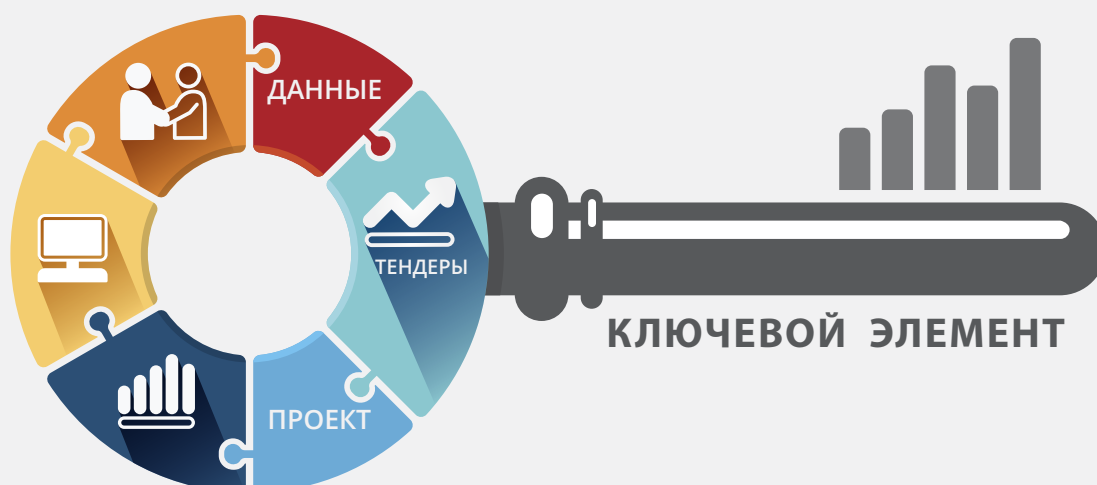


# Общая среда данных как ключевой элемент информационного моделирования автомобильных дорог

DOI: 10.17273/CADGIS.2015.2.6

Скворцов А.В., д.т.н., профессор, генеральный директор ООО «ИндорСофт» (г. Томск)  
Бойков В.Н., д.т.н., профессор МАДГТУ (МАДИ), председатель совета директоров  
группы компаний «Индор» (г. Москва)

*Рассматривается среда общих данных (СОД) как ключевой элемент информационного моделирования автомобильных дорог. Раскрывается структура, назначение разделов СОД, схема применения. Даются рекомендации по разворачиванию СОД.*



## 1. Введение

Одним из важных направлений эволюции систем автоматизированного проектирования (САПР) в своё время стало появление концепции коллективной работы. Для этого в сфере машиностроения ещё в 1970-х годах были разработаны необходимые стандартные форматы обмена данными, выработаны схемы именования файлов, разработаны регламенты обмена данными, моделями изделий и элементами проектов. В дальнейшем эти наработки были объединены под более общими концепциями PDM (англ. Product Data Management – система управления данными об изделии) и PLM (англ. Product Lifecycle Management – управление жизненным циклом продукции).

В области архитектурных САПР одним из первых стандартов, направленных на улучшение координации работы инженеров-проектировщиков, стал выпущенный в 1990 г. Американским институтом архитекторов (AIA) стандарт CAD Layer Guidelines. Основной целью CAD Layer Guidelines являлась выработка единых требований к именам слоёв чертежей, включающих раздел проекта (архитектура, геодезия, геология, электрика, сети связи и пр.), подраздел (архитектурное зонирование, интерьер, элементы и пр.) и статус (новая работа, задел на будущее, временная работа, вне контракта, нумерованные фазы и пр.). В 1997 г. этот стандарт стал частью общенационального американского стандарта NCS (United States National CAD Standard) и сейчас развивается уже под его эгидой: текущая – шестая – версия NCS выпущена в 2014 г. [1]. В свою очередь, NCS лёг в основу американского стандарта в сфере информационного моделирования NBIMS-US (United States National BIM Standard) [2].

Примерно в то же время, когда появился американский NBIMS, в Великобритании был разработан наиболее популярный сейчас в мире стандарт в сфере информационного моделирования BS 1192:2007 [3]. В нём был введён термин «среда общих данных» (СОД, англ. CDE – Common Data Environment), быстро вошедший в лексикон всех систем, поддерживающих концепцию Building Information Modeling (BIM) – инфор-



Рис. 1. Структура среды общих данных

мационного моделирования зданий [4].

В настоящей статье мы рассмотрим структуру и назначение разделов СОД, а также рассмотрим особенности её применения в дорожной отрасли.

