for Architects, Engineers & Contractors (рис. 41) [87].

НАЗВАНИЕ В РУССКОМ ПЕРЕВОДЕ: BIM-стандарты для архитекторов, инженеров и подрядчиков.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ САЙТ: http://props-n.sdccd.edu/CR/Forms/SDCCD%20-%20Building%20Design%20Standards/02.%20BIM%20Standards/SDCCD%20BIM%20Standards%20Version%202.pdf

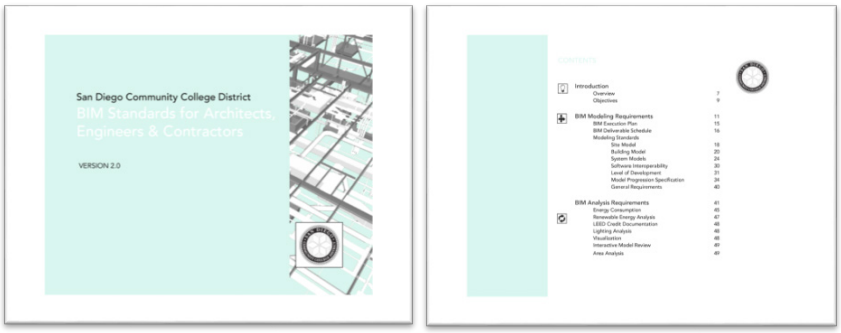


Рис. 41. SDCCD BIM Standards for Architects, Engineers & Contractors — титульный лист и содержание

ДАТА ВЫПУСКА: 2012 г., январь.

РАЗРАБОТЧИК: США, San Diego Community College District.

3.23. LACCD BIMS 4.1

ОФИЦИАЛЬНОЕ НАЗВАНИЕ: LACCD Building Information Modeling Standards. Version 4.1 [71–72].

НАЗВАНИЕ В РУССКОМ ПЕРЕВОДЕ: Стандарты информационного моделирования. Версия 4.1.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ САЙТ: http://www.buildlaccd.org/ contractors-bidders/standards-guidelines

ДАТА ВЫПУСКА: 2016 г., март.

РАЗРАБОТЧИК: США, LACCD (Los Angeles Community College DISTRICT).

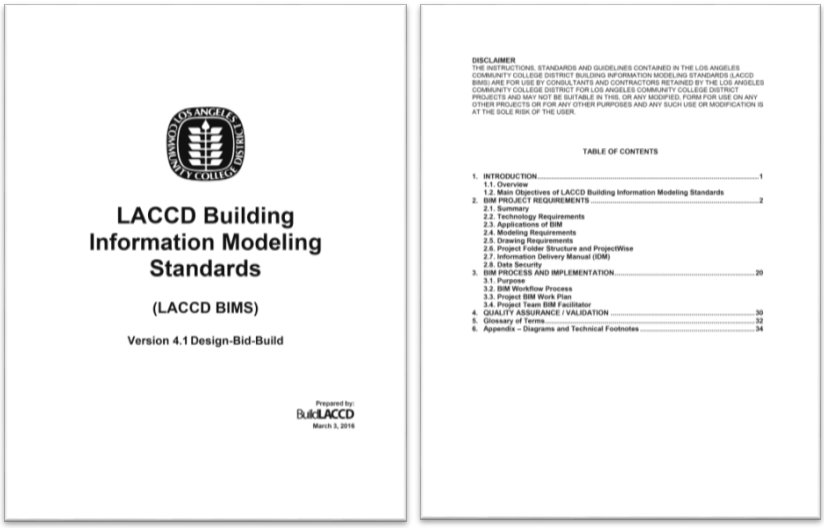


Рис. 42. LACCD BIMS 4.1. Design-Bid-Build — титульный лист и содержание

Данный набор состоит из двух документов:

- Design-Bid-Build (проектирование, проведение торгов, строительство) (рис. 42) [72];
- Design-Build (проектирование, строительство) (рис. 43) [71].

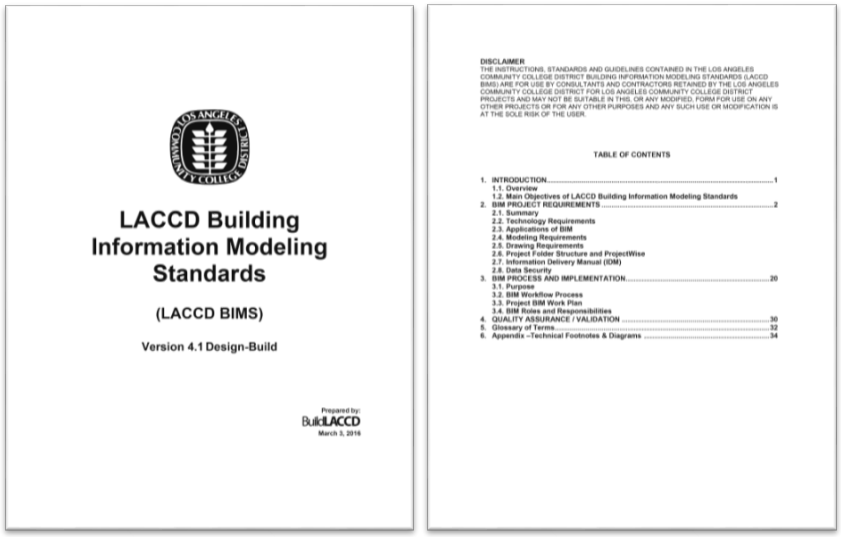


Рис. 43. LACCD BIMS 4.1. Design-Build — титульный лист и содержание

4. Опыт Канады

Канада является одной из немногих стран мира, где создан специальный правительственный орган — Canadian BIM Council, управляющий внедрением BIM-технологий в строительную индустрию Канады.

Так же в Канаде создан The Institute for BIM in Canada (IBC), играющий ведущую роль в деле популяризации и внедрения BIM в проектировании, строительстве и эксплуатации объектов капитального строительства.

В тоже время в силу того, что Канада состоит в тесных экономических отношениях с США — ведущим разработчиком BIM-стандартов в мире, — в качестве стандартов в Канаде применяются самые разные американские стандарты, в первую очередь US National BIM Standard (см. выше п. 3.1).

4.1. BIM PxP Toolkit

ОФИЦИАЛЬНОЕ НАЗВАНИЕ: BIM PxP Toolkit (рис. 44) [26].

НАЗВАНИЕ В РУССКОМ ПЕРЕВОДЕ: Инструкции по разработке плана исполнения BIM-проекта.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ САЙТ: https://www.ibc-bim.ca/documents/

ДАТА ВЫПУСКА: 2014 г., октябрь.

РАЗРАБОТЧИК: Канада, Institute for BIM in Canada (IBC).

Данный документ содержит инструкции по разработке планов выполнения проекта для трёх стадий жизненного цикла: для проектирования, строительства и эксплуатации. Эти инструкции опираются на US National BIM Standard (см. выше п. 3.1) и просто предлагают некоторую помощь в разработке PxP.

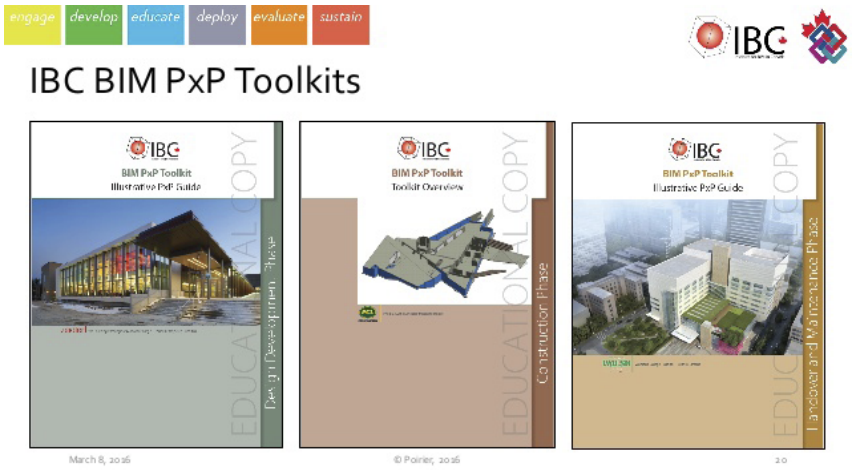


Рис. 44. BIM PxP Toolkit — титульные листы

4.2. AEC (CAN) BIM Protocol (2012)

ОФИЦИАЛЬНОЕ НАЗВАНИЕ: AEC (CAN) BIM Protocol (2012) (рис. 45) [11].

НАЗВАНИЕ В РУССКОМ ПЕРЕВОДЕ: Практика применения BIM в промышленном и гражданском строительстве Канады.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ САЙТ: http://s3.amazonaws.com/canbim-production/vol/www/apps/canbim_production/releases/20121021065404/en/public/documents/documents/original_63.pdf?1352735902

ДАТА ВЫПУСКА: 2012 г., октябрь.

РАЗРАБОТЧИК: Канада, CanBIM AEC (CAN) Designers Committee.

Рис. 45. AEC (CAN) BIM Protocol (2012) — титульный лист и содержание

Данный документ является адаптацией аналогичного британского документа AEC (UK) BIM Protocol (см. выше п. 2.8) с учётом нововведений, предложенных американскими стандартами NBIMS-US V2 (см. выше п. 3.1), National CAD Standard (NCS) v5 (в составе того NBIMS-US V2, см. выше п. 3.1) и BIM Planning Guide for Facility Owners (см. выше п. 3.17).

5. Опыт Норвегии

Норвегия, наряду с другими Скандинавскими странами, уже долгие годы активно работает над различными аспектами BIM-технологий, причём не только в сфере строительства зданий, но и в сфере управления автомобильными дорогами. Поэтому именно в Норвегии в последние годы появилось несколько оригинальных BIM-стандартов.

5.1. Statsbygg BIM manual

ОФИЦИАЛЬНОЕ НАЗВАНИЕ: Statsbygg Building Information Modelling Manual 1.2.1 (рис. 46) [91].

НАЗВАНИЕ В РУССКОМ ПЕРЕВОДЕ: Руководство по BIM.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ САЙТ: www.statsbygg.no/bim

ДАТА ВЫПУСКА: 2013 г., декабрь.

РАЗРАБОТЧИК: Норвегия, Statsbygg.

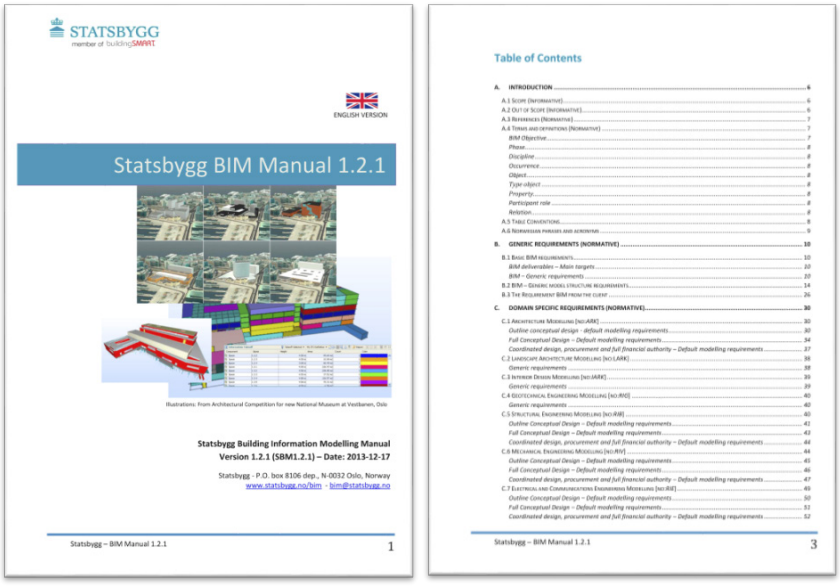


Рис. 46. Statsbygg Building Information Modelling Manual 1.2.1 — титульный лист и содержание

Данное практическое руководство является основным документом по информационному моделированию зданий в системе стандартов Норвегии. Оно разработано правительственной организацией Statsbygg, дочерней по отношению к министерству самоуправления и развития Норвегии.

В качестве нормативных ссылок в данном документе выступают пять международных BIM-документов ISO (ISO/TS 12911, ISO 29481-1, ISO/PAS 16739:2005, ISO 12006-2, ISO 12006-3), а также три норвежских стандарта (они доступны на сайте www.standard.no):

- NS 3451 Bygningsdelstabell (Table of building elements, Таблица строительных элементов, примерно соответствует OmniClass Table 21 — Elements);
- NS 3940 Areal- og volumberegning av bygninger (Areas and volumes of buildings, Фрагменты зданий);
- NS 8351 Byggetegninger — Datamaskinassistert konstruksjon (DAK) — Lagdeling (Building drawings — Computer aided design (CAD) — Layers, Чертежи зданий — Системы автоматизированного проектирования (САПР) — Слои).

В главе B документа представлены базовые требования к организации процесса проектирования в BIM-методологии. Указывается, в форматах каких файлов должны быть представлены данные (IFC 2x3, XML, Revit и пр.), а также как эти файлы должны именоваться. Представлены базовые определения и требования к элементам информационной модели здания (как должны выбираться идентификаторы и какие основные параметры должны быть заданы).

В главе C даны базовые требования к информационным моделям на разных этапах выполнения проекта (по сути, для разных LOD, т.е. уровней проработки), а также для разных разделов проекта (дисциплин).

В главе D представлены требования по анализу проектного решения, включая анализ коллизий, энергосбережения, охраны окружающей среды и пр.

В целом отметим, что данный документ будет очень полезен только для зданий, и то только для стадии проектирования.

5.2. Boligprodusentenes BIM Manual

ОФИЦИАЛЬНОЕ НАЗВАНИЕ: Boligprodusentenes BIM Manual 2.0 (рис. 47) [27].

НАЗВАНИЕ В РУССКОМ ПЕРЕВОДЕ: Руководство по BIM. Версия 2.0.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ САЙТ: http://boligprodusentene.no/english/bim-manual-in-english-article126-138.html

ДАТА ВЫПУСКА: 2012.

РАЗРАБОТЧИК: Норвегия, Boligprodusentene (Norwegian Home Builders' Association).

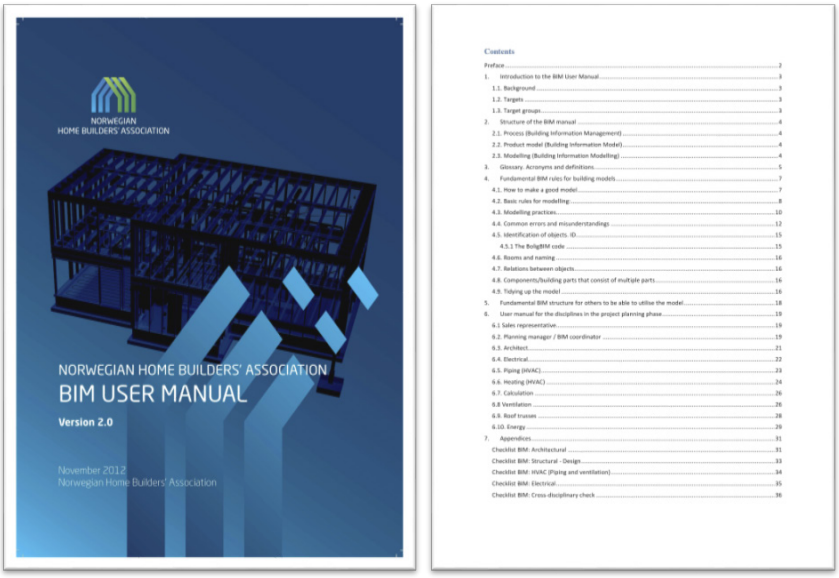


Рис. 47. Boligprodusentenes BIM Manual 2.0 — титульный лист и содержание

Данное практическое руководство Boligprodusentenes BIM Manual 2.0 содержит две основные части.

В первой части в главах 1–5 на доступном широкой публике языке даётся описание общих концепций BIM. Здесь нет никаких нормативных ссылок на другие документы, нет разделов, уже привычных в других BIM-стандартах (например, уровней проработки и пр.).

В второй части (в главе 6) содержатся «контрольные списки работ» (чек-листы, check list), с помощью которых ежедневно необходимо контролировать ход выполнения работ в BIM-проектах.

В целом отметим, что настоящий документ ориентирован на здания, с его помощью можно получить начальное впечатление о BIM, но для автомобильных дорог он неприменим.

5.3. HB V770 Modellgrunnlag

ОФИЦИАЛЬНОЕ НАЗВАНИЕ: HB V770 Modellgrunnlag. Krav til grunnlagsdata og modeler (рис. 48) [57].

НАЗВАНИЕ В РУССКОМ ПЕРЕВОДЕ: HB V770. Руководство по информационному моделированию. Основные требования к данным и моделям.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ САЙТ: http://www.vegvesen.no/fag/Publikasjoner/Handboker

ДАТА ВЫПУСКА: 2012, обновление 2015.

РАЗРАБОТЧИК: Норвегия, Statsbygg.

Данное руководство является одним из первых (если не самым первым) BIM-документов в мире, выпущенных официальным государственным заказчиком из дорожной отрасли. В Российской Федерации данный документ также имел большой успех, благодаря появлению неофициального перевода на русский язык его предыдущей версии от 2012 г., когда руководство называлось HB 138 [56].

Данное руководство (хотя многие в России ссылаются на него как на «справочник» в связи с неоднознач-

ностью перевода на русский язык) содержит требования к получению, разработке и представлению исходных данных и моделей для проектов дорожного строительства.

В настоящее время в Норвегии при реализации дорожных проектов допустимо использование классического подхода без информационного моделирования на основе чертежей либо с ним. Соответствующий выбор делается с помощью отдельного руководства HB R760 Styring av vegprosjekter (Управление дорожными проектами). Настоящий документ HB V770 применяется только по отношению к проектам, выполняемым с применением BIM.

Целью HB V770 является:

- обеспечение единых требований к качеству исходных данных;
- повсеместное внедрение 3D-проектирования;
- стандартизация описания моделей объектов;
- использование открытых стандартизованных форматов;
- применение информационных моделей при выполнении работ на стадии строительства;
- стандартизация представления итоговой документации на различных этапах проекта.

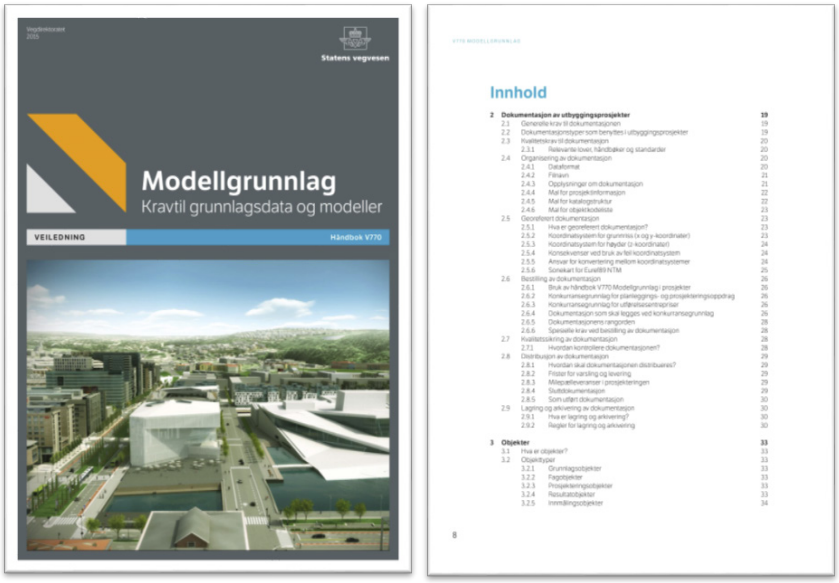


Рис. 48. HB V770 Modellgrunnlag — титульный лист и содержание

Руководство HB V770 в версии 2015 г. состоит из 22 основных разделов, которые можно условно разбить на несколько групп: введение в BIM, требования к исходным данным для проектирования, требования к информационным моделям, а также функции и обязанности сторон контракта. В целом примерно половина требований относится к данным инженерных изысканий, а другая — к модели проектного решения, что соответствует специфике дорожной отрасли.

Документ достаточно удобно организован даже для неподготовленного читателя. С одной стороны, простым языком на примере автомобильных дорог даёт введение в информационное моделирование. С другой — обеспечивает читателя необходимым количеством нормативных ссылок на стандарты, применяемые в Норвегии.

6. Опыт Финляндии

6.1. COBIM 2012

ОФИЦИАЛЬНОЕ НАЗВАНИЕ: Common BIM Requirements 2012 (рис. 49) [34].

НАЗВАНИЕ В РУССКОМ ПЕРЕВОДЕ: Общие требования по BIM 2012.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ САЙТ: http://www.en.buildingsmart.kotisivukone.com/3

ДАТА ВЫПУСКА: 2012 г., март.

РАЗРАБОТЧИК: Финляндия, Statsbygg.

Финская серия практических руководств COBIM (Common BIM Requirement 2012) разработана с целью помочь в выполнении проектов с BIM-требованиями, которые были сформулированы финской государственной корпорацией Senate Properties, управляющей государственными активами Финляндии.

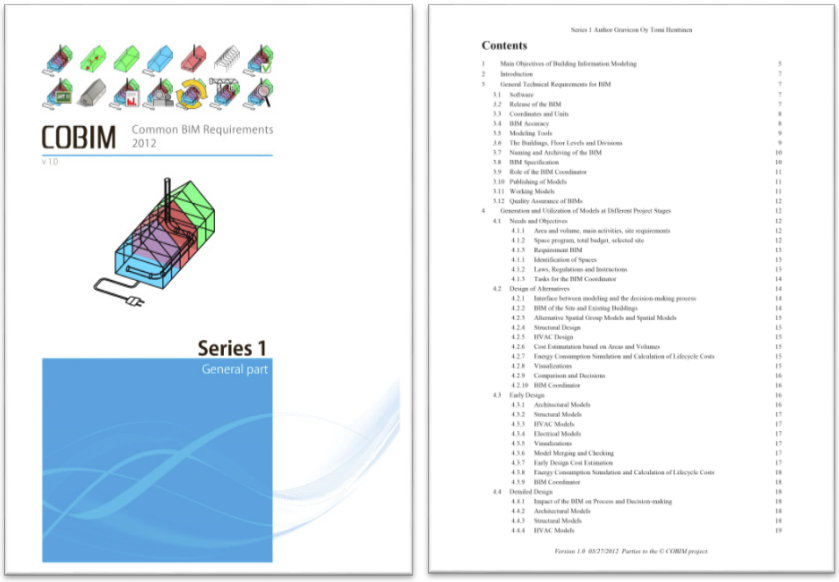


Рис. 49. Common BIM Requirements 2012. Series 1 — титульный лист и содержание

Разработкой серии COBIM занимался BuildingSMART Finland — финский филиал международного консорциума BuildingSMART International.

В настоящее время COBIM помимо Финляндии принят на государственном уровне и широко применяется в Дании и Эстонии.

В 2012 г. были выпущены 9 обновлённых документов и 4 новых:

- Series 1: General part (общие сведения).
- Series 2: Modeling of the starting situation (моделирование ситуации).
- Series 3: Architectural design (архитектурное проектирование).
- Series 4: MEP design (проектирование внутренних инженерных сетей).
- Описываются специфичные для задач MEP рекомендации. Простран-ственное представление. Описание рекомендаций по отдельно взятым системам и как должна выглядеть модель на стадии сдачи заказчику.
- Series 5: Structural design (конструктивное проектирование).
- Series 6: Quality assurance (контроль качества).
- Series 7: Quantity take-off (расчёт объёмов).
- Series 8: Use of models for visualization (визуализация моделей).
- Это небольшой набор базовых рекомендаций по отношению к BIM-моделям для художественной визуализации.
- Series 9: MEP analysis (анализ внутренних инженерных систем).
- Series 10: Energy analysis (анализ энергосбережения).
- Series 11: Management of a BIM project (управление BIM-проектом).
- Series 12: Use of models in facility management (применение информационных моделей для эксплуатации инженерных сетей).
- Series 13: Use of models in construction (применение информационных моделей для управления строительством).

Несмотря на наличие практически полного охвата всего жизненного цикла, набор документов COBIM 2012 можно охарактеризовать скорее как общий концептуальный обзор BIM-технологий, нежели как реальные руководства к действию.

В контексте автомобильных дорог также отметим, что в настоящее время COBIM всё-таки ориентирован на BIM для зданий.

7. Опыт Германии

В 2015 г. в Германии принят План внедрения BIM (Stufenplan Digitales Planen und Bauen). План подразумевает три фазы реализации: в 2015–2017 гг. будет идти выработка стандартов, в 2017–2020 гг. станет обязательным применение BIM для всех строительных проектов от 10 млн. евро, а после 2020 г. — обязательным для всех проектов. В тоже время чёткие сроки могут быть сдвинуты в зависимости от результатов разработки стандартов и получения опыта внедрения в других странах, в частности в Нидерландах и в Великобритании (по словам министра транспорта Германии).

Своих BIM-стандартов государственного уровня в Германии разработано немного. В Германии живут и работают несколько групп учёных (в Мюнхенском техническом университете — TUM), активно развивающих стандарты для передачи данных на основе IFC для автомобильных дорог. Работу свою они координируют под

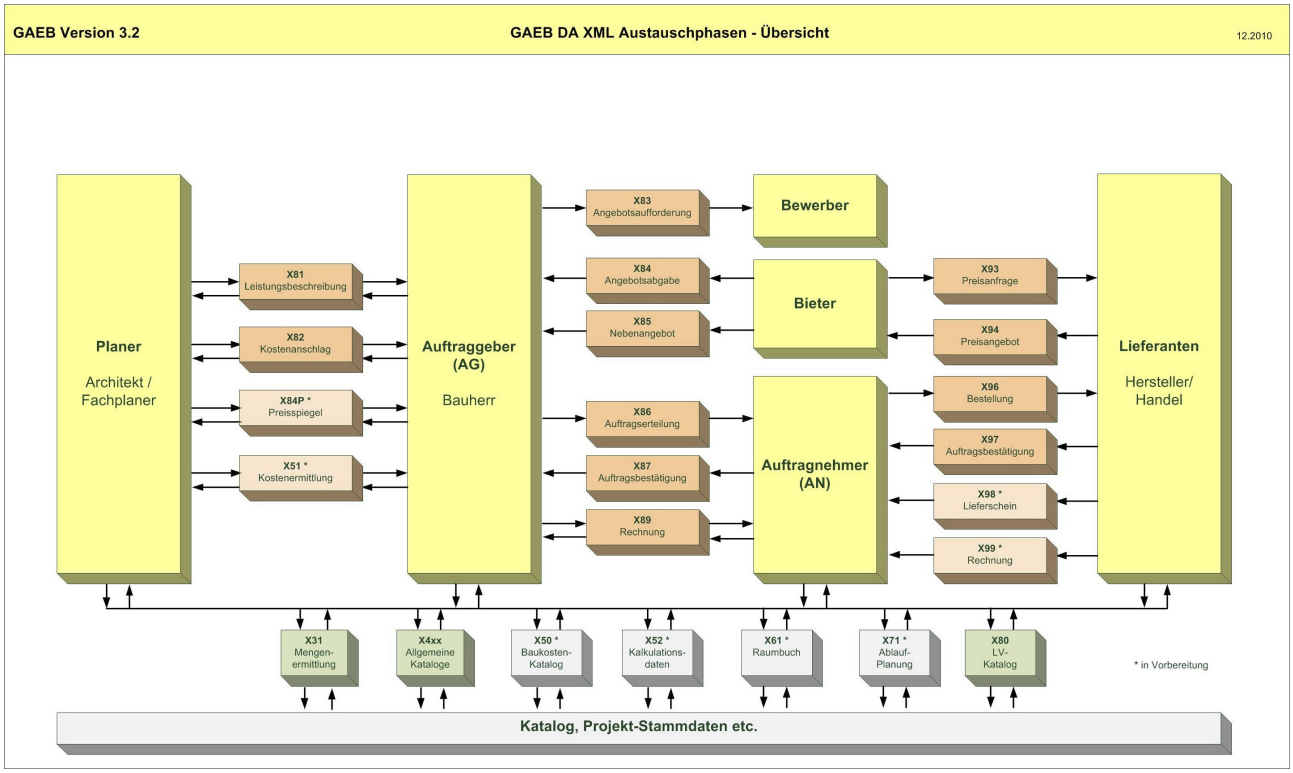


Рис. 50. Порядок обмена информацией на разных этапах строительных проектов с применением GAEB DA XML

эгидой buildingSMART International, в секции InfraRoom.

В 2005 г. в Германии был создан GAEB (Gemeinsamer Ausschuss Elektronik im Bauwesen, Объединённый комитет электроники в строительстве), призванный автоматизировать процесс обмена строительными данными. В контексте BIM его роль последние годы возрастает. Под его эгидой в будущем предполагается усилить координацию выполняемых BIM-проектов и выпустить необходимые стандарты.

