

Научная статья

Original article

УДК 656.21.001.2



**АНАЛИЗ ДВИЖЕНИЯ ПОРОЖНЕГО ВАГОНА НА ПРОДОЛЬНОМ
ПРОФИЛЕ СОРТИРОВОЧНОЙ ГОРКИ**

**ANALYSIS OF THE MOVEMENT OF AN EMPTY CAR ON THE
LONGITUDINAL PROFILE OF THE SORTING SLIDE**

Саидивалиев Шухрат Умарходжаевич, к.т.н., доцент, Ташкентский государственный транспортный университет, г. Ташкент, shuxratxoja@mail.ru

Сатторов Самандар Бахтиёрович, к.т.н., старший преподаватель, Ташкентский государственный транспортный университет, г. Ташкент

Saidivaliev Shukhrat Umarmkhojaevich, Ph.D., Associate Professor, Tashkent State Transport University, Tashkent, shuxratxoja@mail.ru

Sattorov Samandar Bakhtiyorovich, Ph.D., Senior Lecturer, Tashkent State Transport University, Tashkent

Аннотация. В статье с использованы аналитические формулы, выведенных на основе применения основного закона динамики для неидеальных связей (принципа Даламбера), выполнен расчет кинематических параметров движения вагона (ускорение, время, путь торможения) в зоне затормаживания на участке первой тормозной позиции сортировочной горки.

Annotation. The article uses analytical formulas derived from the application of the basic law of dynamics for non-ideal connections (the Dalember principle), the calculation of the

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"
kinematic parameters of the carriage movement (acceleration, time, braking path) in the
braking zone on the site of the first braking position of the sorting slide is performed

Ключевые слова: основной закон динамики для неидеальных связей, принцип Даламбера, кинематические параметры движения вагона, тормозная позиция сортировочной горки, зона затормаживания.

Key words: basic law of dynamics for non-ideal links, D'alambert's principle, kinematic parameters of car movement, hump braking position, braking zone.

Во всем мире становится все более важным проектировать и строить современные сортировочные станции, а также правильно выбирать высоту сортировочных горок. Основная функция сортировочной горки на железнодорожных станциях-расформирование составов, а также формирование новых составов. Сортировка будет зависеть от того, насколько рационально спроектирован профиль спускаемой части горки. Расчет высоты спускаемой части горки и проектные работы выполняются по существующему методу, согласно которому движение вагона на склоне сортировочной горки, скорость определяется выражением скорости падения вагона по вертикали с учетом инерции вращающихся масс. Это, в свою очередь, создает ряд проблем. В развитых странах, включая США, Германию, Швецию, Китай, Индию, Россию большое внимание уделяется разработке таких методов, как механизация и автоматизация сортировочных путей станций, влияющих на магистральные перевозки и местные железнодорожные сети [1-7].

Анализ ряда работ, посвященных исследованию задач расчета и проектирования спуска сортировочной горки, показывает, что математическая модель и расчетные схемы движения одиночного вагона по склону горки не разработаны. В частности, метод определения времени, пути и скорости торможения вагона на участке тормозных позиций до сих пор не рассматривался на научной основе. В данном случае одним из актуальных практических вопросов железнодорожного транспорта является совершенствование метода расчета и проектирования спусковой части сортировочной горки под действием

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral" продольного ветра малой величины, основанного на построении математической модели движения вагонов на участках торможения [10-17].

В республике реализуются мероприятия по развитию транспортных систем, в том числе разработка технологий, оптимизирующих и контролирующую организацию и управление процессами обработки вагонных потоков на сортировочных станциях железнодорожного транспорта. Указ Президента Республики Узбекистан от 2 декабря 2017 года Постановлении «о мерах по диверсификации и развитию внешнеторговых направлений и улучшении транспортной инфраструктуры» где «... в области железнодорожного транспорта в целом-повышение качества и безопасности услуг железнодорожного транспорта, строительство новых железнодорожных магистралей, повышение уровня электрификации железных дорог, ...создание необходимых условий для ускоренного развития железнодорожной сети Республики Узбекистан». При выполнении этих заданий необходимо выбрать оптимальные высоты вершин сортировочных станций, разработка способа обеспечения заданной нормы ударных частот на стоячие группы вагонов -одна из важных задач.

