

УДК: 625.1

И.С. Чернецкая¹, Л.С. Добрынин¹

¹ Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Российская федерация

ПОСТАНОВКА ПУТИ В ПРОЕКТНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ РЕМОНТНЫХ РАБОТ

Аннотация. В данной статье идет обзор одной из основных проблем путевого хозяйства при производстве капитального ремонта или реконструкции железнодорожного пути, а именно – постановка пути в проектное положение. Рассматривается применение «ВПИ-Навигатор», его достоинства и недостатки.

Ключевые слова: постановка пути, «ВПИ-Навигатор», выправка пути

I.S. Chernetskaya¹, L.S. Dobrynin¹

¹ Irkutsk State University of Railway

SETTING THE PATH TO THE DESIGN POSITION DURING REPAIR WORK

Abstract. This article reviews one of the main problems of track management in the production of major repairs or reconstruction of a railway track, namely, setting the track in the design position. The article considers the use of “SPI-Navigator”, its advantages and disadvantages.

Keywords: setting the path, “SPI-Navigator”, straightening the path

Введение

Традиционные методы постановки кривых не отвечают поставленным задачам и современным требованиям железнодорожного транспорта как за рубежом, так и в России.

При правильно поставленной кривой, неважно малого или большого радиуса, сохраняется скорость состава (нет потребности ограничивать скорость), более правильное распределение нагрузки подвижного состава (снижение износа головки рельса и поверхности катания колесной пары), обеспечивается плавность хода состава.

В настоящее время вопрос о постановке кривых в проектное положение при производстве путевых работ объясняется тем, чтобы сократить время «окон», отказаться от традиционных методов постановки кривых, сокращение трудозатрат людей и машин.

Постановка пути в проектное положение выполняется с использованием проектных данных в относительных величинах, как правило, это расстояние между осями проектируемого и соседнего пути, превышение относительно исходной точки. Методика постановки пути в проектное положение заключается в расчете сдвижек и подъемов относительно соседнего пути и с использованием специальной рейки с делениями для определения фактического положения и сдвижки пути на расчетную величину. Данная методика проста в реализации и организации работ и поэтому является наиболее распространенной в настоящее время в ОАО «РЖД».

На данный момент повсеместная практика укладки рельсошпальной решетки «от соседнего пути», которая за десятилетия интенсивной эксплуатации и некачественной реконструкции, привели к утрате проектного положения, особенно в кривых участках. Система обеспечения контроля качества работ при этом отошла на второй план [1].

Проблема постановки пути в проектное положение на железных дорогах ОАО «РЖД» заключается в том, что проекты создаются в относительных величинах. Наиболее распространенным в настоящее время методом постановки пути в проектное положение является измерение и сравнение текущего расстояния между осями выправляемого и соседнего пути с проектными данным из эпюры рихтовок, путем вычисления их разности и

сдвиги пути на эту разность, т.е. проектную величину. Недостатки очевидны, они связаны с относительными методами измерений [2].

Недостатки данной методики и технологии постановки пути в проектное положение давно известны и являются проблемой, напрямую связанной с использованием относительных методов выправки пути. Основные проблемы связаны с выправкой длинных неровностей в плане и вертикальной плоскости, нелинейные изменения кривизны, наличие прямой оптической видимости при использовании специальных оптических приборов типа ПРП-1М, ограничение работы в ночное время и т.д. Кроме того, временной интервал между изыскательскими работами и реконструкцией пути может достигать нескольких месяцев, что приводит, из-за динамических нагрузок, к смещениям пути, как в плане, так и по высоте. В совокупности данные недостатки ограничивают дальнейшее развитие относительных методов при постановке пути в проектное положение. Для уменьшения влияния приведенных недостатков разрабатываются лазерные построители плоскости, осевой линии и т.д.