7.1. GAEB DA XML 3.2

ОФИЦИАЛЬНОЕ НАЗВАНИЕ: GAEB DA XML 3.2 [44].

НАЗВАНИЕ В РУССКОМ ПЕРЕВОДЕ: GAEB DA XML 3.2.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ САЙТ: http://www.gaeb.de/produkte/gaeb-datenaustausch/

ДАТА ВЫПУСКА: 2013 г., октябрь.

РАЗРАБОТЧИК: Германия, GAEB.

Данный стандарт GAEB DA XML 3.2 регламентирует порядок и состав передаваемой информации на разных стадиях исполнения проекта (рис. 50). Стандарт содержит подразделы, регламентирующие разные объёмы передаваемой информации при передаче разной информации. Они именованы в стандарте как X51, X82 и пр. (рис. 50).

8. Опыт Дании

В настоящее время правительство Дании на государственном уровне требует применять BIM для всех проектов с государственным финансированием с суммой от 700 млн. евро, а также для всех проектов с суммой от 2,7 млн. евро с любым уровнем поддержки правительства или муниципалитетов.

Дания является одним из лидеров в мире по части развития и внедрения BIM-технологий. История ведёт в 2001 г., когда была анонсирована Det Digitale Byggeri (The Danish digital building intiative, Датская инициатива по цифровым зданиям). Первые осязаемые результаты были получены только в 2007–2008 гг., когда были сформулированы соответствующие требования и выполнены первые проекты.

Начиная с апреля 2013 г. в Дании обязательными являются следующие требования ко всему BIM-процессу.

1. ICT coordination (координация всех информационных технологий).
2. Managing digital building objects (цифровое управление контрактами).
3. Digital communication and project web (цифровые коммуникации).
4. The use of digital building models (применение BIM-моделей).
5. Digital QTO and bid/tender (цифровая тендерная документация).
6. Digital delivery of building documentation (цифровая инженерная документация).
7. Digital inspection (цифровая инспекция).

9. Опыт Нидерландов

9.1. Rgd BIM Standard

ОФИЦИАЛЬНОЕ НАЗВАНИЕ: Rgd BIM Standard 1.1 (рис. 51) [85].

НАЗВАНИЕ В РУССКОМ ПЕРЕВОДЕ: BIM-стандарт. Версия 1.1.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ САЙТ: http://www.hetnationaalbimplatform.nl/kenniscentrum/professionals/bim-norm-rgd/

ДАТА ВЫПУСКА: 2013 г., февраль.

РАЗРАБОТЧИК: Нидерланды, Rijksgebouwendienst.

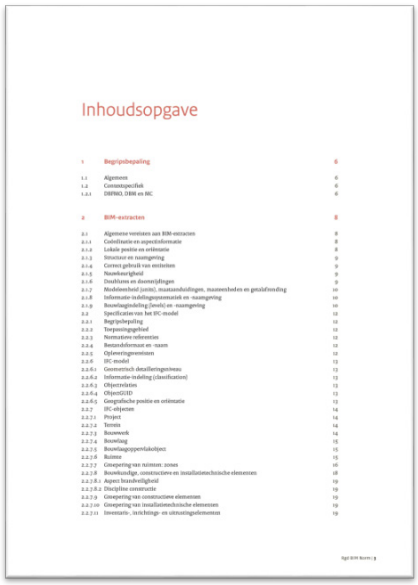


Рис. 51. Rgd BIM Standard 1.1 — титульный лист и содержание

Первая версия этого стандарта была выпущена в ноябре 2011 г. правительственной организацией Rijksgebouwendienst, входящей в структуру голландского министерства строительства и окружающей среды.

Несмотря на то что данный документ имеет небольшой размер (всего 31 страница), в нём нашли отражение практически все основные элементы BIM-методологии, по крайней мере на уровне общих определений и ссылок. Тем не менее, для начинающего пользователя BIM многое будет здесь непонятно, опять же из-за сухого языка изложения определений.

10. Опыт Австралии

Главную роль в продвижении BIM-технологий в Австралии играют такие организации, как Australian Productivity Commission, the Australian Construction Industry Forum (ACIF), Australian Procurement & Construction Council (APCC) и Built Environment Industry Innovation Council (BEIIC). В том числе и при поддержке этих организаций в Австралии разработан стандарт NATSPEC National BIM Guide.

10.1. NATSPEC National BIM Guide

ОФИЦИАЛЬНОЕ НАЗВАНИЕ: NATSPEC National BIM Guide (рис. 52) [77].

НАЗВАНИЕ В РУССКОМ ПЕРЕВОДЕ: Национальное руководство по BIM.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ САЙТ: http://bim.natspec.org/

ДАТА ВЫПУСКА: 2011 г., сентябрь.

РАЗРАБОТЧИК: Австралия, Construction Information Systems.

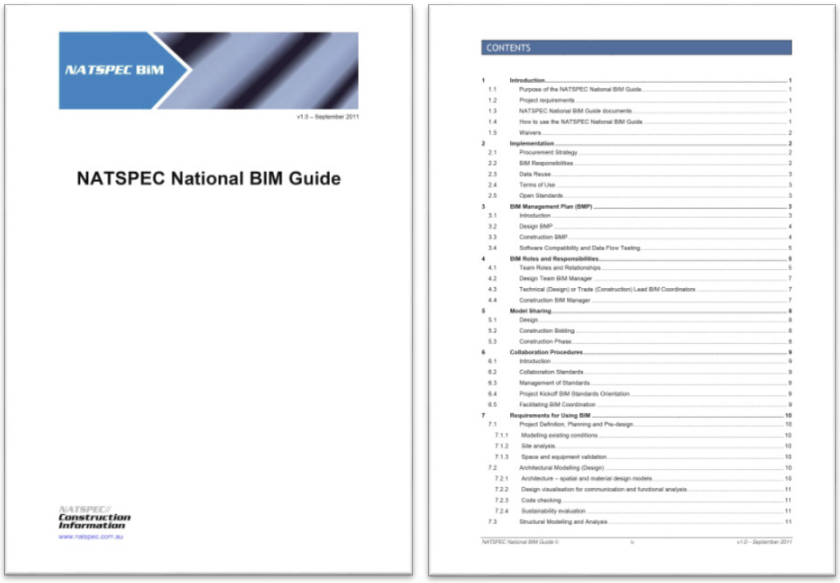


Рис. 52. NATSPEC National BIM Guide — титульный лист и содержание

Как отмечается в предисловии к данному стандарту, NATSPEC National BIM Guide является адаптацией к австралийским условиям американского The VA BIM Guide (см. выше п. 3.9).

11. Опыт Новой Зеландии

11.1. New Zealand BIM Handbook

ОФИЦИАЛЬНОЕ НАЗВАНИЕ: New Zealand BIM Handbook (рис. 53) [78].

НАЗВАНИЕ В РУССКОМ ПЕРЕВОДЕ: Руководство по BIM.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ САЙТ: http://www.mbie.govt.nz/about/whats-happening/news/document-image-library/nz-bim-handbook.pdf

ДАТА ВЫПУСКА: 2014 г., июль.

РАЗРАБОТЧИК: Новая Зеландия, Building and Construction Productivity Partnership.

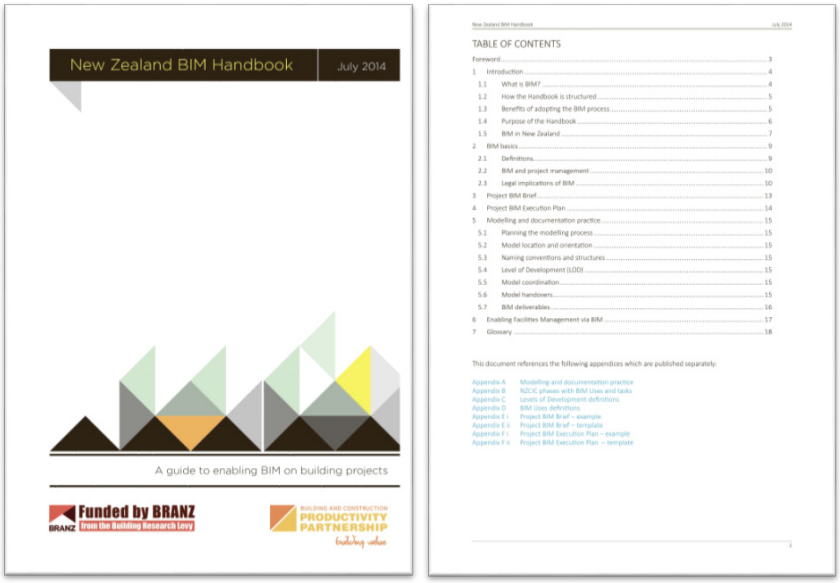


Рис. 53. New Zealand BIM Handbook — титульный лист и содержание

Данный небольшой документ (всего 22 страницы без приложений) содержит краткое введение в BIM, даёт базовые определения и понятия. Нормативных ссылок документ не содержит. Но отмечается, что данный документ создан по мотивам NATSPEC's Australian BIM Handbook (см. выше п. 10.1). Также говорится, что имеющиеся в Новой Зеландии стандарты NZ Construction Industry Council (NZCIC) Design Documentation Guidelines должны использоваться совместно с данным документом.

12. Опыт Китая

Китай в настоящее время уделяет большое внимание технологиям BIM с целью их скорейшего внедрения на практике. Большие инфраструктурные инвестиции в Китае также стимулируют внедрение BIM.

На уровне правительства также присутствует большая поддержка. Так, впервые в истории BIM был включён в план 12-й пятилетки (2011–2015 гг.). В рамках этих работ предполагалось создать первые стандарты, а также выполнить пилотные BIM-проекты.

По части разработанных стандартов в настоящее время можно обратить внимание на BIM-стандарты, разработанные в Китае для железных дорог (China Railway BIM Standard), в том числе Railway BIM Classification Standard (на основе ISO 12006-2), Railway BIM Data Standard (на основе IFC — ISO 16739) и Railway BIM Delivery Standard (на основе ISO 29481). Эти же стандарты покрывают мосты и тоннели.

Непосредственно для автомобильных дорог такого стандарта нет.

13. Опыт Гонконга (Китай)

В настоящее время Гонконг (Китай) демонстрирует впечатляющие темпы проникновения BIM-технологий в строительную индустрию. В городе управляет развитием BIM-технологий организация Construction Industry Council (CIC). Ведущая роль в нормативно-техническом регулировании в сфере BIM в Гонконге принадлежит HKIBIM (Hong Kong Institute of Building Information Modelling). Также в Гонконге открыт buildingSMART Hong Kong — филиал (chapter) buildingSMART International.

Первый документ в сфере информационного моделирования в Гонконге был выпущен в мае 2010 г. Гонконгским институтом информационного моделирования. Этот документ (BIM Project Specification 1.0), несмотря на свою простоту, был одним из первых в мире на тот момент в сфере BIM. В том числе и благодаря этому методология BIM быстро получила правительственную поддержку.

Уже в 2012 г. организацией CIC совместно примерно с 20 организациями в сфере строительной индустрии была начата работа над стратегией внедрения BIM в Гонконге.

В сентябре 2014 г. был выпущен "Roadmap for the Strategic Implementation of Building Information Modelling (BIM) in Hong Kong's Construction Industry" ("BIM Roadmap", «План внедрения BIM в Гонконге»). В этом плане внедрения был выполнен анализ 17 программ разработки BIM в 14 странах (регионах) мира (США, Канада, Великобритания, Германия, Дания, Норвегия, Финляндия, Нидерланды, Иран, Сингапур, Южная Корея, Австралия, континентальный Китай и страны Персидского залива). На основе этого анализа были предложены следующие рекомендации (инициативы, изложены кратко).

A. Отраслевое сотрудничество.

A.1. Создание единого координационного органа для развития сотрудничества в Гонконге и на международном уровне для решения следующих задач.

A.2. Продвижение совместной работы в течение всего жизненного цикла проекта.

A.3. Назначение BIM-менеджера в команде проекта.

B. Мотивирование внедрения BIM.

B.1. Мотивирование государственных и частных клиентов.

B.2. Сбор и обобщение результатов уже выполненных проектов для демонстрации выгод от BIM.

B.3. Разработка типовых примеров для демонстрации выгод от внедрения BIM.

B.4. Поддержка малого бизнеса.

C. Стандартизация и пилотные проекты.

C.1. Разработка практических руководств.

D. Юридическое оформление BIM-контрактов.

D.1. Переработать контрактные документы, добавив BIM-условия.

D.2. Проверить интеллектуальную собственность и права на данные.

E. Обмен информацией.

E.1. Разработка репозитория для BIM-данных и методологии обмена данными.

F. Продвижение и обучение BIM-технологиям.

F.1. Обеспечение поддержки во внедрении BIM-технологий.

F.2. Ускорение разработки BIM-стандартов и документов.

F.3. Развитие возможностей по интеграции процессов проектирования и строительства с процессами эксплуатации объектов инфраструктуры.

G. Совместимость и поддержка производителей BIM-систем.

G.1. Совместимость форматов данных и поддержка новых производителей программного обеспечения.

H. Аудит и управление рисками.

H.1. Адаптация процесса управления стратегическими рисками для BIM-проектов.

I. Глобальная конкурентоспособность.

I.1. Поддержка конкурентоспособности гонконгской строительной индустрии перед лицом глобальных игроков, которые лучше подготовлены и владеют новейшими технологиями.

В рамках реализации этого стратегического плана в сентябре 2015 был выпущен первый CIC BIM Standards (Phase One) — достаточно простой документ, являющийся введением в BIM в Гонконге.

Ниже в подразделах мы рассмотрим два выпущенных в Гонконге стандарта.

13.1. HKIBIM BIM Project Specification

ОФИЦИАЛЬНОЕ НАЗВАНИЕ: BIM Project Specification 3.0 (рис. 54) [25].

НАЗВАНИЕ В РУССКОМ ПЕРЕВОДЕ: Требования к BIM-проекту.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ САЙТ: http://www.hkibim.org/?p=1937

ДАТА ВЫПУСКА: 2011 г., июнь.

РАЗРАБОТЧИК: Китай (Гонконг), HKIBIM (Hong Kong Institute of Building Information Modelling).

Рис. 54. BIM Project Specification 3.0 — титульный лист и содержание

Данный документ представляет из себя очень простой BIM-стандарт (всего из 26 страниц). Стандарт определяет основные цели информационного моделирования, задаёт общие требования к элементам модели, а также кратко определяет порядок управления BIM-проектом.

Заметим, что в стандарте полностью отсутствуют нормативные ссылки на другие стандарты, что объяснимо датой выпуска последней версии стандарта. Дальнейшего развития данный документ, вероятно, не получит, т.к. институт HKIBIM с 2013 г. ведёт работы над будущими BIM-стандартами в рамках совместной работы с другими компаниями под эгидой Construction Industry Council (см. ниже п. 13.2).

Для автомобильных дорог данный стандарт бесполезен.

13.2. CIC BIM Standards (Phase One)

ОФИЦИАЛЬНОЕ НАЗВАНИЕ: CIC Building Information Modelling Standards (Phase One) (рис. 55) [32].

НАЗВАНИЕ В РУССКОМ ПЕРЕВОДЕ: Стандарты по информационному моделированию (фаза 1).

ОФИЦИАЛЬНЫЙ САЙТ: http://www.hkibim.org/?page_id=3794

ДАТА ВЫПУСКА: 2015 г., сентябрь.

РАЗРАБОТЧИК: Китай (Гонконг), CIC (Construction Industry Council).

Рис. 55. CIC BIM Standards (Phase One) — титульный лист и содержание

Данный документ был разработан в рамках реализации “Roadmap for the Strategic Implementation of Building Information Modelling (BIM) in Hong Kong’s Construction Industry” (“BIM Roadmap”, «План внедрения BIM в Гонконге»).

Документ содержит описание всех самых современных элементов информационного моделирования. Заметным отличием от многих других стандартов является изначальная поддержка данным документом не только зданий, но и иных объектов капитального строительства, в том числе автомобильных дорог, мостов, морских сооружений.

Первая глава документа содержит краткое введение в BIM. Даётся понятие PxP (план исполнения проекта) для разных стадий исполнения проекта.

Во второй главе описывается методология информационного моделирования. Даётся общая концепция для разных видов дисциплин, организации совместной работы.

В третьей главе даётся описание уровней проработки (LOD) информационных моделей для разных этапов

исполнения проекта. Предлагается использовать 6 уровней: 100, 200, 300, 350, 400, 500.

В четвёртой главе даётся описание правил совместной работы над проектом и правила оформления выходной документации.

В приложениях даны определения, типовые схемы именования элементов проекта, аббревиатуры.

Учитывая, что данный документ имеет достаточно позднюю дату выпуска, он содержит самые свежие достижения информационного моделирования, в том числе и для автомобильных дорог.

14. Опыт Сингапура

Сингапур является одним из лидеров в сфере информатизации строительной индустрии в мире.

Ещё в начале 1990-х гг. в Сингапуре стартовала IT-инициатива (программа) CORENET (COnstruction and Real Estate NETwork), которая ставила своей главной целью реинжиниринг бизнес-процессов в строительной индустрии с целью повышения качества и производительности труда.

Предполагалось достичь поставленные цели с помощью создания различных информационных сервисов для бизнеса в строительстве.

По формулировкам же своих целей и задач CORENET существенно опередил время. С точки зрения современного читателя это подозрительно напоминает цели и задачи BIM.

В силу того, что Сингапур не является крупным государством и не имеет известных в мире разработчиков программных продуктов для строительной индустрии, система BIM-стандартов Сингапура не создана с чистого листа, а опирается на международный опыт. В качестве основы был принята система американских стандартов.

В соответствии с решением правительства, с 2015 г. применение BIM обязательно при проектировании всех зданий с общей площадью более 5000 м^2. Однако, несмотря на наличие такого решения, только начиная с 19 октября 2016 г. архитектурные разделы проектов зданий, а с 1 октября 2017 г. также конструктивные расчёты и инженерные сети будут приниматься на экспертизу (через систему BIM e-Submission, см. ниже п. 14.3) для разрешения на строительство только в BIM-формате.

Система стандартов Сингапура состоит из базового Руководства по BIM (Singapore BIM Guide Version 2.0), серии из 6 документов BIM Essential Guide, а также BIM e-Submission (системы электронной передачи BIM-проектов).

В целом отметим, что в настоящее время BIM в Сингапуре рассматривается исключительно в контексте зданий. Ни одно из практических руководств, рассматриваемых ниже в подразделах, для автомобильных дорог пока не применимо.

14.1. Singapore BIM Guide

ОФИЦИАЛЬНОЕ НАЗВАНИЕ: Singapore BIM Guide Version 2.0 (рис. 56) [88].

НАЗВАНИЕ В РУССКОМ ПЕРЕВОДЕ: Руководство по BIM. Версия 2.0.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ САЙТ: https://www.corenet.gov.sg/general/bim-guides/singapore-bim-guide-version-20.aspx

ДАТА ВЫПУСКА: 2013 г., август.

РАЗРАБОТЧИК: Сингапур, BCA (Building and Construction Authority).

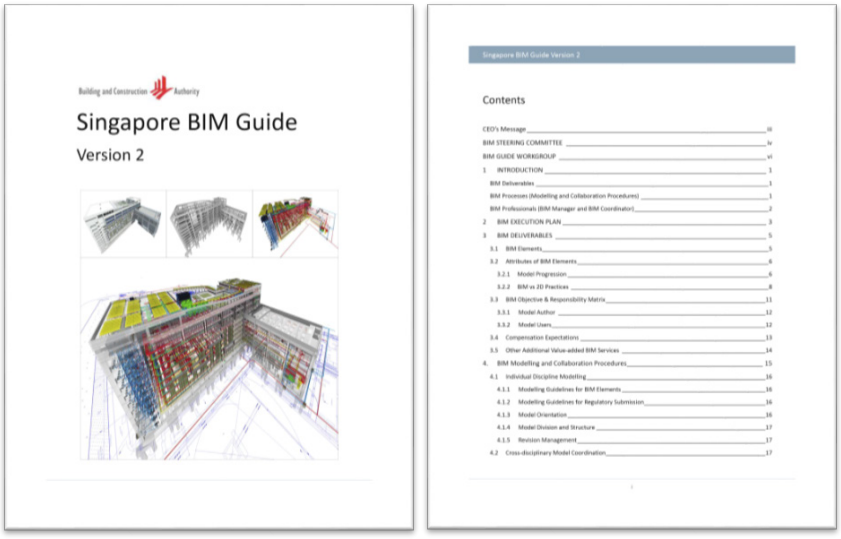


Рис. 56. Singapore BIM Guide Version 2.0 — титульный лист и содержание

Данное руководство было разработано в рамках IT-инициативы (программы) CORENET (COnstruction and Real Estate NETwork), запущенной Министерством национального развития Сингапура (Ministry of National Development) совместно с ведущими организациями города-государства для реинжиниринга бизнес-процессов в строительной индустрии с целью повышения качества и производительности труда.

Непосредственно разработкой документа занималось правительственная организация BCA (Building and Construction Authority) — агентство в составе Министерства национального развития.

В настоящее время Singapore BIM Guide является главным BIM-документом строительной индустрии Сингапура.

Руководство состоит из 70 страниц, изложено очень доступным языком. Тем не менее, в документе кратко затронуты практически все современные стороны информационного моделирования зданий.

В качестве нормативных ссылок здесь даются только две:

- VA Object/Element Matrix;
- Level of Development Specification (см. п. 3.3).

Кроме того, в качестве дополнительного материала рекомендуется использовать финский стандарт COBIM (см. п. 6.1), а также гонконгский HKIBIM BIM Project Specification (см. п. 13.1).

Также отметим, что Singapore BIM Guide содержит ссылку ещё на один документ: Code of Practice for Building Information Modelling (BIM) e-Submission (Свод правил по передаче информационных моделей, см. п. 14.3), в соответствии с которым в Сингапуре необходимо передавать все сведения об информационных моделях. Эти два документа специально разделены в системе нормативных документов Сингапура, т.к. имеют самостоятельное значение и при необходимости могут применяться независимо.

14.2. BIM Essential Guide

ОФИЦИАЛЬНОЕ НАЗВАНИЕ: BIM Essential Guide. For BIM Adoption in an Organization [17];

BIM Essential Guide. For BIM Execution Plan [18];

BIM Essential Guide. For Architectural Consultants [19];

BIM Essential Guide. For C & S Consultants [20];

BIM Essential Guide. For MEP Consultants [21];

BIM Essential Guide. For Contractors [22].

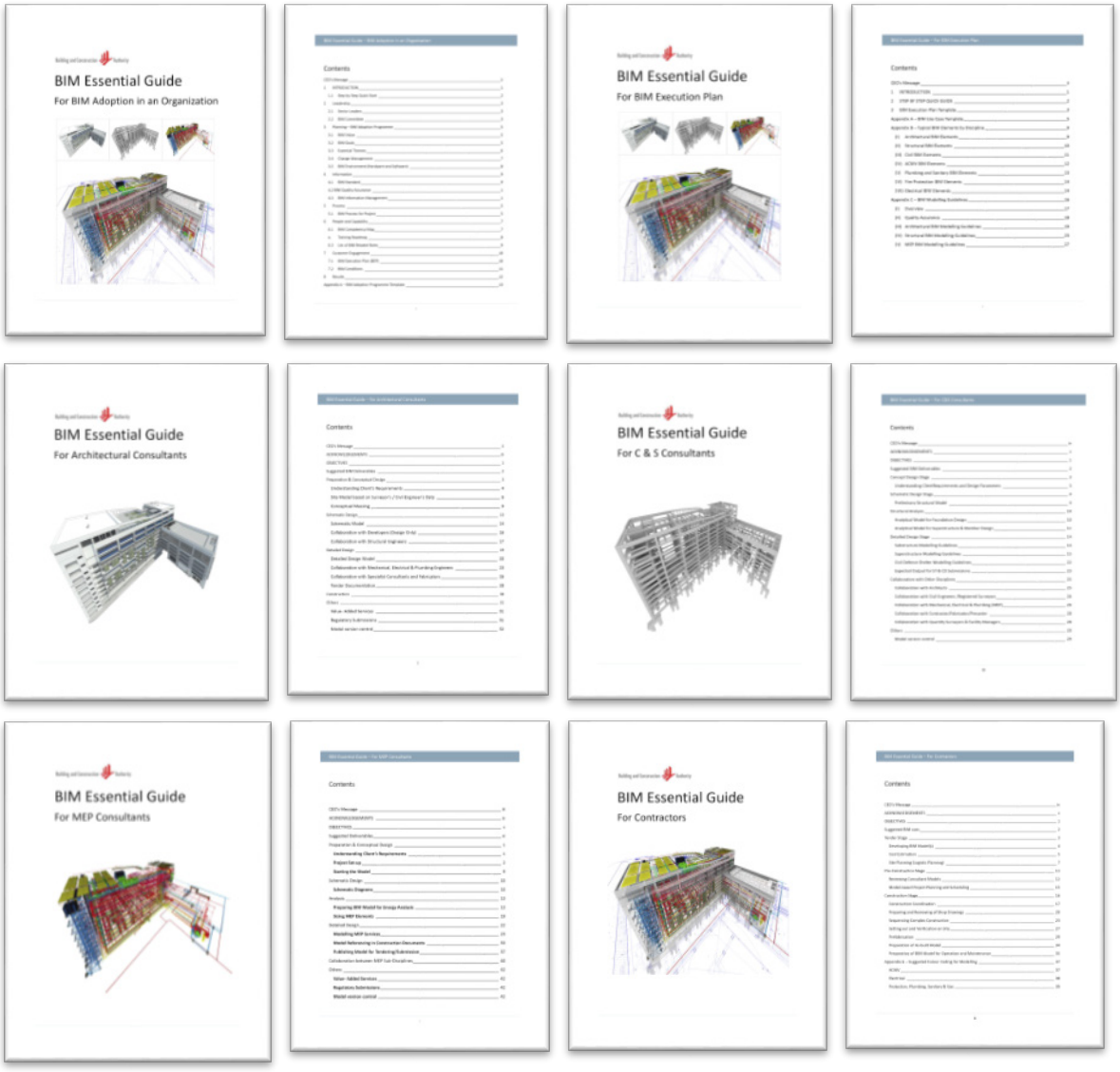


Рис. 57. BIM Essential Guides — титульные листы и листы содержания

НАЗВАНИЕ В РУССКОМ ПЕРЕВОДЕ: Руководство по BIM. Внедрение BIM;

Руководство по BIM. План выполнения BIM-проекта;

Руководство по BIM для архитекторов;

Руководство по BIM для проектировщиков конструкций;

Руководство по BIM для проектировщиков инженерных сетей;

Руководство по BIM для подрядчиков.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ САЙТ: https://bimsg.wordpress.com/singapore-guide/essential-guides/

ДАТА ВЫПУСКА: 2013 г., август.

РАЗРАБОТЧИК: Сингапур, BCA (Building and Construction Authority).

Данное семейство документов (рис. 57) разработано в развитие рассмотренного выше Singapore BIM Guide (см. п. 14.1). Семейство представляет собой набор методических материалов, ориентированных на менеджеров и инженеров разных специальностей и позволяющих на простых примерах освоить BIM-технологии.

Документы имеют небольшой размер (от 33 до 62 страниц), ссылаются только на Singapore BIM Guide, содержат много иллюстративного материала и очень легки в чтении.

В целом эти методички можно рекомендовать для начального знакомства с BIM для зданий, но для автомобильных дорог они практически бесполезны.

14.3. BIM e-Submission

ОФИЦИАЛЬНОЕ НАЗВАНИЕ: Code of Practice for Building Information Modelling (BIM) e-Submission (рис. 58) [32];

BIM e-Submission Templates [23];

BIM e-Submission Template Guides [24].

НАЗВАНИЕ В РУССКОМ ПЕРЕВОДЕ: Свод правил по передаче информационных моделей;

Шаблоны файлов для передачи информационных моделей;

Руководство по применению шаблонов файлов для передачи информационных моделей.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ САЙТ: https://www.corenet.gov.sg/general/building-information-modeling-(bim)-e-submission.aspx

ДАТА ВЫПУСКА: 2010–2016 гг.

РАЗРАБОТЧИК: Сингапур, BCA (Building and Construction Authority).

