



О применении технологии информационного моделирования в транспортном строительстве Республики Казахстан

DOI: 10.17273/CADGIS.2017.1.4

Антропов А.Н., АО «КазНИИАС», главный инженер проектов по транспортному строительству (г. Усть-Каменогорск)

Описывается текущее состояние дорожной сети Республики Казахстан и перспективы применения технологии информационного моделирования. Приводится опыт применения технологии информационного моделирования в транспортном строительстве Республики Казахстан.

С точки зрения географического положения Республика Казахстан занимает достаточно важную позицию. Территория, простирающаяся от Каспийского моря до Китайской Народной Республики, является серьёзным транспортным коридором. Однако такое выгодное на первый взгляд расположение, обеспечивающее большой потенциал для развития, имеет и другую сторону, сложившуюся исходя из исторических предпосылок.

Рассмотрим выборочно страны по показателям плотности населения и густоты сети дорог (табл. 1). Как видно из сравнения со странами-соседями, странами — членами Таможенного Союза, а также Германией и США (странами с крупнейшей экономикой в Европе и Северной Америке), Республика Казахстан, имея достаточно обширные территории (9-е место в мире) [1], занимает последние места по плотности населения [2] и густоте сети автомобильных дорог [3]. При этом экономика Казахстана по показателю ВВП на душу населения по списку МВФ [4] за 2015 г. занимает 61-е место в мире, обогнав

Российскую Федерацию (66-е место), Китай (74-е место), Республику Беларусь (81-е место), Узбекистан (133-е место), Киргизию (153-е место).

Объём грузоперевозок в Республике Казахстан за 2003–2010 гг. вырос с 1687,5 млн. тонн до 2439,4 млн. тонн (рост на 44,6%); объём пассажирских перевозок — с 8893,5 млн. человек до 13186,5 млн. человек (рост на 48,3%). На сухопутный транспорт (автомобильный, железнодорожный, трубопроводный) приходится более 80% грузоперевозок по весу [5].

Через Казахстан проходят пять международных автомобильных маршрутов, общей протяжённостью 23 тыс. км [6]:

1. Алма-Ата — Астана — Костанай (трасса М-36) с выходом на Челябинск;
2. Алма-Ата — Петропавловск с выходом на Омск;
3. Алма-Ата — Семей — Павлодар (трасса М-38) с выходом на Омск;
4. Алма-Ата — Шымкент (трасса А-2) с выходом на Ташкент;

Таблица 1. Сводная таблица сравнения густоты сети дорог и плотности населения

Страна	Территория, км ² (место в мире) [1]	Население, чел. (год, место в мире) [2]	Протяжённость автомобильных дорог, км (год, место в мире) [3]	Плотность населения, чел./км ² (место в данном сравнении)	Густота сети дорог, км/км ² (место в данном сравнении)
Республика Казахстан	2 724 902 (9)	17 753 200 (2016, 64)	97 418 (2012, 44)	6,515 (8)	0,036 (8)
Российская Федерация	17 125 191 (1)	146 544 710 (2016, 9)	1 396 000 (2014, 5)	8,557 (7)	0,082 (7)
Китай	9 598 962 (3)	1 379 062 000 (2016, 1)	4 460 000 (2015, 3)	143,668 (2)	0,465 (3)
Киргизия	198 500 (85)	6 008 600 (2015, 111)	18 500 (2003, 115)	30,270 (6)	0,093 (6)
Узбекистан	447 400 (56)	31 807 000 (2016, 42)	183 496 (2014, 29)	71,093 (3)	0,410 (5)
Белоруссия	207 600 (84)	9 498 400 (2016, 92)	94 797 (2014, 50)	45,753 (4)	0,457 (4)
Германия	357 021 (62)	82 162 000 (2016, 16)	644 480 (2013, 11)	230,132 (1)	1,805 (1)
США	9 519 431 (4)	324 097 000 (2016, 3)	6 586 610 (2013, 1)	34,046 (5)	0,692 (2)

5. Шымкент — Актобе — Уральск (трасса М-32) с выходом на Самару.

