



Пикалов Александр Сергеевич родился в 1983 г. Окончил факультет «Строительство железных дорог» Сибирского государственного университета путей сообщения по специальности «Путь и путевое хозяйство». В настоящее время работает начальником производственно-технического отдела опытной путевой машинной станции 19, аспирант СГУПС. Опубликовано 14 статей по теме диссертационного исследования. Занимается разработкой технологии производства реконструкции железнодорожного пути координатными методами с применением спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS, надежностью технологических процессов.

E-mail: pikalov_alex@mail.ru

УДК 625.173

А.С. ПИКАЛОВ

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ПОСТАНОВКИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ В ПРОЕКТНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ И КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ ПУТИ

Рассмотрены существующие методы постановки пути в проектное положение в различных эксплуатационных условиях, выполнен сравнительный анализ отклонений от проекта геометрических параметров пути на различных этапах работ, приведены выводы по точности существующих методов постановки пути в проектное положение.

Ключевые слова: *реконструкция железнодорожного пути, капитальный ремонт пути, система координат, пространственные данные, система управления вырезкой балласта, система управления выправкой пути, ГИС-технологии.*

При проведении ремонтов и реконструкции железнодорожного пути постановка пути в проектное положение осуществляется в несколько этапов. На первоначальных этапах по эюре рихтовок, далее с использованием АС «Навигатор» (в некоторых случаях ВПИ «Навигатор») и контроль выполняется с использованием путеобследовательской станции ЦНИИ-4.

Опыт показывает, что применяемые средства и методы дают разные значения параметров постановки пути в проектное положение. Рассмотрим результаты на одном из участков ремонта пути. Для проведения эксперимента по точности постановки пути в проектное положение был выбран участок капитального ремонта пути Обь, 4-й путь (СП27-СП17) с 1 км ПК10 по 2 км ПК7. Участок однопутный, электрифицированный, проектные параметры кривых: 1-я кривая — $R = 975$ м, $L_1 = 40$ м, $L_2 = 40$ м, $K = 232,24$ м, начало кривой 2 км ПК0+71,17 конец кривой 2 км ПК2+03,41; 2-я кривая — $R = 1100$ м, $L_1 = 40$ м, $L_2 = 40$ м, $K = 174,56$ м, начало кривой 2 км ПК4+04,40 конец кривой 2 км ПК5+78,96; прямая вставка между кривыми составляет 100,99 м.

В данной статье приведен анализ соответствия фактических параметров натурального положения железнодорожного пути проектным параметрам в плане (рихтовка) и нормативным документам [1, 2].

Несоответствия (отклонения) параметров пути обусловлены проектными решениями, средствами измерений, методикой измерения и т.д. Для проведения полноценного анализа рассмотрим все этапы от проектирования до исполнительной съемки.

Съемка железнодорожного пути осуществляется с использованием электронных тахеометров с последующей привязкой к рабочей реперной системе. Репера закладываются парами, посредством спутниковых GPS-приемников, с точностью ± 2 см на 1 км пути. В результате камеральной обработки погрешность на 1-м пикете составляет ± 2 мм.

Планово-высотная съемка осуществляется координатным методом, результатом съемки является массив данных с характерными точками съемки пути:

- на прямых участках пути по головке рельсов левого по ходу километража рельса напротив опор контактной сети ремонтируемого и соседнего с ним пути;

- на кривых по головке внутреннего рельса ремонтируемого и соседнего пути с частотой при радиусах кривых 400 м и более с расстоянием не более 20 м, менее 400 м с расстояниями не более 10 м и все точки в створе с опорами контактной сети.

Кроме того, дополнительно к точкам по железнодорожному пути снимаются и другие точки:

- остяки, рамные рельсы и хвосты стрелочных переводов;
- изолирующие стыки;
- оси ИССО, оси переездов, съезды;
- точки для определения габаритов (светофоры, релейные шкафы, опоры КС, платформы, столбы, здания, заборы и т.д.);
- характерные точки в местах пересечений (оси ИССО, начало и конец контррельсов, передние и задние грани устоев, пересечение линий электропередач, связи, трубопровода и т.д.).