Развитие и совершенствование работы сортировочных станций проводится в научных центрах, университетах и научно-исследовательских институтах ведущих стран, в том числе: Университет Балтимора (США), технический университет Берлина (Германия), Swedish National Railway Administration (Швеция), Петербургский государственный железнодорожный университет (Россия), российский транспортный университет (Россия), Украинский государственный университет железнодорожного транспорта (Украина), Ташкентский государственный транспортный университет (Узбекистан) [1,3,5,7,9,11,13-17].

Анализ известных научных работ по динамике вращения колесной пары вагона на склоне сортировочной горки позволил установить, что в соответствии с существующим методом на тело действует одинаковое ускорение свободного

падения как при вертикальном спуске, так и при движении по наклонной плоскости.

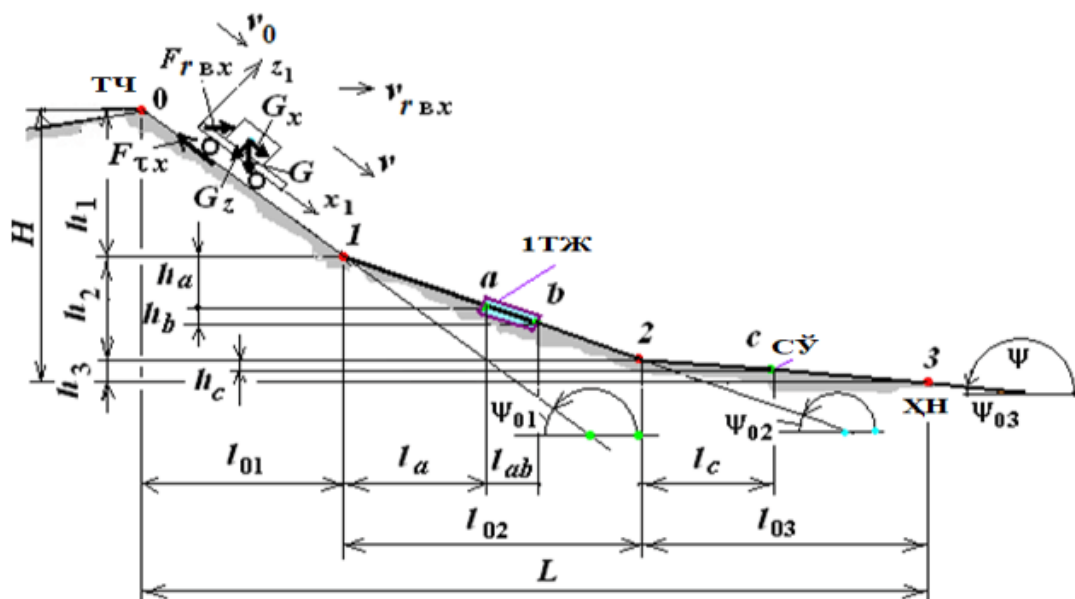


Рисунок 1.1. Расчетный чертеж спуска вершины

На рисунке 1.1 вершина сортировки рассматривается как состоящая из 3 участков 0-1, 1-2 и 2-3, соединенных двумя точками разлома 1 и 2. При этом на втором участке 1-2 a и b первая остановка по координатам находится в (1ТП), а на участке 2-3 расположено стрелочная зона (СЗ) [2,4,6,8,10,12,14-17]. Также:

$ГЧ$ - вершина горки;

N - разница между расчетной точкой и вершиной горки на под горочным путем, наиболее сложном по условиям вращения, м;

L - расчетная длина горки (расстояние от вершины горки до расчетной точки), м;

$h_1, h_2, h_3, h_a, h_b, h_c$ и $l_{01}, l_{02}, l_{03}, l_a, l_b, l_c$ - высота и длина катетов, расположенных в соответствии с участками горки, м;

l_{ab} - длина первой тормозной позиции (1ТП), м;

ψ_{01}, ψ_{02} и ψ_{03} - угол наклона участков на горке в соответствии с, рад.;

G и G_x, G_z - сила тяжести и ее проекция на ось координат, N;

