

- 8 **Авдашева, С.Б.** Теория организации отраслевых рынков : учебник / С.Б. Авдашева, Н.М. Розанова. – М. : ИЧП «Издательство Магистр», 1998. – С. 17–18.
- 9 **Сай, В.М.** Количественная оценка организационной сети компании ОАО «РЖД» / В.М. Сай, И.Д. Громов // Транспорт Урала. – 2015. – № 3 (45). – С. 43–58.
- 10 **Вентцель, Е.С.** Теория вероятностей : учебник для вузов / Е.С. Вентцель. – 8-е изд., перераб. и доп. – М. : Физматлит, 1999. – 576 с.
- 11 **Клейнен, Дж.** Статистические методы в имитационном моделировании : пер. с англ. / Дж. Клейнен ; под ред. и с предисл. Ю.П. Адлера и В.Н. Варыгина. – М. : Статистика, 1978. – Вып. 1. – 221 с.
- 12 **Емельянов, А.А.** Имитационное моделирование экономических процессов : учеб. пособие / А.А. Емельянов, Е.А. Власова, Р.В. Дума. – М. : Финансы и статистика, 2002. – 368 с.

Bibliography

- 1 **Gromov, I.D.** Grafoanalytic model organizational network with divided interests / I.D. Gromov, V.M. Moskvina // Vestnik USURT. – 2014. – № 1. – P. 36–45.
- 2 **Say, V.M.** Simulation system of relations with the railway business entities / V.M. Say, V.K. Fomin // Transport Urala. – 2008. – № 4 (19). – P. 15–19.
- 3 **Say, V.M.** Education, the functioning and the collapse of institutional networks : monograph / S.V. Sizi. – Ekaterinburg : USURT, 2011. – P. 120–132.
- 4 **Fomin, V.K.** Modelling the interaction of the railway with external economic environment. Grafoanalytic interaction model / V.K. Fomin // Proceedings of the All-Russia Scientific and Technical Conf. «Transport, Science, Business: Problems and Development Strategy». – Ekaterinburg : USURT, 2008. – P. 121–122.
- 5 **Sai, V.M.** On the organization of interaction of managing subjects in networks with shared interests (for example, the company JSC «Russian Railways») / V.M. Say, I.D. Gromov // Vestnik USURT. – 2012. – № 3. – P. 83–94.
- 6 **Antropov, V.A.** Organizational performance interaction of economic agents in the industry network with shared interests / V.A. Antropov, I.D. Gromov // Vestnik USURT. – 2015. – № 1. – P. 29–37.
- 7 **Say, V.M.** Modeling the relationship of business entities elementary organizational network with shared interests / V.M. Say // Modern problems of the transport complex of Russia. – 2013. – № 3. – P. 199–208.
- 8 **Avdasheva, S.B.** The theory of industrial organization : textbook / S.B. Avdasheva, N.M. Rozanov. – M.: «Publishing Magistr», 1998. – P. 17–18.
- 9 **Say, V.M.** Quantitative evaluation of the organizational network of OJSC «Russian Railways» / V.M. Say, I.D. Gromov // Transport Urala. – 2015. – № 3 (45). – P. 43–58.
- 10 **Wentzel, E.S.** Probability theory : textbook for higher technical / E.S. Wentzel. – 8th ed., rev. and add. – Moscow : Fizmatlit, 1999. – 576 p.
- 11 **Kleinen, J.** Statistical methods in simulation : transl. from English / J. Kleinen ; ed. and foreword. Y.P. Adler and V.N. Varygina. – Moscow : Statistika, 1978. – Vol. 1. – 221 p.
- 12 **Emelyanov, A.A.** Simulation modeling of economic processes: textbook / A.A. Emelyanov, E.A. Vlasov, R.V. Duma. – Moscow : Finansy i statistika, 2002. – 368 p.

УДК 656.212.5

Д.Н. Козаченко, Т.В. Болвановская, Н.Д. Дудок

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ВЫБОРА РЕЖИМОВ ТОРМОЖЕНИЯ ОТЦЕПОВ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ ИНТЕРВАЛЬНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ СКОРОСТИ ИХ СКАТЫВАНИЯ

Введение

Сортировочные горки являются основным техническим средством, обеспечивающим расформирование-формирование составов грузовых поездов. Решение задач повышения безопасности сортировочного процесса, улучшения условий труда и уменьшения эксплуатационных расходов на переработку вагонопотоков в основном достигается за счет автоматизации сортировочных горок. В настоящее время разработаны различные системы автоматизации горочных операций [1–3]. Необходимо отметить, что такие системы как PROYARD III, Star II, MSR-32 представляют собой дорогостоящие комплексы, оборудованные значительным количеством разнообразных датчиков и сложными системами управления тормозными замедлителями. В то же время опытные горочные операторы успешно решают задачи управления сортировочным процессом на основании информации гораздо худшего качества.

Поэтому решение задач улучшения работы сортировочных горок во многом зависит от совершенствования алгоритмов управления тормозными позициями в условиях неопределенности информации об условиях скатывания, ходовых характеристиках отцепов и неточной реализации замедлителями заданных режимов торможения. Это позволит улучшить качество сортировочного процесса за счет совершенствования программного обеспечения, а не за счет усложнения технических средств и, в результате, обеспечит уменьшение стоимости систем управления роспуском.

