

УДК 656.225.073.46

И. А. ЕЛОВОЙ, доктор экономических наук, Е. Н. ПОТЫЛКИН, аспирант, Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

## ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ ПРИ ПОГРУЗКЕ ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ ИЗ ПРОИЗВОДСТВА В ПЕРЕВОЗОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Учитывая сложившуюся тенденцию увеличения доли частных вагонов, задачи выбора оптимальных режимов взаимодействия магистрального и промышленного железнодорожного транспорта приобретают особую актуальность. Рассмотрены проблемные вопросы организации взаимной работы пути необщего пользования и станции примыкания, связанные с временным размещением вагонов грузоотправителей, грузополучателей. Разработана методика определения интервала между подачами вагонов под погрузку при погашении среднесуточной неравномерности использованием частных вагонов, находящихся во временном размещении.

**В** настоящее время работа железнодорожного транспорта в Республике Беларусь характеризуется ростом количества частного подвижного состава и его доли в общем парке вагонов, которая за период с 2014 по 2016 гг. увеличилась на 5 %. Рост парка вагонов сопровождается увеличением числа собственников подвижного состава. Управление частными вагонами осуществляется экспедиторскими организациями, инвентарными – диспетчерским аппаратом. При этом экспедиторы, учитывая интересы собственников подвижного состава, выполняют поиск наиболее доходного груза для перевозки.

В случае несогласования тарифа за перевозку груза вагон вынужден находиться на железнодорожном пути общего либо необщего пользования. Временное размещение вагонов на железнодорожных путях необщего пользования может быть вызвано как сезонной, так и среднесуточной неравномерностью. При временном размещении частных перевозочных средств собственник подвижного состава несет затраты, связанные с занятием железнодорожного пути. Возникает ситуация, которая характеризуется тем, что вагон не используется, соответственно владелец подвижного состава не получает прибыли. Как известно, основным показателем работы частного вагона является доходность в единицу времени, поэтому владелец перевозочного средства заинтересован в предоставлении вагона в пользование для различных целей или в аренду. Например, использовать вагон, временно размещающийся на железнодорожном пути необщего пользования, для погашения среднесуточной неравномерности. Поэтому открытым остается вопрос целесообразности предоставления вагонов в пользование для различных целей или аренду для отправителей, получателей, поскольку в таком случае появляется возможность содержать меньшие складские емкости. Однако при этом требуется большее путевое развитие.

Анализ железнодорожных путей необщего пользования в Республике Беларусь показал, что большая часть из них обслуживает промышленные предприятия, где объемы погрузки превышают объемы выгрузки. Кроме того, как видно из таблицы 1, большинство крупных промышленных организаций характеризуется круглосуточным непрерывным режимом работы. Для условий Республики Беларусь возможны различные варианты погрузки груза из производства в перевозоч-

ные средства, которые отражены на графе, приведенном на рисунке 1.

На графе представлены варианты погрузки груза в склад, затем в перевозочное средство, напрямую из производства в вагон, через промежуточную складскую емкость. Последний вариант характерен для таких грузов, которые не могут сразу быть погружены из производства в перевозочные средства. Например, цемент из производства поступает в горячем состоянии, поэтому перед погрузкой в вагон он должен охладиться. Для каждого случая рассмотрены варианты погашения неравномерности. Например, в соответствии с первым вариантом графа готовая продукция поступает на склад, где и гасится возникающая в процессе работы неравномерность.

В соответствии с разработанным графом, представленным на рисунке 1, построены технологические схемы продвижения вагонопотока, начиная от железнодорожной станции примыкания до грузового фронта пути необщего пользования для различных вариантов организации работ по погрузке продукции из производства в перевозочные средства. Пример одной из таких схем, когда готовая продукция поступает сначала на склад, а затем в вагон, представлен на рисунке 2.

В соответствии с рисунком 2 за время  $t_1^{мин}$  происходит обработка прибывшей передачи, расформирование, накопление вагонов на состав подачи, за время  $t_2^{мин}$  выполняется подача подвижного состава на грузовой фронт,  $t_1$  соответствует продолжительности накопления продукции до величины  $Q_1$ , а продолжительность погрузки партии груза в перевозочные средства равна  $t_2$ . При этом период времени, через который выполняются подачи вагонов на грузовой фронт, составляет  $T$ . Средняя величина отправляемой партии груза

$$Q = \lambda T, \quad (1)$$

где  $\lambda$  – интенсивности производства продукции, т/ч.

