

Окончание таблицы 5

Мероприятие	Положительный эффект	Отрицательные стороны
Строительство второго уровня приемоотправочных путей	Резкое увеличение пропускной способности пассажирской станции. Эффективное использование территории города	Капитальные затраты на переустройство

Все это вызовет дополнительные инфраструктурные и технологические ограничения и, как следствие, необходимость внедрения мероприятий по усилению пропускной способности пассажирских и пассажирских технических станций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Сугоровский, А. В. Обоснование этапности развития пассажирских технических станций. Дис. ... канд. техн. наук. – Санкт-Петербург, 2010. – 24 с.
- 2 Правдин, Н. В. Пассажирские и технические станции / Н. В. Правдин [и др.]; под общей ред. Н. В. Правдина. – М. : Транспорт, 1965. – 224 с.
- 3 Генеральная схема развития Московского железнодорожного узла до 2030 года. – М. , 2006. – 10 с.
- 4 Абдуллаев, И. С. Перспективы развития пассажирских станций / И. С. Абдуллаев // Мир транспорта. № 2. – 2015. – С.160–164.
- 5 Стратегия развития холдинга «РЖД» на период до 2030 года. – М. , 2013. – 136 с.

Получено 16.10.2016.

ISBN 978-985-554-707-6. Проблемы перспективного развития железнодорожных станций и узлов. Гомель, 2017

УДК 656.21

Ю. И. ЕФИМЕНКО, П. К. РЫБИН, М. В. ЧЕТЧУЕВ

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС)

ОСОБЕННОСТИ ОПТИМИЗАЦИИ ЭТАПНОСТИ РАЗВИТИЯ СТАНЦИЙ И УЗЛОВ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ ИСХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Указаны основные факторы, ограничивающие возможность применения теории оптимизации этапности развития железнодорожных станций и узлов в реальных условиях. Изложены существующие методы определения оптимальной траектории наращивания перерабатывающей способности станции при наличии неопределённости исходных данных. Предложен способ корректировки прогноза перспективных объемов работы станции в условиях рыночной экономики.

Эффективность любого проектного решения может быть достигнута только при достаточном совпадении заложенных в проект исходных данных и достигнутых после реализации проекта фактических размеров и условий работы. Особую важность это приобретает при обосновании этапности развития железнодорожных станций и узлов, когда планируются сроки капиталовложений на период 15–20 лет.

Необходимо отметить, что одним из основных недостатков сложившейся системы проектирования и строительства железнодорожных объектов является отсутствие контроля за точностью закладываемых в проект исходных данных и анализа причин отклонения фактических значений размеров работы и стоимостных показателей от принятых при проектировании. В этих условиях все технико-экономические расчёты являются расчётами потенциальными, поскольку после утверждения и выделения средств на строительство контроль за соответствием расчётных и фактических условий и размеров работы построенных объектов не ведётся. На это ещё в 1971 г. указывал Г. Е. Эдельгауз [1].

Разработанная к настоящему времени теория оптимизации этапности развития железнодорожных станций и узлов применима в полном объёме лишь для условий устойчивого роста объёмов работы при полной достаточности исходных данных: размеров движения поездов по годам расчётного периода, исходных капиталовложений для реализации всех рассматриваемых вариантов технического состояния станции или узла, значений капитальных вложений для перехода от каждого варианта технического состояния ко всем возможным другим и эксплуатационных расходов по каждому варианту технического состояния в году расчётного периода. В реальных условиях достичь этого не представляется возможным по следующим причинам:

1 Прогнозируемые объёмы работы станций на перспективу носят вероятностный характер, причём разброс возможных значений этих объёмов возрастает с увеличением периода планирования. Поэтому реальная траектория увеличения объёмов работ по годам расчётного периода при правильном прогнозе будет лежать внутри некой расширяющейся области, ограниченной линиями минимальных и максимальных возможных значений, построенных исходя из принятого уровня достоверности (рисунок 1).

2 Поскольку от размеров работы зависят значения потребных капиталовложений и годовых эксплуатационных расходов, то эти значения будут иметь также вероятностный характер. Кроме того, следует учитывать, что при обосновании этапности развития станций и узлов потребные капитальные вложения определяются, как правило, по укрупнённым показателям стоимости строительства или с использованием проектов-аналогов. Согласно [2] погрешность при определении капиталовложений указанным способом составляет $\pm 15\text{--}20\%$.

3 Погрешности в определении стоимостных показателей могут существенно увеличиваться из-за изменения во времени цен на строительномонтажные работы и нормативов эксплуатационных расходов.

Учитывая изложенное, следует признать, что в реальных условиях наличие неопределённости в пространстве параметров показателя эффективности является не исключением, а правилом. Поэтому в общем случае постановка вопроса об определении строго установленной оптимальной траектории развития станции или узла является в настоящее время неоправданной. На перспективу 15–20 лет можно вести речь лишь об области вероятностных оптимальных решений, которая может быть достаточно широкой.

