

*Е. Н. Тимофеев<sup>1\*</sup>, Н. В. Ефимов<sup>1</sup>, С. А. Комягин<sup>1</sup>*

## **Подготовка данных для создания цифрового проекта на участок ремонта железнодорожного пути с использованием САУ-3Д**

<sup>1</sup> Сибирский государственный университет путей сообщения, г. Новосибирск, Российская Федерация  
\*email: egtini@vk.com

**Аннотация.** Рассматривая развитие транспортных коридоров, вызовы которые перед ними ставятся с точки зрения нарастающих скоростей и грузонапряженности, приходящейся на инфраструктуру железнодорожного комплекса, требуют от исполнителя применения инструментов высокой точности. С этой целью для автоматизации некоторых этапов проекта устройства железнодорожного пути, которые требуют машинное исполнение, возможно использование программного комплекса "САУ-3Д" (система автоматизированного управления) на базе вывочных машин, таких как Дуомат и ВПО, и другие. Интегрированная система используется для управления и контроля процессов при проведении ремонтов железнодорожных путей, основываясь на отметках проектного профиля и ограничивающих габаритных расстояний. В статье выполнен обзор применения САУ-3Д для сбора и анализа данных о состоянии путей, включая параметры геометрии и качества поверхности. Были описаны методы использования этих данных для создания цифрового проекта на участок ремонта железнодорожного пути, включая проектирование трассировки, определение необходимого объема материалов и ресурсов, а также планирование рабочих процессов. Рассмотрение того, как САУ-3Д способствует оптимизации процесса ремонта, повышению эффективности использования ресурсов и обеспечивает точное выполнение работ.

**Ключевые слова:** системы автоматизированного управления (САУ), электронные проекты, координатный метод, машинные комплексы, железнодорожный путь

*E. N. Timofeev<sup>1\*</sup>, N. V. Efimov<sup>1</sup>, S. A. Komyagin<sup>1</sup>*

## **Preparation of data for creating a digital project for the railway track repair section using SAU-3D**

<sup>1</sup> Siberian state transport university, Novosibirsk, Russian Federation  
\*email: egtini@vk.com

**Abstract.** The development of transport corridors and the challenges they pose in terms of increasing speeds and freight loads on the railway infrastructure require the use of high precision tools. For this purpose, in order to automate and standardise some stages of the railway track construction project that require machine execution, it is possible to use the software system 'SAU-3D' (automated control system) based on rectification machines such as Duomat, Straightening and finishing machine and others. An integrated system used for management and control of railway track construction and repair processes based on the marks of the design profile, planned movements and limiting overall distances. The abstract may include an overview of the use of SAU-3D to collect and analyse track condition data, including geometry and surface quality parameters. It may also describe methods for using this data to create a digital design for a railway track repair section, including designing the alignment, determining the amount of materials and resources required, and scheduling work processes. Consideration of how SAU-3D helps to optimise the repair process, improve resource efficiency and ensure accurate work execution will be an important component of the abstract.

**Keywords:** automated control systems (ACS), electronic projects, coordinate method, machine complexes, railway track

## *Введение*

Развитие информационных и коммуникационных технологий, таких как облачные вычисления, большие данные и программные комплексы, значительно ускорило и упростило сбор, использование, контроль и обмен информацией. В свою очередь и на железнодорожном комплексе требуется повышение эффективности за счет применения современных цифровых проектов участков пути, в частности в объеме проведения ремонтов. Появилась возможность представлять пространственные объекты в виде цифровых данных, интегрируя интеллектуальные инновации, возникающие благодаря сочетанию экспоненциального роста информационных технологий и широкого внедрения сетевых технологий. В свою очередь следует разработать и внедрить инновационные решения для инфраструктуры железных дорог, основанные на координатном методе. Тогда стоит выделить следующие задачи, а именно создание единой концепции взаимодействия между используемыми средствами измерения и сводным программным комплексом, разработка архитектурных цифровых решений для внедрения технологий программных комплексов на базе железной дороги [1]. Развитие вычислительной мощности, объема данных и скорости обработки информации открывает новые возможности.

Взаимодействие трех ключевых драйверов – информационных технологий, цифровизации и передовых интеллектуальных инноваций – формирует основу для качественных изменений во многих отраслях науки, техники и промышленности.

## *Методы и материалы*

Среди необходимых инструментов можно выделить применение координатного метода, позволяющего точно и систематически определять геометрию рельсовой колеи (ГРК) [2]. Мониторинг за отступлениями возможен при использовании экспорта данных с промеров оборудования. Стоит привести следующую методику проведения комплексного анализа и проектирования ремонтных работ на железнодорожном участке, которая включает следующие этапы:

- сбор и анализ исходных данных о проложении железнодорожного пути на исследуемом участке, включая информацию о габаритных расстояниях;
- создание цифровой модели участка железной дороги с использованием специализированного модуля программы, которая основывается на ГИС-технологиях преобразуя координаты в ось пути, включая все основные элементы инфраструктуры;
- анализ полученных данных и определение необходимого объема работ по ремонту;
- разработка цифрового проекта по ремонту железнодорожного пути с оптимальным распределением ресурсов и использованием необходимого комплекса на основе управленческого решения;

– подготовка отчета с предположениями и интерпретацией полученных результатов исследования с получением подробного продольного профиля.