Поскольку технологические операции в рассматриваемой модели имеют вероятностный характер, возможны задержка подачи вагонов на грузовой фронт, изменение интенсивности производства продукции и др. Величина резерва  $\Delta Q$ , необходимого для компенсации неравномерности, определяется по формуле

$$\Delta Q = (K_{нер} - 1)\lambda T, \quad (2)$$

где  $K_{нер}$  – коэффициент неравномерности.

Таблица 1 – Характеристика мест необщего пользования крупных промышленных организаций

Отделение дороги	Станция	Наименование организации	Расстояние подачи-уборки в оба конца, км	Вагонооборот, ваг/сут	Режим работы
НОД-1	Новолукомль	ОАО Минский завод строительных материалов, филиал КУ «Лукомль-1»	4,83	70,8	Круглосуточный
	Минск-Южный	ОАО «Керамин»	4,83	47,2	»
	Степянка	ОАО «Минский тракторный завод»	6,98	91,0	»
	Дубравы	ЭРУП «Путевая машинная станция №71»	4,83	118,2	Некруглосуточный
НОД-2	Ситница	ОАО «Гранит»	3,5	1021,6	Круглосуточный
	Аульс	ОАО «Гродно-Азот»	4,1	117,3	»
	Озерница	Слонимский ДСЗ	4,83	54,5	Некруглосуточный
	Рось	ОАО «Красносельскстройматериалы»	1,8	174,8	Круглосуточный
	Рось	Известковый завод	6,5	46,5	»
	Скидель	ОАО «Скидельский сахарный комбинат»	0,8	52,9	Некруглосуточный
	Барановичи-Сев.	Барановичский комбинат ЖБК	8,6	51,0	»
	Городея	ОАО «Городейский сахарный комбинат»	0,9	88,9	»
НОД-3	Жабинка	ОАО «Жабинковский сахарный завод»	4,83	98,6	Круглосуточный
	Пинск	ЗАО Холдинговая компания «Пинскдрев»	3,6	47,0	»
НОД-4	Гомель-Северный	ОАО «Гомельстройматериалы»	15	40,8	Некруглосуточный
	Центролит	ОАО «Гомельский химический завод»	4,83	86,0	Круглосуточный
	Жлобин	ОАО «БМЗ»	14,1	467,9	»
	Светлогорск-на-Березине	ОАО «Светлогорский ЦКК»	4,83	41,5	Некруглосуточный
	Барбаров	ОАО «Мозырский нефтеперерабатывающий завод»	4,2	303,6	Круглосуточный
	Житковичи	КУП «Гомельоблдорстройкомплект»	4,83	49,7	Некруглосуточный
НОД-5	Кричев-1	ОАО «Кричевцементошифер»	1,2	173,8	Круглосуточный
	Предзаводская	ОАО «Белорусский цементный завод»	4,83	105,2	»
	Калий	1-е рудоуправление ОАО «Беларуськалий»	4,83	44,9	»
		2-е рудоуправление ОАО «Беларуськалий»	4,83	44,9	»
		3-е рудоуправление ОАО «Беларуськалий»	4,83	44,9	»
		4-е рудоуправление ОАО «Беларуськалий»	4,83	44,9	»
	Слуцк	ОАО «Слуцкий сахарорафинадный комбинат»	5,6	71,0	»
	Бобруйск	ОАО «Белшин»	27	42,1	»
Заднепровская	ОАО «Могилевхимволокно»	3,2	75,7	»	
НОД-6	Придвинская	ОАО «Доломит»	1,2	290,4	Некруглосуточный
	Новополоцк	ОАО «Нафтан»	4,7	619,5	Круглосуточный