Анализ проблемы интервального регулирования скорости скатывания отцепов

Показатели работы сортировочных горок существенно зависят от выбора режимов торможения отцепов. Оптимальное управление роспуском предполагает использование таких режимов торможения, при которых обеспечиваются наилучшие условия разделения отцепов на стрелках, а также выполняются требования прицельного регулирования скорости скатывания.

При решении задачи выбора режимов торможения отцепов состава в качестве элементарной расчетной группы обычно рассматривается группа из трех отцепов с управляемым средним [4, 5]. Величины интервалов между отцепами на разделительных элементах зависят от времени освобождения и занятия разделительных элементов первым и третьим отцепами расчетной группы, а также от режимов торможения, определяющих скорости выхода управляемого отцепа из первой (ВТП) и второй (СТП) тормозных позиций:

$$\delta t_1(v'_2, v''_2) = t_{н,1} + t_2(s_1, v'_2, v''_2) - \tau_1(s_1),$$

$$\delta t_2 = t_{н,2} + t_3(s_2) - \tau_2(s_2, v'_2, v''_2),$$

где $t_{н,1}$, $t_{н,2}$ – начальные интервалы на вершине горки, соответственно в первой и второй парах элементарной группы;

$t_2(s_1, v'_2, v''_2)$ – время скатывания управляемого отцепа от момента отрыва до момента занятия изолированного участка (ИЗУ) разделительной стрелки s_1 в первой паре при заданной скорости его выхода из ВТП v'_2 и СТП v''_2 ;

$\tau_2(s_2, v'_2, v''_2)$ – то же, до момента освобождения ИЗУ разделительной стрелки s_2 во второй паре.

$\tau_1(s_1)$, $t_3(s_2)$ – соответственно время скатывания первого отцепа до занятия ИЗУ разделительной стрелки s_1 и третьего отцепа до освобождения ИЗУ разделительной стрелки s_2 .

Численные значения величин времени и скорости скатывания отцепов для решения задачи выбора режимов их торможения принимаются на основании результатов математического моделирования скатывания. Методики моделирования приведены, в частности, в [5]. Там же приведено и решение задачи оптимизации режима торможения среднего (управляемого отцепа) в расчетной группе из трех отцепов.

Реальные составы можно рассматривать как множество из $n-2$ элементарных расчетных групп (здесь n – количество отцепов в составе). В составах присутствуют расчетные группы как с благоприятным, так и с неблагоприятным сочетанием отцепов. В частности, благоприятными являются сочетания, в которых присутствуют многовагонные отцепы.

В таких группах, за счет выбора рационального режима торможения отцепов, могут быть созданы значительные резервы времени на разделительных элементах. Неблагоприятными являются случаи разделения одновагонных отцепов на четвертой-пятой стрелках по маршруту скатывания, особенно при наличии отцепов легкой весовой категории.

Интервалы между последовательно скатывающимися отцепами связаны между собой. Изменение режима торможения управляемого отцепа в расчетной группе приводит к изменению условий скатывания третьего отцепа в предшествующей расчетной группе и первого отцепа в последующей. Из-за этого выбор нерациональных режимов торможения отцепов может приводить к ухудшению условий разделения отцепов не только в смежных группах, но и в последующих группах со значительным запаздыванием. В [5] предложен итерационный метод, позволяющий до начала роспуска на основании комплексного анализа характеристик отцепов состава и многократного решения задачи поиска оптимальных режимов торможения в элементарных расчетных группах перераспределить резервы времени на разделительных элементах и максимизировать минимальный интервал между отцепами. В качестве критерия оптимальности в данной работе используется критерий Вейбула

$$\min \{\delta t_i\} \rightarrow \max, i = 1 \dots n - 1, \quad (1)$$

где n – количество отцепов в составе.

Необходимо отметить, что обоснование выбора режимов торможения в [5] выполнено для условий, когда ходовые характеристики отцепов известны до начала скатывания, а тормозные позиции точно реализуют заданные режимы торможения. Однако опыт практической эксплуатации сортировочных горок показывает, что их функционирование происходит в условиях действия значительного числа случайных факторов [6, 7].

Результаты исследований проблемы выбора режимов торможения отцепов в стохастических условиях приведены в [8, 9]. При этом оценка условий интервального регулирования скорости скатывания выполняется с помощью риска неразделения, характеризующего вероятное количество вагонов, которые в результате роспуска проследуют на пути с нарушением плана роспуска. Риск неразделения отцепов может быть оценен с помощью выражения

$$r_n = \sum_{i=1}^{n-1} \Phi \left(\frac{t_{n,i} - t_{pe} - M[\tau_i] + M[t_{i+1}]}{\sqrt{D[\tau_i] + D[t_{i+1}]}} \right) m_{i+1}, \quad (2)$$

где $\Phi(x)$ – функция Лапласа;

t_{pe} – минимальный допустимый интервал на разделительном элементе;

$M[t_i]$, $M[\tau_i]$ – соответственно, математические ожидания случайной величины времени скатывания отцепа от момента отрыва до моментов занятия и освобождения разделительных элементов;

$D[t_i]$, $D[\tau_i]$ – соответственно, дисперсии случайной величины времени скатывания отцепа от момента до моментов занятия и освобождения разделительных элементов;

m_i – количество вагонов в i -м отцепе.