Эта последовательность позволяет эффективно подготовить вводные данные для последующих путевых или ремонтных работ и основу для цифровой площадки участка железнодорожного пути. Данная процедура направлена на оптимизацию процессов, происходящих при ремонте, от чего растет и выработка путевого комплекса работ.

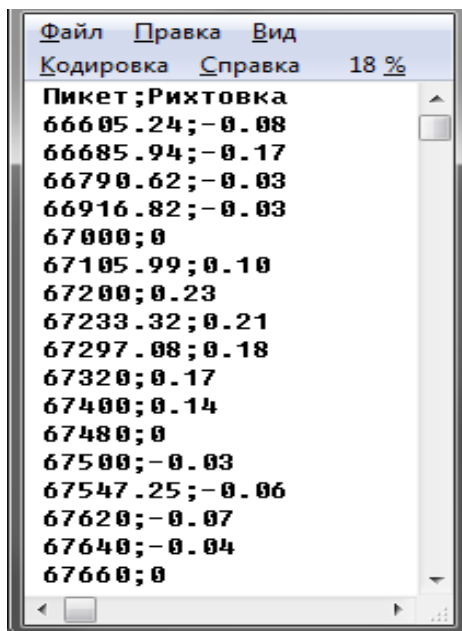
### ***Результаты***

Цифровые модели пути своей особенностью имеют привязку к инфраструктуре железнодорожного комплекса по средствам пикетажа на оси пути в координатной системе, отсюда открывается возможность уйти от выработанных традиционных созависимых методов устройства геометрии рельсовой колеи, также открывается потенциал для дальнейшего капитального строительства, используя геодезические точные устройства применительно для инфраструктуры. По сравнению с цифровыми проектами поверхности, которые получаются из созданных цифровых моделей рельефа и цифровых моделей местности, данный концепт может быть эффективней за счет сокращения временных и ресурсных затрат на этапе проектирования и возможность использования выходных данных для реализации в линейных отделах и технических отделах ОАО «РЖД».

Стоит отметить, что используя выходные данные с программного комплекса и выполняя накопление базы информации о текущем устройстве позволяет проводить предиктивный анализ. На рис. 1 представлен анализ промеров с прохода аппаратного комплекса и, соответственно, анализ для приведения к проектному уровню до начала ремонтных работ. Проектные данные для рихтовки и профилирования путей могут быть получены из различных источников, в том числе с использованием геодезических инструментов. Полученные координаты в формате географических данных обрабатываются в специализированном программном обеспечении, согласно методике создания цифровых проектов для автоматизированных систем управления строительной железнодорожной техникой [3]. Программа выполняет расстановку пикетажа, разделяет пути на участки и создает логические связи между ними. Полученный набор информации используются для подготовки проектных данных для рихтовки и профилирования. Затем выполняется сравнение существующего состояния пути (снятые рихтовки) с проектными данными, чтобы определить необходимые корректировки. Таким образом, цифровые технологии позволяют эффективно обрабатывать геодезические данные и создавать проекты для рихтовки и профилирования железнодорожных путей, повышая качество и безопасность железнодорожной инфраструктуры. Форматы данных электронных проектов соответствуют структуре и формату данных системы автоматического управления (САУ) на базе ГНСС-аппаратуры, используемой на железнодорожных путевых машинах. Хотя разработка нормативных требований и регламента для САУ 3D может занять время, текущая методика дает возможность внедрять САУ 3D и эффективно использовать ее на железнодорожных путях.

## Обсуждение

Зарубежный опыт показывает, что все более широко применяется контроль исполнения ремонтов на основе привязки к реальному объекту с использованием различных технологий, таких как ГНСС, лазерное сканирование и фотограмметрия.



The image shows a screenshot of a software application window. The window has a menu bar with 'Файл', 'Правка', and 'Вид'. Below the menu bar, there are sub-menus 'Кодировка' and 'Справка', and a zoom level of '18 %'. The main area of the window contains a list of data points, each consisting of a stationing code followed by two numerical values separated by a semicolon. The data points are as follows:

Пикет;Рихтовка
66605.24;-0.08
66685.94;-0.17
66790.62;-0.03
66916.82;-0.03
67000;0
67105.99;0.10
67200;0.23
67233.32;0.21
67297.08;0.18
67320;0.17
67400;0.14
67480;0
67500;-0.03
67547.25;-0.06
67620;-0.07
67640;-0.04
67660;0

Рис.1. Рабочее окно анализа выходных данных инструментальной съемки

Подготовленные данные применяются для контроля выполненного ремонта в режиме реального времени для сравнения фактического состояния объекта с проектным планом. Выявление отклонения планового или профильного проложения от проектного на ранних этапах строительства открывает для руководителя возможность оперативного влияния. В результате повышается качество строительства, сокращаются сроки и расходы на амортизацию.

