

**Применение компьютерных технологий при разработке проектов  
выправки профиля существующих сортировочных горок малой и  
средней мощности**

*Ситников Сергей Анатольевич*

*Уральский государственный университет путей сообщения*

*канд. техн. наук, доцент кафедры «Станции, узлы и грузовая работа»*

*Рыкова Любовь Анатольевна*

*Уральский государственный университет путей сообщения*

*канд. техн. наук, доцент кафедры «Станции, узлы и грузовая работа»*

*Конев Александр Федорович*

*инженер*

**Аннотация**

В статье на примере анализа проекта сортировочной горки малой мощности разработана методика подхода к расчету высоты горки на основе компьютерной программы. Предложено сравнивать данные расчетных и фактических значений высоты по всем путям горочной горловины. В качестве показателя оценки проектного профиля сортировочных горок предложено использовать уменьшение времени скатывания плохого бегуна в проектном варианте по сравнению с существующим. Разность времени хода плохого бегуна по каждому из путей в исходном и проектном вариантах может служить критерием при планировании последовательности работ по приведению профилей путей спускной части горки к нормативным значениям профилей путей спускной части горки.

**Ключевые слова:** сортировочная станция, горка, высота горки, продольный профиль, компьютерное проектирование.

**The use of computer technology in the development of projects alignment  
profile existing sorting slides small and medium power**

*Sitnikov Sergey Anatolevich*

*Ural State University of Railways*

*Ph. D. (Tech.) Assistant Professor Department «Stations, units and cargo work»*

*Rykova Lubov Anatolevna*

*Ural State University of Railways*

*Ph. D. (Tech.) Assistant Professor Department «Stations, units and cargo work»*

*Konev Aleksandr Fedorovich*

*Engineer*

**Abstract**

In the article, on the example of the analysis of the project of low power sorting slide, the method of approach to the calculation of the height of the slide on the basis of a computer program is developed. It is proposed to compare the data of the calculated and actual values of the height of all the ways of the mountain neck. As an indicator of evaluation of the project profile of the sorting slides, it is proposed to use a decrease in the time of rolling a bad runner in the project version compared to the existing one. The time difference of the bad runner on each of the tracks in the initial and design versions can serve as a criterion for planning the sequence of works on bringing the profiles of the tracks of the hill to the normative values of the profiles of the tracks of the hill descent.

**Keywords:** sorting station, slide, slide height, longitudinal profile, computer-aided design.

Реформа железнодорожного транспорта привела к значительному изменению структуры вагонопотоков на сети. Появление частных компаний-операторов привело к дополнительной сортировке как груженных, так и порожних вагонов на станциях. Основной объем переформирования составов ложится на сортировочные горки, которые испытывают в современных условиях повышенные нагрузки. И естественно, помимо усиления технической оснащенности, возросли требования к качеству проектирования и содержания плана и профиля горочных горловин.

Ранее мы отмечали [1] ряд проблем, возникающих при разработке проектов выправки сортировочных горок. Прежде всего, это климатические условия – определение расчетных температур наружного воздуха, направления и скорости ветра. В данной работе внимание уделено требованиям, предъявляемым к проектированию профиля горки.

В настоящее время в период повсеместного использования компьютерной техники «Правила и нормы проектирования сортировочных устройств» [2] рекомендуют при проектировании сортировочных горок использования программных продуктов (пункт 5.3). Однако нет указания на применение конкретных «типовых» программ при расчете высоты и профиля сортировочных горок. Здесь проектировщики вполне предсказуемо используют классические продукты, например Excel. В частных случаях можно найти программы, используемые в курсовых и дипломных проектах [3]. Широким спектром обладают программы, разрабатываемые и используемые в диссертационных работах, но для реальных проектов они мало пригодны.

Начальный опыт разработки программы для расчета профиля был получен при выполнении проектов реконструкции плана и профиля горок малой и средней мощности, выполненных сотрудниками «Транспромпроекта» УрГУПС. При этом в программу были заложены два основных исходных момента. Во-первых, строгое соответствие требованиям Инструкции [2]. Во-вторых, данные плана и профиля существующих горок формировались на основе топографической съемки. Практическую

апробацию программа прошла на ряде горок дороги. В качестве примера рассмотрим одну из сортировочных горок.