Весь спектр характерных точек, подлежащих съемке, приведен в п. 5.4.2 [1].

В дальнейшем весь массив закоординированных точек в электронной базе данных передается на камеральную обработку.

Результаты полевых изысканий обрабатываются посредством программно-аппаратного комплекса AQUILA, разработчик доктор технических наук, профессор Виталий Бучкин.

В программе, предназначенной для выполнения расчетов параметров элементов плана, реализованы следующие принципы:

- длина расчетного участка ограничивается исключительно технологическими условиями 15–30 км, т.е. длиной перегона (участка, заданного под модернизацию или капитальный ремонт);

- число прямых и кривых обосновывается автоматическим расчетом;

- выполняется совместный расчет всех элементов плана участка как единой системы;

- для описания элементов плана и расчета проектных сдвигов используются точные геометрические модели.

Исходное проектное решение формируется автоматически с учетом всех нормативных требований в пределах полосы отклонений проектного значения от существующего (габариты). Ширина данной полосы определяется автоматически посредством вычисления габаритных расстояний по координатам пути, опор контактной сети (КС), платформ и т.д. и внесенным в программу допустимым значениям, учитывающим все положения ГОСТа по габаритам. В результате человеческий фактор сведен к минимуму.

Основой алгоритма решения является определение точной координатной модели плана линии, состоящей из допустимой последовательности прямых, круговых и переходных кривых. При решении основным параметром является оптимизация криволинейных участков в части приведения их в проектное положение — по возможности

симметричные переходные кривые, минимизация многорадиусных кривых, определение истинного радиуса по углу поворота трассы, ликвидация неровностей на прямолинейных участках (так называемые заводины).

При больших сдвигах, определенных программой, по ходу расчета выводится сообщение о промежуточном результате, и пользователю предлагается продолжить автоматический расчет или перейти к интерактивному режиму работы, в котором инженеры института могут решить любую проектную задачу с входными ограничивающими или допускающими условиями. В то же время программа позволяет при необходимости увеличить полосу возможных отклонений по габаритам с целью возможности решения задач по коренному переустройству плана линии для увеличения скоростей движения поездов. Как правило, в рамках модернизации железнодорожного пути полоса отклонений (допускаемых изменений оси пути) достигает 300–400 мм.

Окончательные результаты расчета:

- разбивка аналитического пикетажа с привязкой к нему положения любого объекта с известными координатами (например, пикетное значение положения опоры КС);
- расстояния от оси пути и по нормали к ней до объекта с известными координатами (опоры КС, светофоры, платформы);
- существующие и проектные междупутные расстояния на заданном пикетаже;
- точная, геометрически правильная математическая модель плана на расчетном участке (электронный массив координат положения оси пути с заданным пикетажем);
- структура плана (положение прямых и кривых, их число, деление кривых на одно- и многорадиусные, все параметры криволинейных участков пути, углы поворота без вписывания радиусов до 8' и т.д. все значения распознаются автоматически и оптимизируются в допустимом коридоре сдвижек;
- точные значения проектных сдвигов и координат оси пути в точках съемки и/или на протяжении всего участка с заданным шагом дискретности (вплоть до 1 см).

Технология съемки железнодорожного пути с дальнейшим аналитическим расчетом предназначена для проектирования железнодорожных линий на существующем земляном полотне исходя из условия съемки железобетонной решетки ремонтируемого пути с возможностью дальнейшего выноса оси проектируемого пути на местность различными способами:

- а) координатный метод — не применяется в связи с отсутствием в подрядных организациях путевых машин, позволяющих его реализовать;
- б) метод фиксированных точек, междупутные и габаритные расстояния с указанием точного пикетажа (эпюра рихтовок) — применяется при выполнении работ по модернизации железнодорожного пути.

Реализация проекта осуществляется в несколько этапов, каждый из которых выполняется с погрешностями, характеризующимися методикой измерений натурного положения и точностью реализации сдвижек и подъемов.

