

---

---

## ФОРМИРОВАНИЕ ПАРКА ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН И ЕГО РАСПРЕДЕЛЕНИЕ В РЕГИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ТРАНСПОРТА

Петров М.Б., Русаков А.С.

*В статье предложен методический подход и инструментарий эффективного распределения ресурса развития региональной системы промышленного транспорта, характеризующейся сетевой организацией территориально рассредоточенных объектов, для формирования парка технических средств, необходимого для удовлетворения региональной потребности в ее услугах.*

Региональная система промышленного транспорта – одна из подсистем единой транспортной системы, наиболее тесно связанная с региональным хозяйством, непосредственно обслуживающая производственные предприятия и реализующая их взаимодействие с сетью магистрального транспорта. Масштабы региональной системы промышленного транспорта удобно рассматривать в границах региона – субъекта РФ, поскольку основа этой системы – промышленный железнодорожный транспорт (ПЖТ) – имеет посубъектную институциональную организацию. Так, ОАО "Уралпромжелдортранс" обслуживает промышленные предприятия на территории Свердловской области.

Региональная система промышленного транспорта выступает, в первую очередь, как обеспечивающая, относящаяся к инфраструктуре региона. Поэтому при оценке эффективности ее функционирования и развития первостепенное значение имеет региональная система отсчета. Для регулирования спроса на транспортные услуги, оценки качества транспортного обслуживания важны оценки эффектов в системах отсчета отраслевых и межотраслевых технологически сопряженных структур, в том числе промышленных кластеров. В качестве меры абсолютного экономического эффекта мероприятий по развитию регионального транспорта может использоваться прирост валового регионального продукта или регионального дохода. Однако для систем производственной инфраструктуры, в частности ПЖТ, на наш взгляд, самостоятельное значение имеют задачи сравнительной эффективности, когда экономический критерий принятия решений проявляется опосредованно; по нему возможна оптимизация развития и размещения элементов системы на этапе, когда уже определены необходимые масштабы производственных мощностей, зависящие от объема транспортной потребности. Она укрупненно описывается грузообразованием и грузопотреблением в районах обслуживания системой промышленного транспорта, которые должна обеспечивать система на каждом временном этапе.

В силу особой функциональной роли транспортной системы ее развитие и освоение дополнительных функций должно обеспечивать усиление комплексности транспортного обслуживания экономически автономных субъектов хозяйствования, тем самым раскрывая экономический потенциал единой транспортной системы в современных условиях. В частности, как наиболее востребованная дополнительная функция промышленного транспорта должна рассматриваться транспортная логистика. Логистика – современная концепция и практика управления потоками. Особенно важно комплексное управление материальными потоками между предприятиями, действующими на разных технологических стадиях производства конечных продуктов. В этом случае возможно применение логистического принципа оптимизации экономических эффектов при управлении комплек-

сом "производство – промышленный транспорт – магистральный транспорт – потребитель". Результатом такой оптимизации управления потоками являются координированные схемы доставки и распределения сырья, полуфабрикатов, комплектующих и готовой продукции, которые становятся частью единого процесса, охватывающего этапы производства, материально-технического обеспечения и сбыта.

Отличительной чертой многих исследований по проблемам управления промышленным транспортом, выполненных в последнее время, является усиление внимания к потребностям обслуживаемых производств, что выражается, в первую очередь, в гибкости транспортного обслуживания, поглощающего неравномерности производственных потребностей неравномерностью транспортного обслуживания.

В целях объединения предприятий-поставщиков, потребителей и транспорта в логистические цепи возникает необходимость выделения организующего звена. Роль такого звена могут выполнять компании-операторы подвижного состава, образованные предприятиями, генерирующими соответствующие потоки, либо региональные предприятия ПЖТ. Для выполнения этих функций они нуждаются в методическом обеспечении по формированию парка собственных вагонов и управлению перевозками грузов своих клиентов. Такие методики могут быть основаны на использовании экономического критерия принятия решений по развитию транспортно-производственной системы.

Рассмотренный ниже подход к построению методики обоснования состава парка транспортных и транспортно-технологических машин и его размещения по территориальным участкам системы транспортного обслуживания направлен на решение такой задачи. Этот подход применим и к решению более широкой задачи формирования парков технических средств и их эффективного распределения по территориально рассредоточенным объектам систем производственной инфраструктуры и предприятий с сетевой структурой.