Актуальность применения цифровых моделей пути очевидна, так как позволяет в любой момент оценить динамику изменения параметров пути, сравнить проекты ремонтов и реконструкций, использовать параметры цифрового пути при механизированной постановке пути в проектное положение. Основные направления развития средств и методов использования цифровых моделей способствуют повышению уровня геодезического обеспечения железных дорог компании ОАО «РЖД», а также решению вопросов внедрения таких многофункциональных технологий, как систем автоматизированного управления и глобальных навигационных спутниковых систем на выправочно-подбивочных машинах [3].

С 2006 года на железных дорогах ОАО «РЖД» началось внедрение новой технологии, получившей название «ВПИ-Навигатор» и разработанной коллективом НИЦ «Путеец» (г. Новосибирск), которая позволяет отказаться от измерительных поездов выправочно-подбивочно-рихтовочных машин, использовать для определения параметров устройства пути и расчётов перегонных программных заданий геометрическую информацию вагонов-путеизмерителей, повысить 15-25%, освободить персонал машин от быстрого принятия решений по выправке пути во время «окна».

Технология «ВПИ-Навигатор» предусматривает расчёт параметров таким образом, чтобы они соответствовали фактическому положению пути и обязательным условиям паспортных характеристик кривой. Обязательное условие паспортных характеристик формулируется следующим образом: «Положение в плане максимально приближено к фактическим очертаниям кривой и отличается от существующего не более, чем предельно возможные сдвиги пути, ограниченные габаритными, техническими, технологическими и иными требованиями».

При этом величины необходимых сдвижек и подъёмов пути для приведения кривых к утвержденным паспортным характеристикам, определяются, как правило, АС «ВПИ-Навигатор». Выполняя это условие, технология «ВПИ-Навигатор» рассчитывает оптимальное пространственное положение пути в плане в коридорах ограничений ± 100 мм, что соответствует техническим возможностям выправочных машин (сдвиги за один проход ВПР-машины составляют ± 100 мм) и максимальной величине расстройств от воздействия подвижного состава в межремонтный период.

Задачи «Навигатора» выходят далеко за рамки простой микропроцессорной или компьютерной системы управления машинной выправкой пути по априорной информации о геометрических параметрах участка, получаемой вне системы.

Основное отличие «Навигатора» заключается в том, что он решает все необходимые задачи по:

- оптимизации пространственного положения пути с учетом условий эксплуатации по данным детальной машинной съемки;
- построению непрерывных программных заданий, обеспечивающих высокоточную постановку пути в заданное положение в плане, продольном и поперечном профиле;
- анализу допускаемых скоростей движения поездов;

- документированию результатов измерений, расчетов и выправки;
- управлению специализированной базой данных.

Технология «ВПИ-Навигатор» не изменяет параметры, установленные на пути при ремонте. Например, изменение радиуса отдельных кривых на 10 м требует перемещений на 483 мм, а изменение длины переходной кривой на 10 м – перемещения до 118 мм.

Если при последнем ремонте путь уложен по параметрам, рассчитанным проектной организацией, то после выправки по технологии «ВПИ-Навигатор» эти параметры колеи останутся прежними. Если при последнем ремонте путь не уложен по «проектным» параметрам, то поставить их в «проектное» положение при ППР невозможно, поскольку переустройство кривой требует перемещений, выходящих за пределы ± 100 мм.

По этой причине в п.4.2.62 ТУ 75р [4] на ремонты пути при планово-предупредительном ремонте определен вид работ – «Выправка пути в плане и в профиле с постановкой кривых в проектное (расчётное) положение», т.е., если в проектное положение поставить путь невозможно, то он должен быть поставлен в расчётное положение.

«Если проектные параметры кривой отличаются от требований п.1.5, то в соответствии с п.1.6 ЦПТ-46/2 рассчитываются рациональные параметры устройства кривой для заданного диапазона скоростей – обеспечивающие выполнение действующих нормативных документов, оптимизацию силового взаимодействия подвижного состава и пути при минимальных сдвигах и подъёмках пути [5].