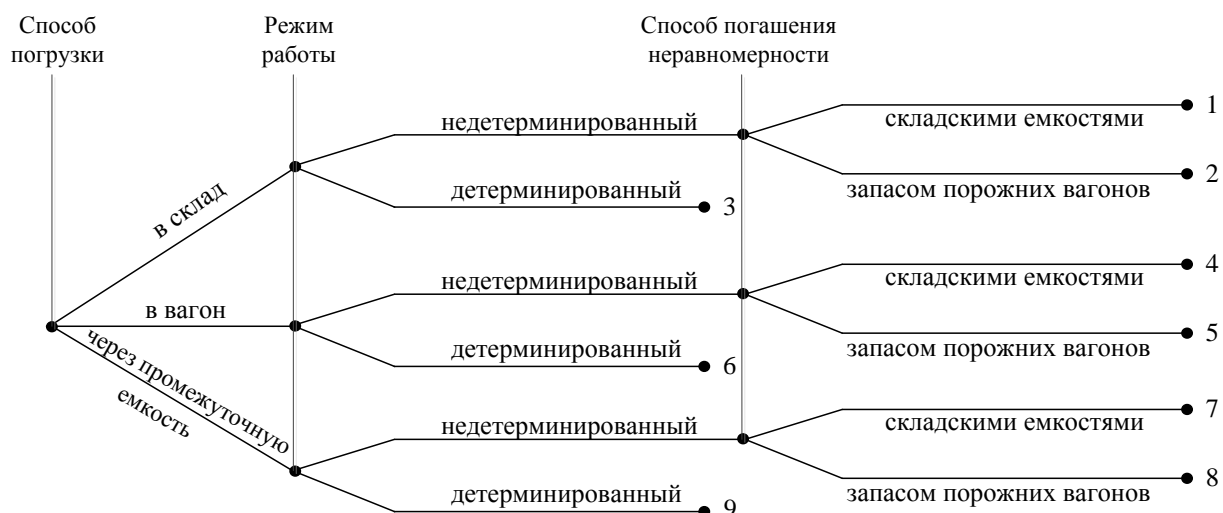


Рисунок 1 – Граф вариантов погрузки продукции из производства в перевозочные средства

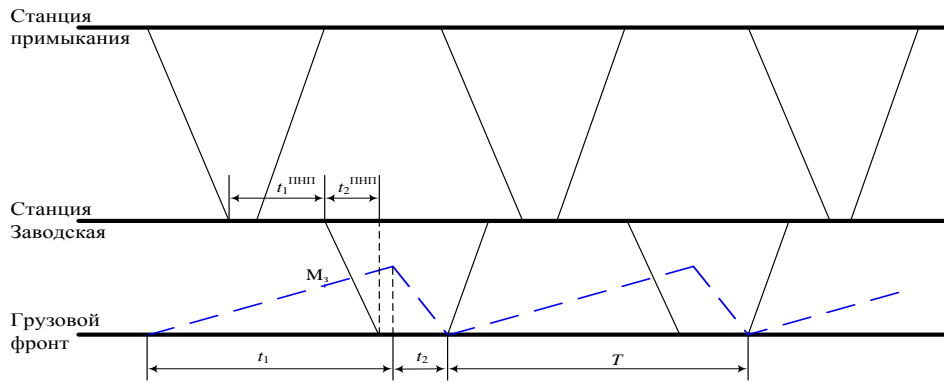


Рисунок 2 – Схема продвижения вагонопотока при поступлении готовой продукции сначала в склад, затем в вагон:  
 — — подача (уборка) вагонов; - - - погрузка груза в вагоны

В ходе сбора и обработки исходных данных выявлено, что при вариации значений  $\lambda$  и  $T$  происходит изменение величины  $K_{\text{нер}}$ . Для установления весомости представленных параметров необходимо оценить значимость соответствующей выборочной дисперсии в сравнении с дисперсией воспроизводимости, обусловленной случайными факторами. С этой целью использован дисперсионный анализ, суть которого заключается в выделении и оценке отдельных факторов, вызывающих изменчивость изучаемой случайной величины. Проверка значимости оценок дисперсий производится по критерию Фишера. Если рассчитанное значение критерия Фишера окажется меньше табличного, то влияние рассматриваемого фактора нет оснований считать значимым. Если же рассчитанное значение критерия окажется больше табличного, то рассматриваемый фактор влияет на изменчивость средних значений изучаемой случайной величины [1, с. 75].

В ходе дисперсионного анализа определены расчетные и табличные значения критериев Фишера, которые составили:

- для параметра  $T$  – 303,9 и 5,32;
- для параметра  $\lambda$  – 313,6 и 4,41.

Таким образом, рассматриваемые факторы влияют на изменчивость средних значений изучаемой случайной величины.