Исходные данные для оценки потребности в транспортно-технологических машинах – объемы транспортной работы и работ по обслуживанию инфраструктуры промышленной транспортной системы, наличие машин в парке на начало каждого года планируемого периода, технико-экономические показатели использования имеющихся и новых машин (годовая эксплуатационная производительность, укрупненные расходные ставки по каждому типу машин), а также прогноз спроса на услуги транспортного предприятия. Объемы механизированных работ в физических измерителях количественно определяют структуру производственной программы предприятия. При осуществлении комплексного транспортного обслуживания на базе ПЖТ структура его работ может изменяться в более широком диапазоне в зависимости от складывающегося состава клиентов, особенностей и полноты их обслуживания, породовой структуры грузовой работы и грузооборота, степени принятия на себя функции оператора перевозок.

Объемные показатели производственной программы предприятия характеризуют объемы работ по транспортному и транспортно-логистическому обслуживанию и содержанию инфраструктуры, рассредоточенные по участкам, районам обслуживания, примыкающим к различным станциям магистральной железной дороги. Обозначим производственные участки территориального промышленно-транспортного предприятия  $A_1, A_2, \dots, A_n$  на которых предстоит выполнить объем работ  $V_1, V_2, \dots, V_n$

Объем работ по каждому участку характеризуется структурой видов транспортной работы:

$$V_i = V_{i1}, \dots, V_{ip}, \dots, V_{ir}$$

Всего система из  $n$  участков должна выполнить объем работы

$$V = \sum_{i=1}^n V_i. \quad (1)$$

Работа на каждом из производственных участков может быть организована по одной из технологий набора:  $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$

Состояние парка машин характеризуется объемными показателями оснащенности  $X_i$  по следующим основным группам:

- 1) наличный парк предприятия для всего комплекса осуществляемых им работ;
- 2) наличие соответствующих ресурсов техники для выполнения заданного объема на конкретных участках проведения работ;
- 3) наличие мобильных (резервных) ресурсов, которые могут быть дополнительно перебазированы с одного участка на другой;
- 4) объемы новых технических ресурсов, которые могут быть получены в результате инвестиционных процессов предприятия;
- 5) ресурсы сторонних организаций (компаний), которые могут быть привлечены, получены в аренду или лизинг.

Первые три группы составляют наличные технические ресурсы ( $X_m$ ), четвертая группа – привлеченные ( $X_n$ ) и пятая – дополнительные ресурсы ( $X_r$ ).

Каждой паре значений  $\{V_j, X_i\}$  соответствуют технико-экономические показатели:  $\Pi_{ipj}$  – среднечасовая эксплуатационная производительность,  $C_{ipj}$  – затраты при использовании  $i$ -го технического ресурса (машино-часов  $i$ -го типа машин) на  $A_j$  производственном участке по  $\alpha_{pj}$ -технологии. Вместе с тем количество технических ресурсов  $X_{pj}$  не должно превышать наличных фондов  $F$ , т.е.

$$X_{pj} = \min(V_j / \Pi_{ipj}; F) \quad (2)$$

Эффект от эксплуатации определяется путем соизмерения доходов и расходов с учетом единовременных затрат. Последние имеют место при оценке использования привлеченных, дополнительных и перемещаемых с других участков наличных технических ресурсов.

В связи с зависимостью производственной программы транспортных предприятий от спроса на их услуги, определяемого параметрами деятельности обслуживаемых ими предприятий, включая факторы конъюнктуры, определение потребности в ресурсах и их оптимизация должны проводиться циклически, в режиме скользящего планирования. Дополнительная потребность во вводимой производственной мощности новых машин может быть оценена как приращение ожидаемого объема работы над имеющейся производственной мощностью:

$$V_H^t = V^t - \sum_i \Pi_i^t F_i^t, \quad (3)$$

где  $V^t$  – объем работ в  $t$ -м году планируемого периода;

$\Pi_i^t, F_i^t$  – соответственно среднегодовая эксплуатационная производительность и фонды машин  $i$ -й типоразмерной группы.

Тогда потребность в новых машинах определяется по формуле:

$$N_{in}^t = \sum_j \frac{V_{jn}^t}{\Pi_{in}^t} k_n, \quad (4)$$

где  $N_{in}^t$  – потребность в новых машинах  $i$ -го типа в  $t$ -м году;

$V_{in}^t$  – объем работы  $i$ -го типа машин;

$k_n$  – коэффициент равномерности замены машин.

Если исходная для расчетов информация задана укрупненно, в виде лимита капитальных вложений в транспортно-технологические машины, то потребность на прирост их парка и компенсацию выбытия по износу может быть определена ориентировочно по капиталоемкости соответствующего типа машин.