Станция является односторонней с последовательным расположением парков приема и сортировочного. Объем сортировочной работы на момент исследования составлял менее 1000 вагонов в сутки, что определяет горку как горку малой мощности. Количество путей в сортировочном парке 16.

Сортировочная горка имеет один путь надвига, один путь роспуска, один путь в обход горки, две механизированные тормозные позиции оборудованные трехзвенными вагонными замедлителями типа КВ-3-72М, и одну парковую немеханизированную тормозную позицию. Горловина сортировочного парка состоит из 2 пучков по 8 путей.

Проблемы плана горочной горловины – 5 из 26 кривых имеют радиусы меньше допустимых согласно Инструкции [2] 200 метров.

Проблемы продольного профиля горки:

- результаты обработки данных топографической съёмки показали, что путь надвига расположен на подъёме крутизной 20,2‰, что также не соответствует требованиям Инструкции;

- продольный профиль спускной части горочных путей характеризуется большим числом точек перелома профиля, имеет пилообразную конфигурацию с противоуклонами. Ниже в таблице представлено соотношение длин участков не соответствующих требованиям вогнутости профиля (каждый последующий уклон по мере удаления от вершины горки должен быть меньше предыдущего) по всем маршрутам роспуска.

Таблица 1 – Протяженность и количество участков с уклонами, не соответствующими нормативам [2]

Маршрут	Длина, м	Кол-во участков	Нарушения вогнутости		Противоуклоны	
			Длина, м	Кол-во	Длина, м	Кол-во
1 - 08	472,03	37	229,36	16	0	0
1 - 09	482,39	38	174,64	16	0	0
1 - 10	448,09	35	190,38	17	0	0
1 - 11	430,78	33	175,15	15	9,99	1
1 - 12	444,00	31	169,47	13	13,43	2
1 - 13	440,80	32	190,56	14	13,43	2
1 - 14	385,26	31	145,65	11	25,18	3
1 - 15	388,80	27	146,97	10	12,43	1
1 - 16	393,56	31	154,52	12	81,17	6
1 - 17	394,14	31	114,15	9	28,44	3
1 - 18	387,19	31	132,32	10	58,42	5
1 - 19	384,75	24	31,86	4	0	0
1 - 20	388,18	31	161,78	12	27,5	2
1 - 21	387,82	33	150,87	12	69,49	4
1 - 22	409,71	32	109,79	9	46,41	2
1 - 23	394,46	32	117,6	9	20	1

В соответствии с требованиями Инструкции [2] были выполнены расчеты трудного пути, для которого в дальнейшем определено местоположение расчетной точки (РТ). Далее для этого пути с учетом местных климатических условий и расчетного бегуна определялась требуемая высота горки.

Эта технология десятилетиями в неизменном виде применялась для расчета высоты горки. Компьютерные технологии позволяют более широко рассматривать вопросы расчета высоты горки, а в дальнейшем и профиля путей. Так было предложено определять местоположение расчетных точек на всех путях подгорочного парка (эти точки в отличие от РТ обозначили как граничные точки роспуска ГТР). В результате были определены расчетные и фактические высоты горки для всех путей парка. Ниже в таблице приведены данные результатов этих расчетов.

Таблица 2 – Расчётная ( $H_p$ ) и наличная ( $H_{\text{нал}}$ ) высота сортировочной горки по путям горочной горловины

Маршрут	$H_{\text{нал}}$ , м	$H_p$ , м.ЭН.В	$H_{\text{нал}} - H_p$ , м
1 - 8	3,507	3,561	-0,054
1 - 9	3,516	3,602	-0,086
1 - 10	3,367	3,369	-0,002
1 - 11	3,279	3,217	0,062
1 - 12	3,342	3,282	0,06
1 - 13	3,297	3,27	0,027
1 - 14	3,206	2,866	0,34
1 - 15	3,208	2,821	0,387
1 - 16	3,094	2,904	0,19
1 - 17	3,147	2,874	0,273
1 - 18	3,108	2,81	0,298
1 - 19	3,388	2,769	0,619
1 - 20	3,372	2,843	0,529
1 - 21	3,346	2,862	0,484
1 - 22	3,385	3,013	0,372
1 - 23	3,488	2,942	0,546