На сегодняшний день ведётся строительство участка транснационального транспортного коридора Западная Европа — Западный Китай, проходящего через территорию Казахстана. От границы Российской Федерации до г. Кызылорды проходит дорога II категории, от г. Кызылорды до границы с Китаем — дорога I категории. Полное завершение работ на территории Казахстана ожидается в 2016 году [7].

Все приведённые выше особенности нашли своё отражение в стратегии «Казахстан-2050»: «...Инфраструктура должна расширять возможности экономического роста. Развивать инфраструктуру необходимо в двух направлениях: интегрировать национальную экономику в глобальную среду, а также двигаться в регионы внутри страны. Мы должны развивать наш транзитный потенциал. Сегодня реализуется ряд крупных общенациональных инфраструктурных проектов, результатом которых должно стать увеличение транзитных перевозок через Казахстан к 2020 г. в два раза. К 2050 г. эта цифра должна увеличиться в 10 раз. Внутри страны мы должны создавать «инфраструктурные цен-

тры» для «покрытия» удалённых регионов или регионов с недостаточной плотностью населения жизненно важными и экономически необходимыми объектами инфраструктуры. Для этого необходимо обеспечить создание опережающей инфраструктуры транспортной системы» [8].

При этом большое количество дорог Республики Казахстан требует ремонта или реконструкции, чтобы их технические и транспортно-эксплуатационные показатели соответствовали современным требованиям. Для примера на рис. 1 представлены фотографии текущего состояния участков автомобильной дороги Усть-Каменогорск — Шемонаиха. На данной дороге отмечены различные формы деформаций и разрушений земляного полотна и дорожной одежды. На приведённых фотографиях заметны отдельные выбоины, ярко выраженная колеиность, проломы, сетки трещин, образовавшиеся в процессе эксплуатации по разным причинам [9]. Стоит отметить, что данная дорога выходит к границе с Российской Федерацией — в районе с. Михайловка со стороны Российской Федерации, контрольно-пропускной пункт Убе.

При всех описанных факторах на сегодняшний день Казахстан нуждается

в качественно новом подходе к проектированию, строительству, эксплуатации автомобильных дорог и формированию современной транспортной инфраструктуры.

Каркасом для поставленных задач может стать технология информационного моделирования — BIM. В.В. Талапов в своей работе [10] дал определение BIM: «Информационное моделирование зданий (от англ. Building Informational Modeling), сокращённо BIM — это процесс, в результате которого формируется информационная модель здания...».

В срезе инфраструктурного строительства, касающегося как автомобильных дорог, так и другого строительства линейных объектов и сооружений на них, а также градостроительства, генеральных планов гражданских, промышленных зданий и сооружений, дополним данное определение: BIM — это процесс моделирования зданий и сооружений различного назначения, результатом которого является информационно наполненная модель, предназначенная для строительства, эксплуатации, содержания объекта — формирования его жизненного цикла.

BIM может применяться не только на этапе нового проектирования, но

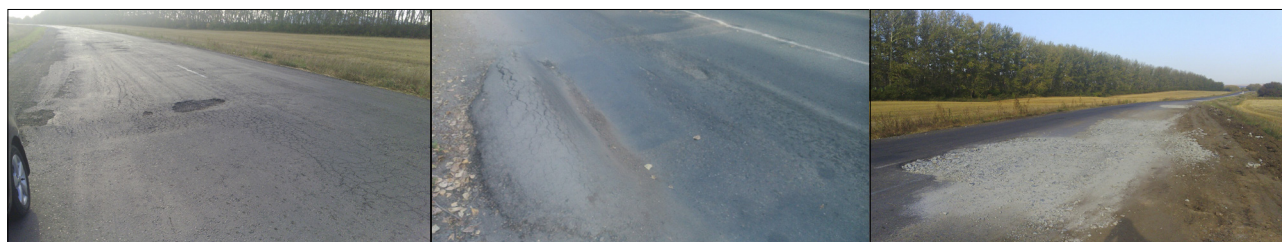


Рис. 1. Состояние автомобильной дороги Усть-Каменогорск — Шемонаиха, Восточно-Казахстанская область, сентябрь 2016 г.

