

## ОБЩИЙ ПОДХОД К ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ СТРУКТУРЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ СТАНЦИИ

Основними критеріями вибору структурної схеми залізничної станції, що приймається для подальшого проектування, є її технічна, технологічна та економічна обґрунтованість. В даній статті описані всі три критерії, необхідні для прийняття рішень щодо ефективності тієї або іншої структурної схеми. Особливу увагу приділено економічній оцінці синтезованих в автоматизованому режимі альтернативних структур станцій.

Основными критериями выбора структурной схемы железнодорожной станции, принимаемой к дальнейшему проектированию, является ее техническая, технологическая и экономическая обоснованность. В данной статье рассмотрены все три критерия, необходимые для принятия решения об эффективности той или иной структурной схемы. Особое внимание уделено экономической оценке синтезируемых в автоматизированном режиме вариантных структур станций.

The main criteria for a choice of block diagram of the railway station accepted to the further design are its technical, technological and economic validity. In the given article all three criteria necessary for decision-making on efficiency of this or that block diagram are considered. The special attention is paid to economic estimation of alternative structures of stations synthesized in an automated mode.

### Введение

В настоящее время в практике проектирования железнодорожных станций используется восходящий принцип проектирования, при котором происходит постепенное наращивание сложности путевого развития: от главных путей до общей схемы станции. При этом задача проектирования имеет значительную размерность, обусловленную большим числом участвующих в проектировании элементов путевого развития и технического оснащения: путей, стрелочных переводов, посадочных платформ и прочее. При таком подходе качество проектного решения напрямую зависит от опыта проектировщика.

Дальнейшее совершенствование теории проектирования возможно путем реализации нисходящего принципа проектирования: от структуры станции к конкретной схеме. Это позволит автоматизировать процесс проектирования железнодорожных станций. Реализация такого принципа возможна при рассмотрении станций в виде сложной технической системы. Применение к железнодорожной станции теории общих систем позволяет представить станцию в виде структурного графа.

Вершинами структурного графа являются множество станционных подсистем, в каждой из которых происходит преобразование и (или) определение состояния поездо- либо вагонопотока. Критерием выделения станционной подсистемы является завершенность технологических операций, выполняемых в ней. Для реали-

зации функциональности станции в целом подсистемы связываются между собой множеством станционных соединительных путей. Синтезированная из отдельных подсистем железнодорожная станция обладает функциональностью большей, чем суммарная функциональность подсистем ее составляющих.

Таким образом, задача структурного синтеза имеет значительно меньшую размерность, чем проектирование всей станции сразу, за счет оперирования не единичными элементами путевого развития, а целыми блоками. Это позволит синтезировать множество вариантов структуры системы, обеспечивающих проектную функциональность, и произвести их технологическую, техническую и экономическую оценку. Вариант структуры системы, принимаемой к проектированию, может быть обоснован, что позволит сократить затраты на ее проектирование и практическую реализацию.

Техническая обоснованность заключается в возможности строительства железнодорожной станции с использованием серийно выпускаемых стрелочных переводов различных типов, глухих пересечений и прочих элементов путевого развития. Технологическая обоснованность подразумевает возможность реализации на синтезированной структурной схеме заданной технической задачей на проектирование функциональности станции. Техническая и технологическая обоснованность структуры станции являются необходимыми условиями ее проектной реализации, без обеспечения кото-

рых структурная схема к дальнейшему рассмотрению не принимается.

При этом важно понимать тот факт, что одной и той же функциональности станции соответствует множество схемных решений. При выборе одной из вариантных структурных схем станции, подлежащих конкретной проектной реализации, необходимо проверять их экономическую обоснованность. Под экономической обоснованностью предлагается использовать критерий *минимума затрат ресурсов на эксплуатацию станции*.

### **Общий подход к экономической оценке структуры станции**

При структурном синтезе возможно рассматривать лишь планируемые затраты, которые не могут быть оценены достоверно. Это связано с тем, что структурная схема – это всего лишь прообраз будущей станции. Однако, экономическая оценка структурных схем может указывать на соотношение стоимости эксплуатации соответствующих им станций. Это позволит выделить область эффективных схемных решений, что значительно сократит количество рассматриваемых при проектировании вариантов. То есть, выбранный критерий может быть использован в качестве эвристики, сокращающей число вариантов схем станций, принимаемых как рабочие к последующим стадиям проектирования.

Провести экономическую оценку структуры железнодорожной станции возможно благодаря тому, что синтезируемые структуры однозначно увязаны с величиной и структурой поездо- и вагонопотока. При этом они будут иметь резерв пропускной способности и для сравнения вариантов между собой необходимо привести их к *условиям полной загрузки*. Для этого величина критерия экономической оптимальности делится на коэффициент загрузки синтезированной структуры. Необходимость такой операции обусловлена тем фактом, что как нагрузка, так и пропускная способность железнодорожной станции являются величинами дискретными. Поэтому близкие по пропускной способности схемы могут иметь весомые различия величины экономического критерия. И при недоучете резерва пропускной способности из рассмотрения могут выпасть экономичные схемы, имеющие при заданной структуре поездо- либо вагонопотока большую, чем требуемая, пропускную способность.