Трудным по условиям скатывания определен путь № 9, наличная высота которого составляла по данным съемки 3,516 м. По результатам выполненных расчётов для обеспечения пробега расчетного плохого бегуна до расчетной точки пути № 9 высота горки должна составлять 3,602 м., что незначительно превышает наличную (0,086 м) высоту горки.

При анализе существующих продольных профилей спускной части горки помимо нарушений вогнутости, представленных в таблице 1, выявлены «провалы» профиля в районе стрелочной зоны. Наибольшее значение такого «провала» выявлено на пути № 16. Профиль этого пути представлен ниже (рис.1). На рисунке показан профиль от вершины горки до граничной точки роспуска (ГРТ). Здесь же представлены графики времени хода и скорости

движения бегунов в сочетании плохой – хороший – плохой (П – Х – П) в соответствии требованиям Инструкции [2].

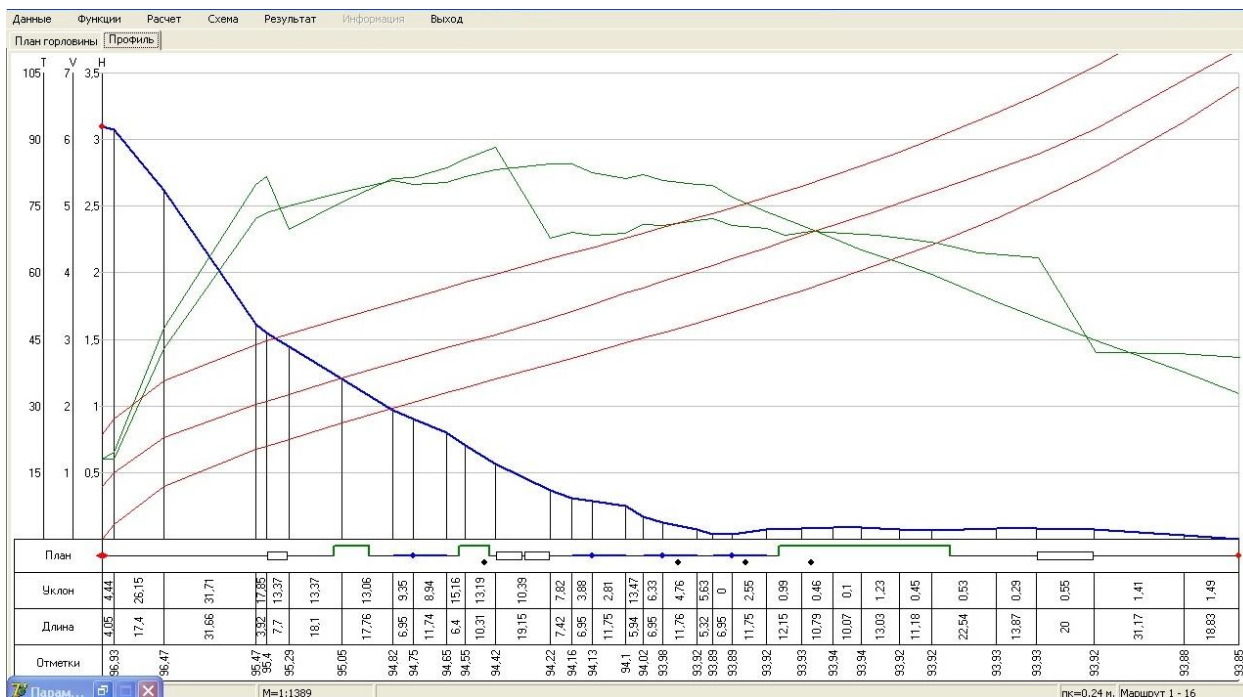


Рисунок 1 – Проверка исходного профиля маршрута 1 - 16

Как видно из рисунка стрелочная зона находится на участке так называемого «провала». При значительной разности отметок «провала» и точки начала третьей тормозной позиции возникает ситуация, когда плохой бегун (П) при низкой начальной скорости роспуска не докатывается до третьей тормозной позиции и может вернуться (скатится обратно) в «провал». В этом случае придется дополнительным маневровым порядком продвинуть вагон дальше в парк. А дополнительная маневровая работа по продвижению вагонов в глубину парка снижает перерабатывающую способность горки.