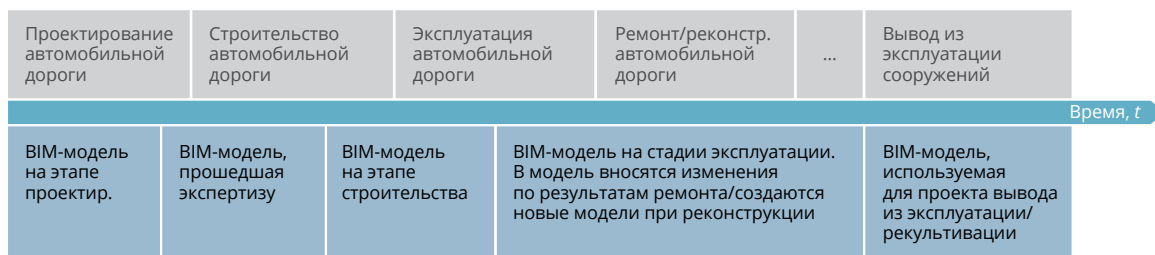


Рис. 2. Жизненный цикл проектируемой автомобильной дороги

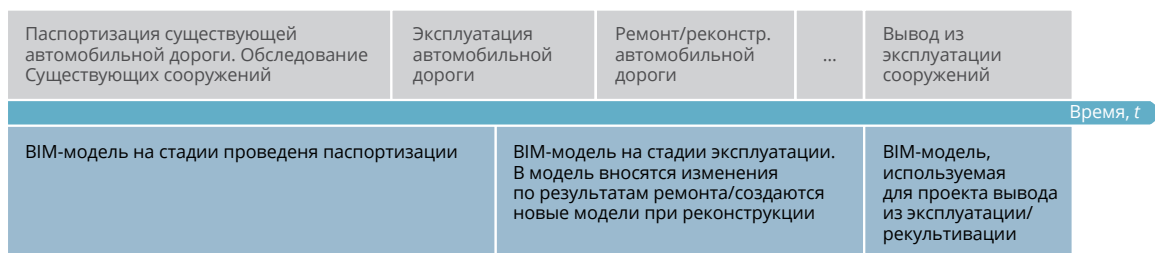


Рис. 3. Жизненный цикл существующей автомобильной дороги

и на этапе эксплуатации и вывода из эксплуатации сооружений, т.е. на любом этапе жизненного цикла. Упрощённо этот процесс показан на рис. 2–3 [11].

Что же из себя представляет процесс информационного моделирования? Укрупнённо его можно описать следующими этапами.

1. Создание ЦММ (цифровой модели местности). Сюда вносятся данные о рельефе и существующей ситуации на основании инженерно-геодезических изысканий, геологическая модель на основании инженерно-геологических изысканий, данные кадастра.
2. Создание ЦМП (цифровой модели проекта) для проектной модели — на данном этапе моделируется сооружение с различными уровнями наполнения.
3. Редактирование проектной модели по результатам замечаний экспертизы. По материалам проектной документации начинается строительство сооружения.
4. Окончание строительства, начало эксплуатации сооружения. Корректировка проектной модели по результатам строительства — строительная модель.
5. Далее в процессе эксплуатации сооружения, проведения ремонтов и реконструкций строительная модель корректируется до эксплуатационной модели.
6. Вывод сооружения из эксплуатации — на основании эксплуатационной модели разрабатывается проект по выводу из эксплуатации с созданием новой модели, соответствующей новым реалиям.

