

АВТОМАТИЧЕСКОЕ ПОСТРОЕНИЕ ПОПЕРЕЧНОГО ПРОФИЛЯ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ СЪЕМКИ БПЛА

Андрей Анатольевич Быков

Сибирский государственный университет путей сообщения, 630049, Россия, г. Новосибирск, ул. Д. Ковальчук, 191, аспирант, ведущий инженер, тел. (962)831-00-93, e-mail: BikovAA82@gmail.com

Кристина Владимировна Челядинова

ОАО «РЖД», Западно-Сибирская дирекция инфраструктуры, Инская дистанция пути, 630046, Россия, г. Новосибирск, ул. Первомайская, 174, инженер технического отдела, тел. (913)715-96-74, e-mail: chrisvg@yandex.ru

Исполнительная съемка и построение продольных профилей одна из трудоемких задач при ремонте и строительстве железнодорожного полотна. Инструментальная съемка и обработка полученных данных требует не только высоких профессиональных навыков в работе с геодезическим оборудованием, но и навыков работы со специализированным программным обеспечением. В настоящее время НИЛ ДДО и ЗП СГУПС развивает применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в рамках контроля качества проводимого ремонта, а также в целях решения задач инженерных изысканий. Для усовершенствования процесса обработки данных получаемых в ходе съемки с помощью БПЛА разработано программное обеспечение Cross Section Design (CSD), которое, не требуя специальных навыков, позволит в кратчайшие сроки получить готовые поперечные профили, соответствующие требованиям действующей нормативной документации, в форматах встроенного векторного редактора Microsoft Excel и в открытом формате DXF, для обмена графической информации между САД системами.

Ключевые слова: построение поперечного профиля, беспилотные летательные аппараты, аэрофотосъемка.

AUTOMATIC CONSTRUCTION OF THE TRANSVERSE PROFILE ACCORDING TO THE RESULTS OF SHOOTING AN UNMANNED AIRCRAFT

Andrey A. Bikov

Siberian Transport University, 191, Dusi Kovalchuk St., Novosibirsk, 630049, Russia, Ph. D. Student, Leading Engineer of the Research Laboratory for Diagnostic of Road Surfacing and Roadbed, phone: (961)831-00-93, e-mail: BikovAA82@gmail.com

Kristina V. Chelyadinova

Russian Railways, West Siberian Infrastructure Directorate, Inskaya Permanent way Division, 174, Pervomayskay St., Novosibirsk, 630046, Russia, Engineer, Technical Department, phone: (913)715-96-74, e-mail:chrisvg@yandex.ru

Executive survey and construction of longitudinal profiles is one of the laborious tasks in the repair and construction of railway tracks. Instrumental survey and data processing requires not only high professional skills in working with geodetic equipment, but also skills in working with specialized software. At present, the Scientific Research Laboratory of Subsidiaries and Subsidiaries of the SSTPU is developing the use of unmanned aerial vehicles (UAVs) as part of the quality control of the repairs carried out, as well as in order to solve engineering survey problems. To improve the

processing of data obtained during the survey with the help of UAVs, Cross Section Design (CSD) software has been developed, which, without requiring special skills, will allow in the shortest possible time to get ready-made cross-section profiles that meet the requirements of current regulatory documentation in Microsoft's integrated vector editor formats Excel and in the open DXF format, for the exchange of graphic information between CAD systems.

Key words: building a transverse profile, unmanned aerial vehicles, aerial photography.

Введение

Применение методов аэрофотосъемки в картографии известно с середины XIX века. В настоящее время, в связи с усовершенствованием технологий аэрофотосъемка получила новый виток развития, в том числе и в области железнодорожного ремонта и строительства. Применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) имеет ряд бесспорных преимуществ перед классическими методами инструментальной топографической съемкой:

- оперативность выполнения съемки;
- удобство и экономичность транспортировки оборудования;
- автоматизация процесса съемки и обработки данных;
- достоверность и качество получаемых результатов.

В рамках мониторинга состояния железнодорожной инфраструктуры и качества выполняемых ремонтных работ в 2018 г. НИЛ ДДО и ЗП СГУПС была выполнена исполнительная съемка около 450 км железнодорожного пути и подготовлено более 4 500 поперечных профилей.

Но, несмотря на все достоинства и инновационную составляющую данного метода, отрисовка поперечных профилей производится вручную – полученные в ходе съемки БПЛА координаты подвергаются пересчету в абсолютные, затем посредством программного обеспечения AutoCAD вычерчивается очертание поперечного профиля с нанесением всех размерностей и характерных точек.

На рынке программного обеспечения существует относительно небольшое количество специализированных комплексов для обработки данных съемки, построению поперечных и продольных профилей. Данные программные комплексы имеют избыточный функционал, вследствие чего сложны в освоении и требуют специальных навыков и опыта работы.

