

УДК 656.2.004

О. А. ТЕРЕЩЕНКО, Е. А. ФЁДОРОВ, А. А. СТРАДОМСКАЯ, Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

РАЗВИТИЕ АНАЛИТИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТАРИЯ ОЦЕНКИ ТЕХНОЛОГИИ МЕСТНОЙ РАБОТЫ

Системно описаны особенности технологии местной работы на полигоне железной дороги. Рассмотрены существующие подходы, применяемые при разработке вариантов местной работы. Представлены методические подходы к оценке использования предоставленной в графике движения поездов пропускной способности (выделенных ниток графика) для местной работы посредством сопоставления в рамках системы предложенных количественных и качественных показателей. Предложена технология оценки параметров доставки вагонов с местным грузом и порожних вагонов под погрузку к местам выполнения грузовых операций. Приведены соответствующие алгоритмы и аналитические выражения. В области практических рекомендаций по принятию управленческих решений изложены подходы к анализу расчетных значений коэффициентов использования пропускной способности графика движения поездов.

Местная работа железной дороги является важной составляющей перевозочного процесса. Она обеспечивает начальную-конечную фазу доставки грузов. Более 60 % перевозок на Белорусской железной дороге осуществляется с выполнением местной работы.

Для местной работы характерны операции, параметры которых зависят от достаточно большого количества участников логистической цепи. Результаты выполнения местной работы оказывают влияние на процессы накопления и формирования поездов, определяющие основные параметры эксплуатационной работы станций и узлов, участков, отделений дороги, железной дороги в целом [2, 4, 5].

На Белорусской железной дороге управление процессами местной работы реализовано в виде двух взаимосвязанных подсистем:

- управление перевозочным процессом в местной работе;

- управление грузовыми операциями и коммерческой работой.

Местная работа имеет ряд особенностей, зависящих от условий эксплуатационной работы:

- организация местных вагонопотоков в поезда осуществляется с учетом плана формирования груженых и порожних вагонов;

- на процессы выполнения местной работы оказывает влияние эксплуатационная нагрузка, формируемая с участием других видов эксплуатационной работы;

- система управления местной работой является составной частью системы управления эксплуатационной работой как на этапе планирования, так и на этапах осуществления регулировочных мероприятий и контроля деятельности.

Решаемые в процессе организации местной работы задачи являются многофакторными и трудно формализуемыми. В этих условиях, с учетом необходимости многократного решения задач в ограниченном интервале времени, большой вариативностью исходных данных и ограничений, оперативное планирование местной работы требует совершенствования научных подходов и методической базы, разработки и внедрения на их основе адаптивных технологических процессов и информационных решений поддержки управленческой деятельности [1, 3, 6].

На сегодня при разработке вариантов местной работы широко применяются экспертные подходы, базирующиеся

на методах эмпирической оценки эксплуатационной нагрузки. В результате существует потребность в сравнении нормативной технологии местной работы и результатов эксплуатационной деятельности в отчетном периоде.

Основной технологии местной работы является график движения поездов (ГДП). Фактически исполненная работа по графику может существенно отличаться от норматива как по количеству поездов, так и по времени их отправления, показателям и вспомогательным параметрам следования по участку [3].

Таким образом, в качестве оценки нормативной технологии местной работы и результатов эксплуатационной деятельности предлагается осуществлять анализ ниток исполненного графика движения поездов (ГИДП) в системе местной работы. Анализ выполняется с целью установления соответствия фактических параметров движения поездов нормативам, применяемой технологии организации местной работы.

По результатам анализа принимаются решения:

- об оперативной корректировке технологии в течение периода ее действия;

- определении расчетных параметров и ограничений, учитываемых при разработке вариантов технологии организации местной работы на предстоящий плановый период.

Соответствие реализации процессов следования грузовых поездов в системе местной работы анализируется по следующим направлениям:

- использование предоставленной в графике движения поездов наличной пропускной способности (выделенных ниток графика) для пропуска поездов в системе местной работы;

- эффективность использования ресурсов при пропуске грузовых поездов в системе местной работы.