При формировании парков должно обеспечиваться выполнение полного объема работ:

$$\sum_{i=1}^n \Pi_{ij}^t x_{ij} = V_j^t, \quad j=1, \dots, m_t, \quad (5)$$

где  $\Pi_{ij}^t$  – эксплуатационная производительность машин  $i$ -го типа машин на  $j$ -м участке работ в  $t$ -м году;

$x_{ij}$  – парк машин  $i$ -го типа на  $j$ -м участке.

Ограничение ресурса рабочего времени машин состоит в непревышении суммарных машино-часов работы техники  $i$ -го типоразмера по отношению к фонду машинного времени каждой машиной в планируемом периоде:

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} \leq F_j; \quad i=1, 2, \dots, m. \quad (6)$$

Целевая функция определяется принятым критерием оптимальности. Если в качестве критерия приняты суммарные затраты выполнения работ, то целевая функция записывается в виде суммы себестоимостей или приведенных затрат по каждому виду работ, выполняемых всеми машинами (системами машин) на всех участках

$$Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m C_{ij} x_{ij} \rightarrow \min. \quad (7)$$

В зависимости от специфики постановки задачи могут появляться дополнительные ограничения. Так, если задана ограниченная продолжительность работ на  $j$ -х участках, то в дополнение к условию (6) записывается условие

$$x_{ij} \leq d_{ij}, \quad (8)$$

где  $d_{ij}$  – максимально возможные затраты машино-часов работы машин  $i$ -го типа на  $k$ -м участке;

$$d_i = T_i R_i \mathcal{C}_j, \quad (9)$$

где  $T_i$  – продолжительность производства работ на  $i$ -м участке, рабочие дни;

$R_i$  – суточный фонд времени работы ведущей машины, ч;

$\mathcal{C}_j$  – число ведущих машин  $j$ -го типа.

При поточной организации, которая может быть реализована в комплексном транспортном обслуживании, последнее условие принимает вид

$$\sum_{j=1}^{j_0} x_{ij} \leq D_{ij_0}, \quad (10)$$

где  $D_{ij_0}$  – максимально возможные затраты машино-часов машинами  $i$ -го типоразмера за время  $T_{ij_0}$  в рабочих днях от начала планируемого периода до заданного срока окончания работ на участке

$$D_{ij_0} = T_{ij_0} \cdot R_i \cdot \mathcal{C}_j, \quad (11)$$

В случае оптимизации по суммарной выработке машин целевая функция задачи имеет вид:

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \Pi_{ij} x_{ij} \rightarrow \max, \quad (12)$$

где  $\Pi_{ij}$  – производительность. При этом должно выполняться ограничение по затратам:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m C_{ij} x_{ij} \leq 3, \quad (13)$$

где 3 – плановая величина суммарных приведенных затрат или себестоимости.

В данную модель могут вводиться также ограничения на расход некоторых дефицитных ресурсов парка.

Эта задача относится к классу задач линейного программирования, имеющих блочную структуру. В каждый блок входят условия распределения парка машин по участкам работ в планируемом периоде. Задача может быть решена методами блочного программирования. В результате решения задачи приближенным методом минимального элемента или точным методом линейного программирования получают план распределения наличных и планируемых к поступлению машиноресурсов транспортного предприятия по пунктам производственной программы. Этот план служит основанием для формирования сбалансированной структуры машинного парка.

Для оптимального решения задачи необходимо из множества вариантов распределения парка наличных и новых машин по участкам работ выбрать такой вариант, который обеспечивает наименьшие суммарные приведенные затраты на развитие парка. Такой критерий оптимальности соответствует расчетам сравнительной эффективности новой техники.

Экономически целесообразные варианты плана распределения парка машин могут быть найдены приближенными и точными математическими методами.

Наиболее простым является метод минимального элемента, при котором среди всех величин затрат  $C_{ij}$  находят наименьшую величину. В соответствующую  $ij$  позицию расчетной таблицы записывают количество машиноресурсов машин  $j$ -го типа, не превышающее фондов  $F_j$  и потребности для выполнения объема работ на  $i$ -м участке:

$$x_{ij} = \min \left( F_j; \frac{V_i}{p_{ij}} \right). \quad (14)$$

Если для выполнения объема работ на  $j$ -м участке требуется затратить количество машиноресурсов  $i$ -го типоразмера, превышающее фонд  $F_j$ , то величина  $x_{ij}$  принимается равной  $F_j$  и в дальнейших расчетах по составлению приближенного плана использования машины  $i$ -го типоразмера не рассматривается. Объем работ на  $i$ -м участке принимается равным  $V_i - p_{ij}x_{ij}$ .