До начала работ на опорах контактной сети были вынесены проектные ординаты пути, уровень существующей и проектной головки рельса. Также от опор КС (имеют четкие пикетажные значения, которые не меняются) найдено и вынесено на поле при помощи деревянных кольев проектное положение начала переходных кривых (НПК) на обеих кривых. Работы выполнялись металлической рулеткой длиной 30 м, лазерным дальнометром Disto A5.

Рельсошпальная решетка укладывается кранами УК25/9-18, установка на проектную ось на данном этапе выполняется при помощи металлических шаблонов. Количе-

ство шаблонов варьируется от одного до двух в зависимости от сложности участка. Далее после укладки рельсошпальной решетки (данные по отклонениям от проектных решений после укладки рельсошпальной решетки приведены в табл. 1) проведена балластировка с рихтовкой и подъемкой машиной ЭЛБ. Рихтовка проводилась в ручном режиме без применения программы сглаживания установленной на ЭЛБ укладки (данные по отклонениям от проектных решений после балластировки приведены в табл. 1). В соответствии с приведенными данными были выставлены на проектные отметки прямые подходы к кривым участкам пути, точки НПК.

Таблица 1

Изменение габаритов по этапам работ (ст. Обь, 4-й путь)

Фиксированные точки	Проектный габарит	Габарит после укладки	Разница	Проектный габарит	Габарит после ЭЛБ	Разница	Проектный габарит	Габарит после Дуоматик	Разница
ОКС 128	246	254	-8	246	246	0	246	239	7
ОКС 132а	247	248	-1	247	246	1	247	237	10
ОКС 132	246	212	34	246	245	1	246	246	0
ОКС 134	268	258	10	268	268	0	268	277	-9
ОКС 136	266	246	20	266	264	2	266	257	9
ОКС 138	277	247	30	277	277	0	277	281	-4
ОКС 140	269	261	8	269	265	4	269	255	14
ОКС 142	279	269	10	279	278	1	279	281	-2
ОКС 144	245	230	15	245	245	0	245	252	-7
ОКС 146	300	240	60	300	296	4	300	299	1
ОКС 148	275	232	43	275	272	3	275	277	-2
ОКС 150	289	278	11	289	286	3	289	282	7
ОКС 152	282	271	11	282	282	0	282	283	-1
Среднее значение			20			1			6

Анализ табл. 1 показывает, что сдвиги пути от проектного положения на этапе укладки колеблются с амплитудой до 60 см, на этапе балластировки до 4 см, после выправки погрешность может достигать величины 14 см. Для выправки пути на следующих этапах в соответствии с регламентом выправки использовалась машина Дуоматик. При съемке пути машиной Дуоматик в программе «Навигатор» были выставлены маркеры (привязка к пикетажу) по опорам КС, также в программе закреплены точки НПК. После съемки пути и расчете параметров кривых, при приведении параметров к проектным (точка НПК, длины переходных кривых, радиус кривой, длина прямой вставки, длины кривой) программа выдала сдвижки, приведенные в табл. 2. С учетом нереальности выполнения таких сдвигов было принято решение о выправке кривых с параметрами 1-я кривая — $R = 1024$ м, $L_1 = 40$ м, $L_2 = 40$ м; 2-я кривая — $R = 1100$ м, $L_1 = 40$ м, $L_2 = 40$ м, прямая вставка между кривыми составила 101 м. Но несмотря на приближенные к проектным результаты путь был смещен с оси, предусмотренной проектом. Данные после выправки кривых приведены в табл. 1. Статистика отклонений габаритных расстояний от проектных решений на различных этапах работ приведена на диаграмме (рис. 1).

Из приведенного графика видно, что отклонения от проектного положения после выправки пути больше, чем после балластировки, проведенной этапом ранее, что, в свою очередь, не соответствует проектным решениям.



Рис. 1. Отклонения габаритных расстояний от проектных решений на однопутном участке

В табл. 2 приведены сдвиги пути с различными исходными данными, вносимыми в программу ВПИ «Навигатор».