Изменение критерия оптимизации с (1) на (2) позволяет улучшить показатели интервального регулирования скорости скатывания отцепов в условиях действия случайных факторов. Однако задача надежного разделения отцепов в группах с неблагоприятным их сочетанием требует дальнейшего исследования.

Недостатком приведенного в [9] метода является то, что принятие решения по выбору режима торможения выполняется до начала скатывания. В то же время выполненные в [7] исследования показали, что одним из основных факторов, который влияет на среднее квадратическое отклонение времени скатывания, является расстояние пробега отцепа. Необходимо отметить, что решение о выборе режима торможения может формироваться непосредственно перед моментом входа отцепов в замедлители или даже в процессе его движения по тормозной позиции. Именно таким образом действует горочный оператор, решая в процессе роспуска локальные задачи разделения смежных отцепов. Однако, при таком подходе комплексная оценка влияния выбранного режима торможения на условия разделения не выполняется, что приводит либо к неоправданным рискам неразделения управляемого отцепа с предшествующим, либо к росту рисков неразделения при расформировании оставшейся части состава.

Использование информации о времени занятия и освобождения отдельных участков по маршрутам движения потенциально позволяет уменьшить неопределенность условий скатывания отцепов и, за счет этого, улучшить показатели интервального регулирования скорости их скатывания. Основными методами для выполнения дальнейших исследований являлись методы математического моделирования и математической статистики.

Исследование методов выбора режимов интервального регулирования скорости скатывания отцепов в стохастических условиях

Исследования выполнялись на модели сортировочной горки с 32 путями в подгорочном парке. В качестве расчетной группы принята группа из трех одновагонных отцепов, соответственно легкой, тяжелой и легкой весовой категории. В качестве разделительного элемента в первой и второй парах принят пятый стрелочный перевод по маршруту скатывания. Характеристиками отцепов являются нагрузка на ось и основное удельное сопротивление движению. Ввиду того, что при выполнении вычислительных экспериментов не моделируется работа систем уточнения ходовых характеристик отцепов, принято, что сопротивления движению остаются постоянными в процессе скатывания, однако неизвестными для экспериментатора.

Также в качестве случайных величин рассматриваются сопротивления стрелок и кривых, сопротивления среды и ветра. Методика моделирования данных случайных величин представлена в [7]. Скорости выхода отцепов из первой и второй тормозных позиций v'_i и v''_i при торможении моделировались как случайные величины с нормальным законом распределения. Математические ожидания величин v'_i и v''_i задаются лицом, выполняющим моделирование, а среднее квадратическое отклонение принято равным 0,3 м/с.

Режимы торможения первого и третьего отцепов расчетной группы приняты фиксированными. При этом они скатываются без торможения на ВТП, а математическое ожидание скорости выхода с СТП установлено равным 6,0 м/с.

На величину математического ожидания скорости выхода второго (управляемого) отцепа с первой тормозной позиции наложено ограничение $M[v'_2] \leq 6,15$ м/с для обеспечения его входа в замедлитель второй тормозной позиции с допустимой скоростью с вероятностью не менее 0,95.

Для определения статистических характеристик условий разделения отцепов в ходе каждого вычислительного эксперимента выполнялось моделирование скатывания 300 отцепов. Окно программы моделирования скатывания расчетной группы отцепов в стохастических условиях представлено на рис. 1, где для каждого из трех отцепов построено семейство кривых времени скатывания.