С целью развития и повсеместного внедрения метода мониторинга железнодорожного полотна и качества производимых ремонтов с применением БПЛА, было разработано концептуальное программное обеспечение Cross Section Design (CSD), позволяющее оперативно обрабатывать данные съемки и автоматически выстраивать поперечный профиль земляного полотна, согласно требованиям нормативных документов.

Методы и материалы

С технологической точки зрения процесс построения поперечного профиля состоит из нескольких этапов.

На первом этапе производится аэрофотосъемка участка железной дороги при помощи БПЛА для формирования полученных снимков в облако точек, а также съемка участка железной дороги при помощи АПК «Профиль-М» для определения геометрических параметров и координат железнодорожного пути.

На втором этапе производится обработка данных аэрофотосъемки и данных АПК «Профиль-М» в системе PhotoScan для формирования цифровой модели местности.

Далее для формирования поперечного профиля данные цифровой модели местности обрабатываются в системе MicroStation. При помощи данного программного обеспечения производится выбор поперечного сечения, на котором обозначаются опорные точки поперечного профиля – головка рельса, плечо балластной призмы и т. п.

Выходными данными для построения поперечного профиля из системы MicroStation является файл текстового формата содержащий x , y , h координаты опорных точек.

На завершающем этапе производится обработка файла данных координат и автоматическое построение поперечного профиля в разработанном программном обеспечении Cross Section Design (CSD) по следующему алгоритму:

- предварительный ввод проектных данных поперечного профиля;
- импортирование данных из текстового файла системы MicroStation, либо ручной ввод данных;
- привязка опорных точек проектного и существующего поперечного профиля;
- выбор конфигурации вывода данных;
- отрисовка продольного профиля.

Данные представлены в табличном виде и содержат информацию о высоте отметки, длине элемента, а также информации о типе опорной точки (рис. 1).

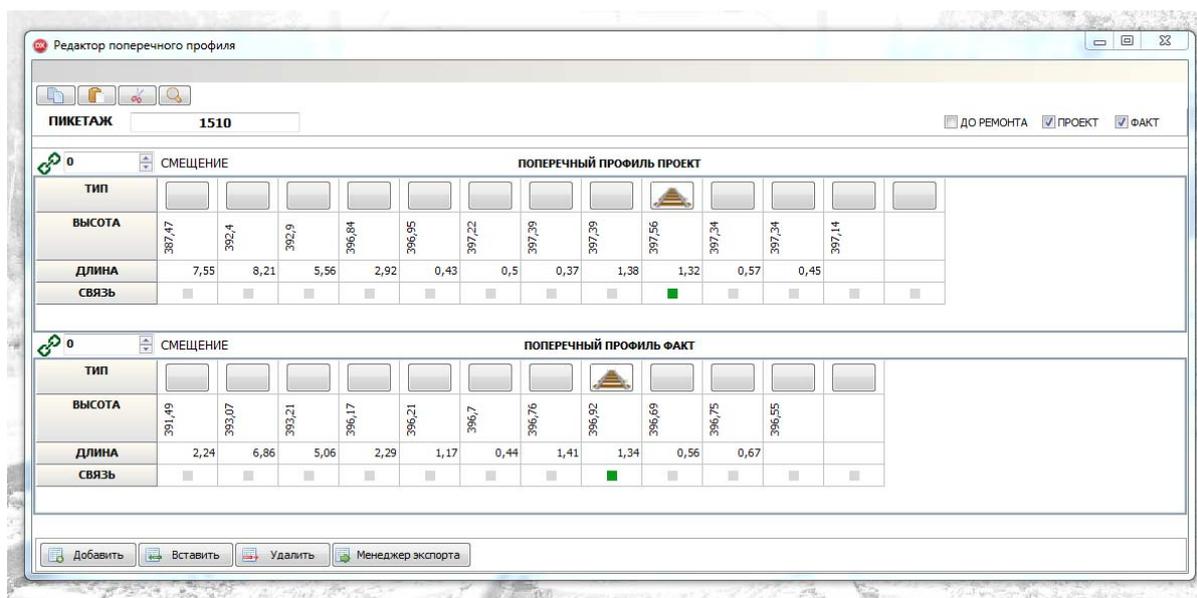


Рис. 1. Окно ввода данных поперечного профиля

При определении опорных точек в среде MicroStation отчетливо просматриваются такие элементы как головка рельса, бровка земляного полотна, а также край шпал, которые при построении не должны быть отображены на продольном профиле, было предусмотрено автоматическое определение оси железнодорожного пути, по известным расстояниям, и перераспределение длин элементов поперечного профиля. В результате обработки данные принимают необходимый вид согласно требований нормативной документации.

Поскольку программное обеспечение представляет возможность ввода и редактирования существующих и проектных данных в ручном режиме, возможно использовать данное ПО при составлении исполненной документации по данным тахеометрической съемки.