Для установления зависимости коэффициента неравномерности использованы методы регрессионного анализа, которые относятся к экспериментально-статистическим методам составления математических моделей. После их применения к эмпирическим данным

получена формула для определения коэффициента неравномерности

$$K_{\text{нер}} = \left( \frac{24}{T} + 1,377 \right) \left( \frac{0,95}{\lambda} - 0,0026\lambda + 1 \right). \quad (3)$$

На рисунке 3 представлена схема продвижения вагонопотока при недетерминированном режиме работы системы для случая, когда произошла задержка передачи вагонов со станции примыкания на время  $t_{\text{зад}}$ , а для погашения неравномерности используются вагоны, находящиеся во временном размещении. При таком режиме работы модели должен учитываться момент заказа  $M_3$  – момент времени, в который должна начинаться подача вагонов на грузовой фронт. С вагонами, прибывшими в составе задержанной передачи, необходимо выполнить операции обработки по прибытию, а на грузовой фронт в момент заказа уже необходимо выполнять подачу вагонов. В результате происходит подача подвижного состава, находившегося во временном размещении. При этом на грузовой фронт подаются вагоны в количестве  $\Delta Q/P_{\text{ст}}$ . Как видно из рисунка 3, изменение условий работы вызвало выполнение дополнительной маневровой работы

$$t_{\text{дмп}} = t_{\text{сорт}}^{\text{дмп}} + t_{\text{под}}^{\text{дмп}} + t_{\text{хр}}^{\text{дмп}}, \quad (4)$$

где  $t_{\text{сорт}}^{\text{дмп}}$  – продолжительность сортировки временно размещенных вагонов на состав подачи размером  $\Delta Q/P_{\text{ст}}$  вагонов, мин,

$$t_{\text{сорт}}^{\text{дмп}} = AN_{\text{гф}} + B \sum_{i=1}^{N_{\text{гф}}} \frac{\Delta Q_i}{P_{\text{ст}}}; \quad (5)$$

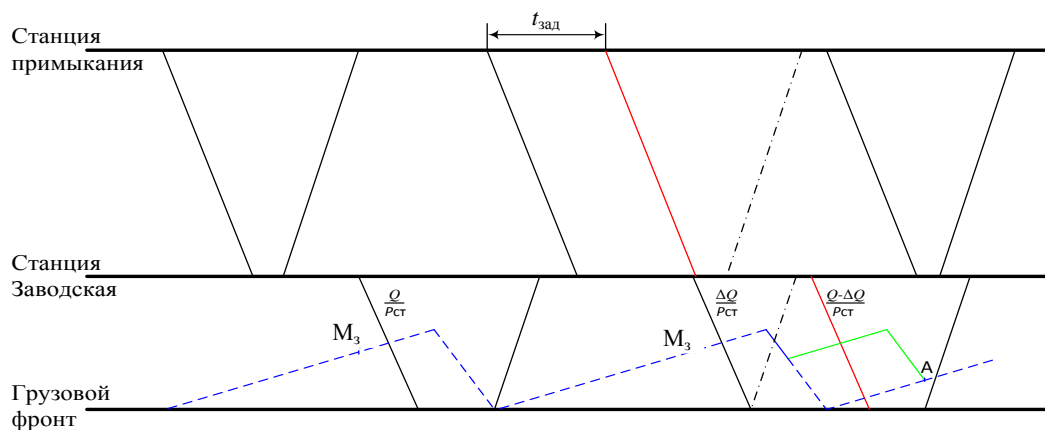


Рисунок 3 – Схема продвижения вагонопотока при погрузке продукции и задержке передачи вагонов со станции примыкания:  
 — — подача (уборка) вагонов; - - - погрузка груза в вагоны; - · - · - холостой рейс локомотива

$t_{под}^{дмр}$  – продолжительность подачи вагонов на фронт, мин;  $t_{хр}^{дмр}$  – продолжительность холостого рейса маневрового локомотива с грузового фронта на пути станции Заводская, мин. Продолжительности подачи вагонов на фронт, холостого рейса маневрового локомотива с грузового фронта определяются в соответствии с формулой полурейса

$$t_{н/р} = (\alpha_{рт} + \beta_{рт} m) \frac{v}{2} + 0,06 \frac{l_{н/р}}{v}, \quad (6)$$

где  $\alpha_{рт}$  – коэффициент, учитывающий время, необходимое для изменения скорости движения локомотива на 1 км/ч при разгоне, и время, необходимое для изменения скорости движения локомотива на 1 км/ч при торможении,  $\alpha_{рт} = 0,0407$  мин/(км/ч);  $\beta_{рт}$  – коэффициент, учитывающий дополнительные изменения скорости движения, приходящиеся на один вагон в маневровом составе, на 1 км/ч при разгоне и дополнительное изменение скорости движения, приходящиеся на один вагон в маневровом составе, на 1 км/ч при торможении,  $\beta_{рт} = 0,0017$  мин/(км/ч);  $m$  – количество вагонов в составе;  $v$  – допустимая скорость движения при маневрах, км/ч;  $l_{н/р}$  – длина полурейса, м [2, с. 153].