Использование предоставленной в ГДП пропускной способности (выделенных ниток графика) для местной работы оценивается посредством сопоставления количественных и качественных показателей.

Для оценки использования ниток ГДП предлагается использовать следующие показатели.

1 Показатели использования ниток ГДП по количественным характеристикам потока проследовавших поездов:

1.1 Количество поездов, отправленных по нитке ГДП за отчетный период,

$$N_{\text{ГДП}}^{\text{м.о}} = \sum_{i=1}^t N_{\text{ГДП},i}^{\text{м.о}} \quad (1)$$

где $N_{\text{ГДП},i}^{\text{м.о}}$ – i -й поезд, отправленный по нитке ГДП за отчетный период t .

1.2 Количество поездов, проследовавших по нитке ГДП за отчетный период,

$$N_{\text{ГДП}}^{\text{м.п}} = \sum_{i=1}^t N_{\text{ГДП},i}^{\text{м.п}}, \quad (2)$$

где $N_{\text{ГДП},i}^{\text{м.п}}$ – i -й поезд, проследовавший по нитке ГДП за отчетный период t .

1.3 Среднесуточное количество поездов в системе местной работы

$$N^{\text{м}} = \frac{\sum_{i=1}^t N_i}{T}, \quad (3)$$

где N_i – количество поездов в системе местной работы в i -е сутки; T – продолжительность отчетного периода, сут.

1.4 Коэффициент использования нитки ГДП поездом соответствующей категории по отправлению со станции формирования

$$\alpha^{\text{от}} = \frac{N_{\text{ГДП}}^{\text{м.о}}}{N_{\text{ГДП}}^{\text{м.р}}}, \quad (4)$$

где $N_{\text{ГДП}}^{\text{м.р}}$ – количество ниток ГДП, предназначенных для проследования анализируемого поезда, в отчетном периоде (для ежедневно назначенных поездов численно равно количеству суток в отчетном периоде).

1.5 Коэффициент использования нитки ГДП поездом соответствующей категории по проследованию

$$\alpha^{\text{п}} = \frac{N_{\text{ГДП}}^{\text{м.п}}}{N_{\text{ГДП}}^{\text{м.р}}}, \quad (5)$$

где $N_{\text{ГДП}}^{\text{м.п}}$ – количество поездов, проследовавших по нитке ГДП за отчетный период.

1.6 Коэффициент использования пропускной способности ГДП

$$\alpha_{\text{ГДП}} = \frac{\sum_{i=1}^t N_{\text{ГДП},i}^{\text{м.о}}}{\sum_{i=1}^t N_{\text{ГДП},i}^{\text{м.р}}}, \quad (6)$$

где $N_{\text{ГДП},i}^{\text{м.о}}$ – количество поездов, отправленных по i -й нитке ГДП за отчетный период t ; $N_{\text{ГДП},i}^{\text{м.р}}$ – количество ниток ГДП, предназначенных для проследования i -го поезда, в отчетном периоде t (для ежедневно назначенных поездов численно равно количеству суток в отчетном периоде).

В результате анализа показателей устанавливается степень эффективного использования пропускной способности ГДП, выделенной на организацию местной работы. Для принятия управленческих решений реко-

мендуется применять следующие интервалы оценки установленного коэффициента использования пропускной способности ГДП:

1) 0,80–1,00 – коэффициент находится в нормальных пределах, колебания обусловлены естественной неравномерностью образования грузопотоков клиентов;

2) 0,50–0,79 – значение коэффициента недостаточно высокое, необходимо проанализировать причины и регулярность возникновения отклонений. После анализа и установления действительных причин необходимо принятие оперативных корректировочных мер;

3) 0,00–0,49 – значение коэффициента недопустимо низкое. Необходимо выполнить комплексный пересмотр технологии и принять решение об исключении или изменении нитки нормативного ГДП в соответствии с установленными в результате качественного анализа параметрами времени пропуска.

