УДК 656.2.078

*М. В. КОЛЕСНИКОВ, С. А. КОЛОШИН, Н. О. ЧИСЛОВ*
*Ростовский государственный университет путей сообщения, г. Ростов-на-Дону*
kmv-d@list.ru, ser-koloshin@yandex.ru, kolya-chislov@mail.ru

# ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СТРУКТУРЫ УПРАВЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМИ ПРОМЫШЛЕННО-ТРАНСПОРТНЫМИ СИСТЕМАМИ

Исследуются вопросы формирования структур управления транспортным производством в железнодорожных промышленных организационно-технических системах на примере взаимодействия предприятий промышленного железнодорожного транспорта и станций примыкания общей сети. Рассмотрены подходы к оценке степени эффективности структур на принципах техноценоза, теории систем и теории возможностей в выборе рациональных сценариев управления транспортным производством.

В современных условиях эксплуатации железнодорожный транспорт РФ сталкивается со значительными технологическими и конкурентными вызовами, ответ на которые возможен не только в направлении инновационного развития, но и совершенствования организационно-технических структур управления (ОТСУ), особенно на стыке взаимодействия железнодорожного транспорта общего и необщего пользования – предприятий промышленного железнодорожного транспорта (ППЖТ).

Известно, что в системе «железнодорожная станция общего пользования – предприятие промышленного железнодорожного транспорта» («ЖСОП – ППЖТ») ППЖТ обеспечивают доставку сырья, топлива, полуфабрикатов и других грузов, а также их перемещение в процессе производства, вывоз готовой продукции и отходов производства предприятий. Для выполнения этих функций ППЖТ располагает сетью железнодорожных путей, грузовым хозяйством, подвижным составом, ремонтной базой локомотивов и вагонов и др. На станциях общей сети, к которым примыкают пути необщего пользования ППЖТ, выполняется прием поездов и передач, подборка вагонов, обслуживание грузовых фронтов и маневровых районов предприятий, подготовка подвижного состава к грузовым операциям, отправление на общую сеть железных дорог, приемо-сдаточные, технические, коммерческие операции, техническое обслуживание и ремонт локомотивов, вагонов и другие операции.

Обеспечивая перемещение предметов и средств труда, ППЖТ создают условия непрерывного функционирования производства [1, 2].

Вопросам управления сложными железнодорожными транспортными системами посвящены научные исследования В. И. Арсенова, В. В. Багиновой, А. С. Балалаева, О. В. Белого, М. М. Болотина, В. И. Галахова, А. В. Горского, А. Н. Гуды, Ю. И. Ефименко, В. Н. Зубкова, А. Я. Калиниченко, П. А. Козлова, П. В. Куренкова, В. И. Колесникова, А. В. Кутыркина, Б. А. Левина, Н. Н. Лябаха, Л. А. Мазо, О. Б. Маликова, Э. А. Мамаева, Д. А. Мачерета, Л. Б. Миротина, А. С. Мишарина, А. Т. Осьминина, Н. В. Правдина, В. А. Персианова, М. Б. Петрова, Ф. С. Пехтерева, С. М. Резера, В. М. Сая и др.

В работе [3] отмечается, что выбор эффективных ОТСУ в системе «ЖСОП – ППЖТ» связан с необходимостью соблюдения как интеграционных принципов, так и унификации основных стыковочных узлов ОТСУ по внешним и внутренним параметрам. Приняты следующие критерии оценки ОТСУ [4]: степень использования технико-технологических и инфраструктурных ресурсов; уровень транспортно-технического развития; реакция на изменения транспортного производства; способность обеспечения роста показателей транспортного производства и инновационного развития; способность изменять транспортные и информационные потоки в системе в случае непредвиденных ситуаций в работе; способность системы к взаимодействию с партнерами и конкурентами в условиях транспортного рынка; степень сочетаемости видов инфраструктур и транспортно-технологических процессов; техническая готовность (скорость) транспортного производства к обслуживанию перевозок; ресурсная достаточность по видам деятельности и организационным структурам; степень удовлетворения потребителей результатами транспортного производства; размер прибыли и затраты на осуществление транспортной работы.