$F_{тр}$ и $F_{ав}$ - сила трения и как активная сила, сила аэродинамического сопротивления при продольном ветре, п;

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

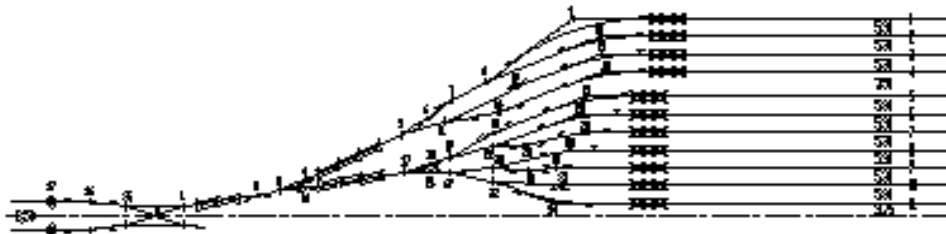
v_0 - наибольшая начальная скорость вращения очень хорошего бегуна (ПБ), м/с;

v_{vx} - проекция скорости ветра по горизонтали (33 м/с, что меньше скорости штормового ветра), м/с.

Анализ работ в этом направлении показывает, что при математическом написании динамической модели спуска вагона с вершины сортировки допущены недостатки в интерпретации типичных правил теоретической механики.

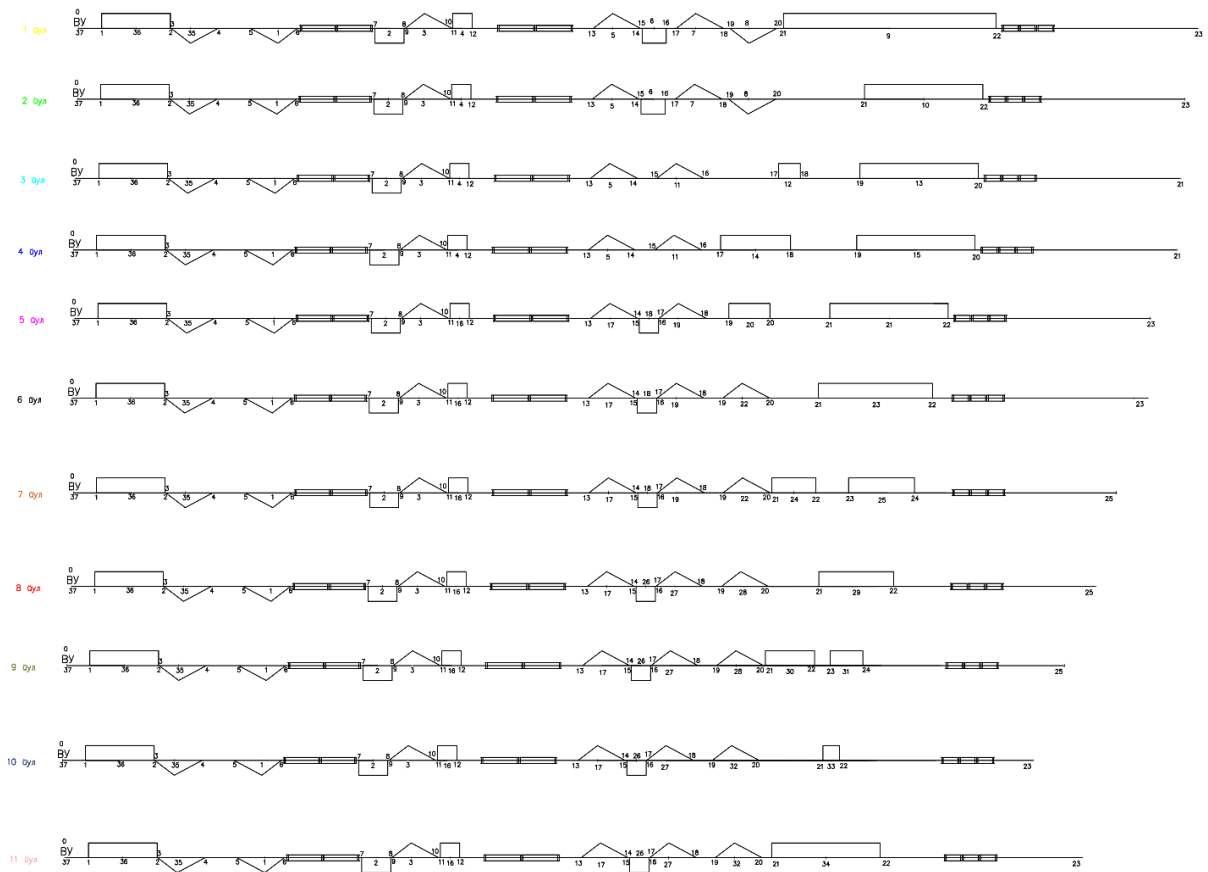
Математическая запись динамической модели вращения вагона с сортировочной горки рассмотрим наглядный пример.