## 2. Структура среды общих данных

В соответствии с [5, 6] (в авторском переводе на русский язык):

*среда общих данных* – это структурированное хранилище информационных моделей, обеспечивающее сбор, хранение и предоставление всех проектных и эксплуатационных материалов для всех участников технологических процессов и являющееся единственным достоверным источником данных.

Среда общих данных является главным источником достоверной и согласованной информации для всех участников процесса информационного моделирования в рамках одного (текущего) проекта или множества проектов, выполняемых на сети автомобильных дорог. Сразу оговоримся, что термин «проект» в информаци-

онном моделировании используется в управленческо-экономическом смысле. Это как давно привычные «проекты строительства дорог» или «проекты ремонта», так и проекты в рамках стадии эксплуатации, например управленческие проекты «выполнение работ по диагностике» и «содержание» [7]. В информационном моделировании такое обобщение позволило использовать единый набор терминов для обозначения многих схожих (в управленческом и информационном смысле) процессов на всех стадиях жизненного цикла.

Среда общих данных в первом приближении состоит из четырёх разделов, отличающихся уровнем готовности данных и регламентом доступа к ним: рабочего, общего, публичного и архивного (рис. 1). Рассмотрим их подробнее.

*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.

Примерами рабочего раздела могут быть:

- локальный файл, который хранится на локальном диске пользователя, редактируемый перед отправкой или копированием на сервер;
- файл в специальном хранилище со статусом WIP, невидимый для остальных пользователей;
- центральный файл и локальные копии пользователей, совместно разрабатывающих модель одного раздела.

*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 стандарт PAS 1192–3:2014 [6] для стадии эксплуатации в общем разделе также выделяет *субподрядный подраздел (клиентскую часть общего раздела, англ. Client shared)*, предназначенный для координации работ с субподрядчиками.

Примерами общего раздела могут быть:

- корпоративный портал, в который загружаются файлы всеми участниками проекта; после загрузки файлов их версия фиксируется;
- система электронного хранилища, в которой фиксируется версия загруженных файлов;
- корпоративный сервер, куда выкладываются материалы участников проекта ответственным лицом, у которого есть доступ на изменение файлов;
- облачное хранилище, куда выкладываются материалы участников проекта ответственным лицом, у которого есть доступ на изменение файлов с поддержкой синхронизации диска и локальной папки.

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

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.

Примерами публичного раздела могут быть:

- корпоративный портал, в котором согласованные файлы чертежей и моделей копируются в отдельный раздел или фиксируется версия всех файлов, связанных с текущим состоянием модели;
- система электронного хранилища, в которой фиксируется версия загруженных файлов и данная версия закрепляется от удаления;
- корпоративный сервер, на который выкладываются материалы участников проекта ответственным лицом, у которого есть доступ на изменение файлов. Все материалы копируются из каталогов «Области общих данных» в соответствии с принятой структурой представления материалов (например, по разделам проектирования), со всеми моделями производится операция по их «упаковке» (например, функция «Комплект файлов» в AutoCAD) со всеми связанными файлами.

*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.

### 3. Организация информационного обмена

Остановимся на вопросе физического размещения и владения средой общих данных. Дело в том, что разные разделы среды имеют разное значение для заказчика и подрядчиков, а потому нет смысла все разделы физически хранить в одном месте. При этом сразу заметим, что физическое размещение СОД по частям в разных местах не противоречит определению, в котором говорится о том, что СОД является единственным достоверным источником данных. Важно, чтобы отдельные разделы и части СОД целиком были представлены в одном месте.

Рабочий раздел совершенно не интересен не только заказчику и субподрядчикам, но даже и внутри подрядной (проектной или эксплуатирующей) организации с точки зрения междисциплинарного взаимодействия (между разными проектными группами). Его целесообразно разместить на серверах или персональных компьютерах подрядчика.

Общий раздел используется в основном для взаимодействия внутри подрядной организации. Его необходимо разместить на сервере внутри организации. В случае выполнения проекта совместно с субподрядчиками целесообразно организовать субподрядный подраздел в общем разделе в виде облачного хранилища (например,

«Яндекс.Диск», Google Диск, Dropbox, Microsoft OneDrive).

Публичный раздел обычно используется для координации работы проектировщиков с заказчиком и утверждения отдельных проектных решений. В связи с тем, что представители заказчика, в отличие от проектировщиков, зачастую не владеют всем арсеналом программных инструментов для проектирования, публичный раздел должен содержать не только исходные файлы и модели, но и их презентационные версии (например, в формате 3D PDF или DWF). В свою очередь, публичный раздел должен иметь упрощённый интерфейс для доступа к данным, например через среду «геопортала» [8, 9].