Вследствие открытости данных находят свое применение приемные устройства на основе ГНСС и для контроля ремонтов. Так, для отслеживания проектных отметок и оптимизации движения строительной техники используется устройство с ГНСС, отслеживая машинистом или мастером участка с целью выбора наиболее верного управленческого решения. Возможно упрощение принятия рационального решения вследствие внедрения датчиков, реагирующих на обнаруживаемые отклонения от проектных данных [4].

Благодаря развитию технологий и снижению стоимости оборудования контроль ремонта железных дорог становится все более доступным и простым в использовании.

## Заключение

Электронные проекты и системы автоматического управления САУ 3D не только позволяют укладывать путь в проектное положение, но и создать ценную базу данных для оптимизации текущего содержания железнодорожного пути и внедрения цифровых решений.

На основе данных инструментальной съемки можно создавать «карточки кривых» – документы с информацией о геометрических параметрах кривых участков пути, таких как радиус, длина и возвышение наружного рельса. Программные комплексы анализируют и интерпретируют данные съемки, формируя карточки кривых.

Карточки кривых, представленные на рис. 2, играют важную роль в обеспечении безопасности и эффективности движения поездов на кривых участках, а также используются при планировании и проведении ремонтных и эксплуатационных работ.

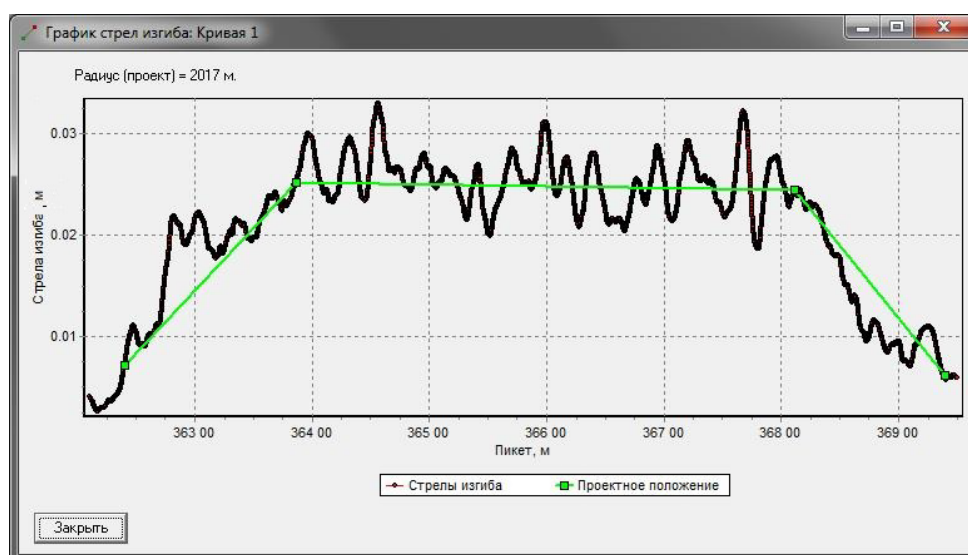


Рис. 2. График стрел изгиба

Помимо этого, контроль ремонтов на основе координатного метода становится все более доступным и удобным благодаря развитию технологий и снижению стоимости оборудования. Строительные компании все чаще внедряют эту практику, что повышает качество и эффективность строительства и ремонта.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гончарова, Т. В. Анализ положений стратегии научно-технического развития холдинга ОАО "РЖД" / Т. В. Гончарова // Инновационная наука. – 2016. – № 11-1. – С. 44-46.
2. Щербаков, И. В. Аппаратно-программный комплекс "Профиль-М" для определения пространственных и геометрических параметров рельсовой колеи / И. В. Щербаков // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). – 2017. – Т. 22, № 3. – С. 60-71

3. Щербаков, В. В. Методика создания цифровых проектов для автоматизированных систем управления строительной железнодорожной техникой / В. В. Щербаков // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). – 2020. – Т. 25, № 3. – С. 127-138.

4. Романенко, И. И. Автоматизация дорожно-строительных работ при применении информационных систем и 3D моделей / И. И. Романенко // Инженерный вестник Дона. – 2019. – № 1(52). – С. 180.

© *Е. Н. Тимофеев, Н. В. Ефимов, С. А. Комягин, 2024*