Стоит отметить, что перечисленные пункты на фоне продолжительности эксплуатации автомобильных дорог во времени являются весь-

ма приближёнными и укрупнёнными. Данный перечень соответствует проектированию новой автомобильной дороги. Отличие от содержания существующих сооружений лишь в необходимости проведения паспортизации дороги и обследования существующих сооружений. Наполнение проекта [10] зависит от стадии проектирования, различного рода природных, социальных и прочих процессов, а также от требований заказчика.

Чем же выгодно внедрение новой, столь объёмной технологии в отрасли? Можно выделить основные пункты.

1. Безусловно, время проектирования. Ускорение процесса проектирования составляет 30–40% [10]. Внедрение облачных технологий хранения данных способствует более гибким условиям проектирования, согласования, утверждения. Также ускоряется и становится легче прохождение экспертизы проекта. Ускоряется решение технических вопросов, связанных с эксплуатацией сооружения.
2. Внедрение новых технологий инженерных изысканий, таких как лазерное сканирование местности при инженерно-геодезических изысканиях, георадиолокация при инженерно-геологических изысканиях. На основании использования указанных технологий возможно проведение научных изысканий [12] в автодорожной отрасли.
3. Внедрение новых технологий в строительстве и эксплуатации, таких как, например, технология управления строительной техникой, которая работает на базе данных из информационной модели [13]. Фотографии дорожно-строительной техники представлены на рис. 4–6.



Рис. 4. Роботизированный тахеометр Leica для управления автогрейдером. Новосибирская область, август 2016 г.



Рис. 5. Автогрейдер Caterpillar, управляемый с помощью роботизированного тахеометра. Новосибирская область, август 2016 г.



Рис. 6. Бульдозер Komatsu, управляемый с помощью GPS-навигации. Новосибирская область, август 2016 г.

4. Более детальный учёт происшествий и планирование мероприятий по организации безопасности дорожного движения на участке.
5. Информационная модель сооружений может использоваться для принятия взвешенных архитектурных и градостроительных решений при реконструкции транспортных систем населённых пунктов. Модель позволяет управлять социальными, экономическими, транспортными данными и их изменениями во времени. Тем самым прогноз развития населённых пунктов становится более реальным, снижается риск ошибок в принятии решений, управление городской средой становится более взвешенным.

На каком этапе развития находится BIM на сегодняшний день? Технология активно внедряется и развивается в мире.

1. Великобритания: железная дорога Crossrail длиной 136 км в Лондоне [10].
2. Китай: стадион Птичье гнездо для Олимпийских Игр в 2008 г. в Пекине [10].
3. Российская Федерация: издан Приказ от 29.12.2014 г. «Об утверждении плана поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства» за подписью министра строительства и ЖКХ Российской Федерации М.А. Меня. На разных стадиях выполнения находятся несколько проектов, касающихся автомобильных дорог и сооружений на них, выполняемых с помощью технологии информационного моделирования [14]. В 2014 г. было принято решение о проведении пилотных проектов по рассмотрению проектной документации, подготовлен-

ной с помощью BIM технологии в ГАУ «Мосгосэкспертиза», — первый российский опыт работы экспертизы с информационными моделями [15].

4. Республика Казахстан: в структуре АО «КазНИИАС» организован Центр информационного моделирования, занимающийся разработкой проектов, стандартов и прочих услуг в области информационного моделирования [16]. Разрабатывается Концепция применения информационного моделирования в строительной отрасли Республики Казахстан.

Процесс внедрения информационного моделирования в Республике Казахстан на сегодняшний день сталкивается с определёнными трудностями [17], основные из которых приведены ниже.

1. Трудности организационного характера, связанные с рабочими процессами в проектных организациях.