Эти рассчитанные параметры являются проектом паспортных характеристик кривой. Утвержденные службой пути параметры кривой должны быть реализованы при плановых работах по выправке, ремонту или реконструкции.

После проведения выправки, ремонта или реконструкции кривой определения ее фактических характеристик и их оценки утверждается паспорт кривой».

Соответственно после машинной выправки пути по программному заданию технологии «ВПИ-Навигатор» в межремонтный период в соответствии с п.1.6 ЦПТ-46/2 кривая приведена к рациональным параметрам, и ей должен присваиваться статус «паспортизована».

При постановке пути в проектное положение проводятся контрольные промеры на протяжении всего участка в объёме не менее 20%. Контроль выполняется с использованием путеизмерительных тележек, оборудованных спутниковой аппаратурой позиционирования с программным обеспечением для контроля сдвижек, подъёма и глубины очистки балласта.

Принцип действия автоматизированной системы «Навигатор» основан на оптимизации пространственного положения пути по данным машинной съёмки в плане, продольном и поперечном профиле (Рисунок 1). Стрелы изгиба асимметричных хорд путевого машины преобразуются в кривизну пути на малом шаге измерений, по которой вычисляются координаты натурального положения пути в специальной криволинейной ортогональной системе координат.

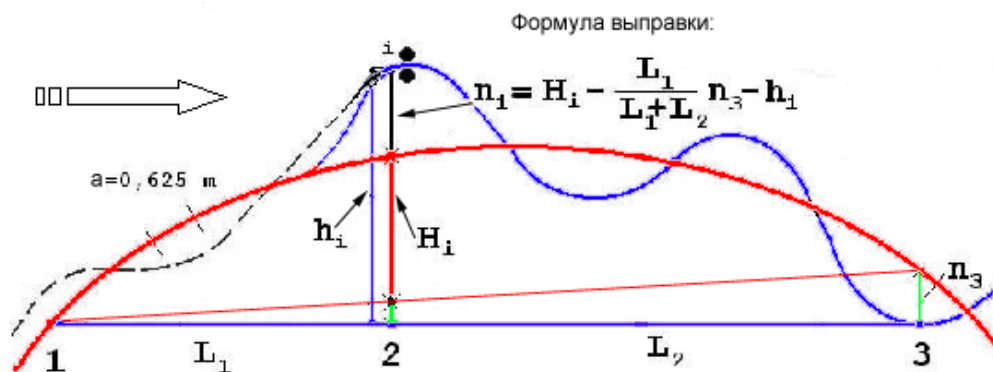


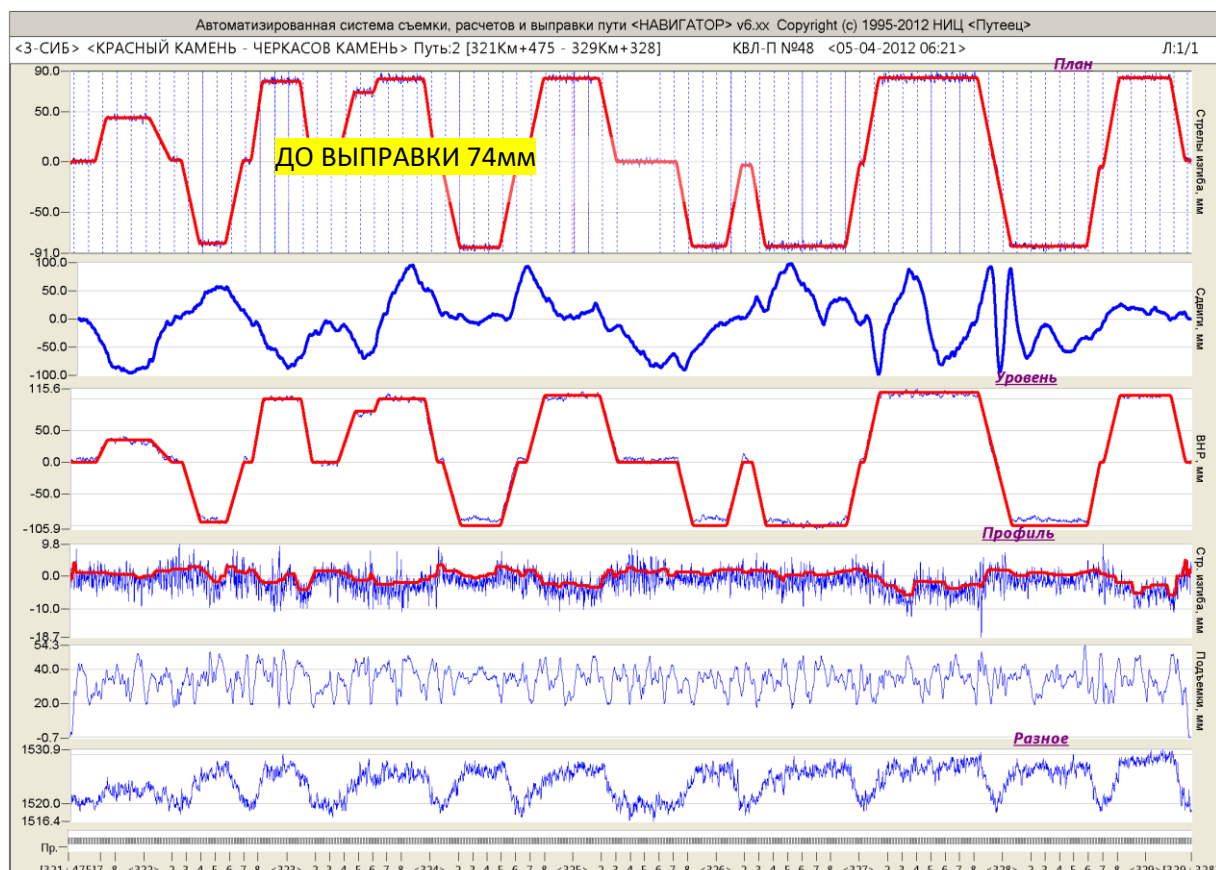