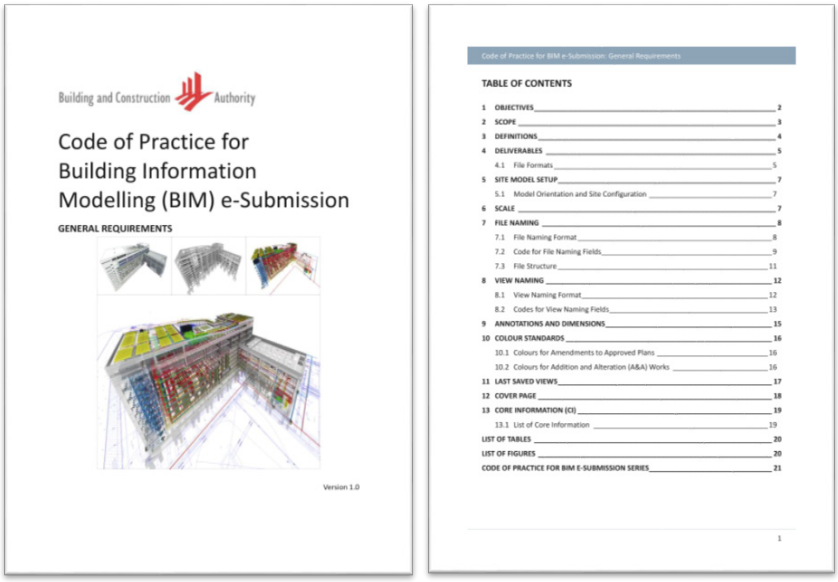


Рис. 58. Code of Practice for BIM e-Submission — титульный лист и содержание

В соответствии с решением правительства Сингапура с 2015 г., применение BIM обязательно при проектировании всех зданий с общей площадью более 5000 м². Однако, несмотря на наличие такого решения, только начиная с 19 октября 2016 г. архитектурные разделы проектов зданий, а с 1 октября 2017 г. также конструктивные расчёты и инженерные сети будут приниматься на экспертизу для разрешения на строительство только в BIM-формате. Причём в качестве информационных моделей допустимо использовать родные файлы ArchiCAD, Revit, Revit MEP, Bentley AECOsim Building Designer, Bentley AECOsim MEP и Tekla Structures. Для каждого из этих форматов файлов имеется файл шаблона такого файла (например, с расширениями RTE, RFA, LCF, TPL), а также подробный методический документ, описывающий, как создавать информационные модели в конкретном программном продукте и какие требования предъявляет экспертиза в лице BCA (Building and Construction Authority) к таким моделям.

Разделы проекта, которые нельзя представить в вышеприведённых форматах файлов, следует передавать в форматах DWF, PDF или BIMX.

Главный документ настоящей серии Code of Practice for Building Information Modelling (BIM) e-Submission состоит из четырёх томов. Первый том подробно описывает общую систему именования файлов и элементов проекта, использование стилей, шрифтов и даже цветов линий в файлах. Последующие три тома предназначены для архитекторов, проектировщиков конструкций и инженерных сетей.

15. Опыт Южной Кореи

В настоящее время в Южной Корее применение BIM является обязательным для всех проектов с суммой более 50 млн. долларов.

Ведущую роль в работах в сфере BIM в Южной Корее играет Korean Institute of Construction Technology (KICT). Самым заметным достижением этого института последние годы стала разработка стандарта IFC Roads в рамках 4-летнего проекта в 2015–2018 гг. В настоящее время этот стандарт IFC Roads проходит в buildingSMART International согласование и увязку с другими BIM-стандартами.

16. Опыт Ирана

В Иране создана Иранская ассоциация BIM (The Iran Building Information Modelling Association, IBIMA), призванная популяризировать BIM и предоставлять необходимые информационные ресурсы участникам рынка.

Своих BIM-документов в настоящее время в Иране не разработано, поэтому пока применяются стандарты других стран, в первую очередь европейских.

17. Опыт стран Персидского залива

Совет сотрудничества арабских государств Персидского залива (Gulf Cooperation Council) включает в свой состав 6 стран: Бахрейн, Катар, Кувейт, ОАЭ, Оман, Саудовскую Аравию. Также в работе по многим программам участвуют и другие арабские страны.

Одна из выполняемых в настоящее время Советом программ направлена на внедрение BIM-технологий. Ведущую роль в этом играют Катар и Иордания. Сейчас они создают соответствующее региональное BIM-сообщество (regional BIM hub community).

Своих BIM-документов в настоящее время под эгидой Совета пока не разработано, поэтому пока применяются стандарты других стран, в первую очередь европейских.

В настоящий момент некоторые страны Персидского залива уже ввели обязательные требования по применению BIM в проектах определённого типа и размера. Так, например, поступили в Объединённых арабских эмиратах ещё в 2014 г. За основу требований к BIM-проектам там были взяты требования Великобритании.

18. Международный опыт

18.1. bulidingSMART International

В настоящее время организация bulidingSMART International (bSI) является центральной площадкой, координирующей работы в сфере BIM в мире. bSI организационно содержит несколько постоянно действующих комитетов и временных рабочих групп, ведущих работы над различными аспектами BIM. Обычно разработанные в недрах bSI стандарты в дальнейшем проходят утверждение на более высоком уровне, например на государственном или даже международном. Так, например, разработка базового стандарта для обмена данными IFC (Industry Foundation Classes) полностью выполнялась в bSI, а затем стандарт был принят в виде ISO/PAS 16739.

18.2. International Organization for Standardization

Международная организация по стандартизации (ИСО, International Organization for Standardization, ISO) сама не ведёт разработку стандартов в сфере BIM. Её роль ограничивается координацией и утверждением этих стандартов. Тем не менее, к настоящему времени выпущены:

- ISO/TS 12911:2012 Framework for Building Information Modelling Guidance (рис. 59) [69].
- ISO 29481-1 Building information modelling — Information delivery manual — Part 1: Methodology and format (рис. 60) [66].
- ISO/PAS 16739:2005 Industry Foundation Classes, Release 2x, Platform Specification (IFC2x Platform) [67].
- ISO/PAS 16739:2013 Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries [68].
- ISO 12006-2 Building construction — Organization of information about construction work — Part 2: Framework for classification of information (рис. 61) [64].
- ISO 12006-3 Building construction — Organization of information about construction work — Part 3: Framework for object-oriented information (рис. 62) [65].

Следует отметить, что ISO в силу своего статуса международной организации выпускает свои стандарты с некоторым отставанием от общемировых тенденций. Так, например, какой-либо специфики автомобильных дорог в этих стандартах нет совершенно.

TECHNICAL SPECIFICATION **ISO/TS 12911**

First edition 2012-09-01

Framework for building information modelling (BIM) guidance

Cadre pour les directives de modélisation des données du bâtiment

Reference number ISO/TS 12911:2012(E)

© ISO 2012

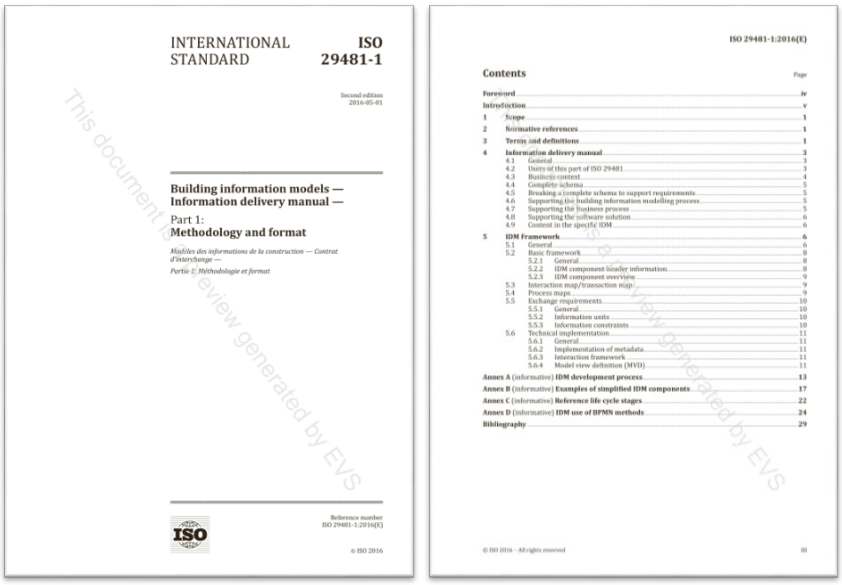
ISO/TS 12911:2012(E)

Contents Page

Foreword iv
1 Scope 1
2 Normative references 1
3 Terms and definitions 1
4 Intentions 3
4.1 Intention of the framework 3
4.2 Intention of BIM guidance documents 4
4.3 Overview of framework sections 4
5 Formal aspects of BIM information exchange 5
5.1 General recommendations 5
5.2 Delivery agreement 5
5.3 Specification of content 5
5.4 Acceptance 6
5.5 Owner's rights and rights for use of information 6
5.6 Responsibility 6
5.7 Traceability 6
5.8 Compliance 6
5.9 Implications of non-compliance 6
6 The framework for the BIM guidance document 7
6.1 Overview of the framework 7
6.2 Integrity 7
6.3 Extensions 8
6.4 Clauses 8
7 Relationships with other International Standards 9
7.1 Review 9
7.2 Development of new areas of application 9
7.3 Specialized application areas 9
7.4 Schemas for facility information 9
7.5 Classification structures and language usage 10
Annex A (normative) **Guidance on building information modelling** 11
Annex B (informative) **Example of guidance on building information modelling for architectural quantity take off (QTO) report** 18
Annex C (informative) **Example using structured clauses for guidance on building information modelling for architectural quantity take off** 21
Bibliography 25

© ISO 2012 – All rights reserved

Рис. 59. ISO/TS 12911:2012 — титульный лист и содержание



INTERNATIONAL STANDARD **ISO 29481-1**

Second edition 2016-05-01

Building information models — Information delivery manual —

Part 1:
Methodology and format

Modèles des informations de la construction — Contrat d'interchange —

Partie 1: Méthodologie et format

Reference number ISO 29481-1:2016(E)

© ISO 2016

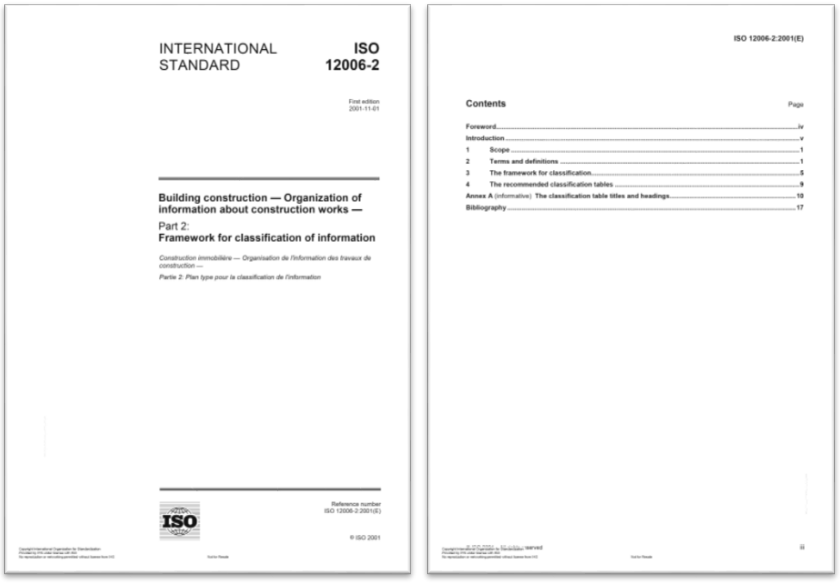
ISO 29481-1:2016(E)

Contents Page

Foreword iv
Introduction v
1 Scope 1
2 Normative references 1
3 Terms and definitions 1
4 Information delivery manual 3
4.1 General 3
4.2 Users of this part of ISO 29481 3
4.3 Business context 4
4.4 Complete schema 5
4.5 Breaking a complete schema to support requirements 5
4.6 Supporting the building information modelling process 5
4.7 Supporting the business process 5
4.8 Supporting the software solution 6
4.9 Content in the specific IDM 6
5 IDM Framework 6
5.1 General 6
5.2 Basic framework 8
5.2.1 General 8
5.2.2 IDM component header information 8
5.2.3 IDM component overview 9
5.3 Interaction map/transaction map 9
5.4 Process maps 9
5.5 Exchange requirements 10
5.5.1 General 10
5.5.2 Information units 10
5.5.3 Information constraints 10
5.6 Technical implementation 11
5.6.1 General 11
5.6.2 Implementation of metadata 11
5.6.3 Interaction framework 11
5.6.4 Model view definition (MVD) 11
Annex A (informative) **IDM development process** 13
Annex B (informative) **Examples of simplified IDM components** 17
Annex C (informative) **Reference life cycle stages** 22
Annex D (informative) **IDM use of BPMN methods** 24
Bibliography 29

This document is a preview generated by EVS

Рис. 60. ISO 29481-1:2016 — титульный лист и содержание



INTERNATIONAL STANDARD **ISO 12006-2**

First edition 2001-11-01

Building construction — Organization of information about construction works —

Part 2:
Framework for classification of information

Construction immobilière — Organisation de l'information des travaux de construction —

Partie 2: Plan type pour la classification de l'information

Reference number ISO 12006-2:2001(E)

© ISO 2001

ISO 12006-2:2001(E)

Contents Page

Foreword iv
Introduction v
1 Scope 1
2 Terms and definitions 1
3 The framework for classification 5
4 The recommended classification tables 9
Annex A (informative) **The classification table titles and headings** 10
Bibliography 17

Рис. 61. ISO 12006-2 — титульный лист и содержание

Рис. 62. ISO 12006-3 — титульный лист и содержание

18.3. RICS International BIM implementation guide

ОФИЦИАЛЬНОЕ НАЗВАНИЕ: RICS International BIM implementation guide (рис. 63) [86].

НАЗВАНИЕ В РУССКОМ ПЕРЕВОДЕ: Руководство по внедрению BIM.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ САЙТ: http://rics.org/guidance

ДАТА ВЫПУСКА: 2014 г., сентябрь.

РАЗРАБОТЧИК: RICS (Royal Institution of Chartered Surveyors).

Данное руководство разработано организацией RICS (Royal Institution of Chartered Surveyors), ставящей своей задачей разработку стандартов в различных областях промышленности.

Данный документ опирается на британские стандарты в области BIM.

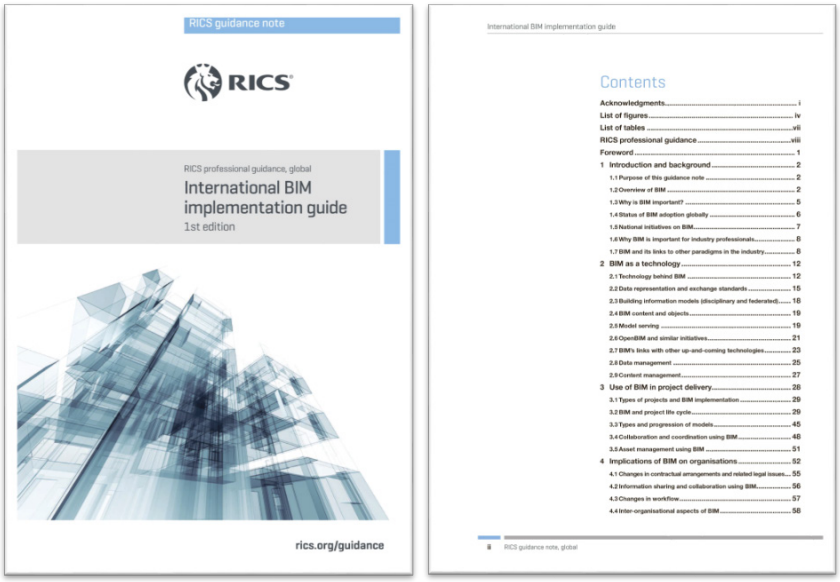


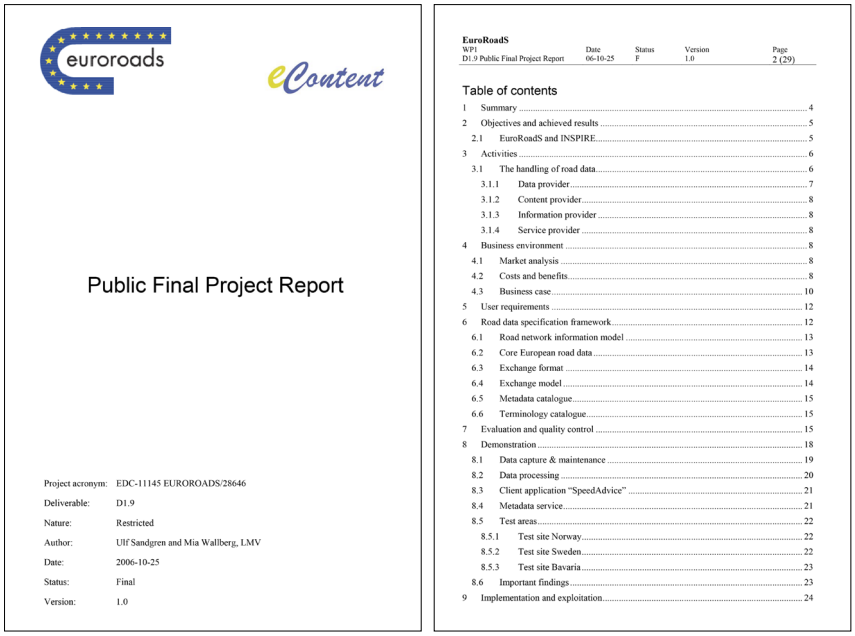
Рис. 63. RICS International BIM implementation guide — титульный лист и содержание

18.4. EuroRoadS

Концепция инфраструктуры данных по автомобильным дорогам начинается с начала 2000-х гг., когда скандинавские дорожники на примере своих разрозненных баз данных Швеции, Норвегии и Финляндии разработали стандарт по обмену информацией. Особенностью подхода EuroRoadS (рис. 64) [39–43] было то, что сами данные и модели данных в различных локальных дорожных базах не должны были меняться, но для каждой национальной (региональной) базы должны были быть разработаны соответствующие модули, выдающие данные в требуемом виде (стандартизация сервиса доступа к данным и обменной модели).

Внедрение EuroRoadS уже примерно к 2010 г. позволило сформировать по сути единую актуальную базу данных по дорогам Европы, при этом не меняя технологических процессов в самих дорожных организациях.

С точки зрения информационного моделирования EuroRoadS имеет аналогичный подход к параметрическому описанию модели сети автомобильных дорог и к использованию открытых стандартов данных.



euroroads

eContent

Public Final Project Report

Project acronym: EDC-11145 EUROROADS/28646
Deliverable: D1.9
Nature: Restricted
Author: Ulf Sandgren and Mia Wallberg, LMV
Date: 2006-10-25
Status: Final
Version: 1.0

EuroRoadS
WP1 D1.9 Public Final Project Report | Date 06-10-25 | Status F | Version 1.0 | Page 2 (29)

Table of contents

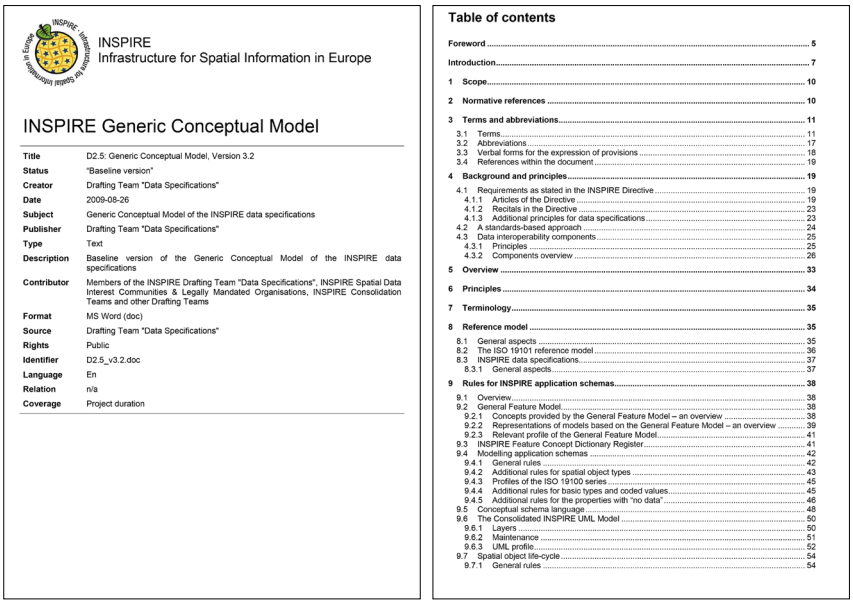
1 Summary ... 4
2 Objectives and achieved results ... 5
2.1 EuroRoadS and INSPIRE ... 5
3 Activities ... 6
3.1 The handling of road data ... 6
3.1.1 Data provider ... 7
3.1.2 Content provider ... 8
3.1.3 Information provider ... 8
3.1.4 Service provider ... 8
4 Business environment ... 8
4.1 Market analysis ... 8
4.2 Costs and benefits ... 8
4.3 Business case ... 10
5 User requirements ... 12
6 Road data specification framework ... 12
6.1 Road network information model ... 13
6.2 Core European road data ... 13
6.3 Exchange format ... 14
6.4 Exchange model ... 14
6.5 Metadata catalogue ... 15
6.6 Terminology catalogue ... 15
7 Evaluation and quality control ... 15
8 Demonstration ... 18
8.1 Data capture & maintenance ... 19
8.2 Data processing ... 20
8.3 Client application "SpeedAdvice" ... 21
8.4 Metadata service ... 21
8.5 Test areas ... 22
8.5.1 Test site Norway ... 22
8.5.2 Test site Sweden ... 22
8.5.3 Test site Bavaria ... 23
8.6 Important findings ... 23
9 Implementation and exploitation ... 24

Рис. 64. Общий отчёт по EuroRoadS — титульный лист и содержание

18.5. INSPIRE

В 2007 г. была выпущена европейская директива INSPIRE (рис. 65) [37] по внедрению BIM, целью которой было создание в Европе инфраструктуры всех видов пространственных данных, а не только дорог.

С точки зрения информационного моделирования INSPIRE является образцом использования открытых стандартов данных для построения среды общих данных.



INSPIRE
Infrastructure for Spatial Information in Europe

INSPIRE Generic Conceptual Model

Title	D2.5: Generic Conceptual Model, Version 3.2
Status	"Baseline version"
Creator	Drafting Team "Data Specifications"
Date	2009-08-26
Subject	Generic Conceptual Model of the INSPIRE data specifications
Publisher	Drafting Team "Data Specifications"
Type	Text
Description	Baseline version of the Generic Conceptual Model of the INSPIRE data specifications
Contributor	Members of the INSPIRE Drafting Team "Data Specifications", INSPIRE Spatial Data Interest Communities & Legally Mandated Organisations, INSPIRE Consolidation Teams and other Drafting Teams
Format	MS Word (doc)
Source	Drafting Team "Data Specifications"
Rights	Public
Identifier	D2.5_v3.2.doc
Language	En
Relation	n/a
Coverage	Project duration

Table of contents

Foreword ... 5
Introduction ... 7
1 Scope ... 10
2 Normative references ... 10
3 Terms and abbreviations ... 11
3.1 Terms ... 11
3.2 Abbreviations ... 17
3.3 Verbal forms for the expression of provisions ... 18
3.4 References within the document ... 19
4 Background and principles ... 19
4.1 Requirements as stated in the INSPIRE Directive ... 19
4.1.1 Articles of the Directive ... 19
4.1.2 Recitals in the Directive ... 23
4.1.3 Additional principles for data specifications ... 23
4.2 A standards-based approach ... 24
4.3 Data interoperability components ... 25
4.3.1 Principles ... 25
4.3.2 Components overview ... 26
5 Overview ... 33
6 Principles ... 34
7 Terminology ... 35
8 Reference model ... 35
8.1 General aspects ... 35
8.2 The ISO 19101 reference model ... 36
8.3 INSPIRE data specifications ... 37
8.3.1 General aspects ... 37
9 Rules for INSPIRE application schemas ... 38
9.1 Overview ... 38
9.2 General Feature Model ... 38
9.2.1 Concepts provided by the General Feature Model – an overview ... 38
9.2.2 Representations of models based on the General Feature Model – an overview ... 39
9.2.3 Relevant profile of the General Feature Model ... 41
9.3 INSPIRE Feature Concept Dictionary Register ... 41
9.4 Modelling application schemas ... 42
9.4.1 General rules ... 42
9.4.2 Additional rules for spatial object types ... 43
9.4.3 Profiles of the ISO 19100 series ... 45
9.4.4 Additional rules for basic types and coded values ... 45
9.4.5 Additional rules for the properties with "no data" ... 46
9.5 Conceptual schema language ... 48
9.6 The Consolidated INSPIRE UML Model ... 50
9.6.1 Layers ... 50
9.6.2 Maintenance ... 51
9.6.3 UML profile ... 52
9.7 Spatial object life-cycle ... 54
9.7.1 General rules ... 54

Рис. 65. Общие требования к открытым стандартам в INSPIRE — титульный лист и содержание

19. Опыт Российской Федерации

BIM-технология и связанная с ней парадигма информационного моделирования объектов капитального строительства в РФ активно обсуждаются на уровне законодательной и исполнительной власти примерно с 2014 г. Власть, следуя положительному примеру зарубежного опыта, рассматривает BIM как фактор существенного повышения эффективности в сфере градостроительной деятельности.

К настоящему времени различные отрасли строительства уже накопили опыт применения BIM-технологий и перешли к нормативно-техническому регулированию. Так, по линии Технического комитета 465 Росстандарта в 2017 г. должна быть завершена разработка ряда базовых стандартов в области информационного моделирования для строительства в целом. Одновременно в отдельных отраслях ведутся разработки своих документов. Так, в дорожной отрасли в 2015 г. государственная компания «Автодор» разработала «Методические рекомендации по созданию и использованию технологий информационного моделирования на всех стадиях жизненного цикла автомобильных дорог» [2]. В 2017 г. по заказу Федерального дорожного агентства должна быть завершена разработка «Временных регламентов взаимодействия участников и дополнительные разделы технического задания на выполнение работ по разработке

проектной и рабочей документации на «пилотных» проектах применительно к строительству, капитальному ремонту и реконструкции объектов транспортной инфраструктуры с применением BIM-технологии с учётом положений стандартов европейских стран», а также ПНСТ «Применение BIM-технологий при строительстве и эксплуатации автомобильных дорог. Общие требования».

20. Заключение

Процесс информационного моделирования в развитых странах активно внедряется в процессы проектирования и поддержки жизненного цикла ОКС, в том числе автомобильных дорог. Этот процесс регулируется государством, и в ряде стран разработаны и действуют стандарты на BIM.

Заметим, что только две страны в мире в настоящее время развивают свои BIM-стандарты. Это США и Великобритания. Остальные просто следуют в русле их разработок.

Наиболее полным стандартом в мире, безусловно, является американский National BIM Standard v3.0. Однако, оборотной стороной полноты является сложность документа. Именно поэтому на практике часто используются упрощённые методические документы (руководства, guides), разработанные на основе NBIMS. Это в первую очередь руководства по BIM, разработанные Инженерным корпусом армии США, Департаментом по делам ветеранов США, а также Пенсильванским университетом. Интересно, что некоторые страны положили в основу своих национальных стандартов именно эти (вторичные) руководства по BIM.

Британское семейство стандартов не такое полное, как американское, и содержит свой взгляд на некоторые фундаментальные концепции BIM. В то же время прикладная сторона американского и британского семейств стандартов становится всё ближе.

Говоря о географическом применении разных стандартов, отметим, что американские стандарты больше применяются в Америке, Австралии и Юго-Восточной Азии, а британские — в Европе, Африке и на Ближнем востоке. Кроме того, ряд европейских стран (Норвегия, Финляндия, Нидерланды и пр.) разработали свои собственные BIM-стандарты. Однако в целом они идеологически базируются на британских PAS/BS и являются скорее методическими руководствами по применению.