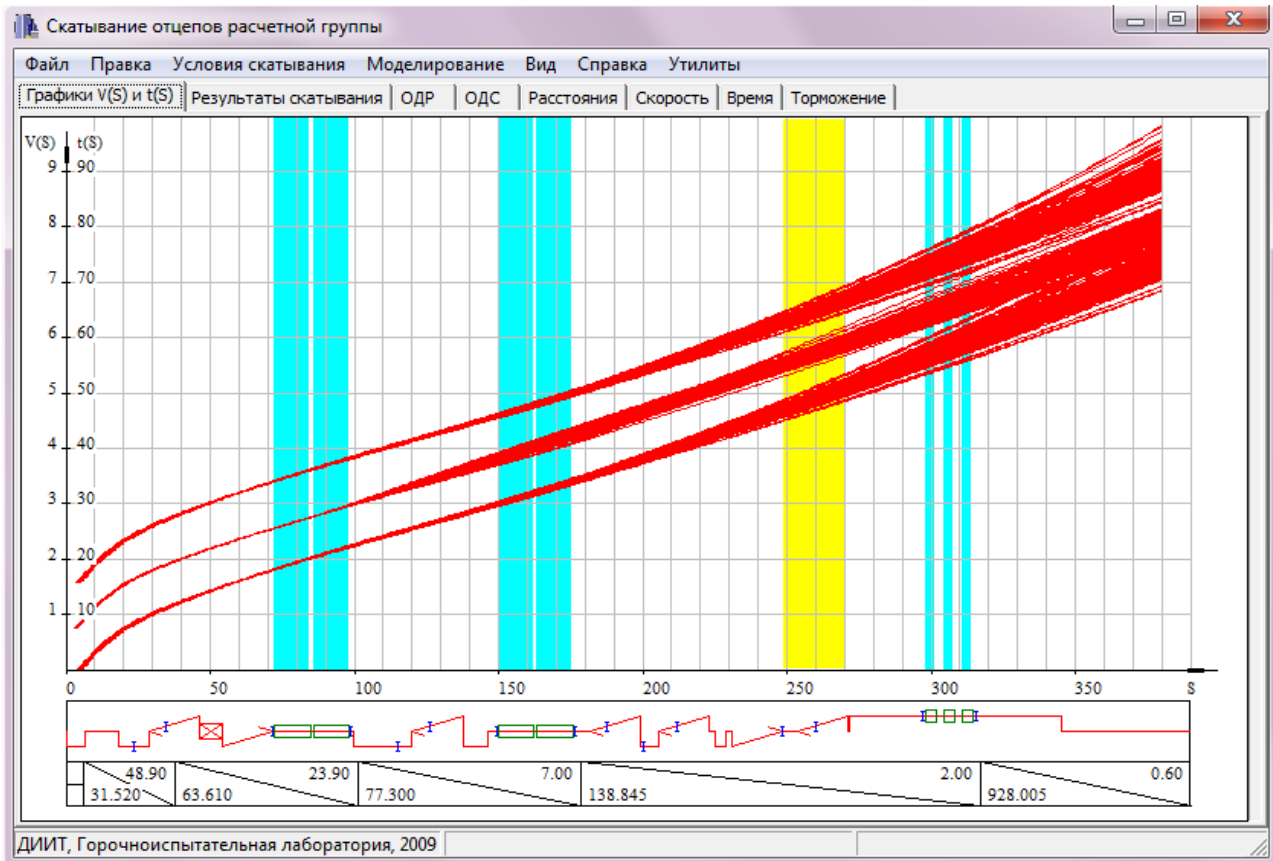


Рис. 1. Кривые времени скатывания отцепов расчетной группы из трех отцепов в стохастических условиях

На первом этапе исследования выполнена оптимизация режима торможения среднего отцепа для условий, когда решение о скоростях его выхода из тормозных позиций принимается до начала скатывания. Величины начальных интервалов времени на вершине горки между отрывами отцепов от состава определялись по формуле

$$t_{н,i} = \frac{l_i - s_{o,i} + s_{o,i+1}}{v_p},$$

где l_i – длина i -го отцепа;

$s_{o,i}$, $s_{o,i+1}$ – соответственно расстояние отрыва i -го и следующего за ним отцепа от вершины горки.

Ввиду малости средних квадратических отклонений случайных величин начальных интервалов времени между отцепами по сравнению со средними квадратическими отклонениями времени движения отцепов до характерных точек по маршруту скатывания значения начальных интервалов были приняты равными их математическим ожиданиям и составили в первой паре 7,65 с, а во второй паре – 8,72 с.

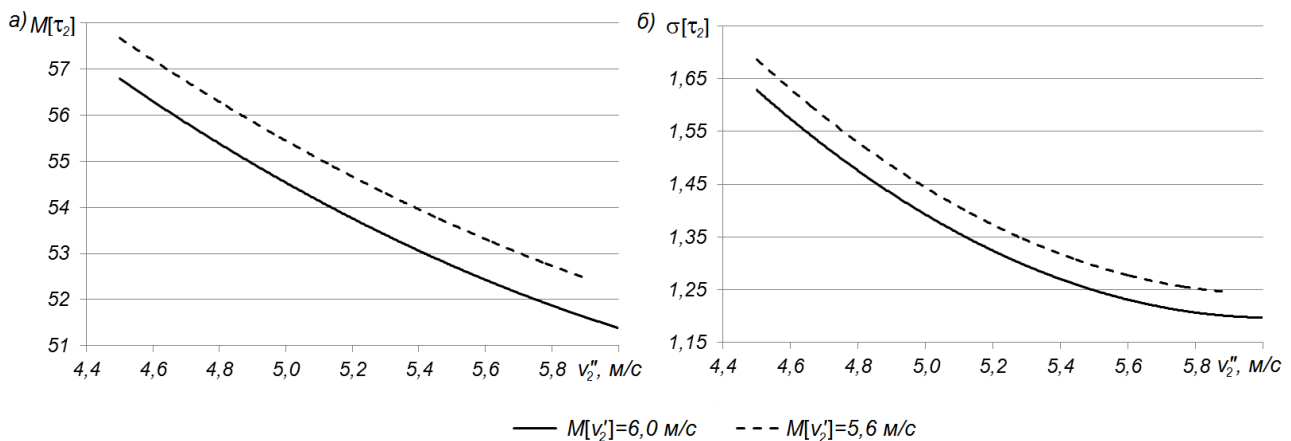
Параметры случайной величины времени скатывания первого и третьего отцепов от моментов отрывов соответственно до момента освобождения разделительного элемента в первой паре и до момента занятия разделительного элемента во второй паре приведены в табл. 1.

Таблица 1

**Параметры случайных величин времени движения крайних отцепов
расчетной группы до точек разделения**

№ отцепа	Параметр	Математическое ожидание	Среднее квадратическое отклонение
1	τ_1	51,08	1,063
3	t_3	46,92	0,813

Параметры случайных величин времени скатывания управляемого отцепа до точек разделения зависят от заданных математических ожиданий скоростей выхода отцепа из тормозных позиций $M[v_2']$ и $M[v_2'']$. Для примера на рис. 2 а и б представлены зависимости математического ожидания и среднего квадратического отклонения времени скатывания отцепа от момента отрыва до освобождения изолированного участка пятого стрелочного перевода.