Качественные показатели использования ниток ГДП определяют соответствие принятой технологии организации местной работы реализуемым технологиям взаимодействия с клиентами, а также условиям образования местных вагонопотоков на технических станциях на основе сопоставления параметров времени отправления с технических станций и следования по участкам грузовых поездов в системе местной работы.

2 Показатели использования ниток ГДП по временным характеристикам потока проследовавших поездов:

2.1 Среднее отклонение от нормативного времени отправления поезда со станции формирования (по абсолютной величине) за анализируемый период

$$\Delta T^{\text{о}} = \frac{\sum_{i=1}^t |T_{\text{ГДП},i}^{\text{о}} - T_{\text{ГДП},i}^{\text{н}}|}{N_{\text{ГДП}}^{\text{м.о}}}, \quad (7)$$

где $|T_{\text{ГДП},i}^{\text{о}} - T_{\text{ГДП},i}^{\text{н}}|$ – абсолютная величина отклонения времени отправления i -го поезда со станции формирования в ГИДП в сравнении с ГДП за отчетный период времени t , ч.

2.2 Среднее отклонение от нормативного времени прибытия поезда со станции (по абсолютной величине) за анализируемый период:

$$\Delta T^{\text{пр}} = \frac{\sum_{i=1}^t |T_{\text{ГДП},i}^{\text{пр}} - T_{\text{ГДП},i}^{\text{н}}|}{N_{\text{ГДП}}^{\text{м.пр}}}, \quad (8)$$

где $|T_{\text{ГДП},i}^{\text{пр}} - T_{\text{ГДП},i}^{\text{н}}|$ – абсолютная величина отклонения времени прибытия i -го поезда на станцию назначения в ГИДП в сравнении с ГДП за отчетный период времени t , ч.

Данный показатель рассматривается как по участку инфраструктуры в целом, так и по каждой станции участка, на которой действующей технологией предусмотрена работа поезда.

2.3 Потери времени на участках инфраструктуры при организации движения поездов в системе местной работы, приходящиеся на один поезд ГИДП,

$$\alpha_{\text{н}} = \frac{\sum_{i=1}^t NT_{\text{ГДП},i}}{\sum_{i=1}^t NT_{\text{ГДП}}} - 1 \quad (9)$$

или

$$\alpha_n = \left(\frac{\sum_{i=1}^t NT_{\text{ГДП}}}{\sum_{i=1}^t NT_{\text{ГДП}}} - 1 \right) \cdot 100 \%, \quad (10)$$

где $\sum_{i=1}^t NT_{\text{ГДП}}$, $\sum_{i=1}^t NT_{\text{ГДП}}$ – поездо-часы следования поездов в системе местной работы за отчетный период времени t , согласно ГИДП и соответственно ГДП для поездов, участвующих в расчете $\sum NT_{\text{ГДП}}$.

Качественные показатели использования ниток ГДП не подлежат агрегированию по объектам инфраструктуры и используются для выработки решений по корректировке ниток нормативного ГДП при выявлении системного невыполнения количественных показателей анализа.

Решение об изменении параметров времени отправления и следования поездов в системе местной работы принимается при их смещении за пределы интервала времени, в котором поезд может быть пропущен в системе местной работы без использования или изменения параметров других ниток нормативного ГДП.

В результате анализа количественных показателей использования ниток ГДП в технологию организации местной работы должны вноситься изменения в части:

- сокращения количества ниток нормативного ГДП при значительном снижении коэффициента использования пропускной способности ГДП ($\alpha^{\text{ГДП}} \leq 0,5$) и соответствующем снижении среднесуточного количества поездов в системе местной работы;

- изменения параметров прокладки нитки нормативного ГДП при фактическом значимом отклонении от установленных значений в процессе реализации.