Автоматическое построение продольного профиля возможно производить через программное обеспечение AutoCad, встроенный векторный редактор Microsoft Excel. Доступна функция сохранения данных в открытом формате DXF для обмена графической информации между CAD системами (рис. 2).

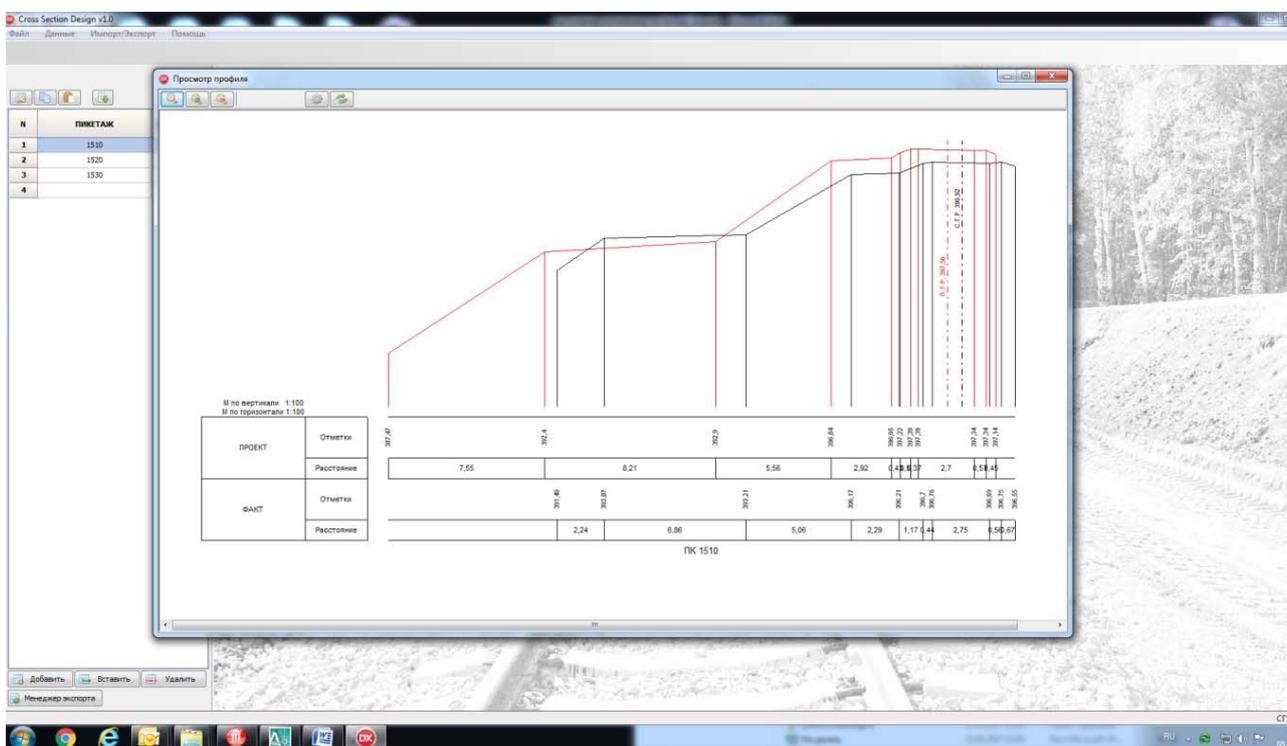


Рис. 2. Окно просмотра поперечного профиля

Результаты

На основании результатов съемки произведенной в октябре 2018 г. с использованием CSD было выполнено автоматическое построение 72 поперечных профилей с нанесенными характерными точками и размерностями.

Использование данного программного обеспечения значительно сократило время камеральной обработки данных и ускорило процесс построения поперечного профиля земляного полотна.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алтынцев М. А., Иптышева М. А. Совместная обработка данных мобильного лазерного сканирования и цифровой наземной фотосъемки для построения единого массива точек // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XIV Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов (Новосибирск, 23–27 апреля 2018 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2018. – С. 72–90.
2. Алтынцев М. А., Гук А. П. Автоматическая идентификация соответственных точек на аэроснимках лесных массивов // Вестник СГУГиТ. – 2017. – Т. 22, № 4. – С. 68–77.
3. Хлебникова Т. А., Опритова О. А. Экспериментальные исследования точности построения плотной цифровой модели по материалам беспилотной авиационной системы // Вестник СГУГиТ. – 2018. – Т. 23, № 2. – С. 120–125.
4. Журкин И. Г., Хлебникова Т. А. Цифровое моделирование измерительных трехмерных видеосцен : монография. – Новосибирск : СГГА, 2012. – 246 с.
5. Хлебникова Т. А., Опритова А. О. Экспериментальные исследования современных программных продуктов для моделирования геопространства // Вестник СГУГиТ. – 2017. – Т. 22, № 1. – С. 119–131.

© А. А. Быков, К. В. Челядинова, 2019