

Информационное моделирование на основе программных продуктов НПФ «Топоматик»

Составитель: к.т.н. М.А. Овчинников

Введение

В 2019-2020 годах НПФ «Топоматик» планирует выпуск очередных версий своих программных продуктов. А именно:

- Топоматик Robur – Изыскания;
- Топоматик Robur – Автомобильные дороги;
- Топоматик Robur – Железные дороги;
- Топоматик Robur – Искусственные сооружения;
- Топоматик Robur – Дорожная одежда.

Также, готовятся к выпуску новые продукты:

- Топоматик Robur – Инженерные сети;
- Топоматик Robur – Организация строительства;
- Топоматик Robur – Эксплуатация.

Все перечисленные программные продукты включают в себя облачный сервис, используемый для организации среды общих данных на стадиях проектирования, строительства и эксплуатации.

Помимо основных коммерческих программных продуктов НПФ «Топоматик» подготовила бесплатную, свободно распространяемую программу **Инспектор проектов Топоматик Robur**, используемую на всех стадиях жизненного цикла, и предназначенную для просмотра проектной документации и информационных моделей, созданных в программном комплексе **Топоматик Robur**.

Среда общих данных

Понятие среды общих данных (СОД) является ключевым моментом технологии информационного моделирования. СОД – это согласованный источник информации для участников процесса на всех стадиях жизненного цикла.

В настоящее время (май 2019) практическая реализация СОД нам не известна. Однако, в отрасли имеется понимание того, что СОД должна представлять собой некоторую систему документооборота, имеющую как активную, так и пассивную форму хранения данных. Активная форма предполагает одновременный доступ к информации как для чтения, так и для записи. Пассивная форма по сути является электронным архивом, в который информация попадает после завершения очередной активной стадии. Предполагается, что данные в СОД будет целесообразным хранить в виде информационных контейнеров.

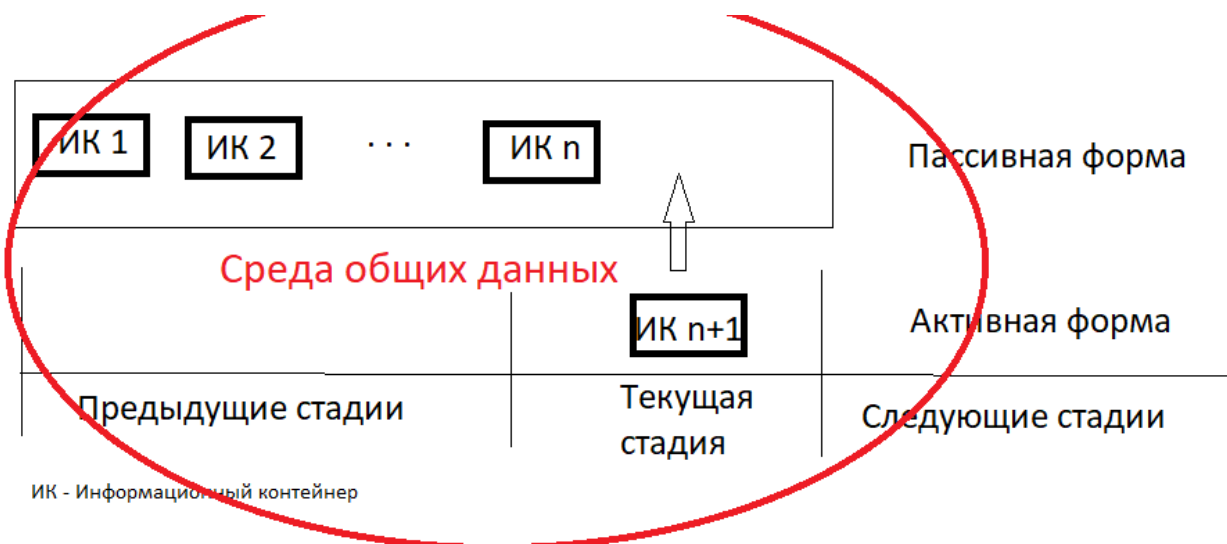


Рис. 1. Вариант структуры СОД

Топоматик Robur реализует облачную СОД на основе принципа распределенного, децентрализованного хранилища данных – современного решения, минимизирующего затраты на поддержку работоспособности сервера и гарантирующего бесперебойную работу всей системы даже при временной недоступности связи.

Сущность его состоит в следующем. Данные хранятся на каждом компьютере системы и синхронизируются при их модификации одним из пользователей.

Для верификации данных используется так называемый «Мастер-проект», куда они попадают только после их публикации ответственными исполнителями.