Литература:

1. Король М.Г. BIM: информационное моделирование — цифровой век строительной отрасли // Стройметалл. 2014. № 39. с. 26–30.
2. Методические рекомендации по созданию и использованию технологий информационного моделирования на всех стадиях жизненного цикла автомобильных дорог / Попов В.А., Бойков В.Н., Скворцов А.В. и др. 2015. 230 с.
3. Сарычев Д.С., Скворцов А.В. Элементы моделей автомобильных дорог и уровни проработки как основа требований к информационным моделям // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2015. № 1(4). С. 30–36. DOI: 10.17273/CADGIS.2015.1.4.
4. Скворцов А.В. Модели данных BIM для инфраструктуры // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2015. № 1(4). С.16–23. DOI: 10.17273/CADGIS.2015.1.2.
5. Скворцов А.В. Общая среда данных как ключевой элемент информационного моделирования автомобильных дорог // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2015. № 2(5). С. 37–41. DOI: 10.17273/CADGIS.2015.2.6.
6. Скворцов А.В. Трудности перехода от автоматизированного проектирования к информационному моделированию дорог // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2015. № 2(5). С. 4–12. DOI: 10.17273/CADGIS.2015.2.1.
7. Скворцов А.В. BIM для дорожной отрасли: что-то новое или мы этим уже занимаемся? // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2014. № 1(2). С. 8–11. DOI: 10.17273/CADGIS.2014.1.2.
8. Скворцов А.В., Сарычев Д.С. Жизненный цикл проектов автомобильных дорог в контексте информационного моделирования // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2015. № 1(4). С. 4–14. DOI: 10.17273/CADGIS.2015.1.1.
9. AEC (UK) BIM Technology Protocol v2.1.1. Practical implementation of BIM for the UK Architectural, Engineering and Construction (AEC) industry. 2015. 47 p.
10. A/E/C CAD Standard. Release 5.0. 2012. 450 p.
11. AEC (CAN) BIM Protocol (2012). CanBIM AEC (CAN) Designers Committee. 2012. 54 p.
12. Getting the most out of BIM — a guide for clients. AECOM PCC business development team, 2012.
13. AIA E203-2013 Building Information Modeling & Digital Data Exhibit. 2013.
14. AIA G201-2013 Project Digital Data Protocol Form. 2013.
15. AIA G202-2013 Project Building Information Modeling Protocol Form. 2013.
16. Bew M., Underwood J., Wix J., & Storer G. Going BIM in a Commercial World // eWork and eBusiness in Architecture, Engineering and Construction: European Conferences on Product and Process Modeling (ECCPM 2008). Sophia Antipolis. France. P. 139–150.
17. BIM Essential Guide. For BIM Adoption in an Organization. BCA (Building and Construction Authority). 2013. 19 p.
18. BIM Essential Guide. For BIM Execution Plan. BCA (Building and Construction Authority). 2013. 35 p.
19. BIM Essential Guide. For Architectural Consultants. BCA (Building and Construction Authority). 2013. 32 p.
20. BIM Essential Guide. For C & S Consultants. BCA (Building and Construction Authority). 2013. 29 p.
21. BIM Essential Guide. For MEP Consultants. BCA (Building and Construction Authority). 2013. 53 p.
22. BIM Essential Guide. For Contractors. BCA (Building and Construction Authority). 2013. 39 p.
23. BIM e-Submission Templates. BCA (Building and Construction Authority). 2016.
24. BIM e-Submission Template Guides. BCA (Building and Construction Authority). 2016.
25. BIM Project Specification 3.0. HKIBIM (Hong Kong Institute of Building Information Modelling). 2011.
26. BIM PxP Toolkit. Institute for BIM in Canada (IBC). 2014.
27. Boligprodusentenes BIM Manual 2.0. Boligprodusentene (Norwegian Home Builders' Association). 2012. 36 p.
28. BS 1192:2007. Collaborative production of architectural, engineering and construction information. Code of practice. 2008. 38 p.
29. BS 1192-4:2014. BS 1192-4:2014 Collaborative production of information — Part 4: Fulfilling employer's information exchange requirements using COBie — Code of practice. 2014. 45 p.
30. BS 8536-1:2015. Briefing for design and construction — Part 1: Code of practice for facilities management (Buildings infrastructure). 2015. 88 p.
31. BS 8536-2:2016. Briefing for design and construction — Part 2: Code of practice for asset management (Linear and geographical infrastructure). 2015. 98 p.
32. CIC Building Information Modelling Standards (Phase One). CIC (Construction Industry Council). 2015. 141 p.
33. Code of Practice for Building Information Modelling (BIM) e-Submission. BCA (Building and Construction Authority). 2016. 21 p.
34. Common BIM Requirements 2012. Statsbygg. 2012.
35. CoSA BIM Standards. 2011.
36. Digital Built Britain. Level 3 Building Information Modelling - Strategic Plan. 2015. 47 p.
37. Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council of 14 March 2007 establishing an Infrastructure for Spatial

Information in the European Community (INSPIRE). 14 p.
38. ERDC SR-12-2. The US Army Corps of Engineers Roadmap for Life-Cycle Building Information Modeling (BIM). 2012. 45 p.
39. EuroRoadS Deliverable D1.9. Public Final Project Report. 2006. 29 p.
40. EuroRoadS Deliverable D6.10. Road network exchange model. 2006. 50 p.
41. EuroRoadS Deliverable D6.11. Final specification of Road network exchange format. 2006. 115 p.
42. EuroRoadS Deliverable D6.3. Road network information model. 2006. 118 p.
43. EuroRoadS Deliverable D6.5. Final specification of core European road data. 2006. 69 p.
44. GAEB DA XML 3.2. GAEB. 2013.
45. Georgia Tech BIM Requirements & Guidelines for Architects, Engineers and Contractors. 2011. 38 p.
46. Government Soft Landings. Executive summary. 2013. 6 p.
47. Government Soft Landings. Section 1 — Introduction. 2013. 18 p.
48. GSA BIM Guide 01 Overview. U.S. General Services Administration. 2007. 32 p.
49. GSA BIM Guide 02 Spatial Program Validation. U.S. General Services Administration. 2015. 44 p.
50. GSA BIM Guide 03 For 3D Imaging. U.S. General Services Administration. 2009. 53 p.
51. GSA BIM Guide 04 For 4D Phasing. U.S. General Services Administration. 2007. 39 p.
52. GSA BIM Guide 05 For Energy Performance. U.S. General Services Administration. 2012. 63 p.
53. GSA BIM Guide 07 Building Elements. U.S. General Services Administration. 2016. 59 p.
54. GSA BIM Guide 08 For Facility Management. U.S. General Services Administration. 2011. 80 p.
55. GSFIC BIM Guide - Series 01 Model Analysis and Validation. 2013. 27 p.
56. HB 138 MODELLGRUNNLAG. Krav til grunnlagsdata, modeler, utsettings- og innmålingsdata Høringsutkast. Statsbygg. 2010. 98 p.
57. HB V770 Modellgrunnlag. Krav til grunnlagsdata og modeller. Statsbygg. 2015. 85 p.
58. IFC Alignment.
59. IFC Bridge.
60. IFC Rail.
61. IFC Road.
62. IFC Tunnel.
63. Industry Foundation Classes Release 4 (IFC4 Official Release).
URL: http://www.buildingsmart-tech.org/ifc/IFC4/final/html/ (дата обращения 10.01.2016).
64. ISO 12006-2 Building construction — Organization of information about construction work — Part 2: Framework for classification of information.
65. ISO 12006-3 Building construction — Organization of information about construction work — Part 3: Framework for object-oriented information.
66. ISO 29481-1 Building information modelling — Information delivery manual — Part 1: Methodology and format.
67. ISO/PAS 16739:2005 Industry Foundation Classes, Release 2x, Platform Specification (IFC2x Platform).
68. ISO/PAS 16739:2013 Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries.
69. ISO/TS 12911:2012 Framework for Building Information Modelling Guidance.
70. IU BIM Guidelines & Standards for Architects, Engineers, and Contractors. 2015. 30 p.
71. LACCD Building Information Modeling Standards. Version 4.1. Design-Build. 2016. 36 p.
72. LACCD Building Information Modeling Standards. Version 4.1. Design-Bid-Build. 2016. 36 p.
73. Level of Development Specification. Version: 2016. BIMForum, 2016. 207 p.
74. MIT CAD & BIM Guidelines. 2012. 40 p.
75. MIT BIM Execution Plan. 2012. 32 p.
76. National BIM Standard - United States™ V3. 2015.
77. NATSPEC National BIM Guide. Construction Information Systems. 2011. 27 p.
78. New Zealand BIM Handbook. Building and Construction Productivity Partnership. 2014. 20 p.
79. NRDB. Administrative rutiner v.2.0 Presiseringer. 2013. 10 p.
80. NYC BIM Guidelines. 2012. 55 p.
81. PAS 1192-2:2013. Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information Modeling. 2013. 68 p.
82. PAS 1192-3:2014. Specification for information management for the operational phase of assets using building information modelling. 2014. 44 p.
83. PAS 1192-5:2015. Specification for security-minded building information modelling, digital built environments and smart asset management. 2015. 38 p.
84. Penn State BIM Planning Guide for Facility Owners. 2013. 69 p.
85. Rgd BIM Standard 1.1. Rijksgebouwendienst, 2013. 28 p.
86. RICS International BIM implementation guide. RICS (Royal Institution of Chartered Surveyors). 2014.
87. SDCCD BIM Standards for Architects, Engineers & Contractors. 2012. 83 p.
88. Singapore BIM Guide Version 2.0. BCA (Building and Construction Authority). 60 p.
89. State of Ohio Building Information Modeling Protocol. 2013. 32 p.
90. State of Wisconsin DSF BIM Guidelines and Standards for Architects and Engineers. 2012. 8 p.
91. Statsbygg Building Information Modelling Manual 1.2.1. Statsbygg. 2013. 98 p.
92. Texas Facilities Commission Professional Architectural/Engineering Guidelines. 2012. 79 p.
93. The Contractor's Guide to BIM. 2010. 41 p.
94. The VA BIM Guide. 2010. 44 p.
95. U.S. Air Force BIM Minimum Requirements v2.1. 2015. 17 p.
96. USACE Advanced Modeling Project Execution Plan (PxP) Template V3.0. 2016. 15 p.
97. USACE BIM Minimum Modeling Matrix (M3). 2014.
98. USC BIM Guidelines. 2012. 66 p.

Проектируйте дорожные одежды в IndorPavement

— Поддержка всех основных методик и стандартов
— Встроенный альбом типовых конструкций
— Возможности оптимизации конструкций
— Подробная расшифровка расчётов
— Встроенная библиотека материалов
— Бесплатное дистанционное обучение

Реклама

- **ОДН 218.046–01, МОДН 2–2001, ВСН 46–83** — расчёт нежёстких дорожных одежд на прогиб, изгиб, сдвиг, морозоустойчивость, дренаж.
- **Методические рекомендации по проектированию жёстких дорожных одежд.**
- **СН РК 3.03–19–2006, СН РК 3.03–34–2006** — расчёт жёстких и нежёстких дорожных одежд для Казахстана.
- **ОДН 218.1.052–2002** — расчёт усилений нежёстких дорожных одежд.
- **Рекомендации по выявлению и устранению колей на нежёстких дорожных одеждах.**
- **Рекомендации по проектированию городских улиц и дорог.**
- **ОДМ 218.5.001–2009, ОДМ 218.5.002–2008, ОДМ 218.5.003–2010, ОДМ 218.3.032–2013** — расчёт с учётом армирующих, дренирующих и объёмных геосинтетических материалов.

Решение инженерных дорожных задач на основе данных мобильного лазерного сканирования

DOI: 10.17273/CADGIS.2016.2.2

Майсурадзе Ш.Г. магистрант кафедры «Изыскания и проектирование дорог» МАДИ ГТУ (МАДИ) (г. Москва)
Майсурадзе И.Г. магистрант кафедры «Изыскания и проектирование дорог» МАДИ ГТУ (МАДИ) (г. Москва)

Статья посвящена применению геоинформационных систем (ГИС) совместно с системами автоматизированного проектирования (САПР). Возможности системы используются для выявления неровностей поперечного профиля автомобильных дорог и определения геометрических расхождений проектных данных с фактическими.

Введение

Авторами были проведены исследования, посвящённые применению результатов мобильного лазерного сканирования (МЛС) для решения ряда актуальных дорожных задач. В частности, следующих.

Задача 1. Оценка поперечной ровности покрытий (колейности).

Задача 2. Формирование исполнительной модели дороги для оценки отклонения фактических геометрических параметров дороги от их проектных значений.

Для обеих задач на основе облаков точек МЛС строилась исполнительная модель дороги с применением системы IndorCAD/Road. Далее теми же программными средствами решались обе приведённые выше задачи.

Мобильное и наземное лазерное сканирование — один из самых высокопроизводительных и точных методов съёмки. Большой объём полевых измерений позволяет оценить широкий круг геометрических параметров дороги и прилегающей инфраструктуры. С помощью данных лазерного сканирования проектные и дорожно-строительные организации могут проводить оперативный мониторинг и анализ текущего конструктивного состояния элементов дороги.

Задача 1. Оценка поперечной ровности покрытий (колейности)

Научная проблема

Ровность дорожных покрытий является одной из основных характеристик качества автомобильной дороги. Образование колей на дорогах ведёт к резкому увеличению количества ДТП.

Ежегодное увеличение интенсивности движения транспорта на автомобильных дорогах, в том числе и на магистралях, приводит к ускоренному образованию колей. Перед дорожными службами возникает необходимость как в оперативном выявлении вновь образуемых колей, так в мониторинге скорости изменения их параметров.

Традиционные способы оценки колейности (ручные методы измерения колеи с использованием рейки) неоперативные и трудоёмкие. Поэтому необходимо разработать новую, более удобную методику определения колейности на покрытии дороги.

Цель НИР:

1. Дать оценку возможности использования мобильного лазерного сканирования для определения параметров колей.
2. Найти оптимальную технологию определения колеи на основе мобильного лазерного сканирования.
3. Сравнить два метода выявления колейности: традиционный (с щупом и рейкой) и основанный на мобильном лазерном сканировании.
4. Выявить недостатки и внести предложения по их устранению.
5. Проверить методы в полевых условиях.
6. Разработать рекомендации по применению мобильного лазерного сканирования для выявления колейности.

Новый метод оценки колейности позволяет не перекрывать автомобильное движение, поскольку предполагает использование мобильного лазера, который устанавливается на движущееся средство (автомобиль). Автомобиль следует по нужной полосе с определённой траекторией и заданной скоростью, практически не мешая остальным участникам движения, сканируя поверхность дорожного покрытия. Далее полу-

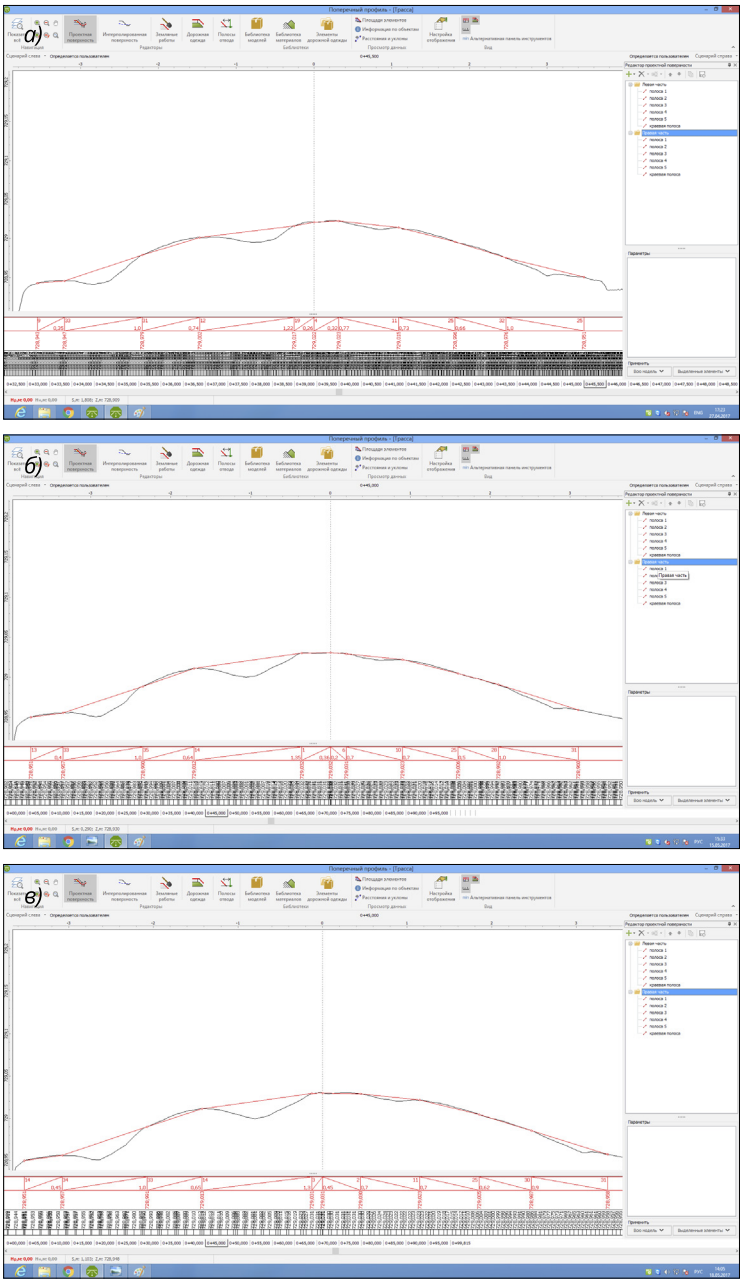


Рис. 1. Поперечный профиль трассы при шаге прореживания 0,02 (а), 0,07 (б) и 0,1 м (в)

Информация, полученная с помощью мобильного лазерного сканирования, избыточна. Так, на 100 погонных метров дороги количество точек превышало 3 млн.

ченные данные обрабатываются в камеральных условиях.

Такой метод даёт очень точные характеристики и параметры колеи, что делает его удобнее традиционного метода.

В процессе эксперимента было использовано оборудование фирмы RIEGL. Система мобильного лазерного сканирования RIEGL VMX-450 включает в себя полностью интегрированные и калиброванные лазерные сканеры, оборудование спутниковой и инерциальной навигации, соответствующие пакеты программного обеспечения RIEGL и дополнительную подсистему фотокамер.

Информация, полученная с помощью мобильного лазерного сканирования, была обработана в программном обеспечении IndorCAD/Road 9.

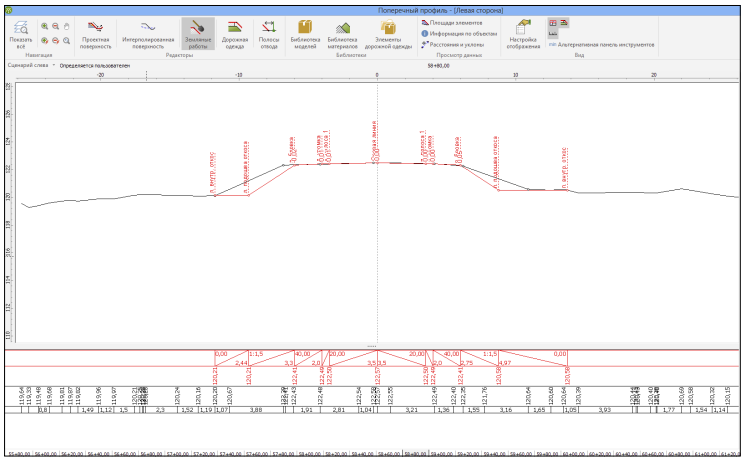


Рис. 2. Поперечный профиль существующей и проектной дороги

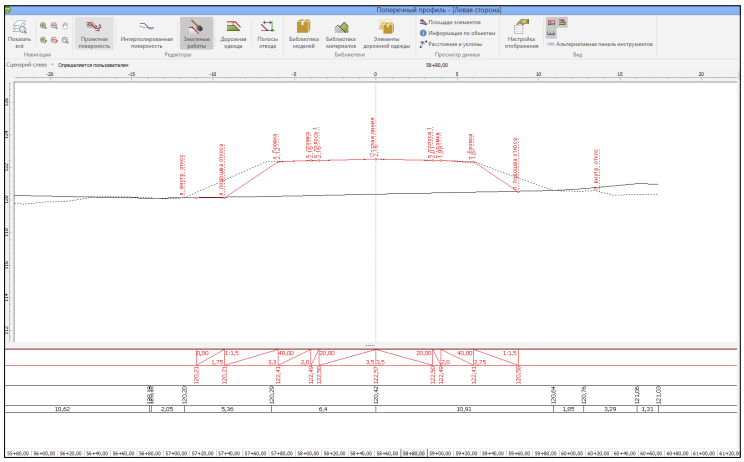


Рис. 3. Поперечный профиль существующей и проектной дороги

IndorCAD/Road 9 — система проектирования автомобильных дорог, предназначенная для выполнения проектов нового строительства, реконструкции и ремонта автомобильных дорог и городских улиц. Программа обладает богатыми инструментальными средствами современной САПР, предоставляя инженеру возможность охватить полный цикл работ по проектированию объекта, начиная с ввода данных инженерно-геодезических и инженерно-геологических изысканий и заканчивая формированием проектной документации согласно действующим стандартам.

Информация, полученная с помощью мобильного лазерного сканирования, избыточна. Так, на 100 погонных метров дороги количество точек превышало 3 млн. Поэтому одной из основных задач стала разработка и оптимизация общего метода работы с большим массивом данных лазерного сканирования.

Полученные данные первоначально должны быть обработаны и прорежены. Для этого необходимо определить шаг прореживания облаков точек. Он должен быть таким, чтобы характеристики и параметры колеи были выявлены с минимальной погрешностью.

Были проведены замеры на участках дороги с явно выраженной колеёй, и впоследствии на одних и тех же участках был изменён шаг прореживания (рис. 1). Это дало возможность сравнить разницу отображения параметров колей на поперечных профилях в одних и тех же створах.

Данное исследование помогло выявить достаточный шаг прореживания (для оптимизации нагрузки на стандартное лабораторное обеспечение) с сохранением точных параметров и характеристик колей.

Также актуальным направлением является нахождение геометрических параметров автомобильной дороги (исполнительная съёмка) с помощью мобильного лазерного сканирования (рис. 2, 3).

Задача 2. Формирование исполнительной модели дороги для оценки отклонения фактических геометрических параметров дороги от их проектных значений

С каждым годом в нашей стране ужесточается контроль состояния автомобильных дорог. С развитием мобильного лазерного сканирования во всём мире, в том числе и в России, стало актуальным внедрять и применять лазерное сканирование в автодорожной сфере. Это позволяет ускорить, облегчить, а также улучшить процесс определения геометрических параметров земляного полотна. Перед авторами статьи стояла задача разработки алгоритма нахождения геометрических параметров автодороги автоматизированным способом.

Исполнительная съёмка — это вид геодезических работ, которые востребованы при строительстве, проектных и кадастровых работах. Она затрагивает как инженерные, так и геодезические параметры и проводится с использованием современного высокоточного оборудования и специального программного обеспечения.

Исполнительная съёмка требуется на этапе, когда все строительные работы уже завершены, и появляется необходимость в сопоставлении данных, заложенных на этапе составления проекта строительства, и итоговых данных, полученных в ходе съёмки фактической ситуации. Исполнительная съёмка — необходимое требование для введения объекта завершённого строительства в эксплуатацию.

Новизна научного исследования

Для нахождения геометрических параметров земляного полотна предложена новая методика, основанная на данных мобильного лазерного сканирования. Скорость оценки геометрических параметров земляного полотна во много раз отличается от оценки традиционным способом. Исключается остановка транспорта, затрачивается меньше ресурсов, обработка данных производится с помощью специального программного обеспечения. Метод мобильного лазерного сканирования при строительстве и ремонте дорог, использование GLONASS/GPS-приёмников и тахеометров является самым точным способом координирования различных элементов дорог для создания картографической основы. Однако резко возросшая плотность транспортных потоков практически исключает возможность выполнения геодезических изысканий на дороге без перекрытия транспортного движения, а большая протяжённость транспортных магистралей не позволяет максимально быстро и детально производить сбор информации для принятия своевременных решений по ремонту автодорог. Лазерное сканирование предоставляет возможность получить максимум информации о геометрической структуре объекта. Его результатом являются 3D-модели с высокой степенью детализации, плоские чертежи и чертежи сечений.

Обработка данных выполняется в системе автоматизированного проектирования автомобильных дорог IndorCAD. В процессе обработки данных фактические отметки существующего рельефа сравниваются с проектными отметками. Проектные данные задаются с помощью шаблона верха проектной поверхности, который формируется исходя из характеристик дороги, на которой проводятся работы. Расхождение показателей и есть отклонения, допущенные при строительстве и реконструкции автомобильных дорог.

Для вычисления объёмов в заданном регионе в системе IndorCAD реализован специальный инструмент (рис. 4), позволяющий определять разность объёмов между двумя поверхностями в заданном регионе, вычислять объём слоя по поверхности заданной толщины и пр.

> ...резко возросшая плотность транспортных потоков практически исключает возможность выполнения геодезических изысканий на дороге без перекрытия транспортного движения...

Цель и задача исследования

Цель исследования — определять значение геометрических параметров автомобильной дороги с большей точностью, нежели традиционным методом.

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

1. Научиться работать с мобильным лазерным сканированием. Освоить программное обеспечение для работы с полученными данными мобильного лазерного сканирования.
2. Определить методику работы. Выработать наилучший алгоритм обработки полученных данных.
3. Быстрая диагностика геометрических параметров автомобильной дороги.

Заключение

В завершение следует отметить, что использование мобильного лазерного сканирования позволяет точнее выявлять отклонения требуемых параметров автомобильной дороги и ускоряет решение проблем, связанных с ремонтом и обслуживанием автомобильных дорог. Это напрямую влияет на качество автомобильных дорог. Развитие мобильного лазерного сканирования является одним из основных направлений улучшения автодорожной сети в стране.

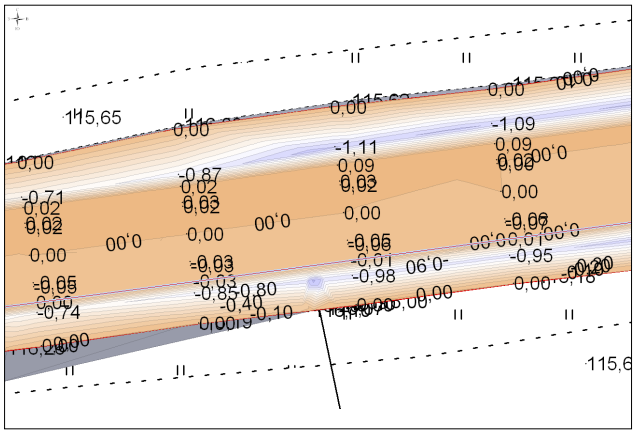


Рис. 4. Инструмент вычисления объёмов в IndorCAD

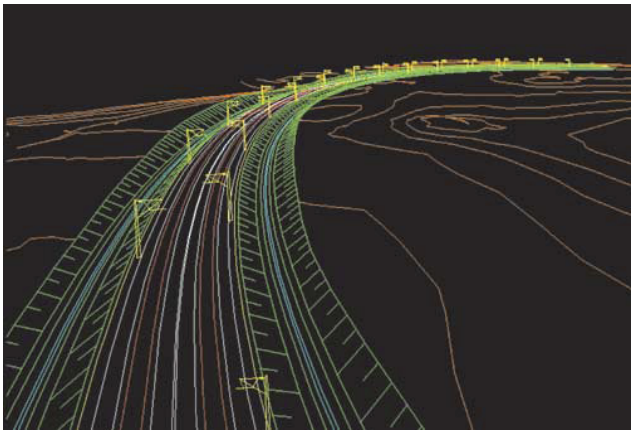


Рис. 5. Профиль автомобильной дороги

ГИС IndorRoad для анализа данных диагностики автомобильных дорог

DOI: 10.17273/CADGIS.2016.2.3

Князюк Е.М., системный аналитик ООО «ИндорСофт» (г. Томск)
Субботин С.А., руководитель отдела ГИС автомобильных дорог ООО «ИндорСофт» (г. Томск)

Рассматривается важность проведения диагностики автомобильных дорог. Приводятся основные функциональные возможности ГИС IndorRoad для ввода, учёта и анализа данных диагностики.

Введение

Основной показатель эффективного управления автомобильной дорогой — её безопасность для всех участников движения. Оценить множество факторов, влияющих на безопасность движения, позволяет регулярное выполнение диагностических мероприятий, по результатам которых выявляются несоответствия показателей дороги существующим требованиям и планируются работы по их устранению. Регулярная актуализация данных о состоянии дороги не только способствует своевременному устранению обнаруженных дефектов, но и позволяет избежать перерасхода средств, вовремя выявляя гарантийные случаи и исключая дальнейшее развитие и распространение дефектов. Таким образом, диагностика также является исходной базой для эффективного использования финансовых средств.

На сегодняшний день в России выполнение диагностических мероприятий на автомобильной дороге и её отдельным инженерным элементам и конструкциям регламентируется рядом нормативных документов, среди которых ОДН 218.0.006–2002 «Правила диагностики и оценки состояния автомобильных дорог», ВСН 24–88 «Технические правила ремонта и содержания дорог», ВСН 4–81 «Инструкция по проведению осмотров мостов и труб на автомобильных дорогах», и СНиП 3.06.07–86 «Мосты и трубы. Правила обследований и испытаний». Эти документы предусматривают сбор и анализ больших объёмов различных данных для отслеживания как редко меняющихся геометрических характеристик дороги (уклон, ширина проезжей части и пр.) так и требующих частой актуализации переменных значений, таких как интенсивность движения, ровность дорожного покрытия и пр.

В настоящий момент в России и мире при работе с диагностическими данными применяются различные программные средства, которые позволяют не только хранить и просматривать информацию, но и автоматизировать процесс её обработки и анализа, значительно сокращая временные и финансовые затраты на выполнение каждого из этапов диагностики.