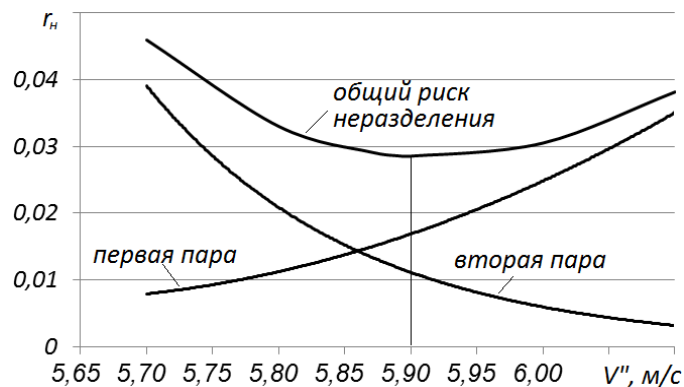


**Рис. 2. Зависимости параметров случайной величины времени скатывания
управляемого отцепа от заданного математического ожидания
скорости выхода отцепа из тормозных позиций:**

а – математическое ожидание; б – среднее квадратическое отклонение

Режим торможения отцепа на спускной части горки определяется скоростями его выхода из ВТП и СТП, соответственно $M[v_2']$ и $M[v_2'']$. На рис. 3 представлена графическая интерпретация решения задачи определения режима торможения отцепа на СТП, обеспечивающего минимальный риск неразделения при математическом ожидании скорости выхода отцепа из ВТП $M[v_2'] = 6,0$ м/с.

Поиск оптимального режима торможения в двумерном пространстве $M[v_2']$ и $M[v_2'']$ осуществлялся с помощью метода координатного спуска. В результате установлено, что оптимальные условия разделения отцепов достигаются при заданных значениях математического ожидания скорости выхода второго (управляемого) отцепа из первой тормозной позиции 6 м/с, со второй – 5,9 м/с. Величина риска неразделения отцепов при этом составляет 0,028.



**Рис. 3. Зависимость между режимом торможения отцепа на СТП и риском неразделения
отцепов при математическом ожидании скорости выхода отцепа из ВТП $M[v_2'] = 6,0$ м/с**

На втором этапе исследований рассмотрен случай, когда выбор режима торможения отцеп осуществляется в момент его входа на тормозную позицию. В табл. 2 приведен анализ характеристик случайных величин времени скатывания отцепов расчетной группы в характерные моменты времени для случая, когда скорость выхода управляемого отцепа с ВТП установлена равной 6 м/с, а с СТП – 5,9 м/с.

Таблица 2

Расположение отцепов состава в характерные моменты времени

№ отцепа	Положение отцепа		Момент входа на элемент		Движение до точки разделения			
					Вход		Выход	
	Элемент	Вероятность	$\min\{t_{\tau}\}$	$\max\{t_{\tau}\}$	$M[t_{дв}]$	$\sigma[t_{дв}]$	$M[\tau_{дв}]$	$\sigma[\tau_{дв}]$
До начала роспуска состава								
1	в составе	1,0	–	–	–	–	51,08	1,063
2	в составе	1,0	–	–	47,60	0,990	51,55	1,138
3	в составе	1,0	–	–	46,92	0,813	–	–
Вход управляемого отцепа на ВТП								
1	вход на ИУ СП2	1,0	24,37	25,40	–	–	26,06	1,036
2	вход на ВТП	1,0	18,05	18,20	29,48	0,992	33,43	1,138
3	вход на ИУ СП1	1,0	8,36	8,93	38,26	0,813	–	–
Вход управляемого отцепа на СТП								
1	вход на ИУ СП4	0,56	37,44	39,28	–	–	12,77	0,535
1	выход из ИУ СП3	0,13	37,11	38,88	–	–	13,13	0,750
1	выход из СТП	0,31	35,26	36,68	–	–	15,14	0,854
2	вход на СТП	1,0	29,85	31,95	16,87	0,674	20,82	0,855
3	вход на ВТП	1,0	18,28	18,52	28,51	0,813	–	–

Анализ данных табл. 2 показывает, что к моменту входа управляемого отцепа на ВТП первый отцеп расчетной группы вне зависимости от его ходовых характеристик и условий скатывания уже вошел на разделительный участок второго стрелочного перевода по маршруту (ИУ СП2), а третий – на разделительный участок первого стрелочного перевода по маршруту (ИУ СП1). Средние квадратические отклонения времени движения отцепов до моментов занятия/освобождения разделительных элементов $\sigma[t_{дв}]$ для данной группы отцепов несущественно отличаются от условий, когда движение рассматривается от момента отрыва отцепов от состава. В этой связи использование дополнительной информации о процессе скатывания отцепов на данном участке не позволяет существенно улучшить показатели интервального торможения в данной расчетной группе.

К моменту входа регулируемого отцепа на СТП третий отцеп расчетной группы уже вошел на ВТП. Первый отцеп расчетной группы, в зависимости от сочетания условий скатывания, может войти на изолированный участок четвертого стрелочного перевода (ИУ СП4), освободить изолированный участок третьего стрелочного перевода (ИУ СП3) либо выйти из СТП.