Архивный раздел представляет интерес и для заказчика как источника достоверной информации по выполненным ранее проектам, и для проектировщиков как бесценное хранилище накопленного опыта, элементы которого можно использовать в будущем. Именно поэтому заказчик должен иметь свой архив, а подрядчик — свой. Получаемая же в конкретном проекте информация должна дублироваться в архивах обеих организаций, при этом для обеспечения однозначности данных на стадии проектирования может использоваться только архив проектной организации с последующей передачей файлов заказчику после завершения контракта.

#### 4. Форматы хранения данных

Несмотря на то что процесс организации труда внутри проектной организации регламентируется различными BIM-стандартами, заказчик не интересуется модели и форматы данных в первых двух разделах СОД (рабочем и общем). Заказчик работает только с третьим и четвёртым разделами.

С целью соблюдения равных прав игроков на рынке проектных услуг и недопущения создания конкурентных преимуществ для конкретных обладателей программно-технических технологий, все стандарты по информационному моделированию предполагают максимальное использование в третьем и четвёртом разделах публичных стандартов как на модели данных, так и на форматы обмена данными.

Для этого международная практика предполагает использование стандартов IFC (Industry Foundation Classes) для представления моделей проектируемых объектов [10, 11] и ограниченное применение ГИС-моделей для привязки зданий к местности [12, 13].

К сожалению, даже последняя официальная версия IFC 4x1, выпущенная в августе 2015 г., практически не предполагает наличия объектов, специфических для автомобильных дорог (исключением являются геодезические реперы и оси дорог). В перспективе же будущий стандарт IFC 5 должен обладать необходимыми средства-

ми моделирования. Поэтому на текущий момент в качестве публичных стандартов целесообразно использовать иные форматы и модели данных. Рассмотрим только некоторые модели и форматы обмена данными:

1. PDF. Данный формат данных целесообразно использовать для представления всей распечатываемой проектной (инженерной, рабочей) документации с использованием цифровой подписи сформированных файлов. Этот формат обладает возможностью встраивания полноценных 3D-моделей непосредственно в файл (называемый обычно 3D PDF) с возможностью полноценного просмотра моделей с помощью Adobe Reader.

2. LandXML и CityGML. Данные форматы в настоящее время являются частичной заменой перспективному стандарту IFC 5. Они позволяют геометрически точно представлять финальные проектные решения, в частности все проектные поверхности и структурные линии. Однако среди недостатков этих форматов имеется недостаточная параметризация геометрических моделей, привычная для дорожников, а также слабое атрибутивное описание, сдерживающее применение 4D- и 5D-информационного моделирования.

3. IFC 2x3. Данный формат, в настоящее время являющийся основным для обмена моделями данных о зданиях, целесообразно использовать только для представления информации о вспомогательных строениях на дороге, например, пунктах взимания платы, зданий дорожных обслуживающих организаций, объектах сервиса, постах ГИБДД и пр.

4. DWG. Данный формат, несмотря на то что изначально был закрытым форматом системы AutoCAD, сейчас имеет открытую версию, разрабатываемую международным консорциумом Open Design Alliance ([www.opendesign.com](http://www.opendesign.com)) в составе 1300 компаний. Этот формат в настоящее время является стандартом де-факто для представления чертежей различного назначения. Помимо этого стандарта, существуют гораздо менее распространённые в России альтернативы, например формат DGN системы Bentley Microstation и RDW специализированной дорожной системы подготовки чертежей IndorDraw компании «ИндорСофт» (г. Томск). Представляется целесообразной финальная сдача проектной документации заказчику в двух форматах одновременно: PDF (с целью оперативного просмотра электронно-подписанных документов) и DWG (при необходимости корректировки проектных решений).

5. LAS. Данный формат является в настоящее время наиболее распространённым публичным форматом для обмена облаками трёхмерных точек. Этот формат разработан сообществом ASPRS (The Imaging & Geospatial information society). Последняя официальная версия формата LAS 1.4

Format Specification была выпущена в 2011 г. В настоящее время продолжаются работы над версией 2.0. Данный формат является наиболее предпочтительным для представления данных лазерного сканирования, всё шире используемого при выполнении проектов строительства и реконструкции (воздушное сканирование), а также ремонта и капитального ремонта (мобильное сканирование) автомобильных дорог.