На федеральном уровне в России используется АБДД «Дорога» (РОСДОРНИИ), в регионах применяются IndorRoad (ООО «ИндорСофт», Томск) (рис. 1), Титул-2005 (ООО «Титул-2005», Саратов), RoadSoft (ООО «Компалекс», Тверь), RoadOffice (ДорСиб, Томск) и другие частные решения.

IndorRoad для ведения данных диагностики

Геоинформационная система автомобильных дорог IndorRoad предназначена для учёта и паспортизации, управления эксплуатацией и сопровождения всего жизненного цикла автомобильных дорог и применяется во многих орга-

нах управления дорожного хозяйства федерального и территориального уровня. В ГИС IndorRoad реализованы инструменты для планирования и учёта дорожных работ, позволяющие своевременно вносить и анализировать данные диагностики автомобильных дорог, а также выполнять планирование дорожных работ на участках, не отвечающих качественным требованиям [1].

На данный момент система позволяет охватить все этапы выполнения диагностики, как по полноте данных, так и по возможностям их обработки и оформления результатов, и предоставляет гибкие возможность по вводу исходных данных и по их визуализации и анализу. Можно выделить следующие задачи, возникающие при выполнении диагностики и решаемые средствами ГИС IndorRoad:

- хранение и ввод данных диагностики;
- поиск, выполнение запросов и формирование отчётов по данным диагностики и рассчитанным на их основе показателям;
- анализ данных диагностики;
- визуализация данных диагностики на карте, в табличном виде и на линейном графике;
- планирование дорожных работ.

Ввод данных диагностики

Данные по диагностике дороги вносятся в систему IndorRoad в рамках отдельного участка диагностики, который характеризуется привязкой к километражу дороги, датой проведения и может сопровождаться документами в различных форматах: это могут быть как текстовые файлы, так и файлы изображений. Кроме того, при создании участка можно сразу указать тип диагностического мероприятия — диагностика, мониторинг или осмотр мостов. Когда участок создан, его можно наполнять непосредственно результатами выполнения диагностики: результатами измерений различных параметров, данными о дефектах конструктивных элементов дороги, общими оценками состояния участка, оценками состояния дорожной одежды на участке, данными о дефектах и оценками состояния дорожных объектов на участке.

Основным результатом выполнения диагностики являются количественные оценки переменных параметров дороги, которые в дальнейшем анализируются и являются исходной базой для принятия решений о проведении ремонтных работ. Система позволяет заносить информацию по всем основным характеристикам дороги, таким как: *расстояние видимости, поперечный и продольный уклон, радиус кривой, ровность, прочность, сцепление, глубина колеи, интенсивность, ширина полосы загрязнения*. Причём если измерение параметра производилось не на всём участке диагностики, а в несколько этапов, система позволяет добавить несколько одинаковых измерений и в настройках уточнить границы микроучастка дороги. Также в настройках измерений можно указать предельно

В ГИС IndorRoad реализованы инструменты для планирования и учёта дорожных работ, позволяющие своевременно вносить и анализировать данные диагностики автомобильных дорог, а также выполнять планирование дорожных работ...

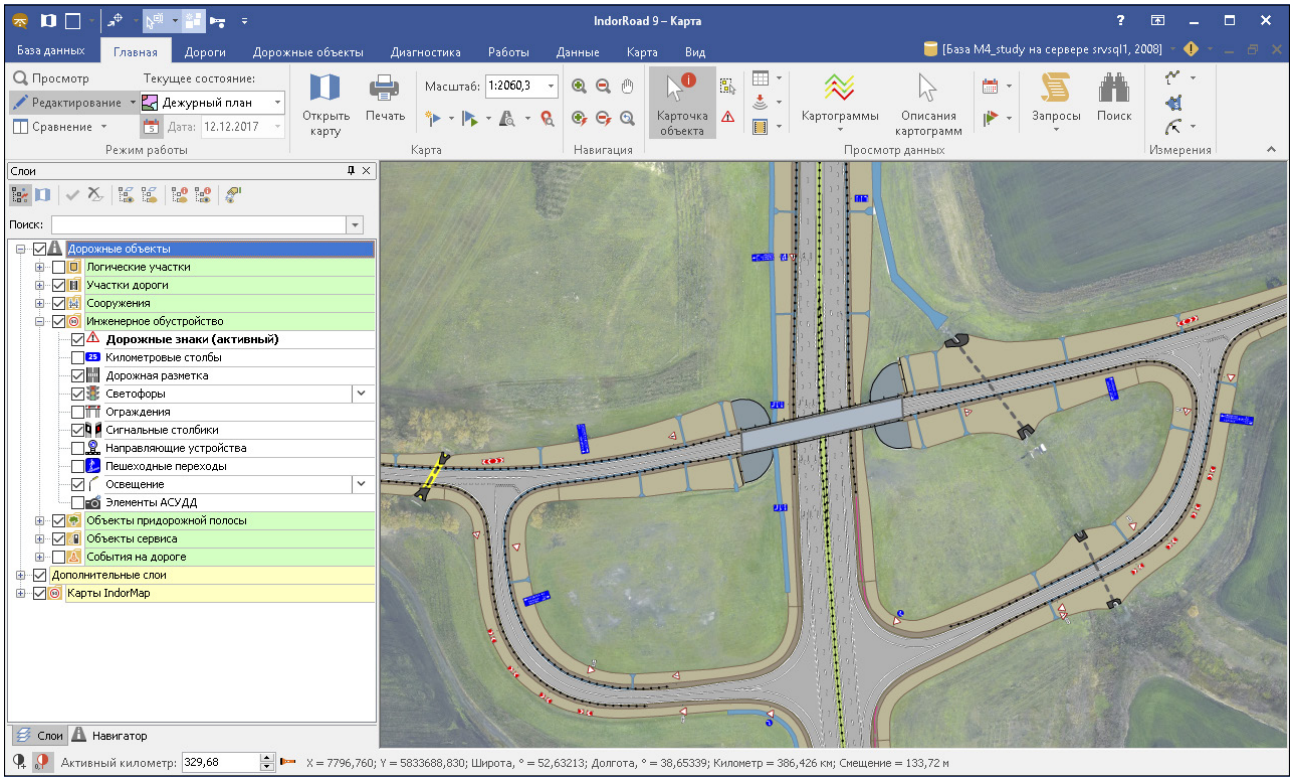


Рис. 1. Главное окно системы IndorRoad

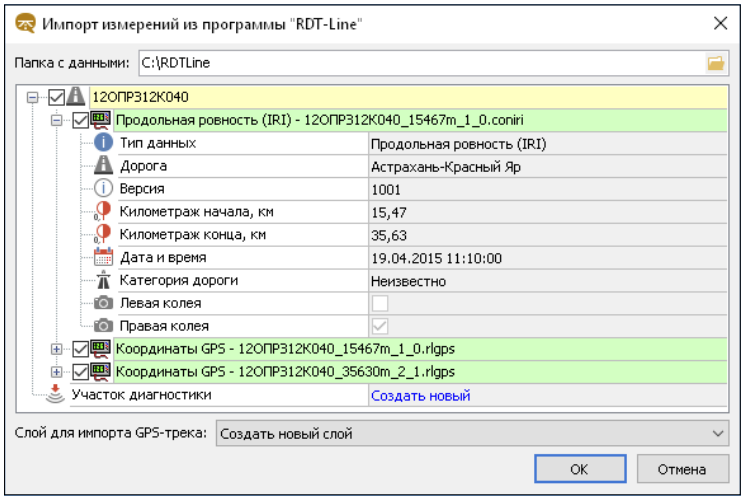


Рис. 2. Окно импорта данных комплекса RDT-Line в системе IndorRoad

допустимое значение, которое используется для визуализации недопустимых значений в таблице.

Для удобства ввода данных в системе реализовано несколько способов внесения информации, каждый из которых может быть удобен в зависимости от имеющихся источников. Если диагностические данные представлены в виде электронных таблиц, они могут быть занесены с помощью встроенного мастера импорта из Microsoft Excel, иначе значения можно заносить в таблицу вручную. Мастер импорта позволяет задать соответствие столбцов таблицы Microsoft Excel столбцам таблицы с данными диагностики в IndorRoad, тем самым импорт выполняется несколькими щелчками мыши.

В настоящее время при проведении диагностики распространено использование дорожных диагностических лабораторий, позволяющих измерять и предварительно обрабатывать для дальнейшего использования все основные технические и эксплуатационные параметры дороги. Примером такой лаборатории служит совместный проект ОАО «СНПЦ «РОСДОРТЕХ» и ООО «ИндорСофт» — комплекс RDT-Line. Для импорта получаемых на выходе такой лабораторией данных диагностики в IndorRoad предусмотрен специальный инструмент, позволяющий в несколько шагов перенести все необходимые данные в ГИС (рис 2).

Помимо измерения переменных параметров комплекс RDT-Line позволяет записывать видеоряды — последовательность кадров с привязкой к километражу. Такие материалы также можно импортировать в ГИС IndorRoad и использовать их не только в качестве наглядного представления дефектных участков дороги, но и для решения многих других задач [2].

В случае если для анализа технико-эксплуатационного состояния дороги необходимо использовать уже имеющиеся в АБДД «Дорога» данные, то они могут быть импортированы в ГИС IndorRoad с помощью мастера импорта из этой системы.

Просмотр и анализ данных диагностики

ГИС IndorRoad предоставляет широкие возможности по визуализации и отображению данных как в табличном, так и в графическом виде. Просмотреть список всех участков диагностики в базе данных IndorRoad можно с помощью сводной таблицы, в которой отображается основная информация об участке, типе и дате диагностики (рис. 3). Возможность сортировать данные по километражу позволяет быстро найти нужный участок и перейти к подробной информации по выполненной на этом участке диагностике. Из таблицы можно перейти к подробной форме события, где доступна информация обо всех обнаруженных дефектах и результатах измерений.

Также в системе реализовано специальное окно для просмотра численных результатов измерений на участке дороги за разные годы (рис. 4). Данные отображаются в табличном виде и удобным образом сгруппированы по виду измерения и году. Чтобы при просмотре данных в таблице сразу видеть значения, не соответствующие требованиям, предусмотрен специальный фильтр, который подсвечивает недопустимые значения. Для получения более подробной информации об участке дороги, где обнаружено отклоняющееся значение, можно подсветить его на карте.

Одним из известных преимуществ геоинформационных систем является наглядность отображения информации на карте. Так, данные об участках диагностики, помимо табличного вида,

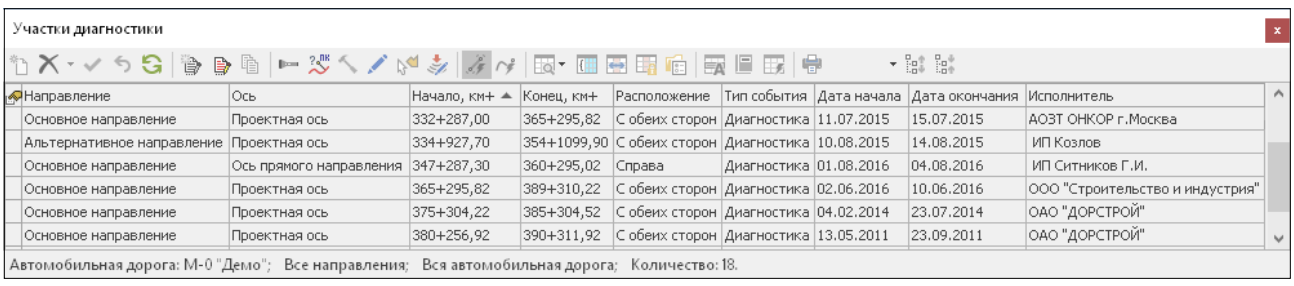


Рис. 3. Таблица с данными об участках диагностики в системе IndorRoad

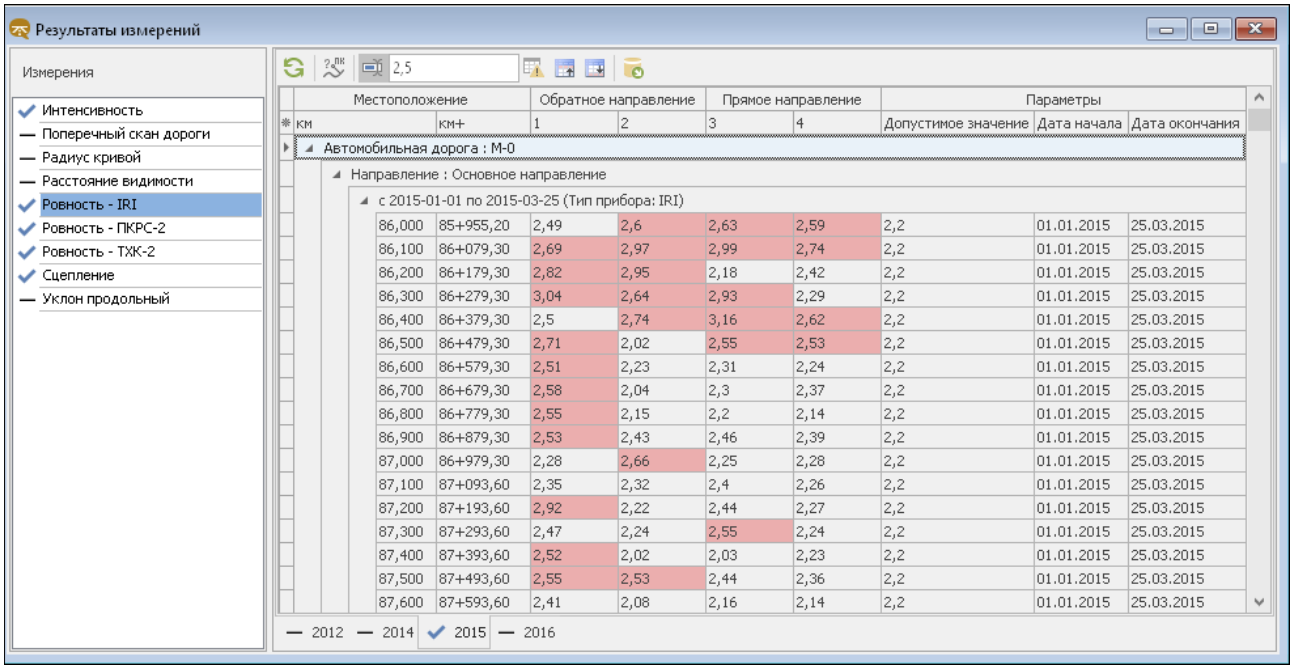
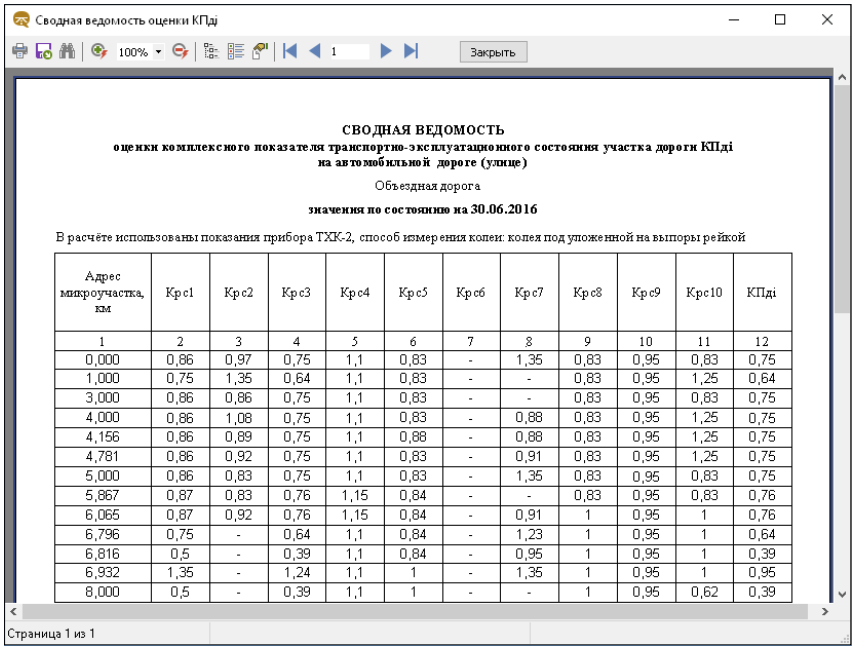


Рис. 4. Окно просмотра численных показателей проведённых измерений в системе IndorRoad

также могут быть визуализированы на карте. Для удобства восприятия можно настроить отображение разных видов диагностических мероприятий различными цветами или задать отображение участков разными цветами в зависимости от года проведения диагностики. Такая возможность позволяет обнаружить неохваченные диагностикой участки дороги и в случае необходимости запланировать её.

Также на карте могут быть графически представлены результаты измерений. Для этого применяются картограммы, которые по каждому измерению, будь то измерение расстояния видимости, ровности или глубины колеи, отображают разными цветами участки с различным значением измеряемого свойства (рис. 5). Параметры отображения картограмм позволяют удобным образом настроить способ отображения и состав

Рис. 5. Картограммы по данным измерений в системе IndorRoad



Адрес микроучастка, км	Крс1	Крс2	Крс3	Крс4	Крс5	Крс6	Крс7	Крс8	Крс9	Крс10	КПдi
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,000	0,86	0,97	0,75	1,1	0,83	-	1,35	0,83	0,95	0,83	0,75
1,000	0,75	1,35	0,64	1,1	0,83	-	-	0,83	0,95	1,25	0,64
3,000	0,86	0,86	0,75	1,1	0,83	-	-	0,83	0,95	0,83	0,75
4,000	0,86	1,08	0,75	1,1	0,83	-	0,88	0,83	0,95	1,25	0,75
4,156	0,86	0,89	0,75	1,1	0,88	-	0,88	0,83	0,95	1,25	0,75
4,781	0,86	0,92	0,75	1,1	0,83	-	0,91	0,83	0,95	1,25	0,75
5,000	0,86	0,83	0,75	1,1	0,83	-	1,35	0,83	0,95	0,83	0,75
5,867	0,87	0,83	0,76	1,15	0,84	-	-	0,83	0,95	0,83	0,76
6,065	0,87	0,92	0,76	1,15	0,84	-	0,91	1	0,95	1	0,76
6,796	0,75	-	0,64	1,1	0,84	-	1,23	1	0,95	1	0,64
6,816	0,5	-	0,39	1,1	0,84	-	0,95	1	0,95	1	0,39
6,932	1,35	-	1,24	1,1	1	-	1,35	1	0,95	1	0,95
8,000	0,5	-	0,39	1,1	1	-	-	1	0,95	0,62	0,39

Рис. 6. Сводная ведомость оценки КПДi, подготовленная в системе IndorRoad

отображаемых данных. Все найденные участки значений картограммы отображаются в виде списка, откуда можно найти участок на карте.

Формирование ведомостей и отчётов

Для эффективного анализа таких объёмов исходных данных необходимо наличие средств автоматизации, которые бы сразу выдавали запрашиваемый результат. Одним из таких средств в IndorRoad является формирование различных диагностических отчётов и ведомостей по формам в ОДН 218.0.006-2002. Реализованный набор позволяет формировать готовые ведомости на основании исходной информации о параметрах и характеристиках автомобильной дороги, элементах инженерного оборудования и обустройства, а также качестве содержания (рис. 6).

Блок отчётов «Сбор данных» позволяет сформировать отчёты по исходным данным: категория дороги, продольные уклоны, радиусы кривых в плане, виражи и пр.

Для оценки качества участка дороги и определения величины нормативного и предельно допустимого комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния (или обобщённого показателя качества) реализован блок отчётов «Крс, ТЭС», который позволяет автоматически рассчитать и представить в виде ведомости следующие показатели:

- частные коэффициенты обеспеченности расчётной скорости КРС1–КРС10, учитывающие 1) ширину основной укреплённой поверхности и ширину габарита моста, 2) влияние ширины и состояния обочин, 3) интенсивность и состав движения, 4) продольные уклоны и видимость поверхности дороги, 5) радиусы кривых в плане и уклон виража, 6) продольную ровность покрытия, 7) коэффициент сцепления колеса с покрытием, 8) состояние и прочность дорожной одежды, 9) ровность в поперечном направлении (глу-

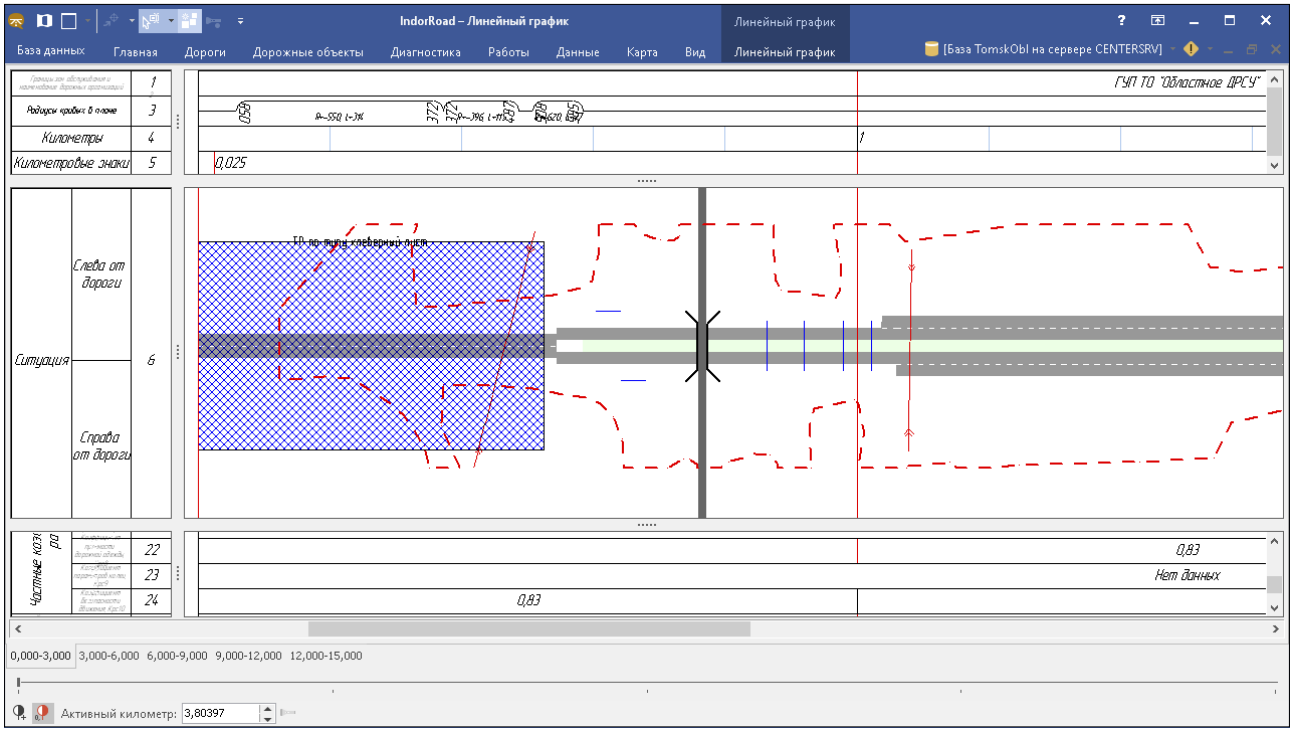


Рис. 7. Линейный график в системе IndorRoad

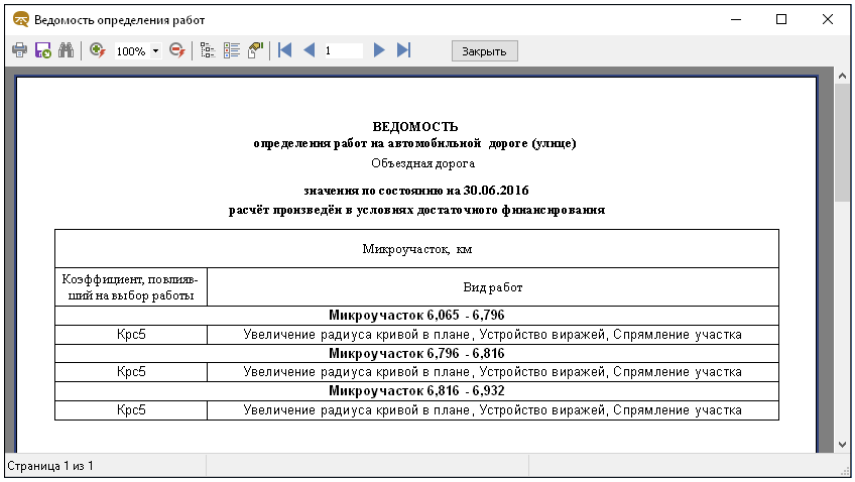


Рис. 8. Ведомость ремонтных работ, сформированная в системе IndorRoad

Пользователь может выбрать, какие измерения и какие технико-эксплуатационные характеристики отображать на графике, за какие годы отображать данные, а также уточнить некоторые другие параметры.

бину колеи), 10) безопасность движения;

- комплексный показатель транспортно-эксплуатационного состояния участка дороги КПДi;
- показатель инженерного оборудования и обустройства участка дороги КОБ;
- показатель уровня эксплуатационного содержания КЭ;
- обобщённый показатель качества участка дороги ПДi.

Таким образом, при наличии качественных диагностических данных система позволяет автоматически рассчитать все требуемые для оценки состояния дороги показатели.

Представление результатов диагностики на линейном графике

Одним из способов представления результатов расчёта основных транспортно-эксплуатационных характеристик в ГИС IndorRoad является формирование линейного графика, где согласно ОДН 218.0.006–2002 отображаются: схематичный продольный профиль и план дороги, основные параметры и технические характеристики, линии нормативного и предельно-допустимого значений показателей качества и транспортно-эксплуатационного состояния дороги (рис. 7).

Набор и способ отображения данных на линейном графике гибко настраиваются в зависимости от текущих задач. Пользователь может выбрать, какие измерения и какие технико-эксплуатационные характеристики отображать на графике, за какие годы отображать данные, а также уточнить некоторые другие параметры. Полученный график можно распечатать или экспортировать для дальнейшей доработки в ряд форматов, в т.ч. форматы систем IndorDraw, AutoCAD и др.

Планирование ремонтных работ

Основной целью проведения диагностических мероприятий является планирование ремонтных работ на участках дороги, не соответствующих технико-эксплуатационным требованиям. ГИС IndorRoad позволяет справиться и с этой задачей. В системе реализовано формирование ведомости ремонтных работ, которая учитывает все рассчитанные показатели и оценки состояния дороги и условия финансирования (рис. 8). На основании каждой неудовлетворительной оценки обеспеченности расчётной скорости на микроучастке дороги система предлагает набор работ, выполнение которых будет способствовать улучшению оценки состояния автомобильной дороги.

Выводы

ГИС IndorRoad обладает обширным инструментарием для решения разноплановых задач при эксплуатации автомобильных дорог. Именно поэтому она востребована как на территориальном, так и на федеральном уровнях. Для поддержки непрерывного развития дорожной отрасли система также должна развиваться и соответствовать всё новым требованиям, предъявляемым к подобным инструментам. В части диагностики дорог такое соответствие достигается благодаря удобным инструментам ввода диагностических данных, наглядности их анализа и возможности их своевременной актуализации.

Литература:

1. Субботин С.А., Скачкова А.С. ГИС автомобильных дорог IndorRoad. Новая версия // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2013. № 1(1). С. 55–59. DOI: 10.17273/CADGIS.2013.1.11
2. Багдасарян А.А., Пантелиди Н.С., Бакаев В.А. «Росдортех», «ИндорСофт» и наука. Кооперация — источник инноваций // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2014. № 1(2). С. 77–80. DOI: 10.17273/CADGIS.2014.1.17

Обзор новых стандартов по диагностике дорог

DOI: 10.17273/CADGIS.2016.2.4

Ребров К.А., директор ООО «Росдортех-Индор» (г. Саратов)
Бакаев В.А., главный специалист ОАО «СНПЦ «Росдортех»» (г. Саратов)
Носов Д.С., ведущий инженер ОАО «СНПЦ «Росдортех»» (г. Саратов)

Рассматриваются новые нормативные документы и проекты стандартов в сфере паспортизации и диагностики автомобильных дорог. Приводятся имеющиеся в новых нормативах противоречия и анализируется возможность их применения на практике. В заключение делаются выводы о целесообразности создания единого документа, регламентирующего все требования к проведению диагностики дорог загородной и городской сети.

В настоящее время появляется множество новых нормативных документов, касающихся практически всех сфер жизни дорожной отрасли. Этот процесс обусловили два основных фактора — необходимость гармонизации технических регламентов Таможенного Союза и движущийся семимильными шагами прогресс, в первую очередь в электронике и информационных технологиях.