Рисунок 1 – Схема выправки

Для точной постановки пути в заданное (проектное) положение в плане или продольном профиле путевой машиной необходимо в каждом сечении пути знать значение проектной стрелы изгиба машинной хорды и величину расчетного сдвига (подъемки) в точке переднего конца хорды (Рисунок 1). Точные значения проектных стрел могут быть получены единственным образом – по параметрам эюры проектной кривизны, заданной положением характерных точек переходных кривых и значениями кривизны сопрягаемых ими круговых кривых (прямых).

Параметры эюры проектной кривизны и расчетные перемещения пути (сдвиги, подъемки) являются результатами расчетов оптимального пространственного положения пути по данным натурных измерений (Рисунок 2). В этих расчетах критериями оптимальности параметров являются ограничения, накладываемые на расчетные перемещения пути (нормали).

Машинная выправка пути осуществляется под управлением перегонных программных заданий, вводимых в компьютер машины с «флэш-карты» или иным способом.

Текущие программные задания обновляются дважды в месяц с каждым проходом вагона-путеизмерителя и позволяют осуществлять управление выправкой пути с произвольной стартовой позиции в любой момент времени без измерительной поездки. Аппаратные и программные средства системы высокоточной выправки пути «ВПИ-Навигатор» обеспечивают необходимое качество и точность машинной выправки пути.