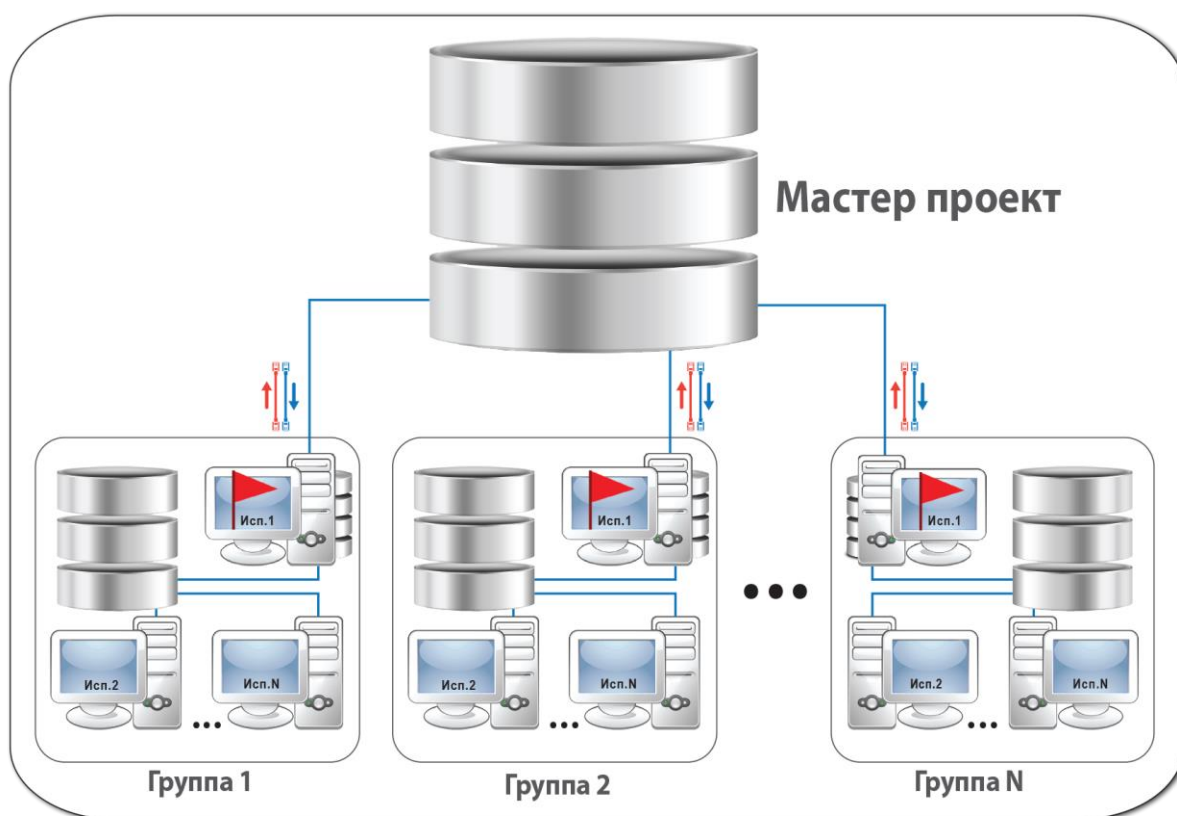


Рис. 2. Реализация облачной СОД на основе мастер-проекта

В результате, Мастер-проект формируется практически без дополнительных затрат и содержит только актуальную информацию.

Облачное решение Топоматик позволяют организовать совместную работу, разместить модели в информационных контейнерах и с минимальными потерями передать их на следующую стадию.

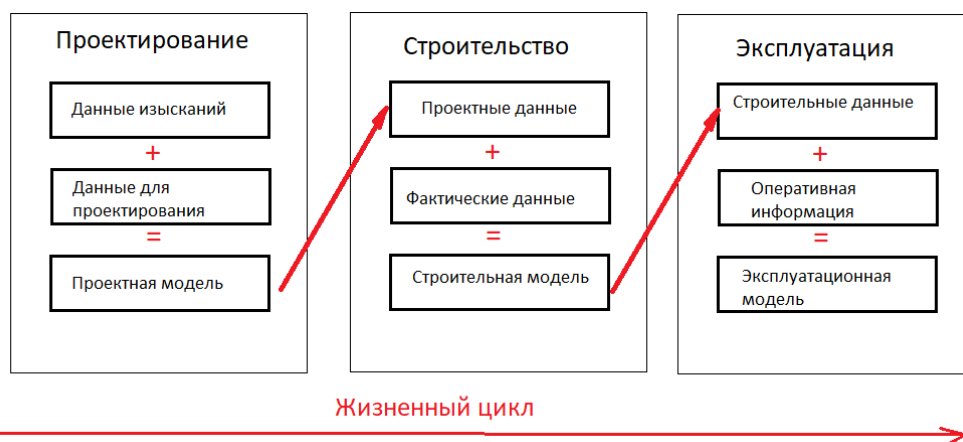


Рис. 3. Последовательность эволюции модели в процессе жизненного цикла

Понятие Информационной модели

Следует различать два типа информационных моделей

1. Исходные модели
2. Сводные модели

Исходные модели

Исходные модели – это составные компоненты проекта, содержащие геометрические параметры и атрибутивную информацию. Например:

- поверхности;
- подбъекты;
- площадки;
- сети;
- 3d-модели (в т.ч. в формате ifc), и т. д.