Эффективность использования ресурсов при пропуске грузовых поездов в системе местной работы характеризуется, в первую очередь, обеспечением полновесности и полносоставности поездов в системе местной работы. С учетом особенностей, связанных с постоянным изменением составов поездов, для анализа эффективности использования ресурсов при пропуске местных поездов используются следующие показатели.

Среднее количество вагонов в системе местной работы *в составе поезда по отправлению с технической станции*

$$m_n^t = \frac{\sum_{i=1}^t n_{\text{от}i}^m}{\sum_{i=1}^t N_{\text{от}i}^m}, \quad (11)$$

где $\sum_{i=1}^t n_{\text{от}i}^m$ – общее количество вагонов в системе местной работы, отправленных с технической станции в составе поездов за отчетный период времени t ; $\sum_{i=1}^t N_{\text{от}i}^m$ – общее количество отправленных поездов с технической станции в системе местной работы за отчетный период времени t .

Среднее количество вагонов в системе местной работы в составе поезда по отправлению

$$m_n = \frac{\sum_{i=1}^t n_{\text{от}i}^m}{\sum_{i=1}^t N_{\text{от}i}^m}, \quad (12)$$

где $\sum_{i=1}^t n_{\text{от}i}^m$, $\sum_{i=1}^t N_{\text{от}i}^m$ – соответственно общее количество вагонов, отправленных в составе поездов и отправленных поездов в системе местной работы за отчетный период времени t .

Среднее количество вагоно-километров в системе местной работы, *реализованные на маршруте следования поезда:*

$$nS_n^m = \frac{\sum_{i=1}^t nS_i^m}{\sum_{i=1}^t N_{\text{от}i}^m}, \quad (13)$$

где $\sum_{i=1}^t nS_i^m$, $\sum_{i=1}^t N_{\text{от}i}^m$ – общее количество соответственно вагоно-километров и отправленных поездов в системе местной работы за отчетный период времени t .

4 Среднее количество вагонов в системе местной работы, *реализованное в составе поезда на маршруте следования,*

$$m_n^{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^t nS_i^m}{\sum_{i=1}^t NS_i^m}, \quad (14)$$

где $\sum_{i=1}^t NS_i^m$ – общее количество поездо-километров в системе местной работы за отчетный период времени t .

Анализ описанных показателей позволяет охарактеризовать эффективность использования ресурсов (локомотивов, инфраструктуры) предоставляемых для доставки вагонов с местным грузом в соответствии с действующей технологией организации местной работы и принимать обоснованные решения по оптимизации количества местных поездов при значительном отклонении параметров их составов от действующих нормативов.

На основе результатов сравнительного анализа нормативной технологии местной работы и результатов эксплуатационной деятельности предлагается оценивать параметры доставки вагонов с местным грузом и порожних вагонов под погрузку к местам выполнения грузовых операций (рисунок 1).

Анализ следует производить в случае, если коэффициент использования пропускной способности ГДП $\alpha^{\text{ГДП}} \geq 0,5$. В противном случае установленную графиком технологию местной работы следует считать нереализованной и подлежащей безусловной корректировке. Если $0,5 < \alpha^{\text{ГДП}} < 1,0$, то технология может быть скорректирована после окончания периода действия графика движения поездов [7, 8].

Таким образом, предложенная система оценки технологии местной работы позволяет комплексно реализовать методы активной адаптации графика движения поездов к эксплуатационной нагрузке.

