Интернет-журнал «Отходы и ресурсы» <https://resources.today>
Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling

2020, №1, Том 7 / 2020, No 1, Vol 7 <https://resources.today/issue-1-2020.html>

URL статьи: <https://resources.today/PDF/12INOR120.pdf>

DOI: 10.15862/12INOR120 (<http://dx.doi.org/10.15862/12INOR120>)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Колбасин А.М., Гумеров А.Р. Автоматизация дорожного строительства // Интернет-журнал «Отходы и ресурсы», 2020 №1, <https://resources.today/PDF/12INOR120.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/12INOR120

For citation:

Kolbasin A.M., Gumerov A.R. (2020). Automation of road construction. *Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling*, [online] 1(7). Available at: <https://resources.today/PDF/12INOR120.pdf> (in Russian) DOI: 10.15862/12INOR120

УДК 00

Колбасин Александр Маркович

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»
Москва, Россия
Доцент кафедры «Информационных систем, технологий и автоматизации в строительстве»
Кандидат технических наук

Гумеров Амир Радикович

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»
Москва, Россия
Студент
E-mail: amirgum@gmail.com

Автоматизация дорожного строительства

Аннотация. В этой статье рассматривается создание и применение информационной модели строительного объекта (Building Information Modelling) во время создания и эксплуатации дорожной инфраструктуры.

Статья раскрывает проблему снижения издержек производственного процесса и оптимизации затрат, преследующие все компании, занимающихся строительством. Помимо множества мероприятий, которые проводятся в организациях по улучшению систем автоматизации, проблема все равно остается актуальной, так как современными средствами тяжело обрабатывать большой поток поступающей информации, который сопровождает работу с объектами.

Авторы данной статьи говорят о том, что практическая часть BIM в дорожном строительстве заключается в сборе необходимой информации с объекта и дальнейшем ее реализации в 3D-модели, поскольку на эксплуатационном этапе предусмотрено планирование работ по ремонту и техническому обслуживанию, которые включают соответствующие затраты.

Помимо этого, в статье рассматривается автоматизация дорожного строительства, заключающаяся в системе отслеживания (мониторинга) состояния дорожного покрытия. В свою очередь Росавтодор начал активно использовать технологию холодной регенерации и стабилизации асфальтобетонных покрытий, он же холодный ресайклинг, который может улучшить состояние и долговечность дорожного полотна. В настоящее время специалисты работают над способом контроля состояния дорожных покрытий.

В этой статье рассмотрен процесс реконструкции дорог с помощью 3D-технологии, разделенной на 4 отдельных этапа. Они включают в себя основные стадии строительства дорожного полотна: изыскание, проектирование, передача проекта на участок и фрезерование.

Ключевые слова: BIM; автоматизация; строительство; проектирование; дорога; затраты; система; экономия

Введение

Главная цель концепции BIM – уменьшить разницу между проектом и самой реализацией объекта [1]. Такой подход может позволить оптимизировать затраты и снизить издержки производственного процесса. В наши дни в современных условиях проектно-строительной или инфраструктурной деятельности стало практически невозможно эффективно обрабатывать огромный поток первичной информации. На выходе мы получаем результат, который также насыщен информацией. Эти данные необходимо хранить в форме, которая удобна для использования [12].

В 2014 году КРОК разработала комплексное решение, которое базируется на технологиях информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства [2]. Это решение основано на инструментах информационного моделирования, 3D-визуализации объектов и управления строительной техникой для контроля качества и точности выполнения работ с помощью устройства линейно протяженного объекта строительства. Благодаря такому решению был охвачен полный жизненный цикл строительства – от предпроектной подготовки до эксплуатации готового объекта. Помимо этого, предусмотрели возможность управления вышеперечисленными процессами в качестве единого информационного пространства. К примеру, созданная 3D-модель объекта строительства загружается в комплекс 3D-визуализации для демонстрации, подробного изучения и корректировки, после этого модель проходит процедуру одобрения со стороны заказчика либо отправляется на доработку. Со строительной площадки есть возможность оперативно получать актуальную информацию об этапах работы для анализа и управления строительными и подготовительными процессами [12].

Агрегированная информация, которая собирается по разным строительным участкам, передается в стадию стратегического анализа для обеспечения информацией руководства по принятию решений. После ввода объекта в эксплуатацию информация в свою очередь передается в соответствующий сегмент для эффективного планирования всех видов работ и затрат на этом этапе. В итоге подход экономит около 30–50 % времени на проектирование и строительство [12].