Зимние температуры -10^0C , скорость встречного ветра 5 м/с, а вес порожнего крытого вагона 22 тонны. По результатам расчетной работы с использованием существующих формул для определения высоты сортировочной горки $H_t = 3,5$ м. количество путей сортировочного парка составляет 22 путей.



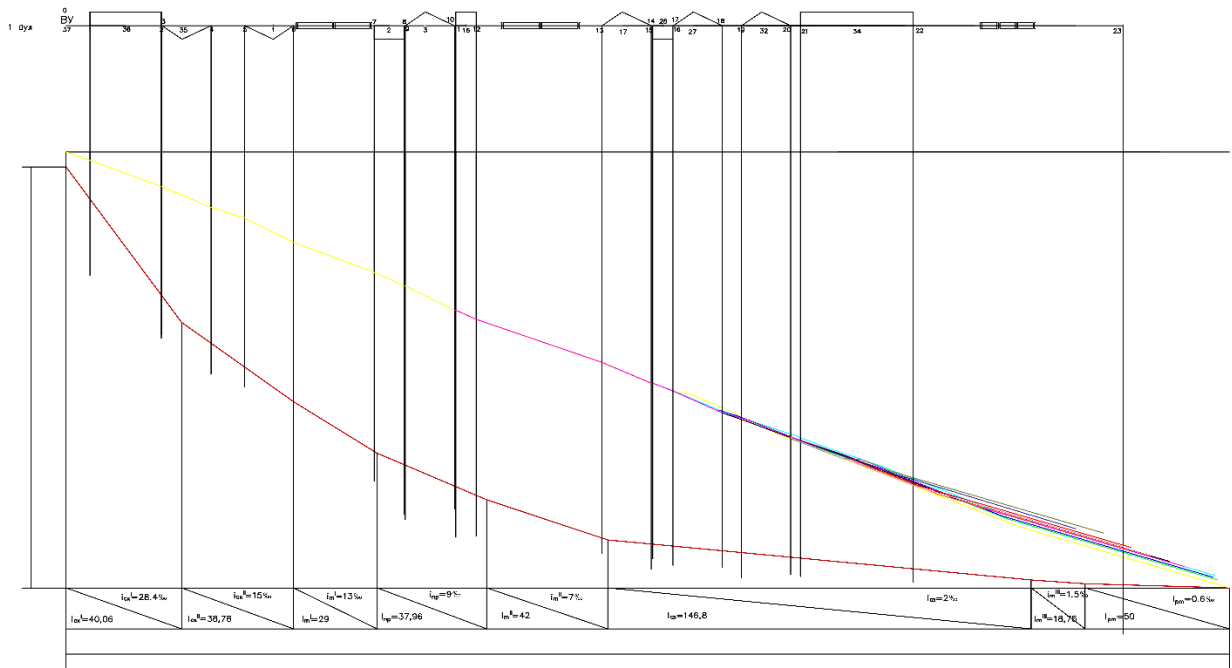
1.2.- рисунок. Количество путей в сортировочном парке составляет 22 путей.

Мы проектируем профиль горки высотой 3,5 метра для горловин, где сортировочный парк состоит из 22 путей, исходя из требований норм и правил строительства железных дорог. Из спроектированного профиля сортировочной горки мы строим высоту энергии, которая будет потеряна для всех путей, сбрасывая плохой бегун (порожний крытый вагон) для каждого пути.