Таблица 2

Сдвиги на участке работ (ст. Обь, 4-й путь)

№ точки	Наименование точки	Величины сдвижек по проектам		
		Реализованный (отработанный) проект	Проект по данным проектного института	Оптимальный проект АС «Навигатор» без корректировок
1	НПК	-43	-146	-74
2	ОКС	-37	-196	-76
3	ОКС	79	-353	61
4	ОКС	-93	-491	-54
5	ОКС	0	-391	46
6	ОКС	-81	-620	-11
7	НПК	44	-530	-2
8	ОКС	64	-490	12
9	ОКС	22	-540	-3
10	НПК	-78	-701	-69
11	ОКС	-83	-712	-67
12	ОКС	17	-408	-14
13	ОКС	-78	-11	-59
14	НПК	-62	173	-91
15	ОКС	16	178	46
Среднее значение		56	412	46

Примечание. (-) сдвигка влево, (+) сдвигка вправо.

Из табл. 2 видно, что значения отличаются, а это приводит к неоднозначному решению конечной задачи постановки пути в проектное положение.

Для дальнейшего анализа качества постановки пути в проектное положение и оценки точности было принято решение о проведении повторных работ по постановке пути в проектное положение в двухпутном участке с привязкой проектного положения пути к соседнему пути через 20 м в соответствии с проектом. Для этого выбран участок

капитального ремонта пути Клешиха — Чемской, 2-й путь с 11 км ПК6 по 12 км ПК87. Участок двухпутный, электрифицированный, проектные параметры кривых: 1-я кривая — $R = 670$ м, $L_1 = 90$ м, $L_2 = 90$ м, $K = 361,58$, начало кривой 11 км ПК8+05,54 конец кривой 12 км ПК1+67,12; 2-я кривая — $R = 633$ м, $L_1 = 100$ м, $L_2 = 100$ м, $K = 352,00$ м, начало кривой 12 км ПК2+85,01 конец кривой 12 км ПК6+37,01; прямая вставка между кривыми составляет 117,89 м.

До начала работ были произведены промеры габаритов до ремонта и сравнение с данными промеров ОАО «Сибжелдорпроект» (результаты приведены в табл. 3).

Таблица 3

Сравнительные результаты габаритных расстояний

Место расположения (км, ПК, зв)	Ширина междупутья, мм		Разница	Наименование сооружения (платформа, тоннель, опоры моста и др.)	Расстояние от оси пути до сооружения		Разница
	фактически снятая	проектная			фактически снятое	проектное	
ПК5+60	4,47	4,47	0	ОКС84	3,145	3,16	-0,02
ПК6+40	4,45	4,44	0,01	ОКС86	3,175	3,15	0,02
ПК7+00	4,42	4,42	0	ОКС88	3,055	3,06	0,00
ПК7+60	4,42	4,42	0	ОКС90	3,205	3,24	-0,04
ПК8+20	4,55	4,51	0,04	ОКС92	3,175	3,24	-0,07
ПК8+40	4,58	4,57	0,01				
ПК8+60	4,65	4,7	-0,05				
ПК8+80	4,72	4,72	0				
ПК8+80	4,72	4,72	0	ОКС94	3,565	3,56	0,00
ПК9+00	4,74	4,74	0				
ПК9+20	4,74	4,73	0,01				
ПК9+20	4,73	4,75	-0,02	ОКС96	3,435	3,57	-0,14
ПК9+40	4,72	4,75	-0,03				
ПК9+60	4,71	4,73	-0,02				
ПК9+80	4,69	4,71	-0,02	ОКС98	3,565	3,54	0,02
ПК10+00	4,69	4,7	-0,01				
11кмПК0+20	4,67	4,65	0,02				
ПК0+20	4,67	4,67	0	ОКС100	3,455	3,4	0,06
ПК0+40	4,66	4,67	-0,01				
ПК0+60	4,65	4,61	0,04				
ПК0+80	4,65	4,63	0,02				
ПК1+00	4,64	4,65	-0,01	ОКС102	3,175	3,14	0,03
ПК1+20	4,64	4,65	-0,01				
ПК1+40	4,56	4,54	0,02				
ПК1+60	4,51	4,45	0,06	ОКС104	3,325	3,38	-0,05
ПК1+80	4,47	4,46	0,01				
ПК2+00	4,37	4,48	-0,11				
ПК2+20	4,32	4,37	-0,05				
ПК2+22,05	4,32	4,37	-0,05	ОКС106	3,145	3,5	-0,36
ПК2+40	4,3	4,35	-0,05				
ПК2+60	4,29	4,38	-0,09				
ПК2+80	4,27	4,26	0,01				
ПК2+87,62	4,26	4,24	0,02	ОКС108	3,465	3,48	-0,02
ПК3+00	4,31	4,23	0,08				
ПК3+20	4,36	4,27	0,09				
ПК3+40	4,43	4,38	0,05				
ПК3+42,46	4,43	4,38	0,05	ОКС110	3,335	3,38	-0,04
ПК3+60	4,54	4,5	0,04				
ПК3+80	4,62	4,6	0,02				
ПК3+97,53	4,66	4,68	-0,02	ОКС112	3,125	3,18	-0,06