Происходящее в настоящее время развитие рынка транспортных услуг постепенно приводит к клиентоориентированности процессов производства, доставки, реализации продукции. Поэтому взаимодействие железнодорожных станции и пути необщего пользования следует рассматривать с позиции грузовладельца, которого интересуют затраты, связанные с перевозкой продукции, начиная от пункта накопления и заканчивая пунктом потребления. Поэтому взаимодействие грузового фронта, станции Заводская и станции примыкания целесообразно исследовать в рамках логистической схемы доставки продукции (рисунок 4). При таком подходе к разработке модели учитываются основные принципы логистики: системный подход, учет совокупных логистических издержек, глобальная оптимизация и интеграция, использование теории компромиссов, моделирование и информационно-компьютерная поддержка, устойчивость и адаптивность.

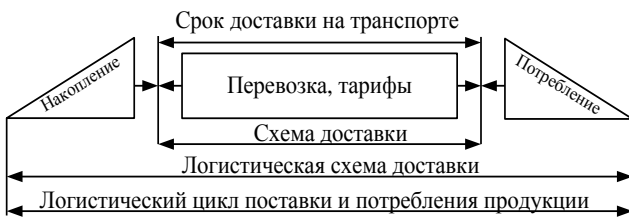


Рисунок 4 – Логистическая схема доставки продукции

Оценка конкурентоспособности различных вариантов погашения неравномерности позволяет определить издержки клиента железной дороги при осуществлении перевозочного процесса. На основании этой оценки возможно сделать вывод о применении того либо другого варианта погашения среднесуточной неравномерности при различных условиях работы.

После разработки возможных вариантов необходимо оценить уровень издержек по каждому из них. Затем выбирается оптимальный по критерию минимума затрат для клиента в соответствии с родом перевозимого груза, требованиями к сроку доставки,

условиями обеспечения сохранности груза, стоимости перевозки и т.д. Целевая функция, учитывающая издержки на одну тонну груза, имеет следующий вид:

$$F = Z_{хр} + П_{хр} + Z_{гр} + П_{гр} + Z_{мл} + П_{вз} + И_{в}^{гр} + Z_{хр}^{доп} + П_{хр}^{доп} + И_{в}^{нак} + Z_{врг}^{вар} + Z_{врг}^{пут} + Z_{дмр} + Z_{пу}^{лок} + П_{пу}^{зо} + П_{т} + П_{т}^{зо} + K_{скл}^{доп} + K_{путот}, \quad (7)$$

где  $Z_{хр}$  – затраты, связанные с хранением отправки в пункте отправления, ден.ед./т;  $П_{хр}$  – потери от замедления оборачиваемости оборотных средств за время хранения, ден. ед./т;  $Z_{гр}$  – затраты, связанные с выполнением грузовых операций, ден. ед./т;  $П_{гр}$  – потери от замедления оборачиваемости оборотных средств за время выполнения погрузочно-разгрузочных работ, ден. ед./т;  $Z_{мл}$  – затраты, связанные с работой маневрового локомотива на железнодорожном пути необщего пользования, ден. ед./т;  $П_{вз}$  – потери от замедления оборачиваемости оборотных средств за период времени с окончания погрузки до отправления передачи со станции Заводская, ден. ед./т;  $И_{в}^{гр}$  – издержки, связанные с простоем вагонов под погрузкой готовой продукции, ден. ед./т;  $Z_{хр}^{доп}$  – затраты, связанные с хранением дополнительной готовой продукции на складе, ден. ед./т;  $П_{хр}^{доп}$  – потери от замедления оборачиваемости оборотных средств за время дополнительного хранения, ден. ед./т;  $И_{в}^{нак}$  – издержки, связанные с простоем вагонов под накоплением на состав передачи по отправлению, ден.ед./т;  $Z_{врг}^{вар}$  – затраты, связанные с временным размещением вагонов на железнодорожных путях станции Заводская, ден. ед./т;  $Z_{врг}^{пут}$  – затраты, связанные с содержанием железнодорожных путей для временного размещения подвижного состава, ден. ед./т;  $Z_{дмр}$  – затраты, связанные с выполнением дополнительной маневровой работы, ден. ед./т;  $Z_{пу}^{лок}$  – затраты, связанные с работой локомотива за время подачи-уборки передачи, ден. ед./т;  $П_{пу}^{зо}$  – потери от замедления оборачиваемости оборотных средств за время уборки передачи, ден. ед./т;  $П_{т}$  – плата за перевозку грузов, ден. ед./т;  $П_{т}^{зо}$  – потери от замедления оборачиваемости оборотных средств за время перевозки, ден. ед./т;  $K_{скл}^{доп}$  – капитальные вложения на строительство дополнительных складских емкостей, ден. ед./т;  $K_{путот}$  – капитальные вложения на строительство путей для временного размещения подвижного состава, ден. ед./т.