Уменьшение среднеквадратического отклонения скорости скатывания первого и второго отцепов расчетной группы, а также точное знание времени их движения до момента принятия решения создает условия для повышения качества интервального регулирования скорости скатывания отцепов.

В этом случае риск неразделения отцепов в расчетной группе предлагается определять по формуле

$$r_{нт} = \Phi \left(\frac{t_{н,1} - t_{ре} - t_{\tau,1} - M[\tau_{дв,1}] + t_{тп,2} + M[t_{дв,2}]}{\sqrt{D[\tau_{дв,1}] + D[t_{дв,2}]}} \right) m_2 + \Phi \left(\frac{t_{н,2} - t_{ре} - t_{\tau,2} - M[\tau_{дв,2}] + M[t_3]}{\sqrt{D[\tau_{дв,2}] + D[t_3]}} \right) m_3 \rightarrow \min .$$

Для оценки эффективности предлагаемого метода установлены оптимальные режимы торможения для различных сочетаний времен входа регулируемого отцепа на СТП и предшествующего ему отцепа на определенный участок маршрута скатывания. В каждом отдельном случае поиск оптимального режима торможения отцепа на СТП осуществлялся так же, как это представлено на рис. 3. Откорректированные значения v_i'' находятся в пределах [5,3–6,15] м/с.

Также в результате вычислительных экспериментов установлены вероятности сочетаний времен входа регулируемого отцепа на СТП и предшествующего ему отцепа на определенный участок маршрута скатывания. Для примера на рис. 4 представлены вероятности сочетаний продолжительности движения управляемого отцепа от его отрыва до входа на СТП и следующего перед ним отцепа от отрыва до входа на ИУ СП4.

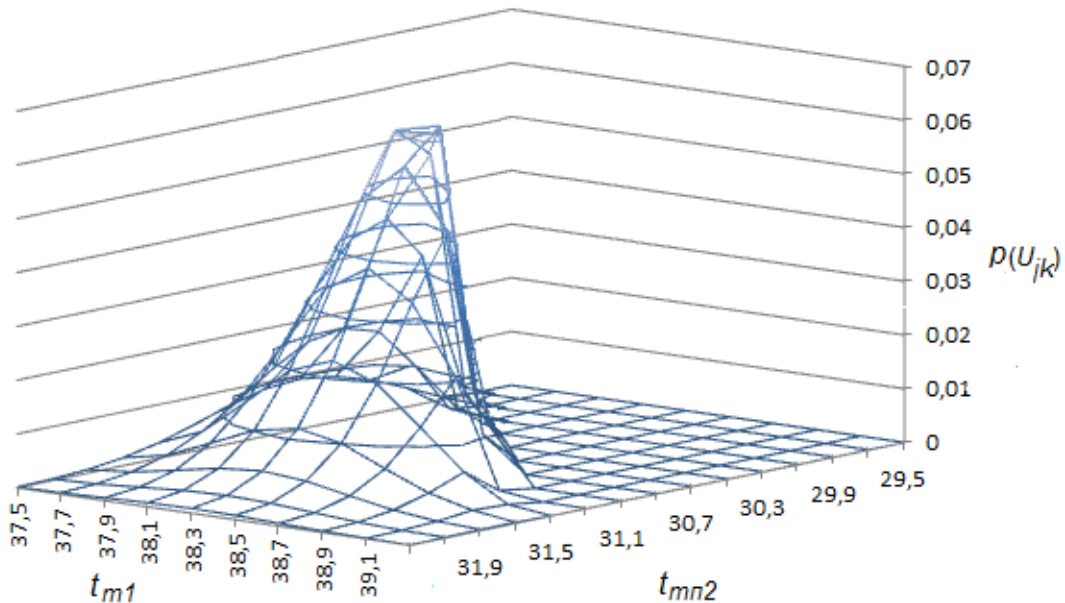


Рис. 4. Вероятности сочетаний продолжительности движения управляемого отцепа от отрыва до входа на СТП и следующего перед ним отцепа от отрыва до входа на ИУ СП4

Риск неразделения отцепов расчетной группы оценивался по формуле

$$r_n = p_y(L_i) p_c(U_{jk} | L_i) r_{n,ijk},$$

где $p_y(L_i)$ – вероятность того, что в момент входа управляемого отцепа на ВТП, предшествующий отцеп будет размещаться на участке L_i ;

$p_c(U_{jk} | L_i)$ – условная вероятность сочетания времен входа регулируемого отцепа на СТП и предшествующего отцепа на участок L_i ;

$r_{n,ijk}$ – риск неразделения отцепов при сочетании U_{jk} времен входа регулируемого отцепа на ВТП и предшествующего отцепа на участок L_i .

В результате риск неразделения отцепов в рассматриваемой группе удалось уменьшить в 3,6 раза до 0,0077. Учитывая, что сбор информации о занятии и освобождении отцепами отдельных участков по маршруту скатывания производится системами управления роспуском для задач ведения протоколов, то предлагаемое усовершенствование не требует дополнительного развития технических средств автоматизированной системы.