Окончание табл. 3

Место расположения (км, ПК, зв)	Ширина междупутья, мм		Разница	Наименование сооружения (платформа, тоннель, опоры моста и др.)	Расстояние от оси пути до сооружения		Разница
	фактически снятая	проектная			фактически снятое	проектное	
ПК4+00	4,67	4,68	-0,01				
ПК4+20	4,7	4,69	0,01				
ПК4+40	4,7	4,67	0,03				
ПК4+52,36	4,68	4,66	0,02	ОКС114	3,315	3,36	-0,04
ПК4+60	4,67	4,66	0,01				
ПК4+80	4,63	4,63	0				
ПК5+00	4,58	4,57	0,01				
ПК5+7,94	4,55	4,54	0,01	ОКС116	3,265	3,3	-0,03
ПК5+20	4,5	4,48	0,02				
ПК5+40	4,42	4,41	0,01				
ПК5+60	4,33	4,32	0,01				
ПК5+62,44	4,33	4,32	0,01	ОКС118	3,775	3,83	-0,06
ПК5+80	4,23	4,22	0,01				
ПК6+00	4,17	4,17	0				
ПК6+20	4,17	4,18	-0,01				
ПК6+24,56	4,17	4,18	-0,01	ОКС120	3,705	3,72	-0,02
ПК6+40	4,17	4,19	-0,02				
ПК6+60	4,24	4,23	0,01				
ПК6+80	4,29	4,29	0				
ПК6+88,92	4,31	4,32	-0,01	ОКС122	3,405	3,38	0,02
ПК7+00	4,32	4,33	-0,01				
ПК7+20	4,34	4,34	0				
ПК7+40	4,36	4,35	0,01				
ПК7+57,44	4,37	4,35	0,02	ОКС124	3,365	3,46	-0,10
ПК7+60	4,37	4,35	0,02				
ПК7+80	4,39	4,37	0,02				
ПК8+00	4,41	4,38	0,03				

Погрешность, составляющая более 3 см, не принималась при работах по дальнейшей постановке пути на проектное положение.

До начала работ на опорах контактной сети и шейке рельса соседнего пути были вынесены проектные ординаты пути, уровень существующей и проектной головки рельса, также от опор КС (имеют четкие пикетажные значения, которые не меняются) найдено и вынесено на соседний путь проектное положение НПК на обеих кривых. Работы выполнялись металлической рулеткой длиной 30 м, лазерным дальномером Disto A5. Далее после укладки рельсошпальной решетки (данные по отклонениям от проектных решений приведены в табл. 4) проведена баллаستировка с рихтовкой и подъемкой машиной ЭЛБ. Рихтовка проводилась в ручном режиме без применения программы сглаживания установленной на ЭЛБ укладки на первый раз, затем произведена рихтовка пути с применением программы «Магистраль 2003» в диапазоне ± 3 см от первоначальной ручной постановки (данные по отклонениям от проектных решений после работы ЭЛБ приведены в табл. 4). В соответствии с приведенными данными были выставлены на проектные отметки прямые подходы к кривым участкам пути, точки НПК.