Сегодня мы наблюдаем интерес со стороны заказчиков на услуги построения концептуальной модели или «дорожной карты» по переходу на информационное моделирование. «Дорожная карта» содержит стратегию внедрения BIM на различных этапах [12].

Практическая сторона концепции BIM в дорожном строительстве

Стандартная методология проектирования объектов дорожного строительства предполагает начать процесс со сбора информации с площадки. В основном это касается топографических материалов, климатических, геологических и гидрогеологических данных. Это помогает найти имеющиеся на строительной площадке коммуникации и учесть их в процессе проектирования с отсылкой на действующие регламенты и нормы. Концепция единой рабочей среды дает возможность учесть все особенности будущего объекта и даже спрогнозировать возможные последствия проектных изменений [12].

Во время эксплуатации, которая может протекать в среднем около 50 лет, возможность доступа ко всей проектной документации и фиксации реального состояния элементов объекта важна для правильного планирования работ по ремонту и техобслуживанию, которое включает соответствующие затраты. Создание 3D-модели возможно на основе цифровых фотографий. В случае утраты технической документации с помощью технологии трехмерной фотограмметрии возможно буквально за пару дней получить актуальные данные о текущем состоянии строительных площадок и объектов [3; 12].

Основное преимущество подхода BIM – процесс проектирования реализуется в трехмерном пространстве. Следовательно, демонстрационные показы этапов строительства объектов инфраструктуры можно осуществлять с детализацией, которая будет максимально приближенной к реальности [12].

Автоматизация дорожного строительства

В дорожном строительстве автоматизация – это предмет многочисленных дискуссий. Невозможность присутствия актуальной нормативной базы не дает перейти к более решительным действиям в работе над цифровыми проектами. В структурном плане дорожно-строительный бизнес находится под опекой Минстроя, но при этом основной заказчик – Минтранс. Минстрой работает над обновленными нормативами, в первую очередь для промышленно-гражданского строительства [12].

Проекты цифровизации использования дорог – это автоматическое управление транспортными потоками, а также мониторинг дорожного движения. Они косвенно касаются состояния дорог. По источникам Минтранса сегодня в Российской Федерации нет ни одной трассы или участка дороги, оснащённые системой мониторинга состояния дорожного покрытия, чтобы эта информация оперативно доводилась до эксплуатирующей организации или контролирующих органов. Данное оснащение позволило бы контролерам либо самим водителям быстро принимать меры по ситуации, к примеру, снижать скорость на проблемных участках дороги.

Некоторое время назад Росавтодор начал активно использовать новую технологию холодной регенерации и стабилизации асфальтобетонных покрытий – холодный ресайклинг. Технология заключается в измельчении и перемешивании существующего асфальтобетонного покрытия и слоя нижележащего материала с добавлением специальных связующих материалов для получения прочного и однородного дорожного основания. На данное основание позже укладывается новое асфальтобетонное покрытие. В конечном результате выходит новая дорога с улучшенными физико-механическими свойствами. Основная задача решается высокотехнологической техникой – ресайклером. Системы тонкой настройки ресайклера дают возможность достигать высокого качества смешивания компонентов в необходимой пропорции, которая является залогом качественной реализации регенерации.

Реконструкция дорог с помощью 3D-технологий

Реконструкция дорог с помощью 3D-технологий проводится в 4 этапа [4].

Первый этап. Проводятся изыскания при помощи лабораторий. Лаборатория состоит из лазерного сканера, профилометра, видеокамер и ГЛОНАСС/GPS приемников [5]. В такой лаборатории возможно в режиме реального времени производить сканирование дороги с привязкой к фотографиям и одновременно получать координаты машины в пространстве. На этапе изысканий выполняется лазерное сканирование участка местности мобильной лабораторией с представлением дорожного полотна в виде облака точек. По итогу анализа

полученных данных о текущем состоянии дороги (колейности, продольных и поперечных профилях) разработан цифровой проект ремонтных работ, использованный в дальнейшем для проведения фрезерования при помощи системы автоматического нивелирования.

Второй этап. В проектировании активно используются программные комплексы (ПК), к примеру, CREDO Дороги. ПК CREDO Дороги может работать с массивами данных, которые представляются в виде облака точек. По итогу загруженных цифровых моделей проектировщик создает проектную поверхность с помощью программы, которая контролирует соответствие нормируемых параметров проектно-сметной документации и СНиПам.

В таких программных комплексах наличие огромного числа встроенных библиотек и методики оптимизации расчетов намного упрощают работу.

В результате на выходе из CREDO мы получаем карту фрезерования.