Анализ ряда проектов показывает, что подобная ситуация с провалом земляного полотна в пределах стрелочной зоны спускной части горки встречается довольно часто. Можно предположить, что ситуация связана несогласованным выполнением работ по исправлению плана и профиля сортировочных путей и путей горки. Подъемочный и средний ремонты сортировочных путей выполняются в плановом порядке, в то время как закрытие для ремонта горочных путей выполняется значительно реже. Отметим также, что хотя Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации [4] определяют требования периодичности проверки продольных профилей сортировочных горок не реже одного раза в три года (приложение 1, пункт 7), фактически съемка профилей горочных путей выполняется с нарушением этих сроков.

В программе выполнены проверки исходных профилей маршрутов движения бегунов в сочетании П – Х – П для всех путей сортировочного

парка. Такая же проверка выполнялась и для проектных профилей. Ниже на рисунке представлены графики скорости и времени движения бегунов по проектному профилю пути № 16.

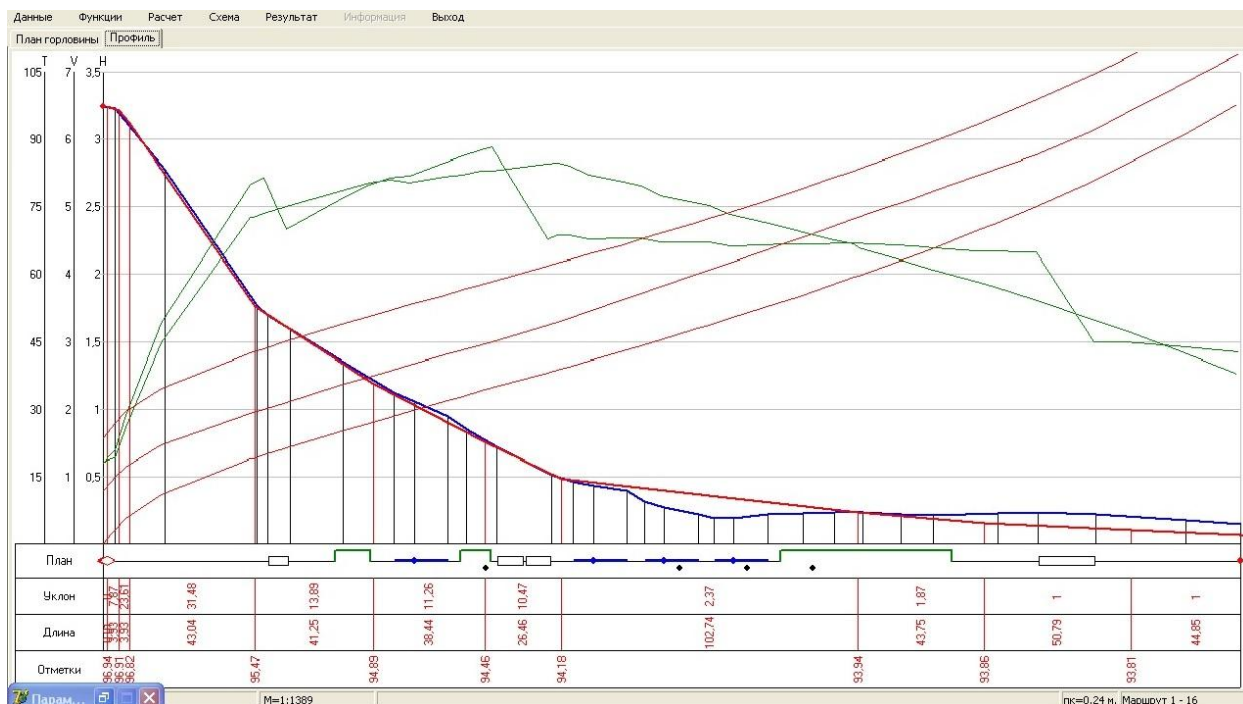


Рисунок 2 – Проверка проектного профиля маршрута 1 - 16

На рисунке отображены как исходный так и проектный профили. При сравнении времени хода от вершины горки до граничной точки роспуска (ГТР) плохого бегуна по исходному и проектному профилям разность хода получилась равной 4,1 сек. По отношению ко времени хода по проектному профилю увеличение продолжительности роспуска составило 4,0 %. Эту величину можно интерпретировать как увеличение перерабатывающей способности горки для данного пути. Ниже приведена сравнительная таблица времен хода для всех маршрутов роспуска.

Таблица 3 – Времена хода плохого бегуна по исходному ( $T_{исх}$ ) и проектному ( $T_{пр}$ ) профилям горки

Маршрут	$T_{исх}$ , сек	$T_{пр}$ , сек	$T_{исх} - T_{пр}$ , сек	% прироста
1 - 8	132,1	125,8	6,3	4,8
1 - 9	140,2	130,0	10,2	7,3
1 - 10	120,7	118,8	1,9	1,6
1 - 11	113,1	112,0	1,1	1,0
1 - 12	117,8	117,4	0,4	0,3
1 - 13	120,2	119,0	1,2	1,0
1 - 14	98,8	94,2	4,6	4,7
1 - 15	98,2	93,4	4,8	4,9
1 - 16	101,9	97,8	4,1	4,0
1 - 17	101,0	96,7	4,3	4,3
1 - 18	101,5	93,2	8,3	8,2