После съёмки пути машиной Дуоматик и расчета параметров кривых, при приведении параметров к проектным (точка НПК, длины переходных кривых, радиус кривой, длина прямой вставки, длины кривой) программа выдала сдвижки: 1-я кривая 74,1 см на опоры КС, 2-я кривая 47,0 см в междупутье. С учетом нереальности выполнения

таких сдвигов было принято решение о выправке кривых с параметрами: 1-я кривая — $R = 701$ м, $L_1 = 90$ м, $L_2 = 90$ м; 2-я кривая — $R = 649$ м, $L_1 = 100$ м, $L_2 = 100$ м; прямая вставка между кривыми составляет 117 м. Данные после выправки кривых приведены в табл. 4. Статистика отклонений габаритных расстояний от проектных решений на различных этапах работ приведена на диаграмме (рис. 2).

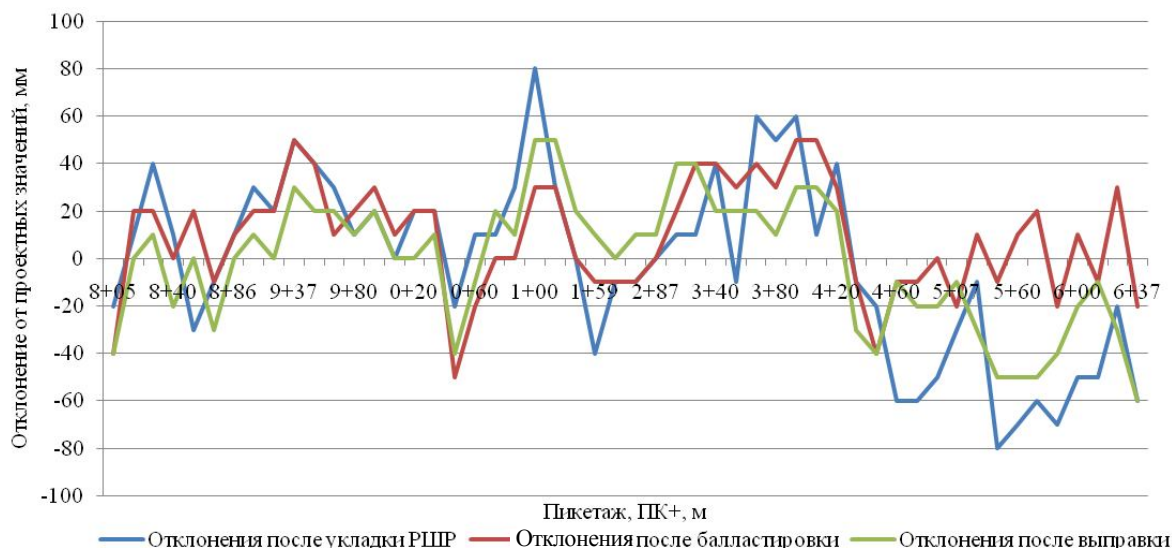


Рис. 2. Отклонения габаритных расстояний от проектных решений на двухпутном участке

Из приведенного графика видно, что отклонения от проектного положения после выправки пути практически на всем протяжении участка больше, чем после балластировки, проведенной этапом ранее, что, в свою очередь, не соответствует проектным решениям.

В табл. 4 приведены отклонения от проектных решений на различных этапах работ.

Таблица 4

Изменение габаритов по этапам работ (участок Клевшиха — Чемской, 2-й путь)