2. Трудности, связанные с обучением как студентов, так и практикующего инженерно-технического состава.
3. Отсутствие нормативной документации, стандартов. Существующая документация во многом ориентирована на классические методы проектирования.
4. Внедрение и использование специализированного программного обеспечения, его взаимодействие между собой [18]. Особенно это касается взаимодействия информационной модели и программного обеспечения для составления смет — в данном направлении работы предстоит ещё очень много. Также важен вопрос об обмене информационными моделями между программными продуктами. Для этого существует формат IFC (Industry Foundation Classes [19]). На сегодняшний день формат имеет спецификацию IFC4 и на достаточном уровне проработан для использования в области проектирования зданий и сооружений. Для проектов автомобильных дорог формат проработан пока только на уровне описания плана и продольного профиля трассы. Ведётся дальнейшая работа по развитию IFC для автомобильных дорог [20].
5. Необходимо внедрение технологии при инженерных изысканиях для получения подробных объёмных информационных моделей местности, геологических моделей. На сегодняшний день данные работы представляются в «классическом» виде — на планшетах, сечениями, что порождает необходимость их обработки и приведения к информационной модели.
6. Психологический фактор — инерционность в мышлении и принятии решений как среди инженерно-технического, так и среди руководящего состава. Отмечается слабая информированность специалистов и непонимание причин и необходимости скорейшего внедрения новых технологий в области проектирования и формирования жизненного цикла транспортных сооружений.

На рис. 7 приведены примеры презентационной графики проекта автомобильной дороги, выполненного с помощью технологии информационного моделирования. На рис. 8 представлен пример участка транспортной развязки. При выполнении данного проекта проведены следующие основные работы.

1. Сформирована информационная модель автомобильной дороги: земляного полотна, дорожной одежды, обстановки пути, водопропускных сооружений.
2. Из готовой модели сформирована графическая часть проекта (чертежи), дополненные всей необходимой для строительства информацией: различного рода ведомостями,