## 5. Общая среда данных на стадии эксплуатации

В концепции BIM для зданий предполагается, что модель здания, однажды созданная, может быть использована в дальнейшем на всех стадиях жизненного цикла, в т.ч. на стадии эксплуатации. Как показали исследования в рамках создания перспективного стандарта IFC 5 (для инфраструктуры), такой подход не может быть автоматически распространён на большинство объектов инфраструктуры, в частности, на автомобильные дороги.

Дело в том, что на стадиях проектирования и строительства в дорожной отрасли используются САПР-модели, а на стадии эксплуатации — совершенно иные ГИС-модели. Это вызвано целым рядом факторов. Среди них можно отметить большую пространственную протяжённость дорог и необходимость работать в иных системах координат, нежели на стадии проектирования. Кроме того, в связи с существенным влиянием автомобильного движения и природных факторов на геометрию автомобильных дорог, её структурные элементы и транспортно-эксплуатационные характеристики, достаточно быстро возникает ситуация, когда проектное решение сильно отличается от реальной дороги. В такой ситуации пользоваться архивной моделью из среды общих данных уже становится невозможным. Общепринятая практика в таком случае заключается в преобразовании проектных САПР-моделей в ГИС-модели непосредственно перед передачей дороги в эксплуатацию. После этого основной постоянно обновляемой моделью становится не САПР-модель (как для зданий), а ГИС-модель. При этом исходная САПР-модель в виде совокупности разнородной документации должна остаться.

В концепции BIM такое преобразование в эксплуатационную модель также предусмотрено, но ему уделяется незначительное внимание. Отметим также, что в BIM модели стадии проектирования обычно называются *PIM* (англ. *Project Information Model — проектная информационная модель*), а на стадии эксплуатации — *AIM* (англ. *Asset Information Model — эксплуатационная информационная модель*). В дорожной отрасли этим терминам достаточно удачно соответствуют термины *САПР-модели* и *ГИС-модели*.

## 6. Заключение

В данной статье мы коснулись только общих вопросов разворачивания среды общих данных в проектной организации и у заказчика. При этом за кадром остался такой важный момент, как система именования папок и отдельных файлов в этой среде. Дело в том, что в настоящее время ещё не разработано какой-то общепринятой системы кодирования. Стандарты в сфере BIM рекомендуют достаточно сложные и неочевидные схемы кодирования имён файлов (например, «SH-CA-00-LG1-CR-A-00001.dwg» в [5]), которые существенно расходятся с отечественной практикой проектирования автомобильных дорог. Одна из попыток упорядочения таких наработок изложена в работе [14]. ■

### Литература:

1. US National CAD Standard. Version 3. Washington: National Institute of building sciences, 2014.
2. National Building Information Modeling Standard. Version 1. Part 1: Overview, Principles, and Methodology. National Institute of building sciences, 2007. 183 p.
3. BS 1192:2007. Collaborative production of architectural, engineering and construction information — Code of practice. 2007. 38 p.
4. 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.
5. PAS 1192–2:2013 (Incorporating Corrigendum No. 1). Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling, 2013. 68 p.
6. PAS 1192–3:2014 (Incorporating corrigendum No.1). Specification for information management for the operational phase of

assets using building information modelling. BSI Standards, 2013. 44 p.

7. 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.
8. Дмитриенко В.Е., Скворцов А.В. Геопортал автомобильных дорог // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2013. № 1(1). С. 42–46. DOI: 10.17273/CADGIS.2013.1.9.
9. Дмитриенко В.Е. Геопорталы дорожных организаций в контексте мирового опыта // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2015. № 2(5). С. 136–145. DOI: 10.17273/CADGIS.2015.2.20.
10. 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.
11. Скворцов А.В. Стандарты для обмена данными // Автомобильные дороги. 2015. № 2. С. 84–89.
12. Скворцов А.В., Поспелов П.И., Бойков В.Н., Крысин С.П. Геоинформационные системы в дорожном хозяйстве: Справочная энциклопедия дорожника (СЭД). Т. VI. М.: ФГУП «Информавтодор», 2006. 372 с.
13. Скворцов А.В., Поспелов П.И., Котов А.А. Геоинформатика в дорожной отрасли. М.: МАДИ (ГТУ), 2005. 250 с.
14. Елугачёв П.А., Елугачёв М.А. Подготовка технического задания в концепции информационного моделирования дорог // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2015. № 2(5). С. 42–46. DOI: 10.17273/CADGIS.2015.2.7.