Место расположения (км, ПК, зв)	Проектный радиус кривой	Ширина междупутья, мм, после укладки РШР		Разница	Ширина междупутья, мм, после балластировки		Разница	Ширина междупутья, мм, после выправки		Разница
		фактически снятая	проектная		фактически снятая	проектная		фактически снятая	проектная	
8+05	R-670	4420	4400	-20	4440	4400	-40	4440	4400	-40
8+20	R-670	4460	4470	10	4450	4470	20	4470	4470	0
8+32	R-670	4490	4530	40	4510	4530	20	4520	4530	10
8+40	R-670	4550	4560	10	4560	4560	0	4580	4560	-20
8+60	R-670	4770	4740	-30	4720	4740	20	4740	4740	0
8+80	R-670	4820	4810	-10	4820	4810	-10	4840	4810	-30
8+86	R-670	4830	4840	10	4830	4840	10	4840	4840	0
9+00	R-670	4830	4860	30	4840	4860	20	4850	4860	10
9+20	R-670	4820	4840	20	4820	4840	20	4840	4840	0
9+37	R-670	4810	4860	50	4810	4860	50	4830	4860	30
9+40	R-670	4810	4850	40	4810	4850	40	4830	4850	20
9+60	R-670	4780	4810	30	4800	4810	10	4790	4810	20
9+80	R-670	4780	4790	10	4770	4790	20	4780	4790	10
9+96	R-670	4780	4800	20	4770	4800	30	4780	4800	20
11 км	R-670	4780	4780	0	4770	4780	10	4780	4780	0
0+20	R-670	4760	4780	20	4760	4780	20	4780	4780	0

Окончание табл. 4

Место располо- жения (км, ПК, зв)	Проект- ный ради- ус кривой	Ширина междупу- тья, мм, после ук- ладки РШР		Разница	Ширина междупу- тья, мм, после бал- ластировки		Разница	Ширина междупутья, мм, после выправки		Разница
		фактиче- ски снятая	проект- ная		фактиче- ски снятая	проект- ная		фактически снятая	проект- ная	
0+34	R-670	4770	4790	20	4770	4790	20	4780	4790	10
0+40	R-670	4760	4740	-20	4790	4740	-50	4780	4740	-40
0+60	R-670	4760	4770	10	4790	4770	-20	4780	4770	-10
0+80	R-670	4770	4780	10	4780	4780	0	4760	4780	20
0+92	R-670	4720	4750	30	4750	4750	0	4740	4750	10
1+00	R-670	4670	4750	80	4720	4750	30	4700	4750	50
1+20	R-670	4600	4630	30	4600	4630	30	4580	4630	50
1+40	R-670	4480	4480	0	4480	4480	0	4460	4480	20
1+59	R-670	4420	4380	-40	4390	4380	-10	4370	4380	10
1+67	R-670	4380	4370	-10	4380	4370	-10	4370	4370	0
2+00	—	4370	4520	150	4370	4520	150	4350	4520	170
2+22	—	4380	4510	130	4350	4510	160	4360	4510	150
2+85	R-633	4340	4330	-10	4340	4330	-10	4320	4330	10
2+87	R-633	4330	4330	0	4330	4330	0	4320	4330	10
3+00	R-633	4310	4320	10	4300	4320	20	4280	4320	40
3+20	R-633	4330	4340	10	4300	4340	40	4300	4340	40
3+40	R-633	4380	4420	40	4380	4420	40	4400	4420	20
3+42	R-633	4430	4420	-10	4390	4420	30	4400	4420	20
3+60	R-633	4480	4540	60	4500	4540	40	4520	4540	20
3+80	R-633	4590	4640	50	4610	4640	30	4630	4640	10
3+97	R-633	4660	4720	60	4670	4720	50	4690	4720	30
4+00	R-633	4720	4730	10	4680	4730	50	4700	4730	30
4+20	R-633	4730	4770	40	4740	4770	30	4750	4770	20
4+40	R-633	4760	4750	-10	4760	4750	-10	4780	4750	-30
4+52	R-633	4760	4740	-20	4780	4740	-40	4780	4740	-40
4+60	R-633	4790	4730	-60	4740	4730	-10	4740	4730	-10
4+80	R-633	4780	4720	-60	4730	4720	-10	4740	4720	-20
5+00	R-633	4770	4720	-50	4720	4720	0	4740	4720	-20
5+07	R-633	4730	4700	-30	4720	4700	-20	4710	4700	-10
5+20	R-633	4670	4660	-10	4650	4660	10	4690	4660	-30
5+40	R-633	4650	4570	-80	4580	4570	-10	4620	4570	-50
5+60	R-633	4540	4470	-70	4460	4470	10	4520	4470	-50
5+62	R-633	4530	4470	-60	4450	4470	20	4520	4470	-50
5+80	R-633	4450	4380	-70	4400	4380	-20	4420	4380	-40
6+00	R-633	4360	4310	-50	4300	4310	10	4330	4310	-20
6+20	R-633	4330	4280	-50	4290	4280	-10	4290	4280	-10
6+24	R-633	4270	4250	-20	4220	4250	30	4280	4250	-30
6+37	R-633	4260	4200	-60	4220	4200	-20	4260	4200	-60
Среднее значение				35			26			27