Вышеуказанные издержки можно объединить в отдельные группы:

- 1) возникающие в пункте отправления;
- 2) возникающие в процессе взаимодействия путей необщего пользования и станций примыкания;
- 3) возникающие в пути следования;
- 4) возникающие в пункте назначения.

Функция  $F$  непрерывна и дифференцируема по  $T$ . Поэтому оптимальное значение  $T$  можно определить из уравнения

$$\frac{dF(T)}{dT} = 0. \quad (8)$$

Решив уравнение (8) относительно  $T$ , получим

$$T = \sqrt{\frac{\frac{C_{лч} N_{л}}{60} \left( \frac{3\alpha_{пр} v_1}{2\lambda} + \frac{0,18 l_{п/р1}}{v_1 \lambda} + \frac{2AN_{гф}}{\lambda} + \frac{1,73}{\lambda} + \frac{\alpha_{пр} v_2}{2} + \frac{0,06 l_{п/р2}}{v_2} + \frac{b_v L}{\lambda} + W_1 \right)}{C_{хр} \left[ 1,377 \cdot \left( \frac{0,95}{\lambda} - 0,0026\lambda + 1 \right) - \frac{\lambda}{q_3} \right] + \frac{C_{вч}^{пр}}{P_{ст}} \left[ 1,377 \cdot \left( \frac{0,95}{\lambda} - 0,0026\lambda + 1 \right) + \frac{\lambda}{2q_3} \right] + W_2 + W_3 + W_4}}, \quad (9)$$

где  $C_{лч}$  – стоимость 1 локомотиво-часа работы маневрового локомотива, ден.ед./лок·ч;  $N_{л}$  – количество работающих на пути необщего пользования маневровых локомотивов;  $b_v$  – коэффициент, учитываемый при расчете платы за перевозку грузов;  $L$  – расстояние перевозки, км;  $C_{хр}$  – плата за хранение 1 тонны груза в течение 1 часа, ден.ед./т·ч;  $q_3$  – эксплуатационная производительность погрузочных устройств, т/ч;  $C_{вч}^{пр}$  – стоимость вагоно-часа простоя, ден.ед./ваг·ч.

В формулу (9) введены переменные  $W_1, W_2, W_3, W_4$ , которые рассчитываются следующим образом:

$$W_1 = \frac{24}{P_{ст}} \left( \frac{0,95}{\lambda} - 0,0026\lambda + 1 \right) (\beta_{пр} + BN_{гф}); \quad (10)$$

$$W_2 = \frac{\Pi_{гр} k_{инф}}{24T_{об}} \left[ \frac{\beta_{пр} \lambda v_1}{48P_{ст}} + \frac{0,18 N_{гф} \lambda}{24P_{ст}} + 1,377 \cdot \left( \frac{0,95}{\lambda} - 0,0026\lambda + 1 \right) + \frac{\beta_{пр} N_{гф} \lambda v_2}{48P_{ст}} \right], \quad (11)$$

где  $\Pi_{гр}$  – стоимость 1 тонны груза, ден.ед./т;  $k_{инф}$  – коэффициент инфляционных ожиданий;  $T_{об}$  – период оборачиваемости оборотных средств, сут;

$$W_3 = \left[ \frac{1,377}{24 \cdot 365} \left( \frac{0,95}{\lambda} - 0,0026\lambda + 1 \right) - 1 \right] \left( \frac{e_{скл}^{ст} g K_{пр}}{P} + e_{ждп}^{ст} l_{ваг} \right), \quad (12)$$

где  $e_{скл}^{ст}$  – стоимость строительства 1 м<sup>2</sup> склада, ден.ед./м<sup>2</sup>;  $g$  – ускорение силы тяжести;  $K_{пр}$  – коэффициент, учитывающий площадь складских проездов, зависящий от применяемых средств механизации;  $P$  – допустимое