При решении задачи управления скоростью скатывания отцепов состава режим торможения отцепа выбирается из условия

$$r_n^* = \sum_{i=j+1}^k \Phi \left(\frac{t_{n,i} - t_{pe} - t_{\tau,i} - M[\tau_{дв,i}] + t_{тп,i+1} + M[t_{дв,i+1}]}{\sqrt{D[\tau_{дв,i}] + D[t_{дв,i+1}]}} \right) m_{i+1} + \sum_{i=k}^{n-1} \Phi \left(\frac{t_{n,i} - t_{pe} - M[\tau_i] + M[t_{i+1}]}{\sqrt{D[\tau_i] + D[t_{i+1}]}} \right) m_{i+1} \rightarrow \min,$$

где j, k – соответственно количество отцепов, вышедших из разделительной зоны и оторвавшихся от состава в момент принятия решения о выборе режима торможения.

В целом задачу управления скоростью скатывания отцепов состава предлагается решать поэтапно. До начала роспуска на предварительном этапе выполняется оптимизация режимов торможения отцепов из условия достижения минимума выражением (2). В соответствии с полученным решением и сложившейся оперативной обстановкой устанавливаются группы с неблагоприятным сочетанием отцепов, выбирается рациональная скорость роспуска состава [10], планируются перерывы в роспуске. В процессе роспуска в моменты входа отцепов на тормозные позиции осуществляется корректировка предварительных значений скоростей выхода отцепов из тормозных позиций в соответствии со сложившейся ситуацией на спускной части горки.

Заключение

Важным направлением повышения эффективности автоматизированных систем управления сортировочным процессом является разработка более совершенных методов управления работой тормозных позиций в условиях отсутствия полной информации об условиях скатывания и характеристиках отцепов.

Выполненные исследования показали, что методы выбора режимов торможения могут быть усовершенствованы за счет пересчета и корректировки скоростей выхода отцепов из замедлителей в момент их входа на тормозные позиции с учетом информации о временах входа и выхода отцепов на участки маршрута скатывания. Применение усовершенствованного метода обеспечивает уменьшение риска неразделений отцепов в группах с неблагоприятным сочетанием отцепов порядка в 3,6 раза.

Библиографический список

- 1 **Zarecky, S.** The newest trends in marshalling yards automation / S. Zarecky, J. Grun, J. Zilka // *Transport Problems.* – 2008. – Том 3. – Vol. 4. – Part 1. – P. 87–95.
- 2 **Judge, T.** Yard Management Gets Smarter / T. Judge // *Railway Age-Nov.* – 2007. – P. 33–34.
- 3 **Иванченко, В.Н.** Современные информационные технологии управления сложными процессами расформирования-формирования поездов / В.Н. Иванченко // *Наука и транспорт.* – 2013. – № 2(6). – С. 64–69.
- 4 **Бессоненко, С.А.** Математическая модель расчета параметров интервального торможения отцепов и переменных скоростей роспуска составов / С.А. Бессоненко, В.Н. Иванченко, А.М. Лященко // *Вестник РГУПС.* – 2013. – № 1(49). – С. 55–65.
- 5 **Бобровский, В.И.** Оптимизация режимов регулирования скорости отцепов при роспуске составов на горках // В.И. Бобровский, Н.В. Рогов // *Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту ім. академіка В. Лазаряна.* – 2004. – Вип. 4. – С. 174–182.
- 6 **Бессоненко, С.А.** Расчет скорости отцепов и мощности тормозных позиций с использованием вероятностных показателей / С.А. Бессоненко // *Транспорт: наука, техника, управление.* – 2006. – № 5. – С. 11–16.
- 7 **Козаченко, Д.М.** Моделювання роботи сортувальної гірки в умовах невизначеності параметрів відчепів та характеристик навколишнього середовища / Д.М. Козаченко, М.І. Березовий, О.І. Таранець // *Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту ім. академіка В. Лазаряна.* – 2007. – Вип. 16. – С. 73–76.
- 8 **Козаченко, Д.Н.** Исследование условий интервального регулирования скорости скатывания отцепов на автоматизированных горках / Д.Н. Козаченко // *Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна.* – 2010. – Вип. 34. – С. 46–50.
- 9 **Козаченко, Д.Н.** Критерий оптимизации режимов торможения отцепов расчетной группы в условиях действия случайных факторов / Д. Н. Козаченко // *Збірник наукових праць Донецького інституту залізничного транспорту Української державної академії залізничного транспорту.* – 2010. – Вип. 23. – С. 14–21.
- 10 **Демченко, Є.Б.** Оцінка витрат палива маневровими тепловозами при розформуванні составів на сортувальних гірках / Є.Б. Демченко // *Збірник наукових праць Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна «Транспортні системи та технології перевезень».* – 2013. – № 6. – С. 39–46.