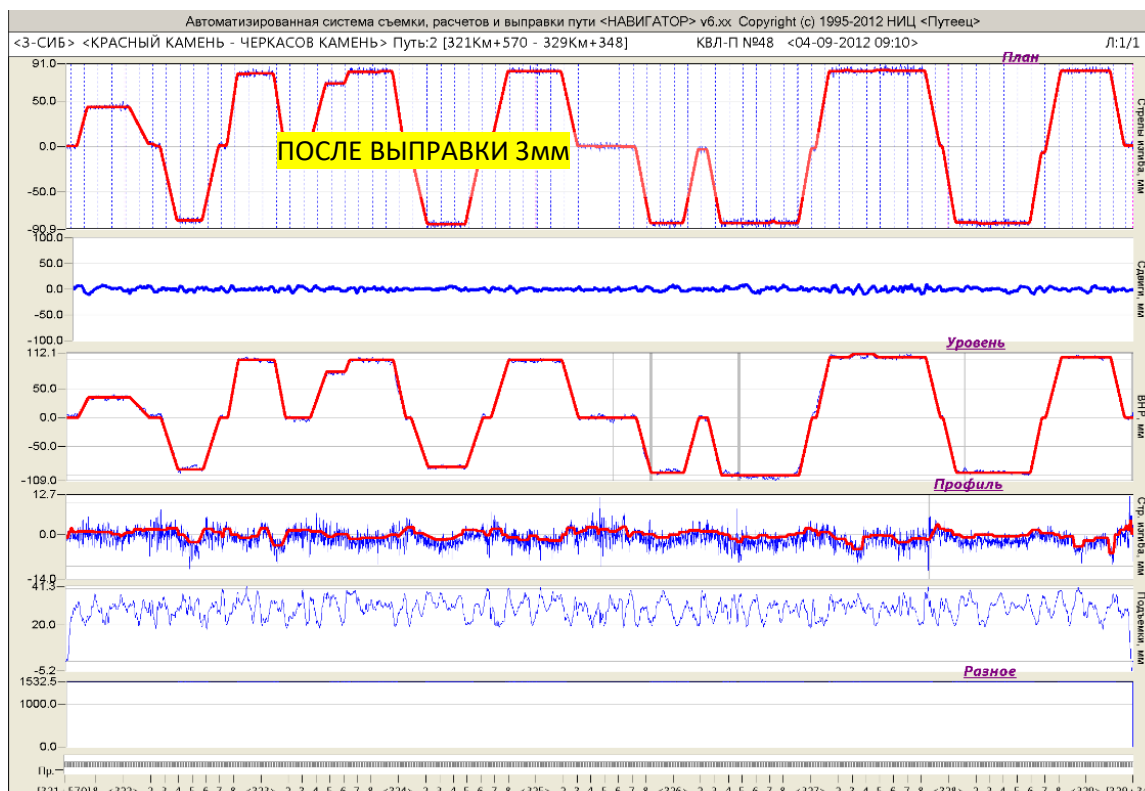


Рисунок 2 – Состояние пути после выправки

Паспортизация геометрических параметров рельсовой колеи проводится по первому проходу вагона-путеизмерителя, при этом рассчитываются проектные параметры: радиусы круговых кривых, длины переходных кривых, возвышение наружного рельса в кривых и положение характерных точек плана линии, уровня и продольного профиля, привязанные к электронной путевой разметке.

После согласования и утверждения проектных параметров рельсовой колеи установленным ОАО «РЖД» порядком, проектные параметры принимаются постоянными и используются для формирования БПД вагонов-путеизмерителей и расчётов перегонных программных заданий для ВПР-машин.