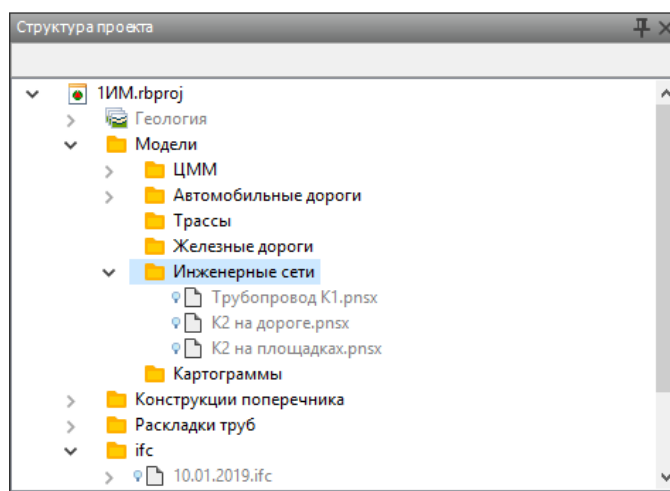


Рис. 4. Исходные модели в структуре проекта Robur

Исходные модели, созданные в Robur, содержат всю исходную информацию в параметрическом виде и могут редактироваться средствами Robur.

Исходные модели, созданные при помощи других программных продуктов, должны быть представлены в виде 3d-моделей в открытом формате, предпочтительно в ifc.

Также, в виде ifc-файлов представлены элементы библиотек конструкций. Для редактирования библиотек имеется специальный редактор. Это позволяет производителям формировать каталоги конструкций в виде папок с ifc-файлами.

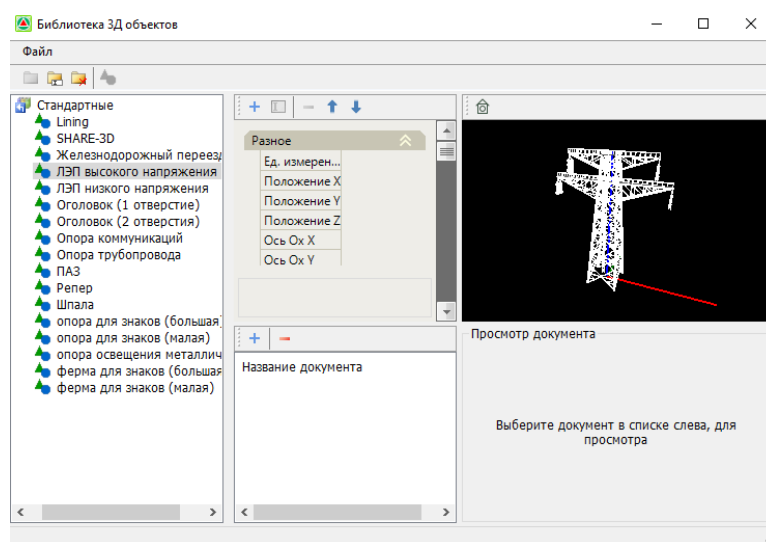


Рис. 5. Редактор библиотеки 3d-объектов

Все исходные модели отображаются в рабочих окнах Robur и динамически перестраиваются при редактировании. Работа с исходными моделями имеет следующие преимущества:

- при совместной работе всегда отображается актуальное состояние проекта;
- возможные коллизии могут быть выявлены на ранней стадии;
- при публикации в СОД легко осуществляется мониторинг и оперативные согласования.

Сводные модели

Сводная модель генерируется из совокупности исходных моделей путем их сборки по определенным правилам. Состав сводной модели и ее информационное наполнение зависит от цели, с которой она была создана, и может значительно варьироваться в зависимости от ее назначения.



Рис. 6. Пример визуализации сводной модели

Материал с сайта www.topomatic.ru

Сводная модель не обязательно должна быть трехмерной. Она может быть плоской, как, например, для задач эксплуатации. Может содержать все слои конструкции, так и только лицевые поверхности. Принципиально важным является то ее свойство, что **каждый элемент сводной модели, созданный из исходной модели, имеет идентификатор, по которому привязывается дополнительная информация**. Например, выбрав в сводной модели элемент (дорогу, сеть, трубу, дорожный знак и т.д.), используя соответствующее программное обеспечение, можно получить список чертежей и ведомостей по этому элементу.