Нормативные документы, которыми дорожники руководствуются в своей работе, в основном приняты более 10 лет назад, а некоторые даже в прошлом веке, и многие из них морально устарели. Поэтому остро назрел вопрос об обновлении нормативной базы. При разработке новых нормативных документов ключевым в данный момент является принятый регламент Таможенного Союза ТР ТС 014/2011 «Безопасность автомобильных дорог». С ним должны увязываться все новые нормативы как на материалы и продукцию, используемые при строительстве автомобильных дорог, так и оборудование, необходимое для проверки качества.

В направлении паспортизации и диагностики дорог появились такие новые документы, как ГОСТ 33388–2015 «Требования к проведению диагностики и паспортизации», ГОСТ 33161–2014 «Требования к проведению диагностики и паспортизации искусственных сооружений», ГОСТ 33220–2015 «Требования к эксплуатационному состоянию». Также в настоящее время готовится к выпуску основной документ, регламентирующий деятельность по диагностике автомобильных дорог «Методические рекомендации по диагностике и оценке состояния автомобильных дорог (взамен ОДН 218.0.006–2002)».

Наши компании ОАО «СНПЦ «РОСДОРТЕХ» и ООО «Росдортех-Индор» более 25 лет занимаются разработкой и изготовлением диагностического и измерительного оборудования для дорожной отрасли и диагностикой автомобильных дорог, и мы, как никто другой, понимаем необходимость модернизации нормативной базы. Для нас, как и для любого производителя или эксплуатанта оборудования, новые требования добавляют «головной боли», поскольку приходится дорабатывать и заново сертифицировать свою продукцию и закупать новое оборудование, но результатом этого должно стать повышение качества проведения работ по диагностике, что можно только приветствовать.

С другой стороны, имея за плечами большой опыт в данной сфере, при чтении новых нормативов и их проектов возникает множество вопросов по взаимному соответствию нормативных документов, их практическому наполнению, а также по методике проведения измерений.

Чтобы не быть голословными, приведём несколько примеров.

- На смену основным документам, применяемым при диагностике (ОДН 218.0.006–2002) и паспортизации (ВСН 1–83), пришли новые документы. Однако без знания старого фонда их полноценное применение невозможно, поскольку раздел паспортизации описан не точно, а только общими фразами (нет форм таблиц, заполняемых при формировании паспорта, линейный график описан не точно и т.п.).
- Появился новый норматив ГОСТ 33220–2015 «Требования к эксплуатационному состоянию» взамен ГОСТ Р 505597–93 «Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения». В этом нормативе есть ссылка на ГОСТ 33388–2015, в котором показатель IRI выше 4,5 м/км считается неудовлетворительным [1], а в самом ГОСТ 33220–2015 IRI должно быть менее 5,5 м [1], то есть наблюдаются некоторые нестыковки в новых нормативах. Поэтому в процессе работы будет возникать путаница, какие всё-таки значения брать за основу. Возможно, отличия связаны с тем, что ГОСТ 33220–2015 разрабатывали в РФ (РОСДОРНИИ), а ГОСТ 33388–2015 — в Казахстане и принимали их как отдельные документы, а не в совокупности.
- В новом проекте норматива «Методические рекомендации по диагностике и оценке состояния автомобильных дорог (взамен ОДН 218.0.006–2002)» в таблице 4 «Виды полевых работ и условия их выполнения» в п. 7 «Сцепные качества покрытия» указано, что покрытие должно быть чистое, сухое или влажное без наличия луж и проведение измерения возможно при моросящем дожде [3]. Причём далее по тексту в п. 9.1.5 написано: «*Не допускается производить измерения сцепных качеств дорожного покрытия во время дождя, а также в течение 2–3 ч после него*», а в действующем ГОСТ 33078–2014 «Дороги автомобильные. Методы измерения сцепления колеса автомобиля с покрытием» в п. 7.2 сказано: «*Поверхность автомобильной дороги перед измерением должна быть сухой. При наличии на дорожном покрытии каких-либо загрязнений (песок, мелкий гравий, грунт и т.д.) необходимо сделать соответствующую отметку в протоколе измерений*» [4].
- В п. 9.1.7 «Измерение параметров величины колейности дорожного покрытия» проекта норматива «Методические рекомендации по диагностике и оценке состояния автомобильных дорог (взамен ОДН 218.0.006–2002)» есть отсылка к ГОСТ 32825–2014 «Дороги автомобильные общего пользования. Дорожные покрытия. Методы измерения геометрических размеров повреждений», а в таблице 4.6 указано, что ширина полосы захвата при применении специализирован-

ных сканирующих систем должна составлять не менее 3 м за один проход. Исходя из нашего опыта, ширины захвата 3 м категорически недостаточно для гарантированного стабильного определения колеи. В ГОСТ 32825–2014 из этой ситуации выходят проводя измерения в колеях по отдельности, но при применении мобильных сканирующих систем это невозможно сделать за один проход. Исходя из нашего опыта, для гарантированного стабильного определения колеи с помощью мобильных сканеров необходима ширина захвата не менее 3,5 м.

Это лишь малая часть вопросов, возникающих к новым нормативным документам. В связи с разнообразием нормативных требований в различных ГОСТ считаем необходимым создать основной единый документ, в котором будут отражаться все требования относительно диагностики автомобильных дорог, как загородной, так и городской сети. Таким документом мог явиться переработанный и дополненный ОДН взамен ОДН 218.0.006–2002, в который включили бы опыт дорожников и требования заказчика к показаниям, при которых он согласен принять дорогу в эксплуатацию. Также единый документ помог бы избежать путаницы при оценке качества дорог, так как заказчик выбрал бы норматив, в котором показания минимальны, подрядчик — норматив, в котором показания максимальны, и каждый был бы по-своему прав. И чтобы не возникало споров, необходимо разработать современный документ, в котором были бы прописаны условия проведения работ, требования к качеству их проведения и нормативные требования.

Литература:

1. ГОСТ 33388–2015. Дороги автомобильные общего пользования. Требования к проведению диагностики и паспортизации. М.: Стандартинформ, 2016. 15 с.
2. ГОСТ 33220–2015. Дороги автомобильные общего пользования. Требования к эксплуатационному состоянию. М.: Стандартинформ, 2016. 14 с.
3. Проект документа «Методические рекомендации по диагностике и оценке состояния автомобильных дорог (взамен ОДН 218.0.006–2002)».
4. ГОСТ 33078–2014. Дороги автомобильные общего пользования. Методы измерения сцепления колеса автомобиля с покрытием. М.: Стандартинформ, 2016. 11 с.
5. ГОСТ 32825–2014. Дороги автомобильные общего пользования. Дорожные покрытия. Методы измерения геометрических размеров повреждений. . М.: Стандартинформ, 2015. 13 с.

Эволюция методов измерений — от «Пи» до «Пи-Пи-Пи»

DOI: 10.17273/CADGIS.2016.2.5

Гулин В.Н. директор ООО «Индор-Центр» (г. Москва)

Современные технологии геодезических измерений обеспечивают сбор пространственных данных высокой степени точности и детальности, что позволяет вывести на новый уровень эффективность работ на всех стадиях жизненного цикла объектов транспортной инфраструктуры, включая разработку проектной документации, строительство (ремонт, реконструкцию) и эксплуатацию автомобильных дорог. В данной статье рассмотрены некоторые поворотные точки эволюции методов геодезических измерений, приведено описание современных технологий позиционирования и тех возможностей, которые они открывают применительно к дорожной отрасли.

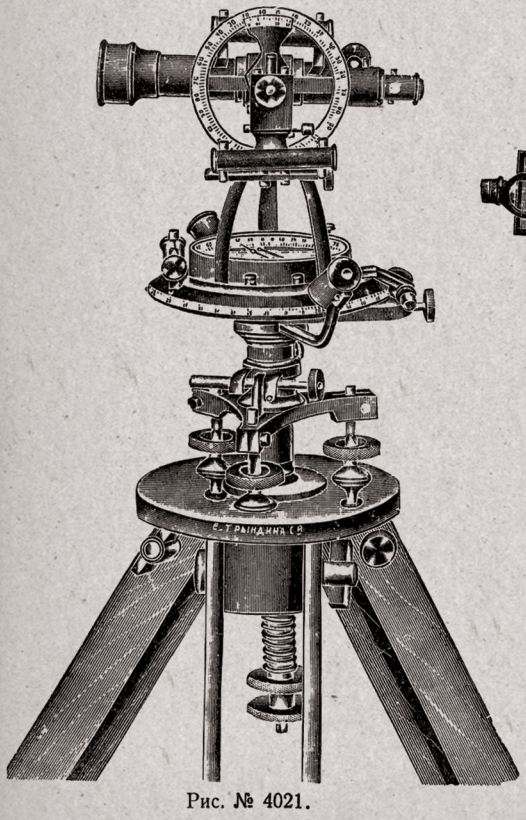


Рис. № 4021.

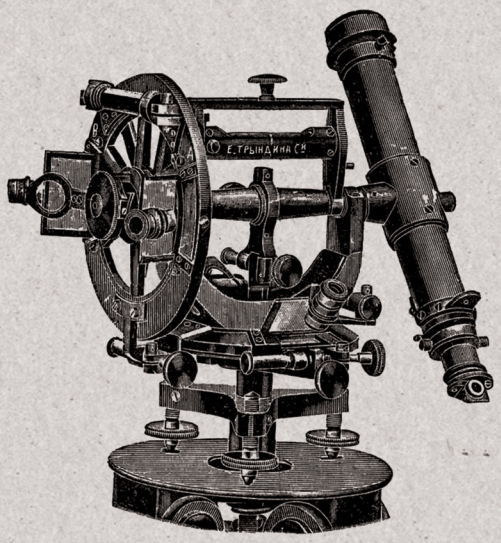


Рис. № 4025.

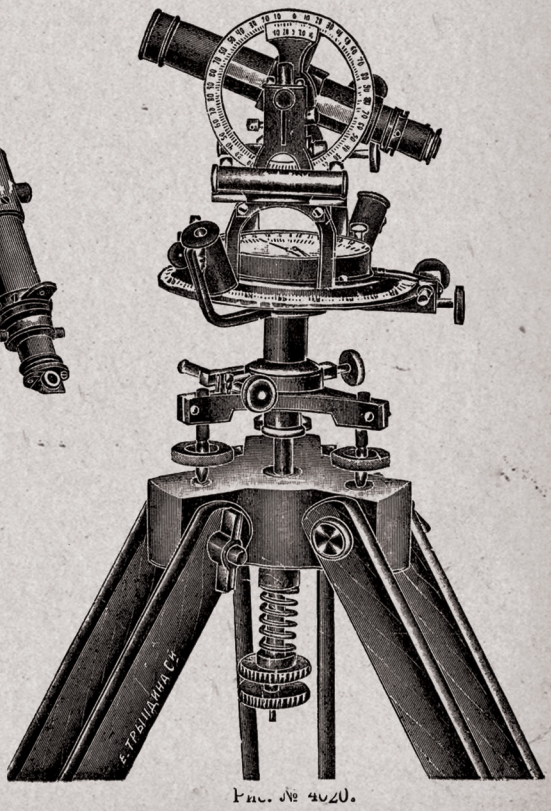


Рис. № 4020.

Введение

Многие отрасли хозяйственной деятельности сегодня не могут обойтись без соответствующего координатного обеспечения, что достигается применением средств и методов геодезических измерений. Дорожная отрасль — не исключение. Однако внедрение новых технологий измерений в практику происходит всегда с некоторой задержкой. Эта задержка может происходить по разным причинам: ввиду отсутствия необходимых инвестиций на приобретение передовых средств измерений, отставания нормативной базы, регламентирующей применение новых технологий, а порой просто из-за отсутствия понимания того, как именно новые средства и методы измерений могут повысить эффективность выполнения текущих и перспективных задач. Именно на устранение последней из перечисленных выше причин нацелена данная статья. Прежде чем перейти к современным технологиям, рассмотрим краткую ретроспективу того, как все начиналось и какой эволюционный путь пришлось пройти методам и средствам геодезических измерений с давних времён до наших дней.

Слово «геодезия» происходит от греческих слов «geo» — Земля и «desio» — разделяю. Значение слова (в переводе с греческого — «землеразделение») указывает на те практические задачи, которые привели к возникновению этой дисциплины в глубокой древности.

Тем не менее с момента зарождения геодезии требования к ней претерпели серьёзные изменения, которые были продиктованы общим развитием научного мировоззрения человечества и теми практическими задачами, которые приходилось решать на каждом этапе этого развития. Если абстрагироваться от специальных задач, решаемых сегодня геодезией в интересах отдельных областей человеческой деятельности, то справедливо будет следующее её обобщённое определение:

Геодезия — наука, занимающаяся изучением формы, размеров и гравитационного поля Земли, определением координат точек земной поверхности и их изменений во времени, а также отображением земной поверхности на топографических картах и планах.

Рис. 1. Фрагмент папируса писца Ахмеса

Для целей данной статьи историю развития геодезии мы разделим на пять основных этапов, каждый из который имеет характерные особенности, наложившие свой отпечаток на развитие средств и методов геодезических измерений:

- Начальный период развития геодезии;
- Развитие геодезии в XVI–XVII вв.;
- Развитие геодезии с XVIII до середины XX в.;
- Развитие геодезии во второй половине XX в.;
- Развитие геодезии в XXI в.

Кратко рассмотрим основные отличительные особенности каждого этапа [1–4].

Начальный период развития геодезии

В контексте данной статьи полагается, что начальный период развития геодезии имеет продолжительность с древних времён до конца XV в. н.э. Он характеризуется появлением первых теоретических и практических основ этой дисциплины, постепенным распространением геодезических методов измерений в различных областях хозяйственной деятельности, разработкой первых средств измерений, становлением геодезии как самостоятельной науки.

По совокупности дошедших до нас артефактов принято считать, что геодезия как самостоятельная область человеческой деятельности берёт своё начало в Древнем Египте в третьем тысячелетии до нашей эры. Имеются документальные доказательства того, что в XVIII в. до н.э. в Древнем Египте регулярно выполнялись землемерные работы с целью определения площадей земельных участков и восстановления их границ после сезонных разливов реки Нил [5]. Помимо решения землемерных задач специальные методы измерений применялись при возведении различных инженерных сооружений: пирамид, храмов, дворцов, каналов и т.п. Результаты измерений на земной поверхности использовались также для составления планов и карт различных территорий. Уже в X в. до н.э. в Китае топографическая съёмка страны выполнялась на планомерной основе. Также до наших дней дошло более 200 глиняных табличек древних шумеров и вавилонян с нанесёнными на них общегеографическими и специальными картами.

Серьёзное развитие геодезия получила в Древней Греции. В частности, были составлены первые карты мира (6 в. до н.э.), сформирована идея о шарообразности Земли, сформированы основные положения геометрии Евклида и астрономии Птолемея, введены понятия широты и долготы, сетки параллелей и меридианов, — это лишь краткий перечень достижений древних греков в развитии геодезии.

Следует отметить, что в самом начале своего существования геодезия развивалась в тес-

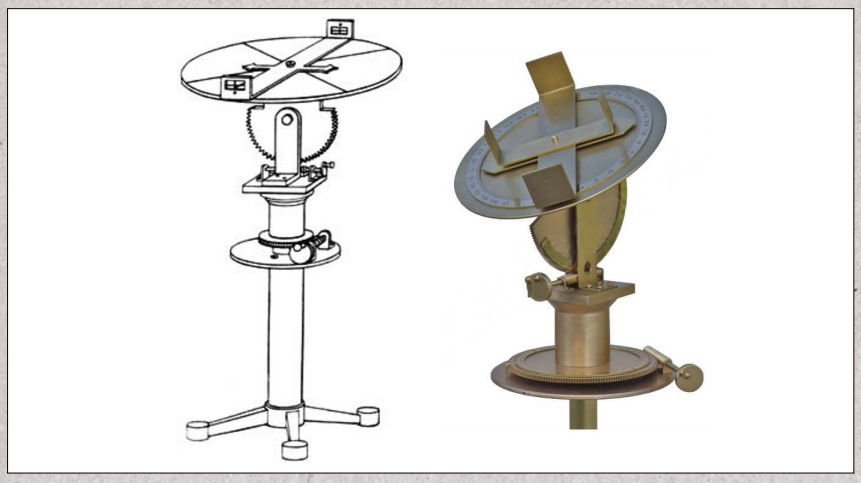


Рис. 2. Диоптра Герона

нейшей взаимосвязи с геометрией, долгое время эти две дисциплины взаимно дополняли и развивали друг друга. Показателен тот факт, что в древнеегипетском «Папирусе писца Ахмеса» (рис. 1), датируемом XVII в. до н.э., содержатся правила производства полевых съёмок и вычисления площадей земельных участков, а также приводится значение числа «пи» (256/81 ≈ 3,1605), причём это одно из самых древних письменных упоминаний этого числа, дошедшее до нашего времени.

К сожалению, период примерно с VI до конца XV в. н.э. был периодом упадка геодезии, как и многих других наук, хотя в это время и происходили отдельные значимые события: выход первого учебника по геодезии (Аль-Бирун, 1025 г.), первые геодезические измерения в России в 1068 г. — измерение по льду ширины Керченского пролива между Керчью и Таманью, в Китае создана первая печатная карта (XII в. н.э.) и др.

С точки зрения средств измерений в древние века использовались достаточно примитивные инструменты: мерная бечева (верёвка с узлами, расположенными с фиксированными интервалами), отвес, треугольник, землемерный крест и другие простейшие средства для замера углов, превышений и расстояний. Позже был изобретён водяной нивелир в виде прибора с сообщающимися сосудами, заполненными водой. Важными событиями стали: изобретение Героном Александрийским диоптры — приспособления для измерения горизонтальных и вертикальных углов (рис. 2), и одометра — приспособления для измерения пройдённого пути, астролябии и квадранта (первое упоминание в 840 г.), изобретение компаса в Китае и его появление в Средиземноморье в X–XI вв.

Развитие геодезии в XVI–XVII вв.

Этот период называют периодом возрождения геодезии. Резко возрастает потребность в геодезических измерениях, происходят важные открытия в математике, астрономии, механике, оптике. Создаются новые типы геодезических инструментов, геодезия обрастает новыми составными дисциплинами.

Основным двигателем бурного развития геодезии стала пора Великих географических открытий (последние годы XV – вторая половина XVI в.). Активное освоение новых земель требовало оперативного создания и обновления топографических карт. Первое кругосветное путешествие Фернана Магеллана в 1519–1521 гг. подтвердило факт шарообразности Земли, что дало новый импульс разработке целого ряда картографических проекций (в том числе проекции Меркатора), позволяющих с наименьшими искажениями отображать шарообразную земную поверхность на плоскости. В XVI в. был разработан метод триангуляции, масштаб стал повсеместно применяться на военных и гражданских картах. В XVII в. разработана прямоугольная система координат, предложен метод координатного описания геометрических объектов (Р. Декарт, 1637 г.), Ньютон опубликовал основы теории фигуры Земли (1687 г.).

На этот период приходится целый ряд изобретений в области геодезического приборостроения. В XVI в. разработан полиметрум — прототип теодолита, в середине XVI в. термин «теодолит» впервые был использован в специальной литературе. В XVII в. была изобретена зрительная труба (1609 г.); разработан верньер (отсчётное устройство), создана мензула (1611 г.), для мензульной съёмки стала применяться линейка с диоптрами и масштабом; на середину века приходится первое упоминание экера — прибора для отложения прямых углов; во второй половине XVII в. появились цилиндрические уровни и сетка нитей в зрительной трубе.

Развитие геодезии с XVIII до середины XX в.

Этот период характеризуется значительными достижениями в разработке фундаментальных теоретических основ геодезии и её составных дисциплин (топографии, гравиметрии, фотограмметрии, картографии, астрономо-геодезии, высшей геодезии и др.); появлением большого числа новых геодезических инструментов и методов съёмки; созданием государственных опорных геодезических и нивелирных сетей; появлением многочисленных работ по определению и уточнению параметров фигуры и гравитационного поля Земли, методам уравнивания и оценки точности геодезических построений различного класса и назначения. Геодезические методы широко используются для обеспечения научной, производственной и хозяйственной деятельности.

В качестве примеров достижений в области геодезии и её составных дисциплин в этот период можно отметить разработку метода наименьших квадратов Гауссом (1794 г.); разработку моделей земного эллипсоида (Бесселя, Кларка, Хейфорда, Красовского); введение в 1873 г. понятий «фотограмметрия» и «геоид»; труды отечественных учёных по разработке строгих методов уравнивания и оценки точности рядов и сетей триангуляции (Ф.Н. Красовский, А.С. Чеботарёв, И.Ю. Пранис-Правевич и др.), новых методов создания опорных сетей (В.В. Данилов, А.И. Дурнев и др.). Научные труды советского учёного М.С. Молоденского по разработке метода астрономо-гравиметрическо-

го нивелирования с целью точного определения фигуры Земли заложили основу новой дисциплины — геодезической гравиметрии.

Значительные достижения также связаны с разработкой новых методов выполнения измерений, внедрением новых измерительных технологий в повседневную практику, разработкой новых геодезических инструментов. Так, в XVIII в. теодолиты начали применяться на съёмочных работах (долгое время параллельно с квадрантами и астролябиями); мензульная съёмка нашла применение в картографировании во многих странах; триангуляция активно использовалась для создания опорных сетей. В 1762 г. организуется фирма «Брейтгаупт и сын» — одна из первых фабрик по серийному производству геодезических инструментов (теодолитов, нивелиров, буссолей и др.). XIX в. становится временем картографирования территорий практически всех развитых стран; в середине XIX в. получены первые аэроснимки (с воздушных змеев и зондов); в 1846 г. Карл Цейс открыл оптическую мастерскую в немецком г. Йена, позже эта фирма стала одним из крупнейших производителей геодезических инструментов; в 1859 г. Бруннер создаёт первый фототеодолит, а несколько позже фототеодолиты начинают активно использоваться для топографической съёмки во многих странах; во второй половине XIX в. в развитых европейских странах начинает применяться метод геометрического нивелирования. В начале XX в. выполнена первая аэрофотосъёмка с самолёта (1909 г.). Конструкции теодолитов, нивелиров, фототеодолитов, кипрегелей получают дальнейшее развитие, их производство становится массовым (рис. 3).

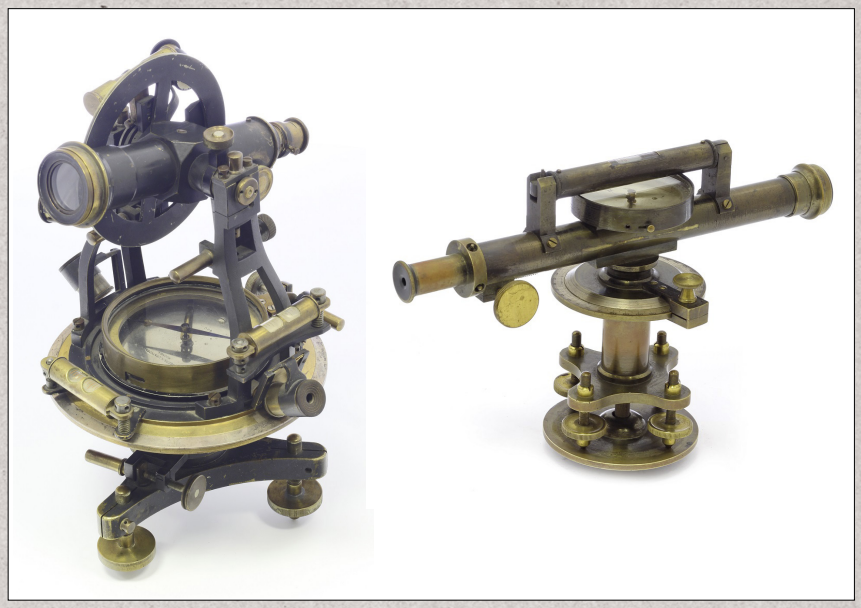


Рис. 3. Теодолит (Россия) и нивелир (США) производства конца XIX – начала XX в. (из коллекции музея ЗАО «Геостройизыскания», г. Москва)

Развитие геодезии во второй половине XX в.

Несмотря на свою непродолжительность, этот период развития геодезии характеризуется целым рядом ключевых достижений как в развитии теоретических основ фундаментальной геодезии, так и в разработке новых технологий позиционирования и соответствующих инструментальных средств измерений.

Освоение человечеством космического пространства привело к появлению космической геодезии — науки, изучающей использование результатов наблюдений искусственных и естественных спутников Земли для решения научных и научно-технических задач геодезии. Применение средств и методов космической геодезии позволило на новом уровне оценить геодинамические процессы, происходящие на нашей планете, уточнить многие фундаментальные константы, связанные с внутренним строением, фигурой, параметрами вращения и гравитационным полем Земли, решить другие научные и прикладные задачи.

В сфере геодезического приборостроения к середине XX в. были разработаны новые типы дальномеров, использующих физико-технические методы, основанные на интерференции света и интерференции радиоволн. Изобретение компенсатора (устройства для автоматического приведения линии визирования в горизонтальное положение) привело к выпуску новых моделей оптических нивелиров. В традиционных геодезических приборах начинает использоваться радиоэлектронная элементная база.

В 60-х гг. XX в. появляются новые типы приборов — гиротеодолит и гироскопическая насадка на теодолит. С их помощью стало возможным выполнять угловые измерения относительно направления на истинный Север в любом месте, независимо от наличия исходных ориентирных пунктов. Наибольшее применение эти приборы получили в горном деле и при строительстве подземных тунелей.

Для картографирования больших территорий активно используется аэрофотосъёмка с последующей фотограмметрической обработкой её результатов. Достижения радиоэлектроники также предопределили появление других новых типов геодезических приборов — электронно-оптических тахеометров и нивелиров, а также лазерных построителей плоскости и направления (лазерных нивелиров).

Ключевым фактором развития новых технологий позиционирования в этот период стало освоение человечеством космического пространства. На начальном этапе освоения космоса использовалась технология лазерной локации Луны и искусственных спутников Земли (ИСЗ). Вначале выполнялись дальномерные измерения лазерным лучом до поверхности Луны, несколько позже — до уголковых отражателей, установленных на её поверхности. Также были запущены специальные ИСЗ, представляющие собой отражатели для лазерного луча (LAGEOS 1 и 2). По результатам лазерной локации измерялись расстояния от Земли до Луны и ИСЗ, определялись расстояния между станциями лазерной локации на поверхности Земли, уточнялись параметры фигуры и гравитационного поля Земли и Луны,

решались другие, главным образом научные, задачи.

В 60-х гг. были разработаны первые спутниковые системы навигации — Transit (США) и Цикада (СССР), которые использовались до конца 90-х гг. Наземная приёмная аппаратура уже была достаточно компактной (по сравнению с системами лазерной локации), а принцип её работы основывался на использовании эффекта Доплера для определения относительной лучевой скорости движения ИСЗ в процессе его прохождения в зоне видимости приёмной аппаратуры. Из решения системы уравнений по результатам последовательных наблюдений нескольких ИСЗ определялись координаты приёмной аппаратуры.

Действительно революционные изменения в технологиях позиционирования произошли в конце XX в. после запуска достаточного числа спутников глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) NAVSTAR GPS (США) и ГЛОНАСС (Россия). Хотя эти системы изначально разрабатывались для военных приложений, они нашли широкое применение и для гражданских навигационных целей, и для высокоточного позиционирования на геодезическом уровне точности (от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров в зависимости от условий наблюдений).

Ещё одним достижением этого периода можно считать создание роботизированных электронных тахеометров — инструментов, позволяющих автоматически захватывать и сопровождать визирную цель (отражающую призму) за счёт использования сервоприводов для вращения алидады и зрительной трубы. Дальнейшее своё развитие этот тип инструментов получил уже в XXI в.

В конце XX в. наметилась тенденция интеграции геодезических технологий в более сложные системы. Так, появились первые системы автоматизированного управления дорожно-строительными машинами (САУ ДСМ) [6], суть работы которых заключается в определении текущего положения рабочего органа машины и приведения его в проектное положение. Первые такие системы (2D) позволяли только копировать опорную поверхность (с помощью механической лыжи, ультразвука или приёмника лазерного излучения). Развитие ГНСС-технологий и роботизированных электронных тахеометров привело к созданию 3D САУ ДСМ, которые стали активно прогрессировать уже в XXI в.

Развитие геодезии в XXI в.

Хотя этот период насчитывает менее двух десятилетий, он характеризуется как серьёзным усовершенствованием уже существующих средств и методов измерений, так и появлением новых измерительных технологий. Ключевой отличительной особенностью нового века стал переход от координирования отдельных точек (или объектов) к сбору массивов пространственных данных.

Действительно, традиционные геодезические инструменты подразумевают последовательное наведение на различные объекты с целью их координирования. Другими словами, за один интервал времени можно выполнить измерения только одной точки. На рубеже веков появляется технология лазерного сканирования, которая позволяет за секунду определить координаты десятков и даже сотен тысяч точек. Сначала разрабатываются модели наземных (стационарных) лазерных сканеров, затем появляются воздушные лазерные сканеры (для установки на пилотируемые летательные аппараты), а вслед за ними — уже системы мобильного лазерного сканирования для использования на наземных транспортных средствах. Показательно, что задача создания наземных мобильных лазерных систем оказалась технически сложнее их воздушного применения.