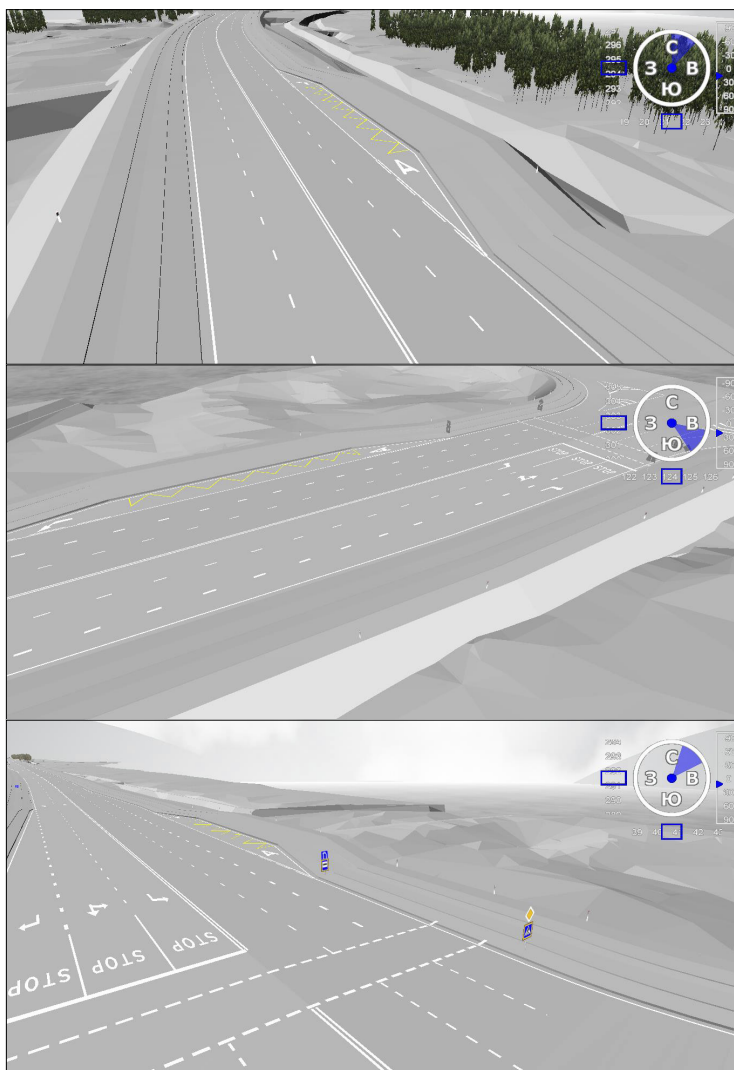


Рис. 7. Примеры участков автомобильной дороги, выполненной с помощью технологии информационного моделирования. Презентационная графика, 2015 г.

таблицами, графиками; сформированными ведомостями объёмов работ.

3. Из модели сформированы базы данных для управления строительной техникой.
4. Представлены видео- и графические материалы для визуальной оценки проектных решений.
5. Модель послужила основой для социальных, экономических и транспортных исследований района строительства и построения дальнейших прогнозов развития района.

Несколько слов о программном обеспечении, позволяющем использовать возможности информационного моделирования в процессе проектирования и строительства транспортных объектов. Наибольшего развития в этом вопросе достигли западные компании, но стоит отметить и разработчиков из СНГ, достигших достаточно высоких результатов за короткий срок.

1. Компания Autodesk, США. Разработчик большого количества программных про-

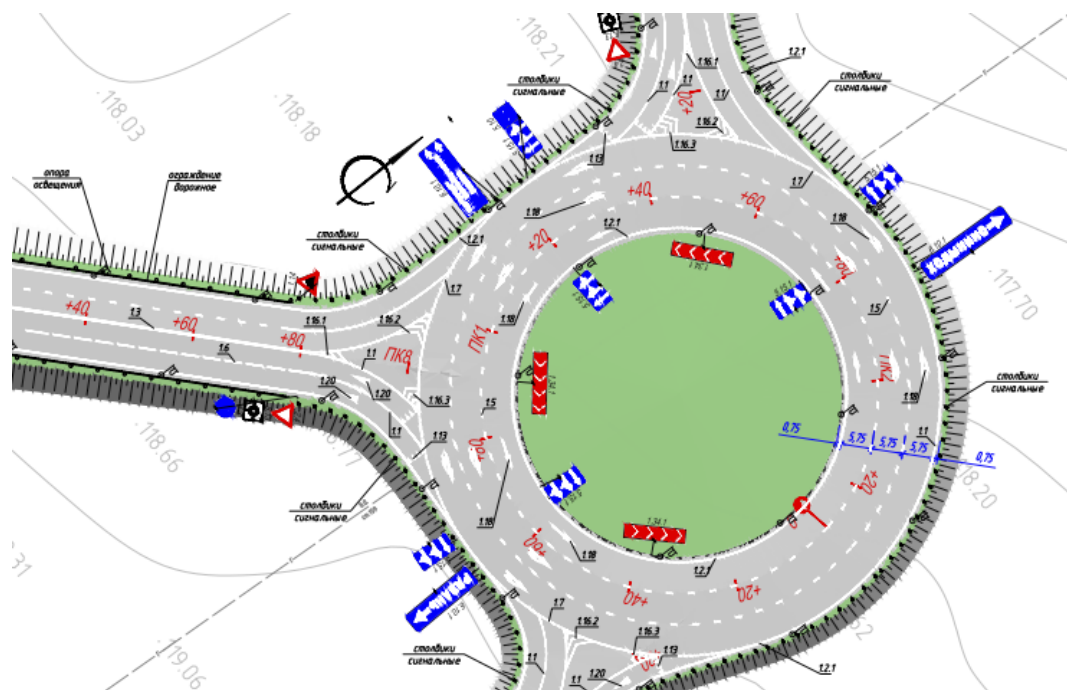


Рис. 8. Пример участка транспортной развязки, выполненной с помощью технологии информационного моделирования, 2015 г.