В качестве примера был взят анализ работы выправочных машин. В ходе этого анализа были установлены средний показатель балловой оценки по проходу путеизмерительного вагона до и после производства работ (Рисунок 3), ухудшение оценки в сравнении с 2018 г. (Рисунок 4)

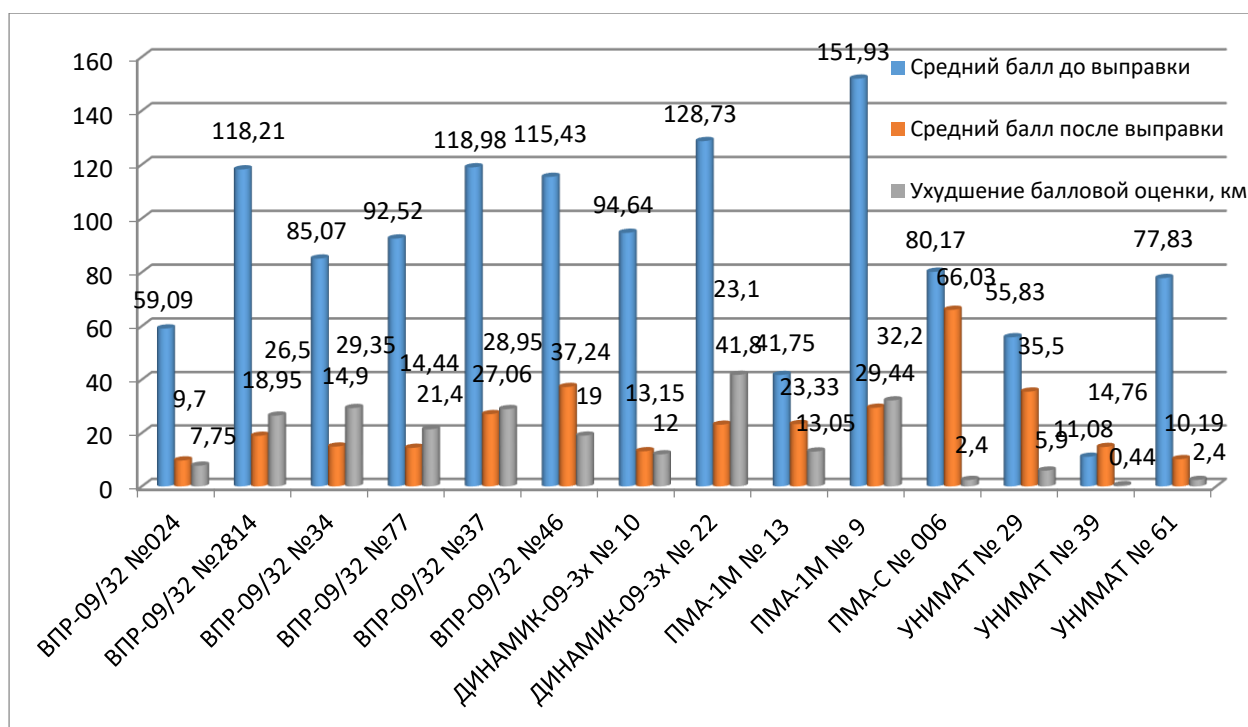


Рисунок 3 – Средний показатель балловой оценки по проходу путеизмерительного вагона до и после производства работ.

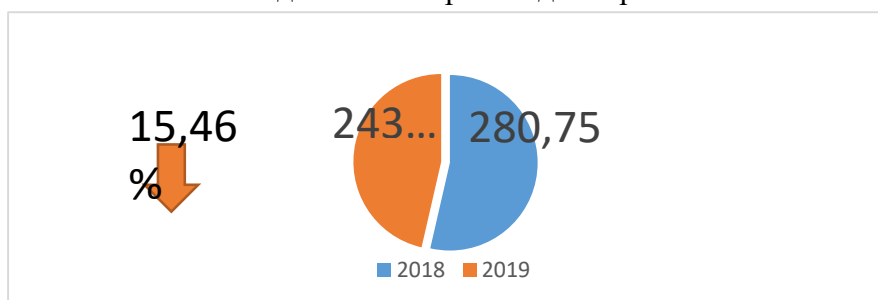


Рисунок 4 – Ухудшение балловой оценки в сравнении с 2018 г, км.