Следует отметить, что некоторые современные модели роботизированных электронных тахеометров также могут работать в режиме сканирования, однако их возможности несопоставимы с наземными лазерными сканерами. Тем не менее возможность координирования десятков точек в секунду также позволяет говорить о сборе массивов данных.

Наряду с технологией лазерного сканирования активно развиваются технологии цифровой фотосъёмки высокого разрешения. Программное обеспечение, созданное для обработки результатов цифровой фотосъёмки, также позволяет получать массивы точек с их трёхмерными координатами, правда здесь используются несколько иные принципы их получения, чем в случае технологии лазерного сканирования. Технология панорамной фото- и видеосъёмки в комбинации с мобильными лазерными сканерами сегодня уже активно используется для целей позиционирования, однако как самостоятельный метод сбора пространственной информации эта технология находится в стадии развития с точки зрения разработки соответствующего программного обеспечения для обеспечения возможности координирования объектов, попавших в поле зрения фотокамеры.

Развитие беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и компактных цифровых фотокамер приводит к появлению нового вида аэрофотосъёмки, отличающегося своей удивительной мобильностью и низкой себестоимостью по сравнению с традиционной технологией аэрофотосъёмки. Большое разнообразие типов БПЛА и конфигураций навесного оборудования позволяет этому методу решать широкий спектр задач.

Совершенно новые возможности дистанционного зондирования Земли предоставили ИСЗ различного назначения. По космическим сним-

кам сегодня можно получать карты крупных масштабов (1:5000 и даже крупнее), картографирование больших территорий перестало быть сложной долгосрочной задачей. В дополнение к GPS и ГЛОНАСС вводятся в действие новые ГНСС — Galileo (ЕС) и Beidou (Китай). Свои спутниковые системы позиционирования локального покрытия разрабатывают Япония и Индия.

Совершенствование технологий и аппаратуры ГНСС-измерений привело к появлению на рубеже веков метода RTK-съёмки (от английского «Real Time Kinematic» — кинематика в реальном времени). Метод связан с обменом корректирующей информацией между базовой станцией (неподвижным ГНСС-приёмником на точке с известными координатами) и мобильным приёмником — ровером (от английского «rover»). В результате ровер способен с точностью в несколько сантиметров определять свои текущие координаты в реальном времени. Для обеспечения стабильного покрытия территорий корректирующей информацией была создана технология сетей высокоточного позиционирования, основанная на развитии инфраструктуры постоянно действующих базовых станций ГНСС.

На протяжении последнего десятка лет активное развитие получил ещё один метод ГНСС-позиционирования, Precise Point Positioning — метод точного позиционирования, или просто PPP (Пи-Пи-Пи) [7]. Его принципиальное отличие от других общепринятых геодезических методов ГНСС-наблюдений заключается в том, что он не требует наличия другого ГНСС-приёмника, выполняющего синхронные статические наблюдения, или канала связи с базовой станцией, передающей RTK-поправки. Другими словами, отдельно взятый ГНСС-приёмник практически в любой точке земного шара может определить своё местоположение точнее 10 см за достаточно короткий интервал времени (10–15 минут). С увеличением продолжительности наблюдений точность позиционирования возрастает. Главным условием реализации этой технологии является использование двухчастотного ГНСС-приёмника и получение эфемеридно-временной корректирующей информации от специальных сервисов. Для постобработки ГНСС-наблюдений получение такой информации бесплатно. Для использования метода PPP в реальном времени корректирующая информация предоставляется на коммерческой основе. Надо сказать, что на сегодняшний день этот поистине революционный метод позиционирования до сих пор не смог завоевать должного признания и распространения в нашей стране. Причин тому много, и их рассмотрение может стать предметом отдельной публикации.

В заключение обзора достижений, оказавших заметное влияние на развитие геодезии за последние полтора десятка лет, нельзя не сказать о технологиях хранения и обмена данными — облачных сервисах. Многие поставщики геодезических измерительных систем сегодня также предлагают программные продукты, стирающие границы между работой геодезистов на стройплощадке и в офисе. Результаты полевых измерений могут в реальном времени передаваться в офис для обработки и анализа, а проектная модель может быть оперативно передана на стройплощадку для её выноса в натуру. В предыдущем разделе упоминалось про системы управления машинами (САУ ДСМ). Сегодня эти системы уже позволяют автоматически формировать проектные поверхности земляного полотна и дорожной одежды без предварительной разбивки участка работ геодезистами с помощью кольев или монтажных струн, САУ ДСМ могут даже выполнять исполнительную съёмку сформированных поверхностей и передавать эти данные в офис посредством специальных сервисов. Геодезические технологии продолжают развиваться.

Применение современных технологий геодезических измерений в дорожной отрасли

За последние несколько десятков лет методы и средства выполнения геодезических измерений претерпели серьёзные изменения. Сейчас уже вряд ли встретишь геодезиста-изыскателя или строителя с обычным оптическим теодолитом, место теодолитов прочно заняли электронные тахеометры. Более того, всё чаще в работе используются тахеометры инженерного класса, имеющие большой набор встроенных программ и позволяющие автоматизировать многие процессы, которые ранее требовали камеральных вычислений. Прочно вошли в геодезическую практику и ГНСС-приёмники.

В то же время возможности, которые открывают некоторые недавно появившиеся технологии сбора пространственных данных, на взгляд автора, порой недооценены. В первую очередь, речь идёт о технологиях аэросъёмки с БПЛА и лазерного сканирования (наземного и мобильного).

С помощью БПЛА можно оперативно собрать геопространственную информацию на значительных площадях выполнения съёмки, причём достигаемая точность результатов на уровне нескольких сантиметров может обеспечить решение многих прикладных задач. Слабыми сторонами данной технологии измерений является зависимость от погодных условий, наличия густой растительности в полосе съёмки, наличия облачности, местоположения объекта (его близости к «закрытым» территориям). В частности, аэрофотосъёмка с БПЛА может стать эффективным инструментом выполнения геодезических изысканий на стадии проектирования. Плотность и детальность получаемых данных, а также производительность выполнения работ может в значительной степени сократить объём полевых измерений традиционными геодезиче-

скими инструментами (тахеометрами, ГНСС-приёмниками). Это же справедливо для работ, связанных с постановкой земельных участков на кадастровый учёт. На этапе строительства этот метод съёмки может использоваться для периодического контроля хода выполнения работ на объекте. В качестве инструмента исполнительной съёмки завершённого строительства БПЛА не сможет предоставить данные требуемой точности о дорожном покрытии, однако придорожная ситуация может быть дешифрирована по результатам съёмки с БПЛА.

Наземные лазерные сканеры характеризуются очень высокой частотой измерений (от нескольких десятков тысяч до миллиона измерений в секунду) и высокой плотностью точек измерений (расстояние между точками измерений может составлять несколько миллиметров). Благодаря высокой скорости и плотности измерений лазерные сканеры обеспечивают максимально возможную детальность съёмки, достигаемую современным геодезическим оборудованием. Тем не менее у этого оборудования есть свои ограничения — сравнительно небольшой радиус действия при съёмке горизонтальных поверхностей, зависимость от погодных условий и температуры окружающей среды. Благодаря перечисленным особенностям этот метод измерений может использоваться в случае диагностики сложных инженерных сооружений (путепроводов и пр.), а также, в случае такой необходимости, для детальной высокоточной съёмки небольших участков дорожного покрытия и других объектов.

Системы мобильного лазерного сканирования (МЛС) обладают преимуществами наземных лазерных сканеров в части высокой скорости и плотности измерений и при этом обеспечивают высокую мобильность выполнения съёмки. Благодаря своей мобильности эти системы позволяют оперативно выполнять съёмку больший территорий с высокой точностью. Тем не менее этим системам присущи ограничения обычных лазерных сканеров — зависимость от погодных условий и температуры окружающей среды. Технология МЛС обеспечивает наибольшую производительность работ и детальность получаемых данных при выполнении исполнительной съёмки дорожного покрытия, объектов дорожного обустройства, объектов придорожного сервиса и т.п. Однако система мобильного лазерного сканирования не сможет выполнить съёмку поверхностей, находящихся вне зоны прямой видимости системы — кюветов, поверхностей позади шумозащитных экранов и т.п. При наличии таких «мёртвых зон» для лазерной съёмки, для досъёмки потребуется применение других средств измерений, например, ГНСС-аппаратуры или электронных тахеометров.

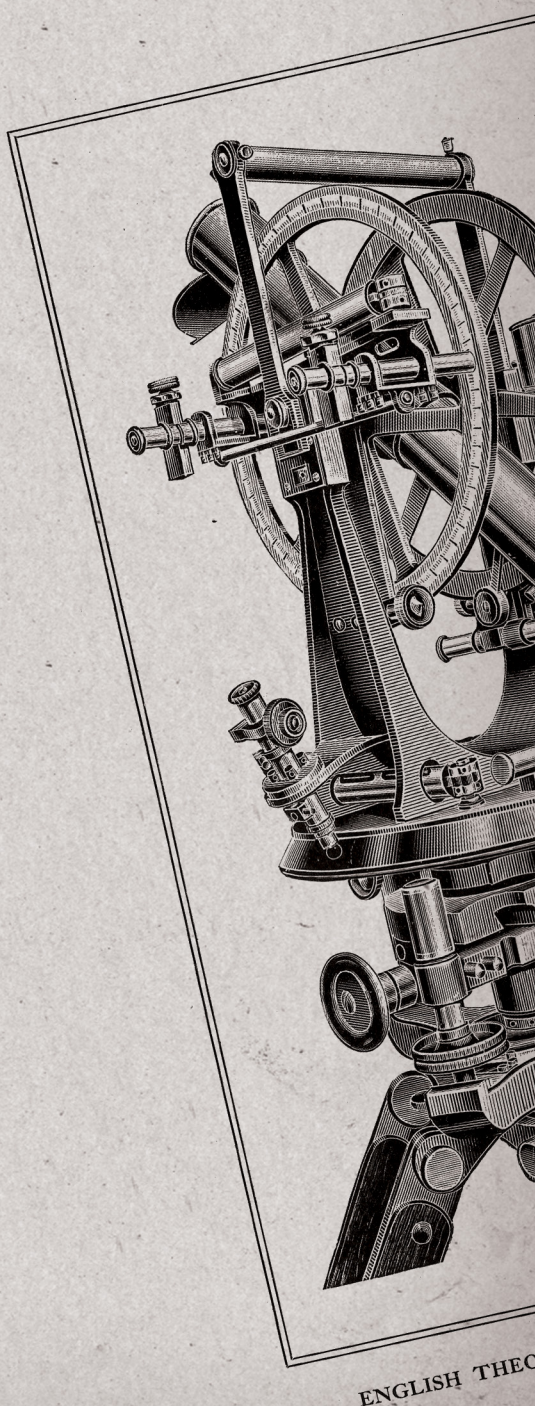
Заключение

Развитие средств и методов геодезических измерений происходит постоянно, в последние десятилетия динамика появления новых технологий позиционирования заметно возросла. Подходы к проектированию, строительству (ремонту, реконструкции) и эксплуатации автомобильных дорог также не стоят на месте. Всё большее внимание в дорожной отрасли уделяется внедрению технологии информационного моделирования дорог на всех этапах их жизненного цикла [8, 9]. Формирование информационных моделей дорог на требуемом уровне точности и детальности невозможно без применения самых современных средств и методов геодезических измерений.

Безусловно, для широкого внедрения и новых технологий измерений, и инновационной технологии информационного моделирования дорог требуется изменение целого ряда нормативных документов. Но без активного освоения и опытного внедрения инновационных технологий процесс нормотворчества никогда не тронется с места.

Литература

1. Хренов Л.С. Хронология отечественной геодезии с древнейших времен и до наших дней. — Ленинград, 1987, 291 с.
2. Папковский П.П. Из истории геодезии, топографии и картографии в России. — М.: Наука, 1983. — 160 с.
3. Тетерин Г.Н. История геодезии с древнейших времен. Новосибирск: СГГА, 2001. — 432 с.
4. История Геодезии. URL: http://istgeodez.com/ (дата обращения 30.05.2017).
5. Волков С.Н. Землеустройство имений знатных людей в древности // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель, 2011, № 10 (82), С. 17–27.
6. Гулин В.Н. Цифровые модели для систем управления дорожно-строительными машинами // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2015. № 1(4). С. 56–59.
7. Laínez Samper M.D. et al. Multisystem real time precise-point-positioning // Coordinates. 2011. February. V. VII, iss. 2.
8. Попов В.А., Бойков В.Н. Об информационных моделях дорог в технической политике Госкомпании «Автодор» // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2014. № 2(3). С. 8–11. DOI: 10.17273/CADGIS.2014.2
9. Скворцов А.В., Сарычев Д.С. Жизненный цикл проектов автомобильных дорог в контексте информационного моделирования // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2015. № 1(4). С. 4–14. DOI: 10.17273/CADGIS.2015.1



Необходимость внедрения геоинформационных систем в процесс трассирования автомобильных дорог

DOI: 10.17273/CADGIS.2016.2.6

аль-Дамлахи Июссеф, магистрант кафедры «Изыскания и проектирование дорог» МАДИ (г. Москва)

Статья посвящена применению геоинформацоинных систем (ГИС) совместно с системами автоматизированного проектирования (САПР). Возможности системы используются для выбора оптимальных трасс автомобильных дорог с учётом критерия уклона рельефа (с минимальными уклонами поверхности земли) и их редактирования в соответствии с нормативыми критериями геометрического трассирования, что способствует минимизации объёмов земляных работ на участках скального грунта, где стоимость выемки намного выше.

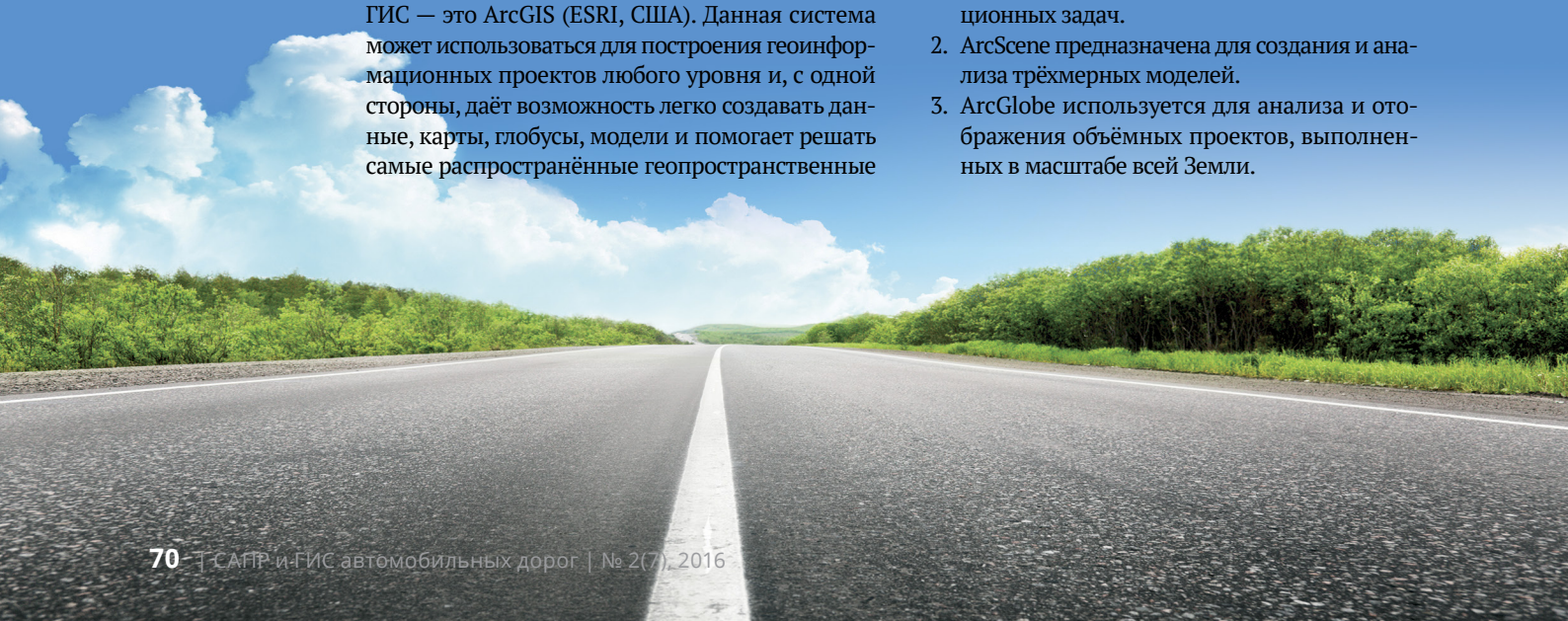
Геоинформационные системы применяются во многих отраслях, в том числе и в дорожном хозяйстве, для решения самого широкого круга инженерных и управленческих задач [1, 2].

В рамках настоящей статьи описывается метод расчёта оптимального прохождения трассы автомобильной дороги с целью минимизации объёмов земляных работ на основе глобальных данных цифровой модели рельефа (ЦМР) и посредством инструментария ГИС.

В качестве ГИС-инструментария автором статьи была выбрана одна из самых известных ГИС — это ArcGIS (ESRI, США). Данная система может использоваться для построения геоинформационных проектов любого уровня и, с одной стороны, даёт возможность легко создавать данные, карты, глобусы, модели и помогает решать самые распространённые геопространственные задачи, а с другой стороны, позволяет экспортировать данные в форматы самых известных программ и, наоборот, импортировать данные из систем, наиболее широко используемых в сфере геометрического черчения, програмирования, создания баз данных и т.д.

Программа ArcGIS включает в себя четыре модуля, один из которых — ArcMap — является управленческим:

1. ArcMap — это основная программа, которая используется для выполнения анализа, вывода карт и решения различных геоинфомационных задач.
2. ArcScene предназначена для создания и анализа трёхмерных моделей.
3. ArcGlobe используется для анализа и отображения объёмных проектов, выполненных в масштабе всей Земли.



4. ArcCatalog представляет собой архив для создания и хранения всех слоёв и баз данных ArcGIS.

Для выполнения анализа и решения геопространственных задач в ArcMap используется инструмент ArcToolbox. С его помощью можно выполнить более 600 операций и процедур, позволяющих решать задачи ГИС [3].

На этапе оценки экономической себестоимости любого проекта, в том числе проекта автомобильной дороги, специалисты оценивают стоимость выполнения каждой стадии проекта и составляют ведомость, содержащую приблизительные объёмы работ, стоимость всех необходимых материалов, оборудования, труда наёмных рабочих и т.д. Также составляется план ожидаемой продолжительности осуществления каждой стадии проекта.

Стоить заметить, что на первой стадии выполнения проекта строительства автомобильной дороги сначала проводятся земляные работы, включающие в себя устройство выемок и насыпей, то есть то, что называется работами нивелирования местности автомобильной дороги.

Стоимость этих работ составляет большую часть от общей стоимости проекта, особенно если речь идёт о местности, где есть твёрдые грунты, например скалистые или каменистые, и где стоимость выемки земли значительно выше в сравнении с глинистыми грунтами. Поэтому на стадии трассирования автомобильной дороги в плане и в продольном профиле необходимо обратить внимание на то, как спроектировать наилучшую трассу, которая, с одной стороны, будет соотвествовать критериям геометрического трассирования, а с другой стороны, будет учитывать цифровую модель местности, располагаясь таким образом, чтобы объёмы земляных работ были минимальны. Также стоит добавить, что один из показателей удачного трассирования — это получение трассы, в которой объёмы выемки и насыпи примерно равны.

Для решения указанной задачи необходимо провести тщательный анализ ЦМР и её уклонов, а также учитывать их при трассировании, выбирая оптимальный вариант прохождения трассы между её начальным и конечным пунктами. Но, к сожалению, этот важный момент чаще всего не учитывается пректировщиками, которые обычно подходят к стадии трассирования только с учётом критерев трассирования в СНиП и слабо учитывают ЦМР участка дороги. Тем не менее, указанный критерий оказывает большое влияние на стоимость выполнения земляных работ при строительстве автомобильной дороги.

> ...важнейшим условием проектирования трассы является либо владение проектировщиком знаниями в области геодезии и картографии, либо предоставление возможности участвовать в процессе трассирования геодезистам, которые смогут проанализировать и оценить ЦМР...

Во многих случаях у нас есть шанс найти оптимальную трассу, которая при этом удовлетворяет требованиям геометрического трассирования, но требует гораздо меньших объёмов земляных работ, что в свою очередь значительно снижает стоимость дороги.

В связи с этим важнейшим условием проектирования трассы является либо владение проектировщиком знаниями в области геодезии и картографии, либо предоставление возможности участвовать в процессе трассирования геодезистам, которые смогут проанализировать и оценить ЦМР, а также предоставить оптимальные варианты трассирования, соответствующие всем требованиям проектирования автомагистралей, но с минимальными финансовыми затратами.

Программа ArcGIS содержит целый ряд инструментов, позволяющих анализировать ЦМР и получать на её основе новую информацию, в том числе значения уклонов, триангуляционную модель местности, горизонтали и т.д.

Цифровая модель местности (ЦММ) или ЦМР обычно отображаются растровым методом, и точность этих моделей (растров) зависит от размеров пикселей. Как уже было сказано, эти модели можно получить несколькими способами, например с помощью изображений дистанционного зондирования, передаваемых спутниками, либо изображений, получаемых с большой высоты при помощи фотограмметрической техники, установленной на летательный аппарат. Конечно, такие изображения или модели можно получить за отдельную плату у специальных организаций, однако стоимость будет зависеть от точности этих изображений. Но, к счастью, существуют сайты, специализирующиеся на создании спутниковых изображений, карт и цифровых моделей местности и рельефа земной поверхности, которые предоставляют бесплатные ЦМР с невысокой точностью (размеры пикселя обычно составляют 90 × 90 м или, в лучшем случае, 30 × 30 м), но этих значений вполне достаточно для целей анализа, оценки и предварительного проектирования автомобильных дорог или других инженерных сооружений. Приведём примеры подобных сайтов.

1. Aster GDEM (http://gdem.ersdac.jspacesystems.or.jp). Данный сайт обеспечивает возможность за-

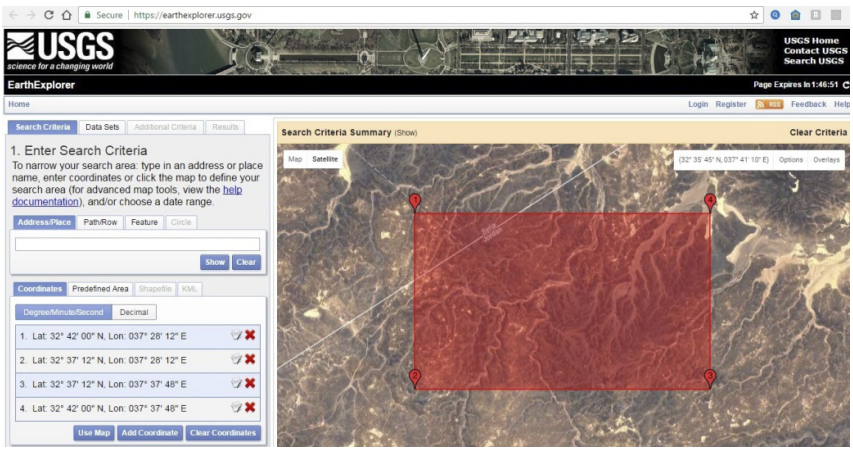


Рис. 1. Загрузка данных о рельефе местности в программе Earth explorer

Таблица 1. Географические координаты участка ЦМР

Номер точки	Долгота, град	Широта, град
1	37,47	32,7
2	37,47	32,62
3	37,63	32,62
4	37,63	32,7

Таблица 2. Координаты точек начала и конца трассы

Точка трассы	X, град	Y, град	Z, м
Начало	37,489968	32,664017	782
Конец	37,605155	32,654689	767

грузки ЦМР с разрешением 30 м или 90 м и с расширением TIFF [4].

2. cgiar-csi-srtm (http://srtm.csi.cgiar.org). Данный сайт обеспечивает возможность загрузки ЦМР только с разрешением 90 м [5].
3. Earth explorer (http://earthexplorer.usgs.gov/). Один из лучших сайтов для загрузки ЦМР, обеспечивает возможность загрузки ЦМР с разрешением 30 м и с расширением TIFF [6]. На рис. 1 представлен участок, для которого с данного сайта была загружена ЦМР. Участок находится на юге Сирии (Между Сирией и Иорданией).

Грунт данной местности представлен скальными магматическими горными породами, преимущественно базальтами.

Для экспериментального проектирования автомобильной дороги был выбран участок местности площадью около 158 км^2 (8,88 км × 17,76 км). Географические координаты вершин прямоугольника местности представлены в таблице 1.

Географические координаты точек начала и конца проектируемой автомобильной дороги и их Z-отметки (высота над уровнем моря) представлены в таблице 2.

Один из самых важных инструментов Arctoolbox в программе ArcMap — это инструмент, называющийся «оптимальный путь» (Cost Path) (рис.2).