Третий этап. Передача проекта на участок. Передача проходит с помощью облачного сервиса, позволяющего контролировать объем выполненных работ, местонахождение техники, а также удаленно загружать проект в бортовой компьютер [6].

Четвертый этап. Работа системы нивелирования состоит в управлении рабочим узлом машины, удержании его на заданной высоте и коррекции угла наклона по исполнительной документации [7]. На борту дорожной фрезы ставится панель управления, а в нее загружаются проектные данные. Для отслеживания положения барабана на уровне его оси закрепляется мачта для снижения уровня тряски [8]. На верхней части мачты крепится призма-отражатель, чье местоположение непрерывно определяется роботизированным тахеометром. В свое время наклон мачты, сказывающийся на точности определения местоположения, находится с помощью датчика наклона [9].

Данные, которые получены от датчиков и тахеометра, обрабатываются, а потом сравниваются с проектными данными и отклонениями, которые задаются оператором, после чего подается сигнал на гидравлический распределитель машины [10]. В итоге рабочий узел машины всегда движется только по проектной плоскости. Если загрузить проектные данные во второй роботизированный тахеометр, то появится возможность осуществлять контроль в любой точке отфрезерованной поверхности и, при необходимости, внести изменения по высоте или уклону в бортовую панель управления машины во время работы [11].

Заключение

На сегодняшний день автоматизация в строительстве присутствует практически в каждой отрасли, исключение не составило и дорожное строительство. Автоматизация дорожного строительства развивается с каждым днем все быстрее, ведь замена человеческого труда на машинный не только является экономически верным решением, но и практически исключает вероятность ошибки и повышает качество дорожного покрытия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Евтушенко, С.И. Автоматизация и роботизация строительства: Учебное пособие / С.И. Евтушенко, А.Г. Булгаков, В.А. Воробьев, Д.Я. Паршин. – М.: ИЦ РИОР, НИЦ ИНФРА-М, 2017. – 339 с.
2. Абдулханова, М. Технологии производства материалов и изделий и автоматизация технологических процессов на предприятиях дорожного строительства: учебное пособие / М. Абдулханова, В.А. Воробьев. – М.: Солон-пресс, 2016. – 523 с.
3. Павлидис, Т. Алгоритмы машинной графики и обработки изображений / Т. Павлидис. – М.: Академия, 2015. – 786 с.
4. Бабков В.Ф., Андреев О.В. Проектирование автомобильных дорог. Ч. 1. – М.: Транспорт, 2016. – 357 с.
5. Кононыхин, Б.Д. Лазерные системы управления машинами дорожного строительства / Б.Д. Кононыхин. – М.: Машиностроение, 2018. – 118 с.
6. Воробьев В.А., Колбасин А.М. Автоматизация приготовления бетонных смесей и изготовления железобетонных изделий и конструкций – М.: Изд-во Российской инженерной академии, 2016. – 660 с.
7. Гаврилов, К.Л. Дорожно-строительные машины иностранного и отечественного производства: устройство, диагностика и ремонт / К.Л. Гаврилов, Н.А. Забара. – М.: Майор, Издатель А.И. Осипенко, 2017. – 271 с.
8. Шестопалов, К.К. Подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины и оборудование. Издание 9-е / К.К. Шестопалов. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2015. – 314 с.
9. Тюрин, Н.А. Дорожно-строительные материалы и машины / Н.А. Тюрин, Г.А. Бессараб, В.Н. Язов. – М.: Академия, 2015. – 234 с.
10. Максименко, А.Н. Диагностика строительных, дорожных и подъемно-транспортных машин / А.Н. Максименко, Г.Л. Антипенко, Г.С. Лягушев. – М.: БХВ-Петербург, 2016. – 295 с.
11. Волков А.А., Петрова С.Н., Гинзбург А.В., Иванов Н.А., Клашанов Ф.К., Конилов А.И., Никитина С.В., Постнов К.В. Информационные системы и технологии в строительстве // Министерство образования и науки Российской Федерации, Московский государственный строительный университет. Москва, 2015. Сер. Строительство. с. 6–12.
12. Гришина Н., Завтур А. Автоматизация дорожного строительства. Опыт компании КРОК в BIM-технологиях // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века, 2016 №5–6, http://www.stroy.mat21.ru/pdf/2016_05/26-29.pdf (доступ свободный).

Kolbasin Aleksandr Markovich

National research Moscow state university of civil engineering, Moscow, Russia

Gumerov Amir Radikovich

National research Moscow state university of civil engineering, Moscow, Russia

E-mail: amirgum@gmail.com

Automation of road construction

Abstract. This article discusses the creation and application of the building model information (Building Information Modeling) during the creation and operation of road infrastructure.