Станция объединяет множество подразделений различных отраслевых хозяйств железной

дороги. Поэтому структура затрат на содержание станции является очень сложной. Все издержки на эксплуатацию станции делятся на следующие большие группы:

- затраты на персонал: оплату труда и социальные выплаты;
- материальные затраты на материалы, топливо и электроэнергию;
- затраты на амортизацию;
- прочие затраты.

### **Оценка путевого развития и технического развития**

По результатам структурного синтеза к рассмотрению принимаются вариантные структуры станции. Они позволяют оценить путевое развитие железнодорожной станции: точно определить число стрелочных переводов и оценочно длину путей стоянки и соединительных путей станции.

Число стрелочных переводов, входящих в станционные горловины, определяется точно в ходе синтеза структур. Стрелочные переводы, входящие в станционную подсистему, рассчитываются по следующему принципу:

- число путей, входящих в подсистему, минус единица;
- в случае, когда подсистема имеет сквозные пути, полученное число стрелочных переводов умножается на два.

Число путей в подсистеме вычисляется, исходя из потребной пропускной способности подсистемы. Порядок расчета параметров для вариантных структур станции должен быть одинаков, что является необходимым условием их сопоставимости.

Длины путей можно определить лишь оценочно: соединительных путей в горловинах – в зависимости от числа стрелочных переводов в горловине, путей стоянки в подсистемах – по стандартной длине путей определенной специализации (приемоотправочных, сортировочных, тракционных и прочих).

Путевое развитие станции определяет множество поездных и маневровых маршрутов, от числа которых зависит наличие на станции светофоров.

Полученная таким образом оценка сложности путевого развития и технического оснащения позволяет произвести расчет издержек на его содержание.

### **Затраты на персонал**

Суммарная сложность путевого развития определяет трудоемкость его содержания, от

которой в прямой зависимости находится персонал *хозяйства пути*.

Как было отмечено выше, путевое развитие станции определяет число поездных и маневровых маршрутов, что совместно с числом стрелочных переводов позволяет определить численность персонала хозяйства *сигнализации и связи*, необходимого для функционирования систем централизации, блокировки и связи.

Число подсистем «Парк путей для поездной работы», а также число и загрузка станционных маршрутов определяют численность персонала хозяйства перевозок и локомотивного хозяйства. Персонал *хозяйства перевозок* состоит из оперативных работников, обеспечивающих безопасность движения поездов и управление поездной и маневровой работы (зависит, прежде всего, от сложности путевого развития станции), а также работников станционного технологического центра обработки поездной информации и перевозочных документов (привязывается к вагонообороту).

Из персонала *локомотивного хозяйства* в расчете учитываются машинисты маневровых локомотивов, число которых зависит от числа и загрузки маневровых и поездных маршрутов.

Численность персонала конторы передач вагонов в межгосударственном сообщении зависит от поездопотока в межгосударственном сообщении, от вагонопотока в местном сообщении зависит численность персонала товарной конторы. Рассмотренные подразделения относятся к *хозяйству грузовой и коммерческой работы*.

Вагонопоток и порядок его поступления в подсистему «Парк путей для поездной работы» определяет численность персонала пунктов технического обслуживания (*вагонное хозяйство*) и коммерческого осмотра вагонов (*подразделение военизированной охраны*).

Сложность технического оснащения путевого развития станции определяет количество и мощность потребителей электроэнергии, от чего зависит персонал *хозяйства электроснабжения*.

Взаимосвязь элементов, влияющих на численность персонала станции, приведена на рис. 1.

Стоит отметить, что численность персонала подразделений хозяйств пути, сигнализации и связи, электроснабжения, а также перевозок являются условно-независимыми от объемов поезд- или вагонопотока, затраты по остальным хозяйствам – условно-зависимыми.

При этом меньшая доля условно-независимых затрат на персонал указывает на

потенциально более адаптивную схему станции. Этот критерий необходимо учитывать там, где нагрузка на станцию определяется в основном транзитным поездом- либо вагонопотоками, когда неизбежны сезонные колебания этой нагрузки. Весомость этого критерия будет все возрастать с повышением уровня оплаты труда персонала и доли затрат на персонал в общих расходах на эксплуатацию станции.

### **Материальные затраты**

Число и загрузка поездных и маневровых маршрутов позволяет оценить необходимое число маневровых локомотивов для осуществления нормативной технологии работы станции. Это позволяет рассчитать необходимые для их работы материалы и топливо, относящиеся непосредственно к маневровой работе на станции.

Техническое оснащение путевого развития определяет его сложность и состав. Это позволит оценить затраты материалов и электроэнергии, необходимой для его функционирования и технического обслуживания. Они, в свою очередь, зависят от нормативного срока и режима их эксплуатации.

Численность персонала различных подразделений, участвующих в работе станции, позволяет рассчитать потребные площади бытовых помещений, к которой привязываются затраты на их содержание, освещение и отопление.