Этот инструмент вычисляет путь с наименьшей стоимостью от источника до места назначения с помощью двух дополнительных этапов. Первый осуществляется с помощью инструмента «Стоимостное расстояние» (Cost Distance), который создаёт выходной растр, в котором каждой ячейке присваивается суммарная стоимость до ближайшей ячейки источника. Алгоритм использует представление ячейки по типу «узел/связь», используемое в теории графов. При таком принципе представления центр каждой ячейки рассматривается как узел, а каждый узел может

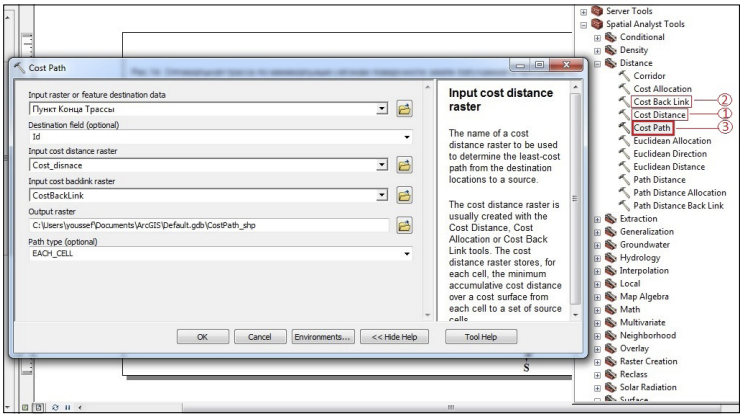


Рис. 2. Диалоговое окно расчёта оптимального пути в программе ArcMap

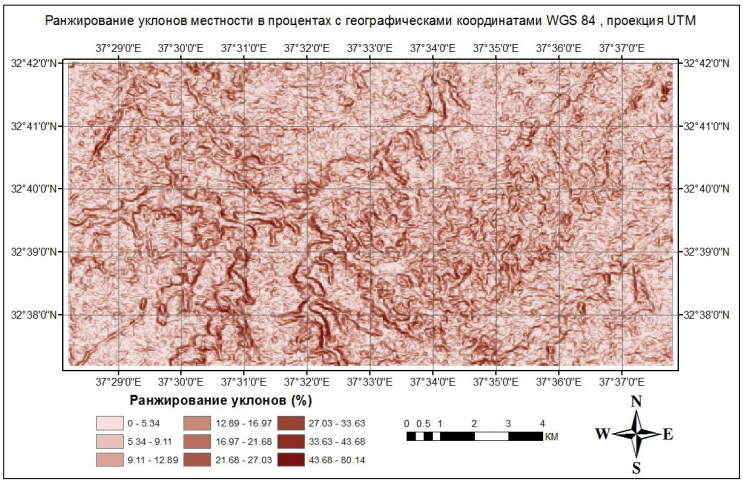


Рис. 3. Ранжирование уклонов местности в процентах в программе ArcGIS

быть соединён несколькими связями со смежными узлами. Второй этап осущевляется с помощью инструмента «Стоимостное направление» (Cost Back Link), который определяет соседа — следующую ячейку на пути наименьшей суммарной стоимости к ближайшему источнику. Подробную информацию о сути работы каждого их этих инструментов можно найти в [7]. Критерием, по которому оценивается стоимость пути, являются данные, содержащиеся в слое. В нашем случае это растровый слой, содержащий значения уклонов поверхности Земли. Каждый пиксель имеет значение уклона (уклоны в программах ГИС можно отображать двумя способами: либо в процентах, либо в градусах). Размер пикселя зависит от точности изображения. Таким образом, при применении указанного инструмента у нас получается трасса между начальным и конечным пунктом, проходящая через пиксели, которые имеют минимальные уклоны поверхности Земли. Из сказанного очевидно, что использование на участке минимальных уклонов даёт нам минимальные объёмы земляных работ. Чтобы выполнить ука-

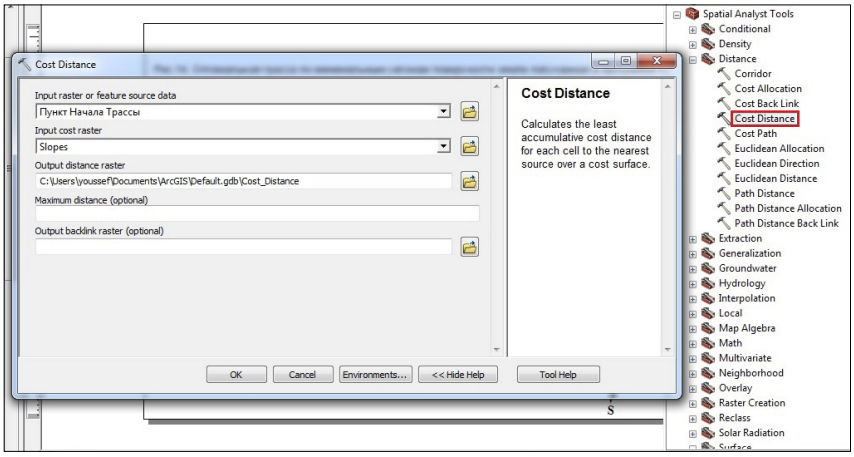


Рис. 4. Диалоговое окно Cost Path программы ArcMap

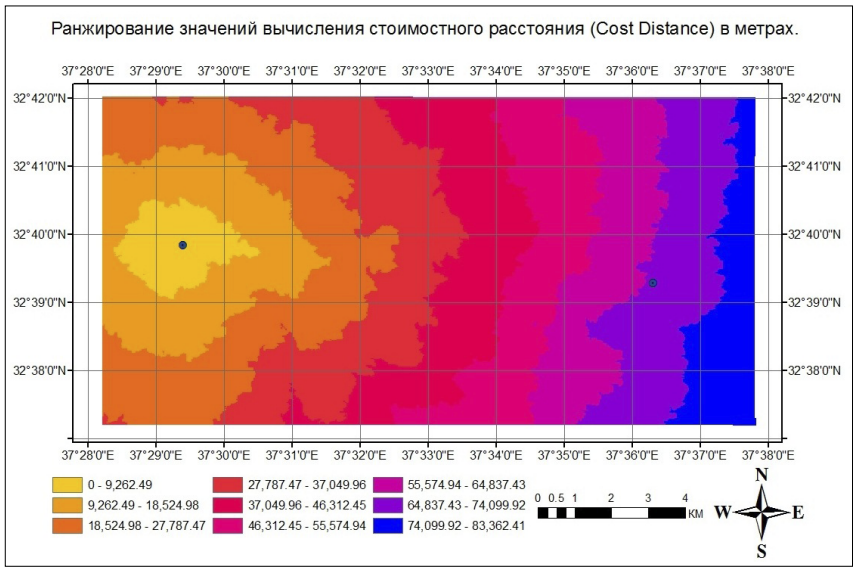


Рис. 5. Результат применения функции «Стоимостное расстояние» к местности

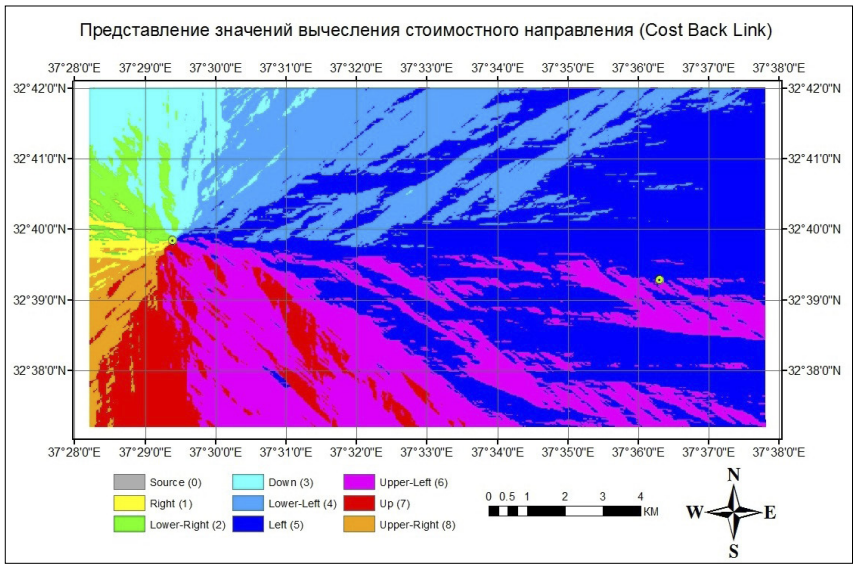


Рис. 6. Результат применения функции «Стоимостное направление» к местности

занный процесс, нам нужно создать слой, содержащий точку начала трассы, и слой, содержащий точку конца трассы, а также необходимо наличие слоя уклонов рельефа в качестве растровых данных. При извлечении уклонов поверхности земли для изучаемой местности в программе ArcGIS у нас получился слой растра, содержащий уклоны поверхности земли изучаемой местности, варирующиеся от нуля до 80,4%.

Уклоны поверхности земли были разделены на девять диапазонов, для каждого диапазона назначен свой собственный цвет, начиная от более светлого цвета для малых величин уклона и заканчивая более тёмным (коричневым) для больших величин уклона. Программа ArcGIS даёт возможность представить уклоны поверхности земли двумя способами (либо в процентах, либо в градусах). Так как при проектировании автомобильных дорог уклоны обычно представляют в процентах, мы также выбрали этот способ (рис.3).

Высоты точек поверхности земли изучаемой местности варируются от 661 м до 897 м над уровнем моря.

Далее к полученным данным была применена функция «Стоимостное расстояние» (Cost Distance). В диалоговом окне применения данной функции в первой строке указывается слой, содержащий точки начала трассы. Во второй строке выбирается слой, содержащий критерии, на основе которых необходимо найти оптимальную трассу. В третьей строке указывается путь к папке на компьютере, где будет сохранён итоговый слой (рис. 4).

Результат применения данной функции к текущей местности представлен на рис. 5.

Далее была применена функция «Стоимостное направление» (Cost Back Link). В качестве исходных данных для применения функции был указан слой, содержащий точки начала трассы и слой, соддержащий стоимостное расстояние, определённое на предыдущем шаге. На рис. 6 приведён результат применения функции «Стоимостное направление» к текущей местности.

К полученным данным была применена функция «Стоимость пути» (Cost Path). В качестве исходных данных был выбран слой, содержащий точки конца трассы, слой, соддержащий стоимост-

ное расстояние и слой с полученным стоимостным направлением.

После применения данного инструмента на заданном участке между началом и концом предполагаемой дороги была получена трасса, представленная на рис. 7.

Итоговая трасса была инерполирована и отредактирована в соответствии с нормативным критериям трассирования автомобильных дорог для первой категории (IБ). Протяжённость полученной трассы составляет 11246,32 м (рис. 8).

Полученная трасса была экспортирована в AutoCAD Civil 3D. Затем в AutoCAD Civil 3D была создана вторая трасса, не зависящая от первой и также соотвествующая нормативным критериям геометрического трассирования автомагистралей для первой категории (IБ). Данная трасса показана на рис. 9, её протяженность составляет 10946,89 м.

После этого для каждой трассы был запроектирован продольный профиль с учётом критериев проектирования автомобильных дорог первой категории (IБ). Принято предельное значение для высоты насыпи не более чем 12 м для обоих профилей. Затем запроектированы поперечные профили для выемки и насыпи. Элементы поперечного профиля для выемки и насыпи проиллюстрированы на рис. 10 и 11. Толщина дорожной одежды предположительно принята равной 67 см.

На последнем этапе были рассчитаны объёмы земляных работ для первой трассы, полученной в программе ArcGIS, и для второй трассы, полученной в программе AutoCAD Civil 3D. Полученные объёмы приведены на рис. 12.

При сравнении объёмов выемки и насыпи первой и второй трасс видно, что у первой трассы объём выемки меньше, чем у второй, запроектированной в AutoCAD Civil 3D без учёта особенностей ЦМР. В указаном примере объём насыпи при применении технологий ГИС увеличился только на 24,8%, а объём выемки при этом сократился на 36,5% по сравнению с объёмом выемки для трассы, запроектированной в AutoCAD Civil 3D. Другими словами, объём насыпи увеличился на 150517 м^3, объём выемки сократился на 2239725 м^3. С экономической точки зрения это является очень важным и сильно влияет на общую себестоимость строительства автомобильной дороги.

Рассмотренный метод трассирования автомобильных дорог можно применять на холмистых, горных местностях или в районах скальных грунтов, где важно учитывать объёмы земляных работ. Поскольку этот метод в общем ограничивает гибкость выбора желательных радиусов кривых трассы в плане, он не будет эффективным в районах глинистых грунтов. В последнем случае его можно применять с целью выбора оптимальной геометрии трассы.

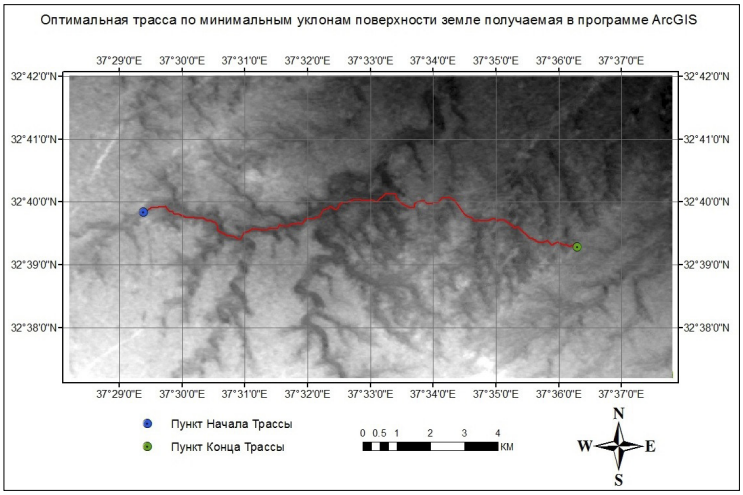


Рис. 7. Оптимальная трасса по минимальным уклонам поверхности земли, полученная после применения инструмента «Стоимость пути»

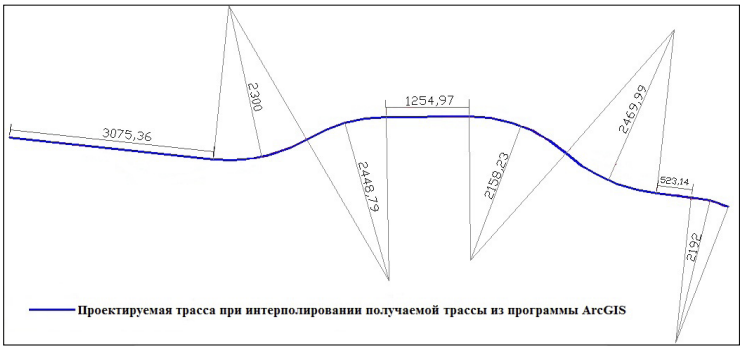


Рис. 8. Трасса, полученная при интерполировании трассы, созданной в программе AcrGIS

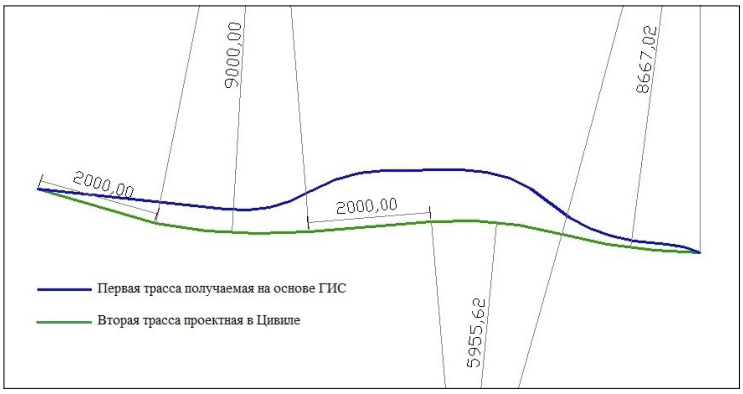


Рис. 9. Трасса, запроектированная в AutoCAD Civil 3D

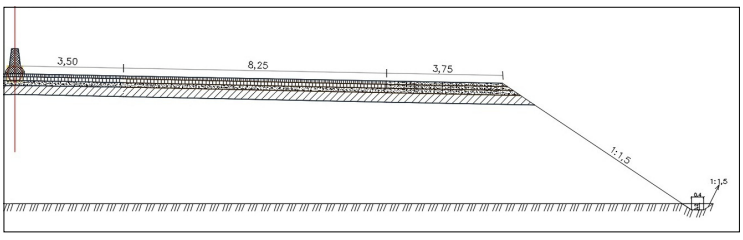


Рис.10. Поперечный профиль с насыпью

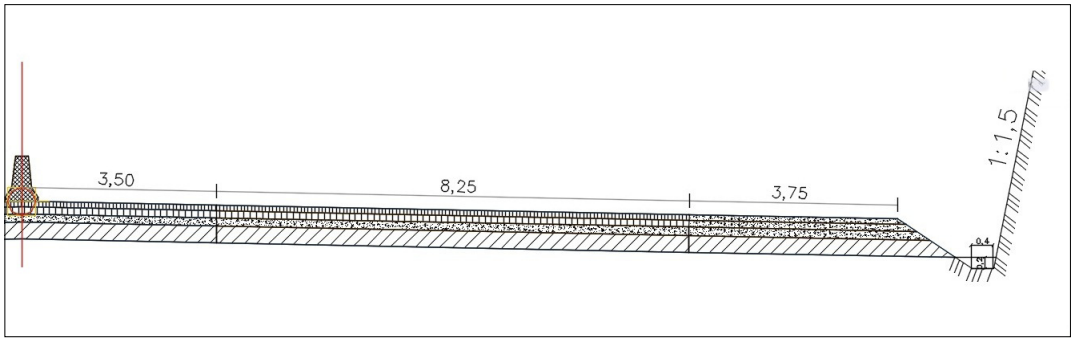
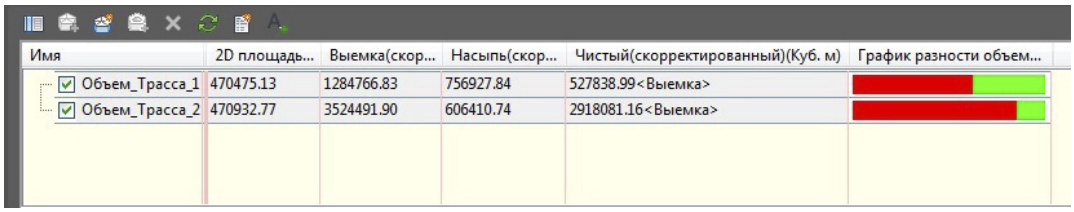


Рис. 11. Поперечный профиль с выемкой



Имя	2D площадь...	Выемка(скор...	Насыпь(скор...	Чистый(скорректированный)(Куб. м)	График разности объем...
Объем_Трасса_1	470475.13	1284766.83	756927.84	527838.99<Выемка>	
Объем_Трасса_2	470932.77	3524491.90	606410.74	2918081.16<Выемка>	

Рис. 12. Сравнение объёмов земляных работ для трассы, полученной в ArcGIS и трассы, запроектированной в AutoCAD Civil 3D

В заключение необходимо отметить, что процесс нахождения оптимальной трассы по определённым критериям является сложным и трудоёмким, поэтому ещё на стадии проектирования дороги необходимо использовать технологию ГИС для анализа ЦМР и дальнейшего автоматического нахождения оптимальной трассы. Игнорирование данного требования может привести к увеличению материальных затрат при строительстве автодороги.

Литература:

1. Геоинформационные системы в дорожном хозяйстве: Справочная энциклопедия дорожника (СЭД) / А.В. Скворцов [и др.]. Т. VI. М.: ФГУП «Информавтодор», 2006. 372 с.
2. Скворцов А.В., Поспелов П.И., Котов А.А. Геоинформатика в дорожной отрасли: учеб.пособие для вузов по специальности «Автомоб.дороги и аэродромы». М: МАДИ, 2005. 250 с.
3. Intermediate GIS — Work Book for ArcMap 10.2. Alaska, department of Fish and Game. С. 70.
4. Aster GDEM. URL: http://gdem.ersdac.jspacesystems.or.jp (дата обращения 31.05.2017).
5. Cgiar-csi-srtm. URL: http://srtm.csi.cgiar.org (дата обращения 31.05.2017).
6. Earth explorer URL: http://earthexplorer.usgs.gov/ (дата обращения 31.05.2017).
7. Обзор инструментов Расстояние. URL: http://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/10.4/tools/spatial-analyst-toolbox/an-overview-of-the-distance-tools.htm (дата обращения 31.05.2017).

Персона: Субботин Сергей Аркадьевич

Человек с географической привязкой к местности. Интервью с создателем ГИС IndorRoad

DOI: 10.17273/CADGIS.2016.2.7

Персона: Субботин С.А., начальник отдела ГИС автомобильных дорог ООО «ИндорСофт» (г. Томск)
Интервьюировала: Кузнецова А.П., начальник отдела продаж ООО «ИндорСофт» (г. Томск)

Сергей Аркадьевич Субботин — главный разработчик геоинформационной системы IndorRoad, занимается созданием ГИС для разных сфер применения более 20 лет. Как выбрал он свой профессиональный путь в то время, когда компьютеры можно было найти только в научных лабораториях, и чем так неудержимо влечёт его работа, узнали мы, ненадолго оторвав его от сборки нового дистрибутива.

Раннее утро. В офисе тихо и пустынно. Сергей Аркадьевич — уже на рабочем месте. Уходя заполдно, приходит первым, и такой порядок соблюдается на протяжении многих лет. Он проворачивает глобальную работу — заставляет «географию» и «геометрию» говорить, создавая инструменты представления данных об объектах, привязанных к карте местности или плану.

Сибирью прирастать будем

Сергей Аркадьевич Субботин родился в 1970 г. Детство и школьные годы проходили в сибирской глубинке — в селе Каргасок Томской области. С языка коренного населения селькупов название этого села переводится как «медвежий мыс», подчёркивая суровость географического места.

Сюда, в край знаменитых Васюганских болот, в 50-е годы из Центральной России приехал отец Сергея — Аркадий Владимирович. «Финансист, потомственный банкир в третьем поколении, более 40 лет проработал в банковской системе» — узнаём мы из краткой биографической справки в его книге стихов «Сыновий долг». Всей душой полюбил Аркадий Владимирович сибирские края и передал эти чувства в наследство своему сыну.

Мама Сергея — Тамара — работала в школе учителем математики. Возможно, эти, относящиеся к миру цифр и чисел, профессии родителей помогли мальчику развить своё абстрактное мышление и открыть поле интересов в точных науках.

Кем мечталось в детстве стать?

— Я обожал конструировать модели, и, пока не было компьютеров, мечтал стать инженером-конструктором каких-нибудь конструкций, например космических кораблей. У меня была масса самых разных конструкторов, в основном металлические, даже на батарейках были.

Как произошло первое знакомство с компьютером?

— В середине 80-х гг. активисты ТИАСУРа (Томский институт автоматизированных систем управления и радиоэлектроники) организовали десант-экскурс по берегам Томи и Оби, на теплоходе, кажется, «Метеор» или «Ракета», чтобы познакомить сельских школьников с новой вычислительной техникой — ЭВМ ДВК (Электронно-вычислительная машина «Диалоговый вычислительный комплекс»). Всё знакомство состояло из прохождения игры, которая сейчас кажется примитивной, но тогда эта, написанная, конечно, на Бейсике, текстовая, символьная «бродилка», где надо было посадить космолёт на Луну, казалась чудом. На второй день плавания я уже самостоятельно запрограммировал простенький лабораторный расчёт по физике. И поменял представление о своей будущей профессии.

Томские университеты жизни

В конце 80-х гг. отдельные факультеты информатики в СССР только начинали формироваться. Будущие российские программисты получали

Рядовой Субботин и подвижная ЭВМ военного назначения

С.А. Субботин и С.Г. Слюсаренко за работой над ГИС электрических сетей (2003 г.)

На даче С.Г. Слюсаренко, 2002 г. (слева направо: С.Г. Слюсаренко, С.А. Субботин, В.Е. Дмитриенко, С. Жихарев, А.В. Скворцов)

специальности кибернетиков или математиков. В 1987 г. Субботин поступил в Томский государственный университет, где получил специальность «Прикладная математика».

На втором курсе университета Сергей Аркадьевич был призван в ряды Вооруженных Сил для прохождения военной службы в Калининградской области — в войска противовоздушной обороны. Субботин служил механиком ЭВМ, предназначенной для обработки информации с радиолокационных систем. ЭВМ размещалась в двух кузовах, установленных на шасси ЗИЛ-157.

Как началась практическая работа?

— На старших курсах передо мной поставили задачу создать чертёжную программу для электрических систем под DOS'ом. Сначала — схемы, потом информационная часть, где по щелчку можно было получать информацию по элементам. С задачей я успешно справился, работу заметили и пригласили в Томский политехнический университет для реализации большого перспективного проекта — автоматизация деятельности в электроэнергетике.

Руководил проектом преподаватель кафедры электрических сетей и электротехники ТПУ Станислав Георгиевич Слюсаренко. Он ставил задачи по вводу и визуализации электрических схем, а Субботин создавал графический инструменты их решения.

— Станислав Георгиевич смело доверял молодым серьёзные задачи. Это был мощный стимул к развитию, за что до сих пор испытываю к Слюсаренко чувство благодарности.

В течение 1992–1994 гг. Сергей Аркадьевич создал ряд версий графического редактора для представления электрических схем — SCHEME. Постепенно начали появляться и электрические расчёты.

За что была получена первая зарплата?

— За внедрение SCHEME в Томскнефти. Мы летали на север Томской области, устанавливая систему в нефтегазодобывающих управлениях. Это хорошо оплачивалось.

Закончив университет, Субботин по распределению едет в Анжеро-Судженск работать преподавателем информатики.

Что стало решающим в выборе профессионального пути?

— За время учительства в Кузбассе я понял, как сильно привязан к своим «Сибирским Афинам» и к практической, а не педагогической деятельности. Через два года я покинул детей шахтёров и вернулся в ТПУ продолжать создание своего графического редактора.

У истоков информатизации городского хозяйства

С чего началось освоение ГИС-технологий?

— В 1994 г. в наш коллектив ТПУ пришёл студент факультета информатики Алексей Владимирович Скворцов. Именно с его подачи мы и начали внедрять ГИС-технологии.

Постсоветские геоинформационные системы начала 90-х гг. предоставляли тематические слои картографической информации примитивными совокупностями точек, линий и полигонов. Чтобы создавать таблицы атрибутивных данных с содержательной информацией об этих объектах, требовалась разработка специального инструментария ввода и представления информации об объектах.

За два года совместной работы Скворцов и Субботин скомбинировали свои разработки по созданию ГИС и SCHEME. В результате появился новый продукт — геоинформационная система ГрафИн 1.0. Она отличалась удобным графическим редактором, поддержкой полноценных моделей рельефа и своей специализацией на электрических сетях.

Когда сформировалось идейное ядро вашей системы?

— В 1996 г. из ТПУ мы перешли в НПО «Сибгеоинформатика». Здесь в нашу команду вошли Д.С. Сарычев, Д.А. Петренко, В.Е. Дмитриенко, В.В. Снежко. Вместе мы начали создавать ГИС для новых направлений. У нас была глобальная идея — создать единую картографическую основу города, где будут объединены все городские сети инженерных коммуникаций: водоканал, электрические, тепловые, телефонные сети и пр. Использование единой базы разными городскими службами должно было упорядочить действия разных служб. Можно сказать, мы стояли у истоков информатизации томского городского хозяйства.

«Ботаники» на дорогах

В 2002 г. команда познакомилась с В.Н. Бойковым, вышла из «Сибгеоинформатики» и начала развивать новое направление — автомобильные дороги. В марте 2003 г. появилось ООО «ИндорСофт. Инженерные сети и дороги», где Сергей Аркадьевич весь ранее накопленный опыт применил к созданию ГИС автомобильных дорог.

Что запомнилось из стартовых «дорожных работ»?

— Первые практики сбора данных — как стояли на проезжих частях дорог, считая интенсивность; как обследовали коммуникаций, вскрывая подземные колодцы; как щёлкали тахеометром, снимая 5 км дороги, и тут же писали программу для обработки полученных данных.

Кто помогал осваивать новую предметную область?

— Инженеры-дорожники из ООО «Индор». Они консультировали нас в вопросах терминологии, указывали на неочевидные нюансы. Мы принимали совместное участие в проектах: получая от «дорожников» практические данные, автоматизировали их обработку, создавали и наполняли ГИС. Стык теории и практики произошёл и это было настоящим прорывом.

Когда появилась первая ГИС дорог?

— В своём первом варианте наша ГИС дорог создавалась в 2004–2006 гг. — это был проект для республики Коми Тогда она состояла из двух программ — IndorInfoRoad для занесения параметров и IndorGis для создания картографической основы.

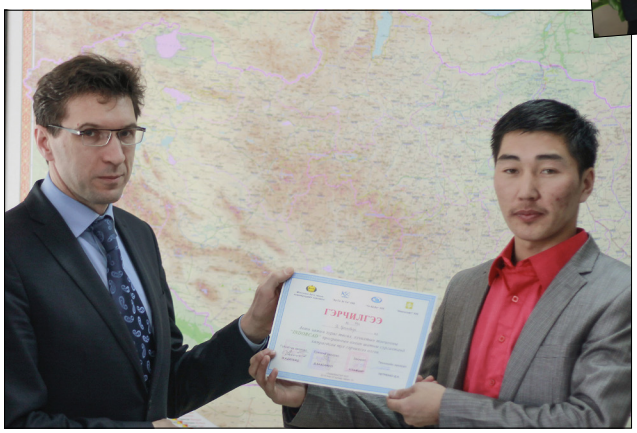
Что послужило толчком для создания современной версии IndorRoad?

— В 2008 г. «ИндорСофт» заключил контракт на пилотный проект ГИС федеральных дорог, и мы принялись создавать единую систему, с современным интерфейсом и решающую актуальные задачи по эксплуатации дорог.

Откуда берутся идеи по улучшению системы?

— Локальные толчки для улучшения системы часто даёт общение с пользователями. Поставщиками идей глобальных изменений обычно выступают наши доктора технических наук — В.Н. Бойков, эксперт дорожной темы, и А.В. Скворцов, ас в информационных технологиях.

Встреча с монгольскими пользователями ГИС IndorRoad в 2015 г.



Для профилактики гиподинамии любые виды спорта хороши

Есть ли запомнившиеся командировки?

— Не так давно я представлял ГИС IndorRoad в министерстве автомобильных дорог Монголии. Азиаты могут произвести впечатление своим гостеприимством. Мы плодотворно поработали и успели хорошо отдохнуть.

Что для вас «ИндорСофт»?

— Это любимая работа, мои друзья и даже увлечения. Так, с 2005 г. я — участник корпоративной команды «ИндорСофт» по волейболу. Однажды мы даже принимали участие в областных играх дорожников, где, помню, девушки хорошо сыграли в шахматы, а вот с каким счётом сыграли мы — не помню…

Чему учиться никогда не поздно?

— Всему новому. В 40 лет я встал на коньки и горные лыжи, овладел стрельбой из лука. Кстати, и это всё благодаря «ИндорСофт» — наш корпоративный отдых чаще всего проходит в активной форме, чему я очень и очень рад.

Что нравиться делать в свободное время?

—Люблю собирать грибы, ходить на рыбалку. В баню ходить люблю. И дрова рубить обожаю.

Сергей Аркадьевич верен выбранной профессии, дорожит рабочим коллективом и обожает Томск. Такую «привязку к местности» лучше оставлять константной и продолжать обогащать «объект» новой информацией, развивая инструменты и функции своей ГИС.

Индор-Мост

Реклама

Проектируем

автомобильные дороги

в том числе в концепции BIM
и на основе мобильного
лазерного сканирования

(3822) 90-10-05
www.indor-most.ru

ИндорСофт

IndorRoad

Геоинформационная система автомобильных дорог

— управление сетями автомобильных дорог
— ведение дежурного плана и карты дорог
— ведение паспортов автомобильных дорог
— обработка материалов диагностики
— планирование и учёт работ по содержанию, ремонту, реконструкции и строительству
— учёт и анализ интенсивности движения
— учёт и анализ дорожно-транспортных происшествий
— планирование мероприятий по БДД
— управление земельно-имущественным комплексом (кадастр и инвентаризация)
— проектирование организации дорожного движения