Срок целесообразности перехода к очередному этапу развития объекта определяется из условия [3]

$$K_{i \rightarrow j}(\alpha_t - \alpha_{t+1}) \leq (\mathcal{E}_{t+1,i} - \mathcal{E}_{t+1,j})\alpha_{t+1}, \quad (1)$$

где $K_{i \rightarrow j}$ – капиталовложения для перехода от i -го к j -му варианту технического состояния, руб.; α_t, α_{t+1} – коэффициенты дисконтирования затрат для t -го и $(t+1)$ -го годов; $\mathcal{E}_{t+1,i}, \mathcal{E}_{t+1,j}$ – эксплуатационные затраты $(t+1)$ -го года соответственно для i -го и j -го вариантов технического состояния объекта, руб.

Согласно условию (1) переход к очередному этапу развития наступает при достижении некоторого граничного значения размеров работы N_{i-j} , при котором разница эксплуатационных расходов оправдывает капиталовложения на переход от i -го к j -му варианту технического состояния железнодорожной станции или узла. Однако и само граничное значение объёмов работы N_{i-j} с учётом погрешностей определения потребных капиталовложений K_{i-j} и величин эксплуатационных расходов $\mathcal{E}_{t+1,i}$ и $\mathcal{E}_{t+1,j}$ будет колебаться в некоторых пределах от N_{i-j}^{\min} до N_{i-j}^{\max} . Вследствие этого зона вероятностных оптимальных сроков перехода к очередному этапу $\tau_{i-j}^{\text{опт}}$, которую целесообразно назвать зоной неопределённости переходов, будет увеличиваться (рисунк 2).

Таким образом, задача оптимизации этапности развития станций и узлов в реальных условиях сводится к определению наиболее вероятного положения оптимальной траектории изменения технического состояния проектируемого объекта в области её возможных значений.



Рисунок 1 – Иллюстрация интервального прогноза перспективных размеров работы станции

Постановка задачи оптимизации этапного развития сортировочных станций при задании исходной информации в вероятностной и неопределённой формах рассматривалась в исследованиях, выполненных под руководством профессора Н. В. Правдина [4]. В нём решение задачи оптимизации этапности развития рекомендуется вести в такой последовательности:

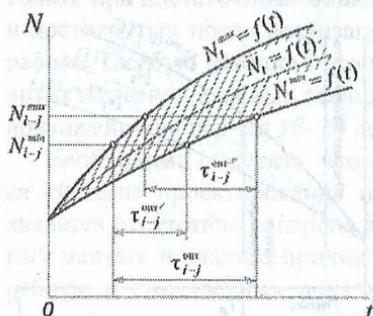


Рисунок 2 – Иллюстрация увеличения зоны неопределённости переходов при колебаниях стоимостных показателей

1 На расчётный период $[t_0, T]$ с помощью метода Монте-Карло генерируется множество нагрузок $N = N_1(t), N_2(t), \dots, N_R(t)$. Число реализаций определяется исходя из заданного уровня вероятности и допускаемой погрешности.

2 Для каждой реализации набора нагрузок определяется вариант оптимальной этапности развития станции.

3 Подсчитывается вероятность появления i -й схемы развития по формуле

$$P_i = \frac{n_i}{R}, \quad (2)$$

где n_i – количество повторений i -й схемы этапного развития железнодорожной станции в R реализациях.

4 После размещения значений P_i в порядке убывания определяются первоочередные работы, которые вошли во все или часть схем этапного развития. Если с помощью этого метода не удаётся выбрать наиболее предпочтительный вариант этапности, то рекомендуется следующий подход.

Из множества вариантов этапности выбирают 3-4, имеющих наибольшее значение P_i , и каждый вновь просчитывают для всех значений нагрузок $N_i(t)$. Выбор окончательного решения рекомендуется по минимальному значению средних приведённых затрат, полученных в результате R реализаций

$$\Theta_{\kappa} = \frac{\sum_{s=1}^R \Theta_{i,k,s}}{R}. \quad (3)$$

Другой подход предложен в работе Н. В. Ардашина и Н. А. Тужилкиной [5] и заключается в следующем.

Для определения схемы этапного усиления наличной перерабатывающей способности сортировочной станции и сроков проведения реконструктивных мероприятий в расчётном периоде $[t_0, T_p]$ выделяют начальный период планирования $[t_0, t_n]$. На весь расчётный период намечают (прогнозируют) несколько вариантов возможного изменения вагонопотока $N_i(t) = \{N_1(t),$

$N_2(t), \dots, N_k(t) \rightarrow Q_i(t)$, где $Q_i(t)$ – область, в пределах которой будет находиться предъявляемый к переработке вагонопоток.

Для каждого варианта $N_i(t) \rightarrow Q_i(t)$ методом динамического программирования определяется оптимальная схема развития станции и сроки реализации очередных этапов. Из полученного набора мероприятий выделяют те, которые должны быть реализованы в период $[t_0, t_n]$. В результате будет получено некоторое множество упорядоченных по времени последовательностей ввода очередных этапов развития станции за период $[t_0, t_n]$.