- дуктов для реализации технологии информационного моделирования, таких как Autodesk Civil 3D, Autodesk Revit, Autodesk Navisworks и пр. [21].
2. Компания Bentley, США. Разработчик достаточно интересных продуктов для реализации технологии информационного моделирования в области инфраструктуры и промышленного строительства: Power InRoads, MXROAD, RM Bridge, OpenBridge Modeler, Power Rail Track и пр. [22].
3. Компания «Индорсофт», Россия, г. Томск. Разработчик широкого спектра продуктов для реализации проектирования и управления жизненным циклом транспортных сооружений с помощью технологии информационного моделирования: IndorCAD/Road, IndorPavement, IndorTrafficPlan, IndorCulvert; IndorRoad, IndorIntensity, IndorMap [23].
4. Научно-производственная фирма «Топоматик», Россия, г. Санкт-Петербург. Достаточно известные и зарекомендовавшие себя решения для проектирования автомобильных дорог: Топоматик Robur — Автомобильные дороги, Топоматик Robur — Железные дороги, Топоматик Robur — Дорожная одежда, Топоматик Robur — Искусственные сооружения [24].
5. Компания «Кредо-Диалог», Республика Беларусь, г. Минск. Один из старейших разработчиков программного обеспечения для проектирования транспортных сооружений: CREDO ДОРОГИ, в состав которой могут быть включены CREDO СЪЕЗДЫ,

CREDO ОСАДКА, ОЦЕНКА ДОРОГИ и ВИЗУАЛИЗАЦИЯ, а также программы CREDO РАДОН, CREDO ДИСЛОКАЦИЯ, ZNAK, ГРИС, МОРФОСТВОР, ОТКОС [25].

Основываясь на перечисленных выше фактах, принимая во внимание трудности, с которыми можно столкнуться, автор полагает, что внедрение информационного моделирования (BIM) в транспортном строительстве является как никогда актуальным. Этому способствует сегодняшнее состояние экономики, которой необходим толчок в инновационном развитии, темпы развития Республики, а также вызовы, предъявляемые к научному и технологическому потенциалу извне. Информационное моделирование как практика, доказавшая свою жизнеспособность в мире, должно занять своё место в дальнейшем развитии автодорожной и градостроительной отраслей и способствовать общему экономическому росту Республики Казахстан. Используя большой потенциал, который предоставляют данные информационной модели сооружений — а мы сейчас уже говорим о пресловутой «виртуальной реальности», — можно прогнозировать, что переход на технологию информационного моделирования позволит более качественно, быстро и технологично воплощать инновационные проекты программы «Нурлы Жол — Центр — Юг», «Центр — Запад», «Актобе — Атырау — Астрахань», «Бейнеу — Актау — Жанаозен», «Узынагаш — Отар» [26]. Воплощение данных проектов с помощью технологии информационного моделирования послужит прекрасной основой для развития современной дорожной науки

на базе НИИ и технических вузов Казахстана. А управление жизненным циклом сооружений позволит наиболее качественно их эксплуатировать. ■

Литература:

1. Список государств и зависимых территорий по площади // Википедия — свободная энциклопедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Список_государств_и_зависимых_территорий_по_площади (дата обращения: 15.06.2017).
2. Список стран по населению // Википедия — свободная энциклопедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Список_стран_по_населению (дата обращения: 15.06.2017).
3. Список стран по длине автомобильных дорог // Википедия — свободная энциклопедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Список_стран_по_длине_сети_автомобильных_дорог (дата обращения: 15.06.2017).
4. Список стран по ВВП (номинал) на душу населения // Википедия — свободная энциклопедия. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Список_стран_по_ВВП_\(номинал\)_на_душу_населения](https://ru.wikipedia.org/wiki/Список_стран_по_ВВП_(номинал)_на_душу_населения) (дата обращения: 15.06.2017).
5. Можарова В.В. Транспорт в Казахстане: современная ситуация, проблемы и перспективы развития. Алматы: КИСИ при Президенте РК, 2011. 216 с.
6. Автомобильные дороги Казахстана // Википедия — свободная энциклопедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Автомобильные_дороги_Казахстана (дата обращения: 15.06.2017).
7. Западная Европа — Западный Китай // Википедия — свободная энциклопедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Западная_Европа_—_Западный_Китай (дата обращения: 15.06.2017).
8. Послание Президента Республики Казахстан — Лидера Нации Н.А. Назарбаева Народу Казахстана «Стратегия «Казахстан-2050»: новый политический курс состоявшегося государства. Астана: Акорда, 2012.
9. Справочная энциклопедия дорожника. Т. II. Ремонт и содержание автомобильных дорог / Васильев А.П. [и др.]. М.: Транспорт, 1989.
10. Талапов В.В. Технология BIM: суть и особенности внедрения информационного моделирования зданий. М.: ДМК Пресс, 2015. 410 с.
11. 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
12. Сарычев Д.С. Мобильное лазерное сканирование // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2013. № 1(1). С. 36–41. DOI: 10.17273/CADGIS.2013.1.8
13. Гулин В.Н. Цифровые модели для систем управления дорожно-строительными машинами // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2015. № 1(4). С. 56–59. DOI: 10.17273/CADGIS.2015.1.6
14. Бойков В.Н., Неретин А.А., Скворцов А.В. Апробирование информационных моделей дорог на стадии реализации проектов // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2015. № 2(5). С. 30–36. DOI: 10.17273/CADGIS.2015.2.5
15. Бенклян С.Э. Применение BIM моделей для экспертизы строительных проектов. Зарубежная практика. Первый российский опыт. Материалы семинара «Расчет и проектирование конструкций в среде SCAD Office 21», 22–23 апреля 2015 г. URL: http://scadsoft.com/download/2015Msk/7_Benklyanin_Primeneniye_BIM_modeley.pdf (дата обращения: 15.06.2017).
16. Центр информационного моделирования // КазНИИИКА. URL: <http://www.kazniisa.kz/index.php/2016-06-07-09-10-15/2016-07-14-04-22-58> (дата обращения: 15.06.2017).
17. 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
18. АСКОН и «1С» будут вместе создавать российские ТИМ/ BIM решения // Фирма «1С». URL: <http://1c.ru/news/pressrelise.jsp?id=1783> (дата обращения: 15.06.2017).
19. Industry Foundation Classes // Википедия — свободная энциклопедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Industry_Foundation_Classes (дата обращения: 15.06.2017).
20. ИндорСофт принял участие в саммите по BIM в Южной Корее // Официальный сайт компании «ИндорСофт». URL: <http://indorsoft.ru/about/news/52841/> (дата обращения: 15.06.2017).
21. Продукты // Официальный сайт компании Autodesk. URL: <http://www.autodesk.ru/products> (дата обращения: 15.06.2017).
22. Решения для специалистов в области инфраструктуры // Официальный сайт компании Bentley. URL: <https://www.bentley.com/ru/products> (дата обращения: 15.06.2017).
23. Обзор программных продуктов // Официальный сайт компании «ИндорСофт». URL: <http://indorsoft.ru/products/index.php> (дата обращения: 15.06.2017).
24. Каталог продуктов и услуг // Официальный сайт НПФ «Топоматик». URL: <http://www.topomatic.ru/products> (дата обращения: 15.06.2017).
25. ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС CREDO // Сайт консорциума «Кредо-Диалог». URL: <http://кредо-диалог.рф/produkty.html> (дата обращения: 15.06.2017).
26. Проекты «НУРЛЫ ЖОЛ» // Западная Европа — Западный Китай. Международный транзитный коридор. URL: <http://www.europe-china.kz/nurly-zhol> (дата обращения: 15.06.2017).