Bibliography

- 1 **Zarecky, S.** The newest trends in marshalling yards automation / S. Zarecky, J. Grun, J. Zilka // *Transport Problems.* – 2008. – Том 3. – Vol. 4. – Part 1. – P. 87–95.
- 2 **Judge, T.** Yard Management Gets Smarter / T. Judge // *Railway Age-Nov.* – 2007. – P. 33–34.
- 3 **Ivanchenko, V.N.** Modern information technology management of complex processes, disbandment formation of trains / V.N. Ivanchenko // *Nauka i transport.* – 2013. – № 2(6). – P. 64–69.
- 4 **Bessonenko, S.A.** Mathematical model of interval braking of cuts of cars and variable speed of train sorting / S.A. Bessonenko, V.N. Ivanchenko, A.M. Lyaschenko // *Vestnik RGUPS.* – 2013. – № 1(49). – P. 55–65.
- 5 **Bobrovskiy, V.I.** Optimization of speed control modes of cuts during the train breaking-up on the hump / V.I. Bobrovskiy, N.V. Rogov // *Bulletin of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan.* – 2004. – №. 4. – P. 174–182.
- 6 **Bessonenko, S.A.** The calculation of unhook's speed and capacity of brake positions, using probabilities indexes / S.A. Bessonenko // *Transport: nauka, tekhnika, upravleniye.* – 2006. – № 5. – P. 11–16.
- 7 **Kozachenko, D.M.** The hump functioning simulation under undefined cut parameters and environmental conditions / D.M. Kozachenko, M.I. Berezovyi, O.I. Taranets // *Bulletin of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan.* – 2007. – № 16. – P. 73–76.

8 **Kozachenko, D.N.** The researching of conditions of interval speed controlling of cut rolling down process on the automated humps / D.N. Kozachenko // Bulletin of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan. – 2010. – № 34. – P. 46–50.

9 **Kozachenko, D.N.** The optimization criteria of braking modes of cuts of design group under conditions of random factors effecting / D.N. Kozachenko // Bulletin of Donetsk Railway Transport Institute of Ukrainian State Academy of Railway Transport. – 2010. – № 23. – P. 14–21.

10 **Demchenko, Ye.B.** Estimation of fuel consumption shunting diesel locomotives during humping process / Ye.B. Demchenko // Collection of scientific works of Dnepropetrovsk National University of Railway Transport named after academician Lazaryan «Transport Systems and Transport Technology». – 2013. – № 6. – P. 39–46.

УДК 656.031

О.Г. Леонова

МОДЕЛЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТАРИФАМИ ДЛЯ ПРИГОРОДНОЙ ПАССАЖИРСКОЙ КОМПАНИИ

Объектом исследования системы ценообразования на предприятиях транспорта является стоимость его услуг. К субъектам ценообразования относятся органы государственной исполнительной и законодательной власти, предприятия и организации, а также граждане. В процессе функционирования системы происходит взаимодействие между указанными элементами.

Система ценообразования необходима каждому транспортному предприятию с целью принятия правильных стратегических решений, мониторинга спроса и предложения, анализа и планирования объемов перевозок. За счет обоснованного ценообразования компания сможет влиять на свои финансовые результаты. В этой связи для каждого транспортного предприятия важно создать эффективную систему ценообразования, которая отвечала бы условиям развития конкуренции в отрасли и учитывала специфику работы предприятия.

На фоне растущей подвижности населения страны произошло заметное снижение спроса на перевозки пригородным железнодорожным транспортом. С 2000 года по 2013 год пассажирооборот на пригородном железнодорожном транспорте уменьшился на 18,9 млрд пасс.-км. с 50,8 до 31,9 млрд пасс.-км. При этом общий пассажирооборот по всем видам транспорта за аналогичный период увеличился на 49,7 млрд пасс.-км [1]. Это связано прежде всего с ростом межвидовой конкуренции транспортных организаций, ростом личного автопарка, опережающим ростом тарифов на транспорт по сравнению с ростом уровня заработной платы, растущими требованиями к качеству предоставляемых услуг. В связи с этим для пригородных пассажирских железнодорожных компаний становится актуальной задача роста конкурентных преимуществ пассажирского железнодорожного транспорта, которые должны привести к увеличению спроса на оказываемые услуги.

Исходя из вышесказанного, «система управления тарифами для пригородной пассажирской железнодорожной компании» определяется мною как «совокупность внешних и внутренних управленческих функций, обеспечивающих компании рост объемов перевозки пассажиров по оптимальному варианту, определяемому по обоснованным критериям и ограничениям».

На основе предложенного определения разработана модель функционирования системы управления тарифами, которая представлена на рис. 1.

Под внешней средой системы управления тарифами понимаются факторы, оказывающие различное влияние на деятельность транспортной организации, не зависящие от функционирования самой организации. К факторам внешней среды относятся поставщики, потребители услуг, органы государственной власти, конкуренты на рынке транспортных услуг. Региональные органы исполнительной власти оказывает прямое воздействие на пригородные пассажирские железнодорожные перевозки. Они осуществляют регулирование деятельности пригородных пассажирских компаний путем формирования заказов на перевозку граждан и устанавливают предельный уровень тарифа на пригородные пассажирские перевозки.

Невозможно оспаривать и влияние такого фактора как конкуренция. Если рассматривать пригородные пассажирские перевозки железнодорожным транспортом, то конкуренции между пассажирскими компаниями, работающими на железной дороге нет, но есть конкуренция со стороны автомобильного транспорта, работающего на параллельных маршрутах следования.

Внутренняя среда – это уровень пригородной пассажирской компании. На рис. 1 видно, что внутренняя среда состоит из пяти подсистем: управляющая подсистема, управляемая подсистема, целевая подсистема, функциональная подсистема и обеспечивающая подсистема. Именно за счет управления этими подсистемами и предполагается увеличить спрос на пассажирские перевозки.