Для каждой зафиксированной оптимальной траектории развития $\alpha_i(t) \rightarrow \alpha(t)$ определяют суммарные приведённые затраты за расчётный период $[t_0, T_p]$ при всех вариантах изменения вагонопотока из намеченного множества $N^*(t)$.

Для выбора наиболее рационального варианта рекомендуется использовать три критерия: Байеса (Лапласа), Сэвиджа и Гурвица [6]. Окончательно рекомендуется принимать тот вариант, которому в результате критериальной оценки отдано предпочтение большим числом критериев.

В работе [7] выбор решения базируется на исследовании вероятностей сроков целесообразности перехода от одного к другому варианту развития.

Рассмотренные выше методы выбора оптимальной траектории наращивания перерабатывающей способности станции в условиях неопределённости исходной информации основаны на попытке принятия наилучшего из множества решений, полученных из вероятностных значений.

Однако известно, что теория вероятностей неприменима к единичному событию, каким является выбор варианта этапности развития конкретной станции, поэтому для получения наиболее рационального решения необходимо сокращать зону неопределённости переходов. Это может быть достигнуто повышением точности прогноза перспективных объёмов работы и значений единичных стоимостных показателей. Но это возможно лишь в условиях плановой экономики, а с переходом к рыночным отношениям все прогнозы подвергаются, как правило, многочисленным корректировкам. В работе [8] рассмотрен один из возможных вариантов такой корректировки на основе волновой теории Элиота применительно к объёмам поступления вагонов на проектируемую станцию Лужская-Сортировочная. Полученные авторами результаты показали возможность оперативной корректировки проектных значений вагонопотоков, однако оценить точность полученных результатов не представляется возможным.

Учитывая изложенное, следует отметить, что наиболее эффективным способом повышения точности прогноза является периодическая корректировка прогнозных объёмов работы (см. рисунок 1), которая в идеале может быть ежегодной. Однако учитывая большую трудоёмкость вычислений по обоснованию этапности развития станций, реализовать эту идею можно будет лишь после внедрения системы автоматизированного проектирования железнодорожных станций (САПР ЖС).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Эдельгауз, Г. Е. Точность, надёжность и устойчивость экономических показателей : автореф. дис. ... д-ра. эконом. наук : 08.00.05. – Л., 1971. – 36 с.
- 2 Луговой, П. А. Основы технико-экономических расчётов на железнодорожном транспорте / П. А. Луговой, Л. Г. Цыпин, Р. А. Аукционек. – М. : Транспорт, 1973. – 232 с.
- 3 Обоснование этапности развития железнодорожных станций и узлов : дис. ... д-ра техн. наук : 05.22.08 / Ефименко Юрий Иванович; Санкт-Петербургский университет путей сообщения. – СПб., 1992. – 394 с.
- 4 Сортировочные станции (теория, практика, прогнозы) : учеб. пособие. – Ч. III / Н. В. Правдин [и др.]; под ред. Н. В. Правдина. – Гомель : БелИИЖТ, 1980. – 82 с.
- 5 Ардашин, В. А. Учёт фактора неопределённости исходной информации о вагонопотоке при планировании развития сортировочных станций / В. А. Ардашин // Вопросы совершенствования планирования и применения математических методов на транспорте : тр. ИКТП. – М., 1979. – Вып. 69. – С. 153–158.
- 6 Ефименко, Ю. И. Проблемы повышения точности проектных решений при обосновании рациональной этапности развития железнодорожных станций: статья Ю. И. Ефименко, М. В. Четчуев // Актуальные проблемы управления перевозочным процессом : сб. науч. тр. / ред. Ю. И. Ефименко. – СПб. : ПГУПС, 2010. – Вып. 10. – С. 64–70.
- 7 Ефименко, Ю. И. Оптимизация развития станций и узлов при случайных колебаниях прогнозных объёмов работы / Ю. И. Ефименко, Н. В. Тулякова, Л. А. Олейникова // Актуальные проблемы управления перевозочным процессом : сб. науч. тр. – Вып. 4. – СПб. : ПГУПС, 2004. – С. 41–48.
- 8 Рыбин, П. К. К вопросу целесообразности корректировки прогноза объёмов вагонопотоков, поступающих в адрес морского порта, в условиях неустойчивой экономической ситуации / П. К. Рыбин, А. А. Кузменков // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – Ростов н/Д : РГУПС, 2011. – № 1 (41). – С. 130–136.

Получено 25.09.2016.

ISBN 978-985-554-707-6. Проблемы перспективного развития железнодорожных станций и узлов. Гомель, 2017

УДК 656.21

С. А. БЕССОНЕНКО, Ю. А. ТАНАЙНО

Сибирский государственный университет путей сообщения (СГУПС)

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ СОРТИРОВОЧНОЙ СТАНЦИИ ПРИ ДВИЖЕНИИ ПОЕЗДОВ ПО ТВЕРДЫМ НИТКАМ ГРАФИКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ «ЯДРА»

Предложены методические решения по оптимизации работы сортировочной станции при организации движения грузовых поездов по твердым ниткам графика, также по выявлению железнодорожных направлений, способных обеспечить ста