К преимуществам сводных моделей можно отнести следующие факты.

1. Сводная модель не зависит от программного обеспечения, в котором были созданы исходные модели, так как, в общем случае, сводная модель генерируется из открытых форматов.
2. Сводные модели очень удобны для публикаций, так как они (в отличие от исходных моделей) не содержат исходной информации в редактируемом виде. Таким образом, защищается интеллектуальная собственность разработчика модели.
3. Элементы сводной модели могут быть привязаны к календарному плану, что позволяет визуализировать модель для конкретного момента времени.
4. По сводным моделям могут быть рассчитаны объемы работ и подготовлены данные для передачи в сметные программы.

В программном комплексе Топоматик Robur сводные модели хранятся в файлах с расширением **marx**. Формат файла **marx** документирован, что позволяет использовать сводные модели Robur для различных целей.

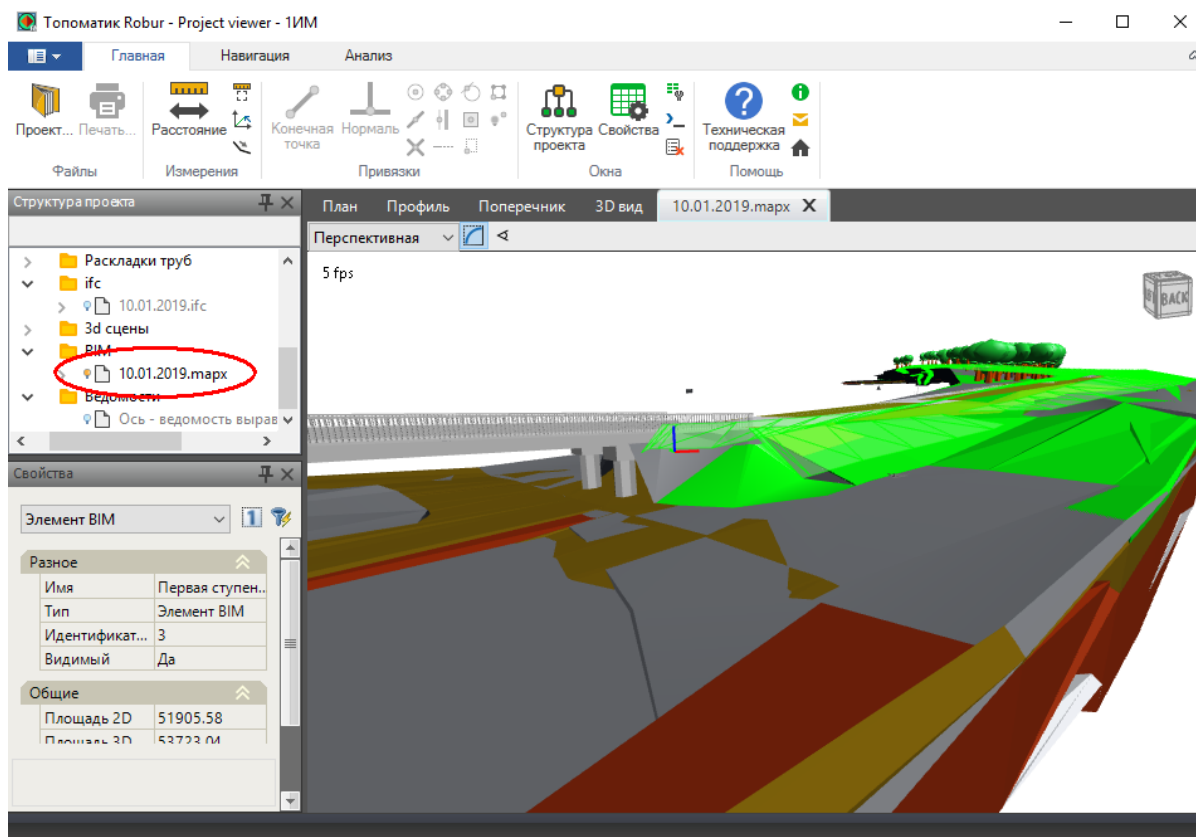


Рис. 7. Сводная модель в структуре проекта Robur

При необходимости экспорта в другой программный продукт, сводная модель из формата **marx** может быть сохранена в формате **ifc** с некоторой потерей информации, не поддерживаемой данным форматом.