Список литературы

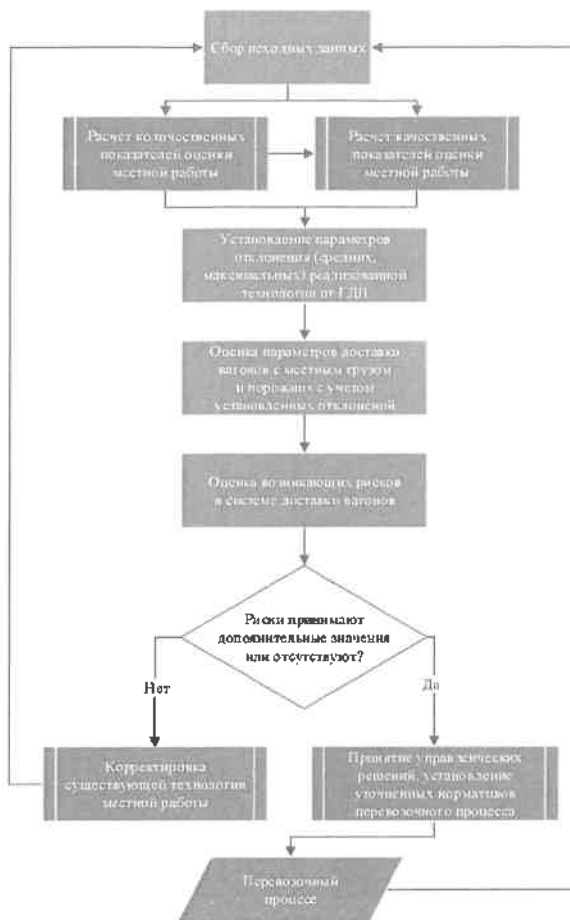


Рисунок 1 – Технология оценки параметров доставки вагонов с местным грузом и порожних вагонов под погрузку к местам выполнения грузовых операций

Получено 01.11.2020

О. А. Tereshchenko, Е. А. Fyodorov, А. А. Stradomskaya. Development of analytical toolkit for railway local work technology assessment.

The article systematically describes features of railway local work technology. Here are considered existing approaches to development of options for railway local work. Also in the article are presented methodological approaches to assessing for using of traffic capacity provided in a train schedule (selected schedule lines) for railway local work by comparing the proposed quantitative and qualitative indicators within the system. It is proposed a technology for estimating parameters to delivery of wagons with local cargo and empty wagons for loading to the places of carrying out cargo operations. Here are presented necessary algorithms and analytical expressions. For practice purposes in this article are proposed approaches to an analysis of calculated values for utilization rates of train schedule throughput.

1 Разработка технологии работы Белорусской железной дороги в условиях функционирования центра управления перевозками : отчет о НИР (заключ.) / Белорус. гос. ун-т трансп. ; рук. В. Г. Кузнецов. – Гомель, 2007. – 191 с. – № ГР 20066003.

2 Управление грузовой и коммерческой работой на железнодорожном транспорте : учеб. для вузов / А. А. Смехов [и др.] ; под ред. А. А. Смехова. – М. : Транспорт, 1990. – 351 с.

3 Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок : учеб. для вузов / П. С. Грунтов [и др.] ; под ред. П. С. Грунтова. – М. : Транспорт, 1994. – 543 с.

4 Терещенко, О. А. Оперативное планирование местной работы железнодорожных участков и узлов с использованием динамической модели перевозочного процесса / О. А. Терещенко // Транспортні системи та технології перевезень : зб. наук. пр. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – 2016. – № 12. – С. 80–89.

5 Терещенко, О. А. Метод оперативного планирования местной работы железнодорожных участков и узлов / О. А. Терещенко // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2016. – № 2 (33). – С. 96–99.

6 Терещенко, О. А. Динамическая модель перевозочного процесса для решения задачи оперативного планирования местной работы железнодорожных участков и узлов / О. А. Терещенко // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2017. – № 1 (34). – С. 68–71.

7 Терещенко, О. А. Моделирование процессов накопления вагонов для решения задач оперативного планирования в условиях неопределенности исходной информации / О. А. Терещенко // Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту. – 2017. – № 3 (69). – С. 45–55.

8 Терещенко, О. А. Оценка технологических рисков в задачах оперативного планирования местной работы железнодорожных участков и узлов / О. А. Терещенко // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2018. – № 1 (36). – С. 106–109.