Если же для выполнения работ на  $j$ -м участке требуются ресурсы  $x_{ij} < F_j$ , то в дальнейших расчетах  $i$ -й участок не рассматривается, а фонд рабочего времени машин  $j$ -го типа принимается равным  $F_j - x_{ij}$ . После этого вновь находят наименьшую величину  $C_{ij}$ , исключая уже рассмотренную, и повторяют изложенную выше процедуру. Расчеты проводят до тех пор, пока не будет обеспечено выполнение объемов работ на всех участках. Заполненная таблица представляет собой приближенный рациональный план распределения рабочего времени машин. По этому плану возможны остатки рабочего времени некоторых машин. Неиспользованное количество машиноресурсов образует резерв.

Если изложенные методы не позволяют составить план, обеспечивающий выполнение заданных объемов работ, то фонды машиноресурсов следует распределять с учетом наибольшей производительности машин. Если и в этом случае не обеспечивает-

ся выполнение условий задачи, то необходимо изменить либо состав парка, либо заданный срок.

Для алгоритмизации и автоматизации таких расчетов необходимы: классификация объектов-представителей производственной программы планового периода и типоразмерных групп машин, результаты прогноза формирования производственной программы на основе спроса на услуги, значения технико-экономических показателей производственной и технической эксплуатации машин в плановом периоде.

То есть на базе этих данных возможно составление следующих блоков информации, используемых в серийных расчетах технического обеспечения:

- классификатор объектов-представителей производственной программы с техническими, технологическими и коммерческими характеристиками по каждому участку проведения работ (информационный блок 1);
- классификация типоразмерных групп машин, включая новую технику, и их основные параметры (информационный блок 2);
- технико-экономические показатели использования машин каждой типоразмерной группы на объектах-представителях с учетом динамики их изменения по годам планового периода (информационный блок 3);
- данные о структуре производственной программы, территориальном размещении объектов представителей и объемах механизированных работ по годам планового периода (информационный блок 4, оперативно корректируемый в процессе скользящего планирования);
- данные о структуре наличных модулей по видам работ с учетом динамики их изменения (информационный блок 5, корректируемый в скользящем планировании).

Алгоритм автоматизированных расчетов включает следующие вычислительные операции и результаты:

1) формирование в терминах "объектов-представителей" производственной программы предприятия на каждый год планового периода. Исходные материалы: информационные блоки 1 и 4;

2) расчет фондов машиноресурсов наличного парка по типоразмерным группам машин на каждый год планового периода. Исходные материалы: информационные блоки 2 и 5;

3) определение потребности в новых машинах по годам планового периода. Исходные материалы: результаты расчетов 1 и 2; информационные блоки 2, 3. В итоге расчетов – корректировка информационного блока 5;

4) оптимальное распределение фондов машиноресурсов предприятия по подразделениям. Исходные материалы: результаты расчета 3; откорректированный блок 5 и блоки 3 и 4;

5) оптимальное распределение машиноресурсов по объектам производственной программы. Расчет выполняется по программам решения распределительной задачи математического программирования. Исходные материалы: результаты расчета 3, откорректированный массив 5 и массивы 3 и 4.

Описанный метод распределения ресурсов транспортных и технологических машин позволяет, *во-первых*, определить объем и структуру машиноресурсов, задействованных предприятием, размещение их на производственных участках. Модель допускает варианты расчетов и маневр организационными решениями: по объемам ра-

бот по транспортно-логистическому обслуживанию и по ремонту и содержанию инфраструктуры, ее развитию, подготовке производства.

*Во-вторых*, модель допускает вариантыные расчеты и маневр техническими ресурсами по привлечению дополнительных ресурсов подразделений для обеспечения наиболее рациональной производственной программы без привлечения посторонних организаций.

*В-третьих*, модель допускает экономическую оценку вариантов и темпов технического переоснащения за счет приобретения новой техники и списания или продажи морально изношенных основных фондов. При этом новая техника позволит повысить конкурентоспособность предприятия, но ее приобретение потребует обоснования экономической эффективности и окупаемости инвестиций.

Комплексный экономический критерий решения данной задачи состоит в минимизации интегральных затрат на заданный объем работы системы промышленного транспорта, либо в максимизации объема услуг и дохода системы при заданном ресурсном ограничении.