Решения Топоматик для разных этапов жизненного цикла

В программном комплексе **Топоматик Robur** реализовано значительное количество функционала, общего как для проектирования, так и для строительства и эксплуатации. Гибкие механизмы позволяют создавать и поддерживать различные типы моделей в зависимости от их назначения, а среда общих данных в виде распределенной базы обеспечивает гибкость и прозрачность работы.



Рис. 8. Жизненный цикл и соответствующие информационные модели

Стадия проектирования

Термин «Информационное моделирование» не имеет четкого определения и может истолковываться в очень широком смысле, от понятия очень подробной трехмерной модели до системы документооборота. Сложившаяся за последнее 20 лет технология автоматизированного проектирования имеет много общего с формирующейся в настоящее время технологией информационного моделирования. В обоих случаях в основе лежит исходная геометрическая модель. Однако есть существенное отличие.

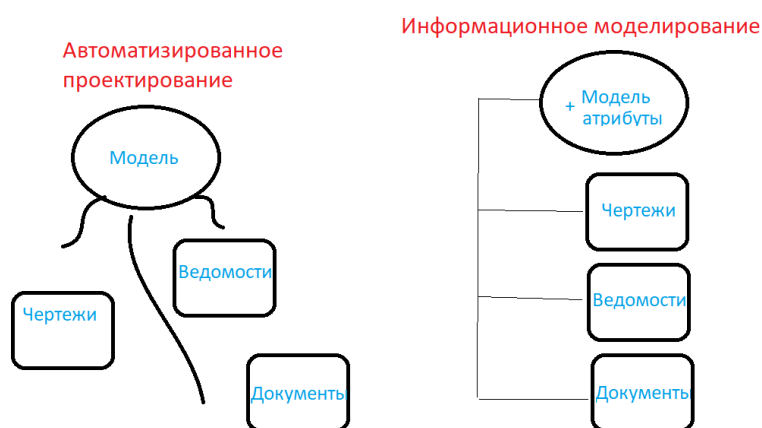


Рис. 9. Отличия в технологиях информационного моделирования и автоматизированного проектирования

В первом случае по геометрической модели генерируются несвязанные между собой чертежи, ведомости и прочие материалы. А во втором, - с элементами геометрических моделей связаны как атрибуты, так и любые другие документы. Таким образом, появляется возможность выбрать

элемент геометрической модели, получить список всех документов, связанных с ней. И, наоборот. По документу получить список как всех включенных в него геометрических моделей, так и связанных с ним других документов.

На стадии изыскания и проектирования решения Топоматик позволяют организовать в соответствии с технологией информационного моделирования следующие процессы.

Коллективная работа над проектом

Размещение проекта в среде общих данных (рис. 2) позволяет совместно работать над проектом специалистам разных отделов. При этом, все опубликованные изменения немедленно отображаются в рабочих окнах программы. Преимущества:

- возможные коллизии видны на самом раннем этапе;
- система динамической документации позволяет минимизировать трудозатраты на оформление чертежей и ведомостей;
- механизм аннотаций позволяет назначать задачи исполнителям и отслеживать ход их выполнения.

Механизм коллективной работы может быть легко масштабирован для крупных проектов с привлечением субподрядчиков в многоуровневую схему.

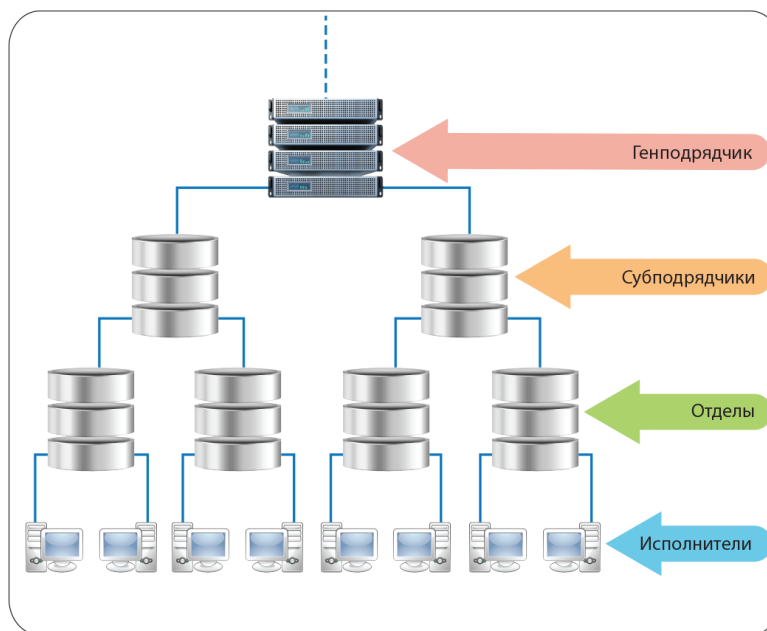


Рис. 10. Многоуровневая схема взаимодействия

Мониторинг процесса проектирования

Среда общих данных позволяет организовать оперативное отслеживание заказчиком хода работы над проектом.