Дополнительно затраты электроэнергии обуславливаются функционированием информационных систем, обслуживающих основной производственный процесс железнодорожных станций. А также оборудования, обеспечивающего выполнение требований правил охраны труда: вентиляторов, кондиционеров и прочего оборудования.

### **Затраты на амортизацию**

В рассматриваемой задаче затраты на амортизацию учитываются только для того оборудования, которое участвует в расчете численности персонала и материальных затрат. Обособленный учет затрат на амортизацию позволяет применять эффективные схемы финансирования инфраструктурных проектов: проведение ремонтов различной сложности, закупка нового оборудования и прочее. Недоучет необходимости амортизационных отчислений ведет к значительной погрешности экономических расчетов в условиях значительной фондоемкости железнодорожной отрасли.

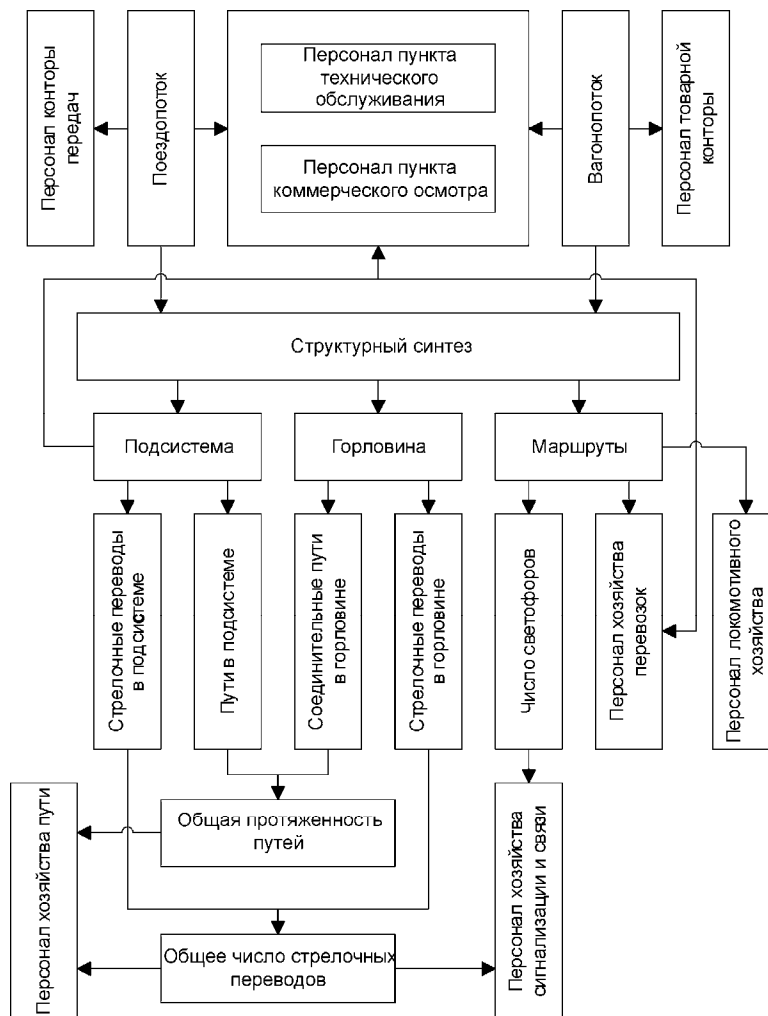


Рис. 1. Взаимосвязь элементов, влияющих на численность персонала станции

### Выводы

Таким образом, по результатам структурного синтеза возможно экономически оценить синтезированные структурные схемы. Экономическая оценка позволит сократить число рассматриваемых вариантов станции и принять к проектированию не только технически и технологически, но и экономически обоснованную схему станции.

В случае оценки существующей схемы станции сложность путевого развития и технического оснащения берется фактическая. При этом методика расчета не изменяется, а лишь увеличивается точность расчетов. В этом случае возможно установление несоответствия фактических затрат с оценочными, что может послужить основанием для пересмотра численности персонала или норм затрат материалов, топлива и электроэнергии.

Перспективами исследований в данной области является разработка единой методики бюджетирования работы железнодорожных станций различной сложности, которая должна

явиться основой для планового научно-обоснованного финансирования станции, учитывающего колебания величины и структуры нагрузки на станцию.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лисенков В. М. Статистическая теория безопасности движения поездов: Учеб. для вузов. – М.: ВИНТИ РАН, 1999. – 332 с.
2. ГОСТ 3.1109. Единая система технологической документации. Термины и определения основных понятий.
3. Правила и технические нормы проектирования станций и узлов на железных дорогах колеи 1520 мм. – М.: МПС РФ, 2001.
4. Конарев Н. С. Большая энциклопедия транспорта: в 8 т. / Н. С. Конарев и др.; под общ. ред. Н. С. Конарева. – Т. 4: Железнодорожный транспорт. – М.: Большая Российская энциклопедия, 2003. – 1039 с.
5. Правдин Н. В. Железнодорожные станции и узлы. – М.: Транспорт, 2003.

Поступила в редколлегию 24.04.2008.