The article reveals the problem of reducing the costs of the production process and optimizing costs that plague all construction companies. In addition to the many activities that are carried out in organizations to improve automation systems, the problem still remains relevant, as it is difficult to process a large stream of incoming information that accompanies work with objects using modern tools.

The authors of this article say that the practical part of BIM in road construction consists in collecting the necessary information from the object and its further implementation in a 3D model, since at the operational stage, planning for repair and maintenance work is provided, which includes the corresponding costs.

In addition, the article discusses the automation of road construction, consisting in a tracking system (monitoring) of the condition of the road surface. In turn, Rosavtodor began to actively use the technology of cold regeneration and stabilization of asphalt concrete pavements, it is also cold recycling, which can improve the condition and durability of the roadway. Currently, experts are working on a method of monitoring the status of pavements.

This article discusses the process of road reconstruction using 3D technology, divided into 4 separate stages. They include the main stages of the construction of the roadway: survey, design, transfer of the project to the site and milling.

Keywords: BIM automation; building; design; road; expenses; system; saving

REFERENCES

1. Evtushenko S.I., Bulgakov A.G., Vorob'ev V.A., Parshin D.Ya. (2017). Avtomatizatsiya i robotizatsiya stroitel'stva. [*Building automation and robotics.*] Moscow: RIOR Publishing Center, INFRA-M Scientific and Publishing Center, p. 339.
2. Abdulkhanova M., Vorob'ev V.A. (2016). Tekhnologii proizvodstva materialov i izdeliy i avtomatizatsiya tekhnologicheskikh protsessov na predpriyatiyakh dorozhnogo stroitel'stva. [*Technologies for the production of materials and products and automation of technological processes at road construction enterprises.*] Moscow: Solon Press, p. 523.
3. Pavlidis T. (2015). Algoritmy mashinnoy grafiki i obrabotki izobrazheniy. [*Computer graphics and image processing algorithms.*] Moscow: Academy, p. 786.
4. Babkov V.F., Andreev O.V. (2016). Proektirovanie avtomobil'nykh dorog. Chast' 1. [*Road design. Part 1.*] Moscow: Transport, p. 357.

5. Kononykhin B.D. (2018). Lazernye sistemy upravleniya mashinami dorozhnogo stroitel'stva. [*Laser Control Systems for Road Construction Machines.*] Moscow: Engineering, p. 118.
6. Vorob'ev V.A., Kolbasin A.M. (2016). Avtomatizatsiya prigotovleniya betonnykh smesey i izgotovleniya zhelezobetonnykh izdeliy i konstruktsiy. [*Automation of the preparation of concrete mixtures and the manufacture of reinforced concrete products and structures.*] Moscow: Publishing House of the Russian Academy of Engineering, p. 660.
7. Gavrilov K.L., Zabara N.A. (2017). Dorozhno-stroitel'nye mashiny inostrannogo i otechestvennogo proizvodstva: ustroystvo, diagnostika i remont. [*Road-building machines of foreign and domestic production: device, diagnostics and repair.*] Moscow: Publisher A.I. Osipenko, p. 271.
8. Shestopalov K.K. (2015). Pod'emno-transportnye, stroitel'nye i dorozhnye mashiny i oborudovanie. Izdanie 9-e. [*Hoisting, construction and road machinery and equipment. 9th Edition.*] Vologda: Infra-Engineering, p. 314.
9. Tyurin N.A., Bessarab G.A., Yazov V.N. (2015). Dorozhno-stroitel'nye materialy i mashiny. [*Road-building materials and machines.*] Moscow: Academy, p. 234.
10. Maksimenko A.N., Antipenko G.L., Lyagushev G.S. (2016). Diagnostika stroitel'nykh, dorozhnykh i pod'emno-transportnykh mashin. [*Diagnostics of construction, road and hoisting-and-transport vehicles.*] Moscow: BHV-Petersburg, p. 295.
11. Volkov A.A., Petrova S.N., Ginzburg A.V., Ivanov N.A., Klashanov F.K., Konikov A.I., Nikitina S.V., Postnov K.V. (2015). Informatsionnye sistemy i tekhnologii v stroitel'stve. [*Information systems and technologies in construction.*] Moscow: Moscow State University of Civil Engineering, pp. 6–12.
12. Grishina N., Zavtur A. (2016). Automation of road construction. CROC's experience in BIM technology. *Building materials, equipment, technologies of the 21st century*, [online] 5–6. Available at: http://www.stroyamat21.ru/pdf/2016_05/26-29.pdf (in Russian).