Не нарушая сложившегося производственного процесса, проектной организацией открывается регламентированный доступ к проекту участникам рабочей группы.

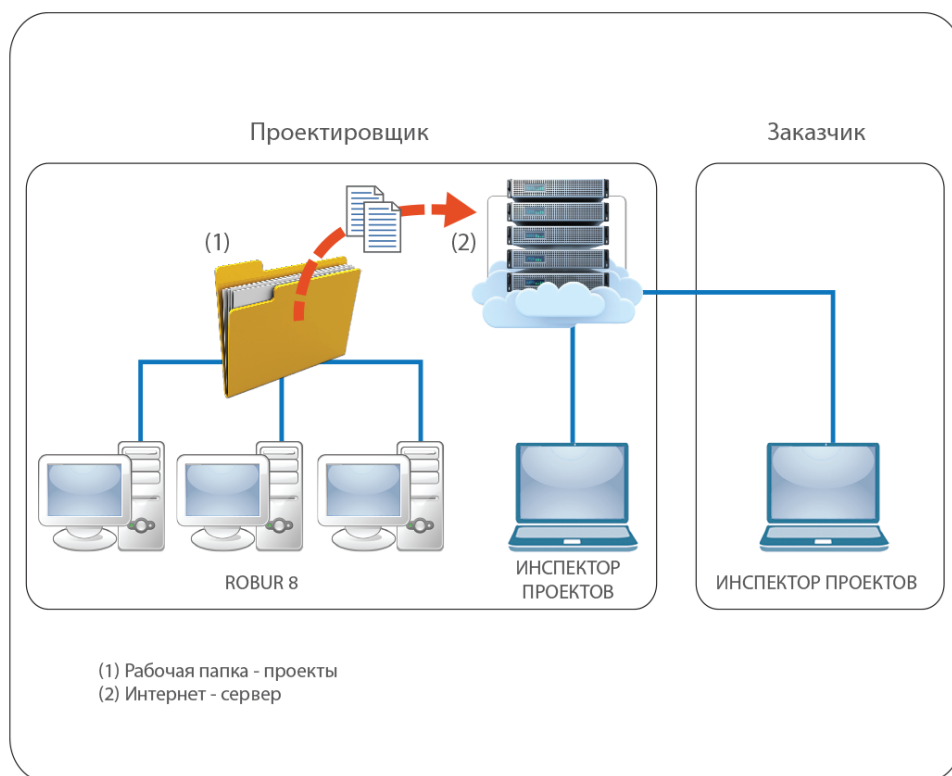


Рис. 11. Организация мониторинга хода выполнения проекта

Сценарий взаимодействия участников рабочей группы может быть следующим.

1. **Ответственный менеджер проектной организации** с оговоренной периодичностью копирует данные из рабочей папки Robur в папку на интернет-сервере. Контроль целостности данных на интернет-сервере осуществляется **менеджером проектной организации** при помощи утилиты «Инспектор проектов Топоматик Robur».
2. **Ответственные сотрудники Заказчика** открывают проект на интернет-сервере утилитой «Инспектор проектов Топоматик Robur». При помощи механизма аннотаций они комментируют разделы проекта (вносят замечания либо согласовывают). Аннотации автоматически отправляются на интернет-сервер и становятся доступны участникам рабочей группы.
3. **Ответственный менеджер проектной организации** просматривает аннотации и на их основе формирует задания проектировщикам для учета замечаний Заказчика.
4. После исправлений замечаний **ответственный менеджер проектной организации** отмечает выполненные исправления при помощи механизма аннотаций утилиты «Инспектор проектов Топоматик Robur». Далее процесс повторяется до тех пор, пока не будут согласованы все разделы проекта.

Сценарий ориентирован в первую очередь на организацию мониторинга Заказчиком хода процесса проектирования. В дальнейшем, по мере накопления организационного опыта взаимодействия и совершенствования программного обеспечения, предлагаемый вариант организации среды общих данных может быть легко масштабирован для гораздо более широкого круга задач, включая задачи строительства и эксплуатации.

Стадия строительства

В качестве исходных данных для создания строительной модели берется проектная информационная модель (см. рис. 3), созданная на предыдущем этапе. Причем, могут передаваться как исходные модели, так и сводные вместе со всей проектной документацией.