давление на 1 м<sup>2</sup> полезной площади склада, кН/м<sup>2</sup>;  $e_{ждп}^{ст}$  – стоимость укладки (строительства) одного метра железнодорожного пути, ден.ед./м;  $l_{ваг}$  – средняя длина вагона, обращаемого на пути необщего пользования, м/ваг;

$$W_4 = \left[ 1,377 \cdot \left( \frac{0,95}{\lambda} - 0,0026\lambda + 1 \right) - 1 \right] \cdot \frac{C_{сп}}{P_{ст}}, \quad (13)$$

где  $C_{сп}$  – плата за занятие железнодорожного пути одним вагоном в течение 1 часа, ден.ед./ваг·ч.

Рассчитанное значение интервала между подачами  $T$  по формуле (9) используется при определении оптимального значения целевой функции  $F$ . Выбор оптимального варианта может производиться в зависимости от характеристик груза, используемого для перевозки подвижного состава, складских устройств, режима работы железнодорожного пути необщего пользования. На рисунке 5 представлена графическая модель поиска оптимального интервала между подачами вагонов под погрузку готовой продукции при погашении неравномерности использованием складских емкостей. Для приведенной на рисунке 5 модели заданы следующие условия работы: стоимость 1 тонны груза равна 200 дол./т, количество грузовых фронтов – 8, среднее расстояние подачи вагонов к месту погрузки – 500 м, среднее расстояние передачи вагонов с пути необщего пользования до станции – 500 м, плата за хранение 1 тонны груза – 0,166 дол./т в сутки.

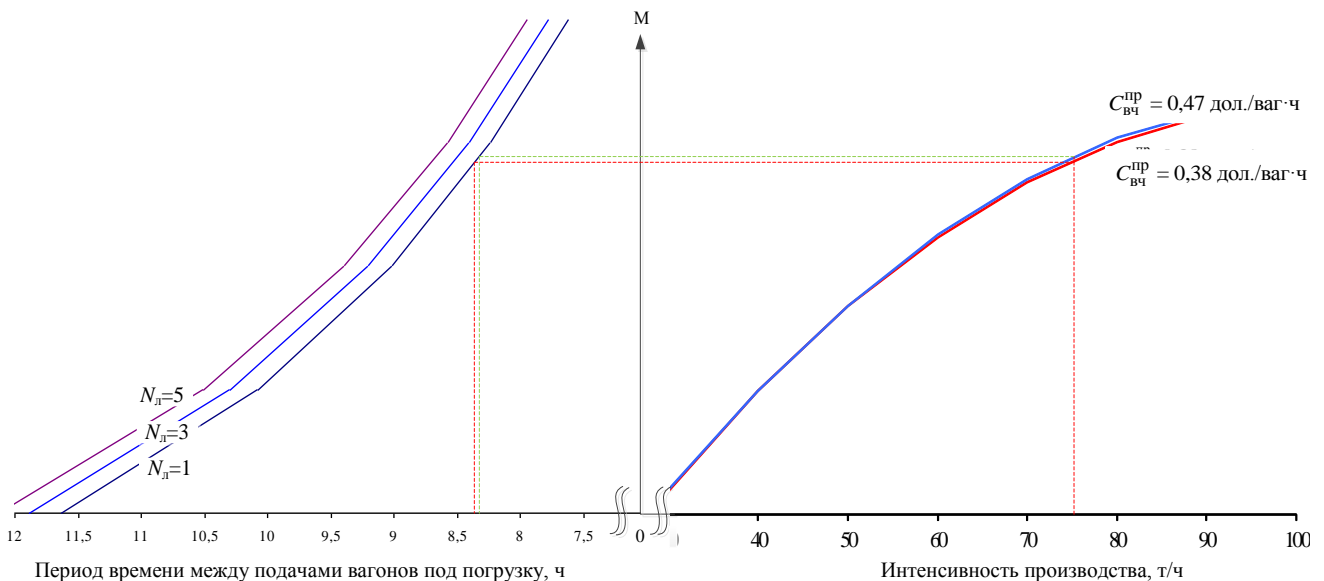


Рисунок 5 – Номограмма для определения оптимального интервала между подачами вагонов под погрузку продукции при погашении неравномерности складскими емкостями

Как видно из номограммы, представленной на рисунке 5, для заданных условий работы при интенсивности производства продукции 75 т/ч, стоимости вагоно-часа простоя вагона 0,38 дол./ваг·ч и работе двух маневровых локомотивов оптимальный интервал между подачами вагонов на места погрузки равен 8,4 ч, что соответствует реальным показателям и свидетельствует об адекватности разработанной модели. Ее применение позволяет решать как прямые задачи по установлению оптимального интервала между подачами вагонов под погрузку готовой продукции при погашении неравномерности использованием складских емкостей, так и обратные по определению количества локомотивов, интенсивности производства продукции, стоимости вагоно-часа простоя вагона в заданных условиях работы.