1.3.- Схемы сортировочных путей.

Схема путей на 1.3.- рисунке включает расстояния от вершины горки (ВГ) до расчетной точки (РТ).



1.4.- рисунок. Высоты потери энергии спускающиеся вагона с сортировочной горки (на каждом отрезке пути)

Как видно из рисунка 1.4. видно, что высота сортировочной горки, выбранная для трудного пути, для остальных путей сортировочного парка высока. Скорость спуска от парка приема до сортировочной горки зависит от мощности сортировочной горки принято как для маленькой мощности $V_0 = 1,2$ м/с; для средней мощности $V_0 = 1,4$ м/с; для большой мощности $V_0 = 1,7$ м/с. Подразумевается, что требование, предъявляемое к вагонам с плохим ходом при спуске с сортировочной горки, должно достигать минимальной расчетной точки. Было рекомендовано не применять торможение по отношению к этому вагону в то время, когда вагон с плохим ходом движется с вершины сортировочной горки.

Заключение

Анализ движения порожнего вагона в профиле сортировочной горки позволяет сделать вывод, что порожние вагоны, сбрасываемые с сортировочной горки на каждый путь, целесообразно осуществлять путем регулировки скорости роспуска к горке.

Литература

1. Саидивалиев Ш.У. Об отсутствии теоретической основы формулы для определения высоты первого профильного участка сортировочного горба / Ш.У. Саидивалиев, Ш.Б. Джаббаров, Н.Б. Адилов, Н.К. Хожиев, Р.Ш. Бозоров // Инновации. Наука. Образование. 2021, №34. С. 1467-1481.
2. Туранов Х.Т. О неточности формулы воздушного сопротивления при движении вагона по профилю сортировочной горки / Х.Т. Туранов, А.А. Гордиенко, Ш.У. Саидивалиев, Ш.Б. Джаббаров // Транспорт: наука, техника, управление. 2020, № 9. С. 34 - 39. ISSN 0236-1914.
3. Саидивалиев Ш.У. Новая методика расчета времени и скорости вагона при эго движения на участке первой тормозной позиции сортировочной горки при воздействии встречного ветра / Ш.У. Саидивалиев, Р.Ш. Бозоров, Э.С. Шерматов // Вопросы Устойчивого Развития Общества. 2021, №6. с. 575-586.
4. Saidivaliev Sh.U., A new method of Calculating time and Speed of a carriage during its Movement on the section of the first brake position of a marshaling

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

Hump when exposed headwind / Sh.U. Saidivaliev, R.Sh. Bozorov, E.S. Shermatov // STUDENT eisin: 2658-4964. 2021, №9.

5. Туранов Х.Т. О вычислении профильной высоты головного участка сортировочной горки / Х.Т. Туранов, А.А. Гордиенко, Ш.У. Саидивалиев, Ш.Б. Джаббаров // Бюллетень транспортной информации. 2019. №12 (294). С. 15-20. ISSN 2072-8115.
6. Туранов Х.Т., Саидвалиев Ш.У. Определение кинематических параметров движения вагона на участках тормозных позиций сортировочной горки // Современные проблемы транспортного комплекса России. 2019. Т.9. №1. С. 21-26. (<https://doi.org/10.18503/2222-9396-2019-9-1-21-26>).
7. Туранов Х.Т., Илесалиев Д.И., Джаббаров Ш.Б., Саидивалиев Ш.У. Критический анализ теоретических положений движения вагона с сортировочной горки / Х.Т. Туранов, Д.И. Илесалиев, Ш.Б. Джаббаров, Ш.У. Саидивалиев // Транспорт: наука, техника, управление. 2021, №3. С. 47 - 53. ISSN 0236-1914.
8. Ж.Р. Кобулов, Ж.С. Баротов, М.С. Ташматова. К вопросу о комплексном решении задач совершенствования сроков доставки грузов на железнодорожном транспорте // Universum: техник науки, стр.13-19.
9. Kobulov J.R., Muxamedova Z.G., Barotov J.S. Regulation of Departure Time of Freight Wagons from stations and optimization of delivery Time of Freight Wagons from Stations // Science Research Development Barcelona. 2019. 04 (1). С. 303-307. (2019).
10. J.R. Kobulov., J.S. Barotov. The Method to Measure Time Spent On Wagons' Technological Operations at Stations / International Journal of Advanced Research in Science. Инжиниринг и Технология. 6. (11). Noyabr. p. 11587-11594.
11. Сатторов С.Б. Проблема организации ускоренных грузоперевозок в условиях увеличения транзитных грузопотоков на железных дорогах Республики Узбекистан / С.Б. Сатторов, А.Г. Котенко // Бюллетень

- Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral" результатов научных исследований. – 2019. – Вып. 2. – С. 7–18. DOI: 10.20295/2223-9987-2019-2-7-18.
12. Сатторов С.Б. Вопросы развития железнодорожной линии Ахангаран–Тукимачи–Сырдаринская / С.Б. Сатторов, А.Г. Котенко, В.Л. Белозеров // Известия Петербургского университета. – СПб.: ПГУПС, 2019. – Т. 16, ВЫП. 3. – С. 439–448. DOI: 10.20295/1815-588X-2019-3-439-448.
 13. Сатторов С.Б. К вопросу устойчивости работы сортировочных сооружений станций местной линии / С.Б. Сатторов, А.Г. Котенко // 448 бюллетень результатов научных исследований. – СПб.: ПГУПС, 2022. – Т.16, ВЫП. 3. – С. 118-127.
 14. Sattarov S. Model for the dynamics and growth of the throughput of the Central Asian Transport Corridor lines (Модели динамика и рост пропускной возможности линейный Центральноазиатского транспортного прихода) / Kotenko A., Sattarov S., Nexoroshkov V., Timuxin K. // Journal of Physics: Conference Series, Intelligent Information Technology and Mathematical Modeling 2021 (Iitmm 2021) doi: 10.1088/1742-6596/2131/3/032102.
 15. Сатторов С.Б. Исследование возможности разметки технических станций // научно-технический вестник Брянского государственного университета. Брянск. – 2017. - №4-С. 463-468. DOI: 10.22281 / 2413-9920-2017-03-04-463-468.
 16. Сатторов С.Б. Образование разметки технических станций в зависимости от числа полимеров // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. Брянск. – 2018. - №2-С. 239-246. DOI: 10.22281 / 2413-9920-2018-04-02-239-246.
 17. Сатторов С.Б. К вопросу об организации скоростных грузовых поездов // в сборнике: Логистика: современные тенденции развития. Материалы XVIII Международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург. – 2019. – С. 80-83.

References

1. Saidivaliev Sh.U. On the absence of a theoretical basis for the formula for determining the height of the first profile section of the sorting hump / Sh.U. Saidivaliev, Sh.B. Jabbarov, N.B. Adilov, N.K. Khozhiev, R.Sh. Bozorov // Innovations. The science. Education. 2021, No. 34. S. 1467-1481.
2. Turanov Kh.T. On the inaccuracy of the formula for air resistance when a car moves along the profile of a marshalling yard / Kh.T. Turanov, A.A. Gordienko, Sh.U. Saidivaliev, Sh.B. Jabbarov // Transport: science, technology, management. 2020, No. 9. P. 34 - 39. ISSN 0236-1914.
3. Saidivaliev Sh.U. A new method for calculating the time and speed of a wagon during the ego of movement on the site of the first brake position of a marshalling hump under the influence of a headwind / Sh.U. Saidivaliev, R.Sh. Bozorov, E.S. Shermatov // Issues of Sustainable Development of Society. 2021, No. 6. With. 575-586.
4. Saidivaliev Sh.U., A new method of Calculating time and Speed of a carriage during its Movement on the section of the first brake position of a marshaling Hump when exposed headwind / Sh.U. Saidivaliev, R.Sh. Bozorov, E.S. Shermatov // STUDENT eisn: 2658-4964. 2021, No. 9.
5. Turanov Kh.T. On the calculation of the profile height of the head section of a marshalling yard / Kh.T. Turanov, A.A. Gordienko, Sh.U. Saidivaliev, Sh.B. Jabborov // Transport Information Bulletin. 2019. No. 12 (294). pp. 15-20. ISSN 2072-8115.
6. Turanov Kh.T., Saidvaliev Sh.U. Determination of the kinematic parameters of the movement of the car on the sections of the brake positions of the marshalling yard // Modern problems of the transport complex of Russia. 2019. V.9. No. 1. pp. 21-26. (<https://doi.org/10.18503/2222-9396-2019-9-1-21-26>).
7. Turanov Kh.T., Ilesaliev D.I., Jabbarov Sh.B., Saidivaliev Sh.U. Critical analysis of the theoretical provisions of the movement of the car from the marshalling yard / Kh.T. Turanov, D.I. Ilesaliev, Sh.B. Jabbarov, Sh.U. Saidivaliev // Transport: science, technology, management. 2021, No. 3. pp. 47 - 53. ISSN 0236-1914.