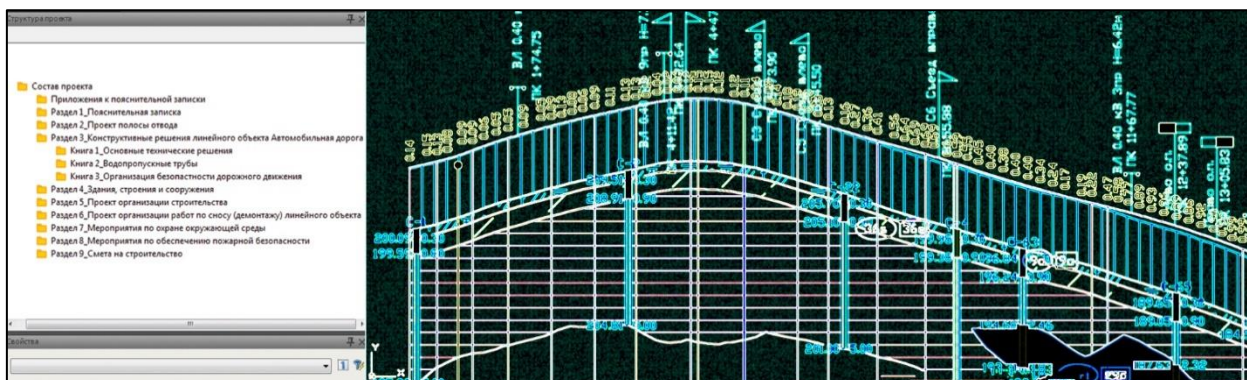


Рис. 12. Проектная документация в составе проекта Robur

Календарный график

Трехмерная информационная модель Robur может быть дополнена четвертым измерением в виде календарного плана. Таким образом, объемные геометрические элементы модели связываются с задачами на диаграмме Ганта, определяющей последовательность работ и промежутки времени выполнения каждой конкретной работы, результатом которой является данный геометрический элемент.

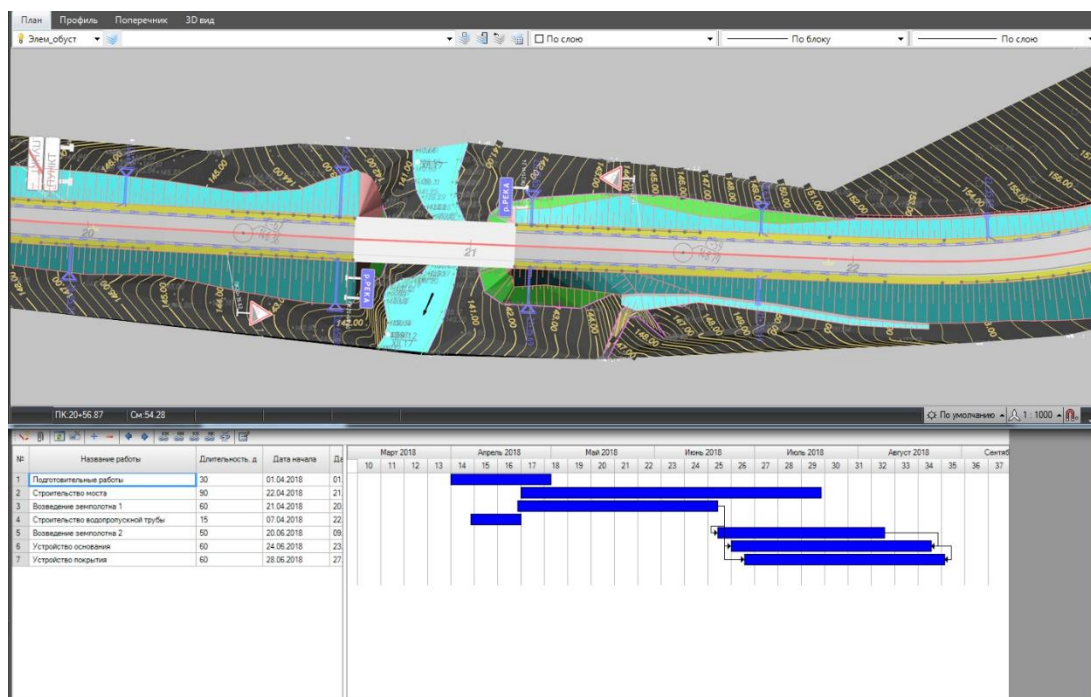


Рис. 13. Календарный график строительной модели

Реализация модуля календарного планирования в Robur имеет следующие возможности.

1. Задачи на календарном плане связаны с точечными, линейными или площадными объектами проекта Robur.
2. Возможность отслеживания хода выполнения работ.

3. Возможность прикрепления сопутствующих документов. Можно привязать как по времени, так и по пикетажу. Это могут быть текстовые документы, фотографии, данные видеофиксации, а также исполнительные съемки.
4. При использовании СОД, можно видеть всю историю размещения и редактирования привязанных документов, не выходя из программы Robur.
5. Возможность задания критических сроков для ключевых работ.