#### **Выводы:**

1 В настоящее время не решен вопрос целесообразности использования вагонов грузоотправителей, грузополучателей, временно размещенных на железнодорожных путях необщего пользования, для погашения среднесуточной неравномерности при погрузке готовой продукции.

2 В ходе исследования разработана методика определения оптимального среднего интервала между подачами вагонов при погашении неравномерности использованием частных вагонов, находящихся во временном размещении, основанная на теории управления запасами, комплексно учитывающая основные принципы логистики и неравномерность спроса на готовую продукцию, позволяющую определить путевое развитие железнодорожного пути необщего пользования, необходимое для временного размещения вагонов грузоотправителей, грузополучателей.

3 В разработанной методике среднесуточные колебания потока вагонов характеризуются коэффициентом неравномерности. В процессе исследования получена формула для определения его значения. На основании анализа критериев Фишера установлено влияние интенсивности производства и интервала между подачами вагонов на изменчивость случайной величины.

4 Разработана графическая модель по определению оптимального интервала между подачами вагонов для погрузки продукции при заданных условиях работы. В соответствии с ней для случая погашения неравномерности складскими емкостями (рисунок 5) при малой интенсивности производства 30–60 т/ч стоимость вагоно-часа простоя вагона практически не оказывает влияния на изменение оптимального интервала между подачами ( $T$ ), а при большем значении  $\lambda$  период  $T$  становится все более чувствителен к изменению стоимости вагоно-часа простоя.

#### **Список литературы**

- 1 **Ахназарова, С. Л.** Методы оптимизации эксперимента в химической технологии : учеб. пособие для хим.-технол. спец. вузов / С. Л. Ахназарова, В. В. Кафаров. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 1985. – 327 с.
- 2 Типовой технологический процесс работы сортировочной участковой станции Белорусской железной дороги: СТП БЧ 15–249–2012. – Введ. 2012–12–12. – Минск : Белорусская ж. д., 2012. – 241 с.
- 3 **Григорюк, В. Ф.** Оптимизация взаимодействия пунктов погрузки и выгрузки вагонов / В. Ф. Григорюк. – М. : Транспорт, 1986. – 79 с.
- 4 **Еловой, И. А.** Логистика : учеб.-метод. пособие / И. А. Еловой. – 2-е изд., перераб. и доп. – Гомель : БелГУТ, 2011. – 163 с.
- 5 **Еловой, И. А.** Основы коммерческой логистики : учеб.-метод. пособие / И. А. Еловой. – Гомель : БелГУТ, 2008. – 184 с.
- 6 **Еловой, И. А.** Интегрированные логистические системы доставки ресурсов : теория, методология, организация / И. А. Еловой, И. А. Лебедева; под науч. ред. В. Ф. Медведева. – Минск : Право и экономика, 2011. – 461 с. – (Сер. «Мировая экономика»).
- 7 **Еловой, И. А.** Интеграция предприятий в сложные логистические системы : науч. докл. / И. А. Еловой. под науч. ред. В. Ф. Медведева; Ин-т экономики НАН Беларуси. – Минск : Право и экономика, 2013. – 50 с. – (Сер. «Мировая экономика»).
- 8 Сборник правил перевозок и тарифов железнодорожного транспорта общего пользования. – Минск : Пересвет, 2013. – 424 с.

Получено 18.09.2017

**I. A. Elovoy, Y. N. Potylkin.** Optimization of work at loading of finished products from production to travel cars.

Taking into account the prevailing tendency to increase the share of private wagons, the problem of choosing the optimal modes of interaction between the main and industrial railway transport. Considered are the problematic issues of organization of mutual work of the sidetrack and the junction station associated with the temporary placement of the wagons of consignors and consignees. A methodology has been developed to assess the appropriateness of using private wagons in temporary accommodation to pay off the daily average unevenness when loading products from production into conveyances.