Анализ диаграммы показал наименьшее количество километров с ухудшением балла УНИМАТ №39, – 0,44 км. Наибольшее количество километров с ухудшением допущено бригадой машинистов на ДИНАМИК-09-3Х №22 – 41,8 км.

Согласно проведенного анализа существует ряд проблем:

- несовпадение точек начала и конца переходных по возвышению и кривизне,
- проблема постановки кривых к проектному положению связанных с «недовозвышением», где несоответствие уровня имеют отклонение от норм (превышают допуск бмм), а так же несоответствие длин переходных кривых.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Повышение эффективности реконструкции железнодорожного пути за счёт применения современных технологий / А.С. Пикалов // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – 18.04.2013
2. Выправка пути при реконструкции и ремонте железнодорожных путей с использованием ГИС-технологий и ГНСС / В.В. Щербаков // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2013. Т.3. – С.14-21.
3. Цифровые модели пути – основа геодезического обеспечения проектирования, строительства (ремонта) и эксплуатации железных дорог / В.В. Щербаков, О.В. Ковалева, И.В. Щербаков // Геодезия и картография.-2016. №3. – С. 12-16.

4. Технические условия на работы по реконструкции (модернизации) и ремонту железнодорожного пути, утверждённые распоряжением ОАО "РЖД" № 75р от 18.01.2013, редакция от 17.07.2017

5. Определение параметров пути по технологии «ВПИ-Навигатор» / В.В. Карпик // Путь и путевое хозяйство. - 2017. №3. - С. 35-38.

REFERENCES

1. Improving the efficiency of railway track reconstruction through the use of modern technologies / A. S. Pikalov // The dissertation on competition of a scientific degree of candidate of technical Sciences. – 18.04.2013

2. Rectification of the track during reconstruction and repair of railway tracks using GIS-technologies and GNSS/V.V. Scherbakov//Interexpo Geo-Siberia. 2013. Т.3. – P. 14-21.

3. Modern geodetic control of designing, construction (repairs) and maintenance of railways / V.V. Scherbakov, O.V. Kovaleva, I.V.Scherbakov // Geodesy and cartography.-2016. no. 3. - P. 12-16.

4. Technical conditions for works on reconstruction (modernization) and repair of the railway track, approved by the Order of JSC "Russian Railways" № 75r dated 18.01.2013, revision dated 17.07.2017

5. Determining the path parameters using the "VPI-Navigator" technology / V. V. Karpik // Path and track management. - 2017. no. 3. - P. 35-38.

Информация об авторах

Чернецкая Ирина Сергеевна – старший преподаватель кафедры «Путь и путевое хозяйство», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: Chernetskaya_IS@irgups.ru

Добрынин Леонид Сергеевич – студент группы СЖД.2-15-1, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: 15dobrynin.leonid@gmail.com

Authors

Chernetskaya Irina Sergeevna – senior lecturer of the Department "Way and track management", Irkutsk state University of railway transport, Irkutsk, e-mail: Chernetskaya_IS@irgups.ru

Dobrynin Leonid Sergeevich – student of the group of Railways 2-15-1, Irkutsk state University of railway transport, Irkutsk, e-mail: 15dobrynin.leonid@gmail.com

Для цитирования

Добрынин Л.С. ПОСТАНОВКА ПУТИ В ПРОЕКТНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ РЕМОНТНЫХ РАБОТ [Электронный ресурс] / Л.С. Добрынин. И.С. Чернецкая // Молодая наука Сибири: электрон. науч. журн. – 2020. – №. 2(8) – Режим доступа: <http://mnv.irgups.ru>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. англ.

For citation

Dobrynin L.S. SETTING THE PATH TO THE DESIGN POSITION DURING REPAIR WORK [Electronic resource] / L. S. Dobrynin, I.S. Chernetskaya // Young science of Siberia: electron. science. Journ. - 2020. - №. 2(8) - Access mode: <http://mnv.irgups.ru>, free. The title. from the screen. – Lang. rus. engl.