Из табл. 4 видно, что значения после выправки пути отличаются от проекта и мало чем отличаются от однопутного участка.

Очевидно, что решение данной задачи состоит в переводе путевой техники на координатные методы, позволяющие точно реализовать проектные решения и улучшить качество работ.

При оценке кривых участков пути на исследуемых после производства работ были получены следующие данные:

Однопутный участок:

1-я кривая проектный $R = 975$ м, фактический $R = 939$ м, отклонение 3 %, проектная $L_1 = 40$ м, фактическая $L_1 = 46$ м, проектная $L_2 = 40$ м, фактическая $L_1 = 51$ м, проектная длина круговой кривой $K = 152,34$ м, фактическая длина круговой кривой $K = 127$ м.

2-я кривая проектный $R = 1100$ м, фактический $R = 997$ м, отклонение 9 %, проектная $L_1 = 40$ м, фактическая $L_1 = 48$ м, проектная $L_2 = 40$ м, фактическая $L_1 = 47$ м, проектная длина круговой кривой $K = 94,56$ м, фактическая длина круговой кривой $K = 68$ м.

Двухпутный участок:

1-я кривая проектный $R = 670$ м, фактический $R = 678$ м, отклонение 1 %, проектная $L_1 = 90$ м, фактическая $L_1 = 93$ м, проектная $L_2 = 90$ м, фактическая $L_1 = 88$ м, проектная длина круговой кривой $K = 181,55$ м, фактическая длина круговой кривой $K = 185$ м.

2-я кривая проектный $R = 633$ м, фактический $R = 637$ м, отклонение 0 %, проектная $L_1 = 100$ м, фактическая $L_1 = 104$ м, проектная $L_2 = 100$ м, фактическая $L_1 = 102$ м, проектная длина круговой кривой $K = 152$ м, фактическая длина круговой кривой $K = 68$ м.

Из приведенных данных видно, что при постановке пути в проектное положение по данным ОАО «Сибжелдорпроект» и данным проекта сглаживания АС «Навигатор» расхождения превышают допуски. Причиной расхождений являются различные алгоритмы расчета геометрических параметров пути.

Как видно из результатов проверки путеобследовательской станцией ЦНИИ-4 соответствия натурного положения пути проектному, неточная постановка в проектное положение повлекла за собой отклонения в параметрах кривых и несоответствие параметров требованиям нормативной документации [2] при приемке пути в эксплуатацию. Данная проблема также имеет правовые и юридические аспекты, связанные с утверждением изменений проектных решений после (до) «сглаживания» по отношению к проекту утвержденного Главгосэкспертизой или какие-либо другие приемлемые решения для устранения неоднозначности при приемке пути в эксплуатацию.

Библиографический список

1. Положение о проведении реконструкции (модернизации) железнодорожного пути, утв. вице-президентом ОАО «РЖД» В.Б. Воробьевым 22.05.2009.
2. Технические условия на работы по ремонту и планово-предупредительной выправке пути (утв. МПС РФ 30.09.2003 № ЦПТ-53).

A.S. Pickalov. Accuracy Assessment of Arranging the Track into the Design Position under Track Reconstruction and Overhaul.

The article considers the existing methods of arranging the track into the design position under various operating conditions. The research focuses on the comparative analysis of deviations from the track geometric parameters of the project at various stages, and presents the findings on the accuracy of existing methods.

Key word: *track reconstruction, track capital repair, coordinate system, spatial data, ballast cutting-out control system, track alignment control system, GIS technologies.*