1 - 19	99,6	88,8	10,8	10,8

1 - 20	101,1	90,7	10,4	10,3
1 - 21	100,7	90,7	10,0	9,9
1 - 22	106,8	97,4	9,4	8,8
1 - 23	100,3	91,4	8,9	8,9

Среднее значение прироста перерабатывающей способности существующей горловины определяем как сумму прироста по всем маршрутам деленное на количество маршрутов. В данном случае прирост в целом равен 5,7%.

На основе выполненного анализа и проведенных расчетов предлагается оценивать качество проектного профиля горки в соответствии с выше изложенным. Полученное значение следует рассматривать как прирост перерабатывающей способности горки. Одновременно % прироста по каждому из путей может служить критерием при планировании последовательности работ по выправке профилей путей горки.

### **Основные выводы**

1. Для качественного расчета и разработке проектов выправки профиля горки необходимо применение типовых компьютерных программ.

2. Программы должны позволять выполнять расчеты наличной и расчетной высоты горки по каждому маршруту роспуска.

3. Для выполнения таких расчетов предлагается ввести понятие «границной точки роспуска» (ГТР), располагаемой за парковой тормозной позицией по схеме расчетной точки.

4. Сравнение времен хода плохого бегуна по исходному и проектному профилям позволяет оценить прирост перерабатывающей способности горки.

5. Прирост времен хода плохого бегуна по исходному и проектному профилям может служить критерием при планировании последовательности работ по разработке проектов выправки профилей путей горки.

### **Библиографический список**

1. Ситников С.А., Рыкова Л.А., Конев А.Ф. «Проблемы определения расчётных метеорологических условий при проектировании новых и реконструкции существующих сортировочных горок» // Транспорт: Наука, техника и управление. 2011. № 5. С. 19-22.
2. Правила и нормы проектирования сортировочных устройств на железных дорогах колеи 1520 мм. М.: ТЕХИНФОРМ, 2003. 168 с.
3. Карасев С.В. «СПУСК-2»: Метод. указания по работе с программным комплексом для расчета сортировочных горок. Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2007. 22 с.
4. Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации (утв. приказом Минтранса РФ от 21 декабря 2010 г. N 286).