8. J.R. Kobulov, Zh.S. Barotov, M.S. Tashmatova. On the issue of a comprehensive solution to the problems of improving the timing of delivery of goods on railway transport // *Universum: Technician of Science*, pp.13-19.
9. Kobulov J.R., Muxamedova Z.G., Barotov J.S. Regulation of Departure Time of Freight Wagons from stations and optimization of delivery Time of Freight Wagons from Stations // *Science Research Development Barcelona*. 2019.04(1). pp. 303-307. (2019).
10. J.R. Kobulov., J.S. Barotov. The Method to Measure Time Spent On Wagons' Technological Operations at Stations / *International Journal of Advanced Research in Science. Engineering and Technology*. 6. (11). Nov. p. 11587-11594.
11. Sattorov S.B. The problem of organizing accelerated cargo transportation in the context of increasing transit traffic on the railways of the Republic of Uzbekistan / S.B. Sattorov, A.G. Kotenko // *Bulletin of scientific research results*. - 2019. - Issue. 2. – P. 7–18. DOI: 10.20295/2223-9987-2019-2-7-18.
12. Sattorov S.B. Issues of development of the railway line Akhangaran-Tukimachi-Syrdarinskaya / S.B. Sattorov, A.G. Kotenko, V.L. Belozarov // *Proceedings of the Petersburg University*. - St. Petersburg: PGUPS, 2019. - V. 16, issue. 3. - S. 439-448. DOI: 10.20295/1815-588X-2019-3-439-448.
13. Sattorov S.B. On the issue of sustainability of the marshalling facilities of local line stations / S.B. Sattorov, A.G. Kotenko // *448 Bulletin of Scientific Research Results*. - St. Petersburg: PGUPS, 2022. - V.16, issue. 3. - S. 118-127.
14. Sattarov S. Model for the dynamics and growth of the throughput of the Central Asian Transport Corridor lines / Kotenko A., Sattorov S., Nexoroshkov V., Timuxin K. // *Journal of Physics: Conference Series, Intelligent Information Technology and Mathematical Modeling 2021 (Iitmm 2021)* doi: 10.1088/1742-6596/2131/3/032102.
15. Sattorov S.B. Study of the possibility of marking technical stations // *Scientific and technical bulletin of the Bryansk State University*. Bryansk. - 2017. - No. 4- S. 463-468. DOI: 10.22281 / 2413-9920-2017-03-04-463-468.

16. Sattorov S.B. Formation of marking of technical stations depending on the number of polymers // Scientific and technical bulletin of the Bryansk State University. Bryansk. - 2018. - No. 2-S. 239-246. DOI: 10.22281 / 2413-9920-2018-04-02-239-246.
17. Sattorov S.B. On the issue of organizing high-speed freight trains // in the collection: Logistics: modern development trends. Proceedings of the XVIII International Scientific and Practical Conference. Saint Petersburg. - 2019. - S. 80-83.

© Саидвалиев Ш. У., Сатторов С. Б., 2023 Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral" №1/2022

Для цитирования: Саидвалиев Ш. У., Сатторов С. Б. АНАЛИЗ ДВИЖЕНИЯ ПОРОЖНЕГО ВАГОНА НА ПРОДОЛЬНОМ ПРОФИЛЕ СОРТИРОВОЧНОЙ ГОРКИ// Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral" №1/2022