Вынос в натуру и исполнительная съемка

К настоящему времени в данной области накоплен большой опыт, отлажена технология и построены сотни километров дорог. Десятки дорожно-строительных организаций успешно используют САПР "Топоматик Robur" именно в целях подготовки данных для 3D-систем управления строительной техникой.



Рис. 14. Проект Robur, загруженный в бортовой компьютер фрезы

Фактической основой для создания строительной модели являются исполнительные съемки. Robur имеет специальные функции для обработки материалов послойной съемки возводимой конструкции дорожной одежды. Эти механизмы предназначены для выполнения систематического анализа и контроля за процессом производства работ.

По данным исполнительной съемки строятся поверхности, отражающие фактическое состояние на текущий момент времени, подсчитаны объемы материалов и проанализирована ровность покрытия. Регулярное выполнение исполнительной съемки и ее последующая обработка во время строительства и в последующий период эксплуатации позволяет формировать строительную модель, необходимую для постоянного контроля за состоянием объекта.

Эксплуатационная модель

В настоящее время НПФ Топоматик ведет работу по созданию программного продукта для решения задач эксплуатации автомобильных дорог, предназначенного, в первую очередь, для использования службами Заказчика. Данный продукт разрабатывается как модуль программного комплекса «Топоматик Robur» и является составной частью сквозной технологии информационного моделирования на платформе НПФ Топоматик для обеспечения информационного сопровождения на протяжении всего жизненного цикла автомобильной дороги.

Одним из наиболее важных преимуществ является механизм первоначального наполнения так называемой «эксплуатационной модели». Исходные данные частично переносятся из проектной и строительной моделей.

В первую версию продукта будут включен следующий специфичный для стадии эксплуатации функционал.

1. Возможность заполнения по участкам сети автодорог, внесение в эксплуатационную модель следующих данных:
 - а. категорий автодорог, числе полос, интенсивности движения;
 - б. графическая и текстовая информация о качестве существующего покрытия, водоотвода, земляного полотна и искусственных сооружений.
2. Анализ обнаруженных дефектов, мониторинг ремонтных и регламентных работ.
3. Анализ и формирование статистического материала о состоянии объекта.
4. Формирование статистического материала по ДТП.

В перспективе планируется расширение функционала по предложениям пользователей, а также создания мобильного приложения и web-интерфейса для работы с информационными моделями.

Заключение

Информационное моделирование автомобильных дорог представляет определенные сложности, связанные с их протяженностью и разнородностью технологических процессов. Недостаточно полно определены области практического использования. Пожалуй, самая реальная – это визуализация. Образцы демонстрируемых моделей по сути дела являются эксклюзивными, штучными продуктами. Широкое внедрение в практику возможно только при наличии соответствующего программного обеспечения.

Тем не менее, активно ведется работа по подготовке нормативной базы. К настоящему времени:

- в общем виде сформулированы требования к формированию информационной модели;
- введено понятие уровней проработки;
- представлен проект классификатора элементов;
- декларированы форматы представления данных;
- предложен предварительный вариант национального стандарта.

Отработана технология создания комплексных моделей, в работе над которыми могут участвовать одновременно несколько отделов, а зачастую, и несколько проектных организаций. Опираясь на накопленный опыт, можно смело сказать, что помимо реалистичной визуализации, требование предоставить информационную модель значительно повышает качество всего проекта.

Фактически, наблюдается постепенный переход от автоматизированного проектирования к информационному моделированию. И на данном этапе можно выделить некоторые вопросы, от решения которых зависит массовое внедрение данной технологии на всех стадиях жизненного цикла автомобильной дороги.

Во-первых, в задании на проектирование, в той его части, которая касается информационной модели, должны быть сформулированы требования к представлению геометрических элементов и информационного наполнения, так называемых атрибутивных данных. Сюда же можно отнести списки моделей типовых конструкций заводского изготовления (такие как ограждения, шумозащитные экраны, остановки), согласованные с заказчиком.

Во-вторых, пока еще очень мало реальных данных о том насколько увеличиваются трудозатраты проектировщика. А, следовательно, какова стоимость создания информационной модели.

Единственно, можно с уверенностью сказать по этому поводу, что чем лучше организован процесс проектирования, чем выше квалификация проектировщиков, чем более эффективное используется программное обеспечение, тем быстрее и дешевле будет создана информационная модель.

С поставленными задачами успешно справляется имеющееся сегодня отечественное программное обеспечение. Это подтверждается целым рядом выполняемых пилотных проектов. Пока, отрабатывается технология информационного моделирования на стадии проектирования, но уже есть определенное видение, что из себя должна представлять модель для ее использования на последующих этапах строительства и эксплуатации.