На полигоне Северо-Кавказской железной дороги (СКЖД) – филиале ОАО «РЖД» работают крупные предприятия ППЖТ, к которым относятся ООО «НППЖТ», ОАО «КППЖТ», ОАО «МИР СКППЖТ», ООО «КЖД» и др.

В статье рассмотрены принципы оценки эффективности ОТСУ в системе «ЖСОП – ППЖТ» на основе ценологической теории анализа транспортных сценариев в условиях неопределенности параметров управления и динамики технологических процессов.

Одним из важнейших параметров ОТСУ является степень устойчивости и прочности связей элементов структуры управления. Эффективность транспортного производства может определяться как величина прибыли [6]. На практике понятие эффективности ОТСУ может оцениваться по ключевым количественным и качественным показателям системы «ЖСОП – ППЖТ»: погрузка, выгрузка, вагонооборот, простой местного вагона на ответственности предприятия, производительности локомотива и др.

Для оценки эффективности работы системы «ЖСОП – ППЖТ» приняты показатели: 1 – протяженность железнодорожных путей ППЖТ, $l$, м; 2 – количество собственных маневровых локомотивов, $n_{лок}$, ед.; 3 – количество обслуживаемых предприятий, $N_{пред}$, ед.; 4 – продолжительность простоя местного вагона на ответственности ППЖТ, $t_{мест}$, ч; 5 – объем погрузки, $Q_{погр}$, т; 6 – объем выгрузки, $Q_{выгр}$, т.

Тогда общую эффективность основных показателей ППЖТ можно оценить модифицированной интегральной функцией вида

$$W_{ППЖТ} = \alpha_1 R_{1i}^* + \alpha_2 R_{2i}^* + \alpha_3 R_{3i}^* + \alpha_4 R_{4i}^* + \alpha_5 R_{5i}^* + \alpha_6 R_{6i}^* \quad (1)$$

при условиях

$$\sum_{i=1}^{N} \alpha_i = 1; \; R_i^* = \frac{R_i^{пр}}{R_i^{сущ}},$$

где $i$ – номер варианта показателя работы; $i$ = 1, 2, …, $N$ – количество параметров; $\alpha_i$ – коэффициент относительной важности $i$-го параметра; $R_i^{пр}$, $R_i^{сущ}$ – значения безразмерных $i$ параметров – показателей для проектного и существующего (начального) вариантов работы ППЖТ.

Показатели работы ППЖТ отличаются разнородностью, но следует отметить, что по крупным предприятиям в целом намечается рост объемов перевозки на 5−7 %. В качестве примера на рисунке 1 представлена помесячная динамика перевозок грузов предприятия ОАО «КППЖТ», тыс. т [1, 2].




Рисунок 1 − Пример показателей работы ППЖТ

Рассмотрена оценка уровней транспортного производства некоторых ППЖТ на полигоне СКЖД (таблица 1).

*Таблица 1* – **Ведомость показателей ППЖТ**

| Предприятие | $Q_{погр}$, ваг. | $Q_{выгр}$, ваг. | $t_{мест}$, ч | $n_{лок}$, ед. | $N_{пред}$, ед. | $l$, км |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ООО «НППЖТ» (район) | 320 / 1,0 | 3400 / 1,0 | 1320 / 1,0 | 1 / 1,0 | 4 / 0,01 | 0,82 / 0,01 |
| ОАО «КППЖТ» (район) | 98 / 0,25 | 205 / 0,07 | 610 / 0,41 | 1 / 1,0 | 5 / 1,0 | 10,1 / 1,0 |
| ОАО«СКППЖТ» (район) | 30 / 0,01 | 4 / 0,01 | 130 / 0,01 | 1 / 1,0 | 4 / 0,01 | 8,2 / 0,8 |

Пример схемы организационно-технической структуры управления ППЖТ представлен на рисунке 2.

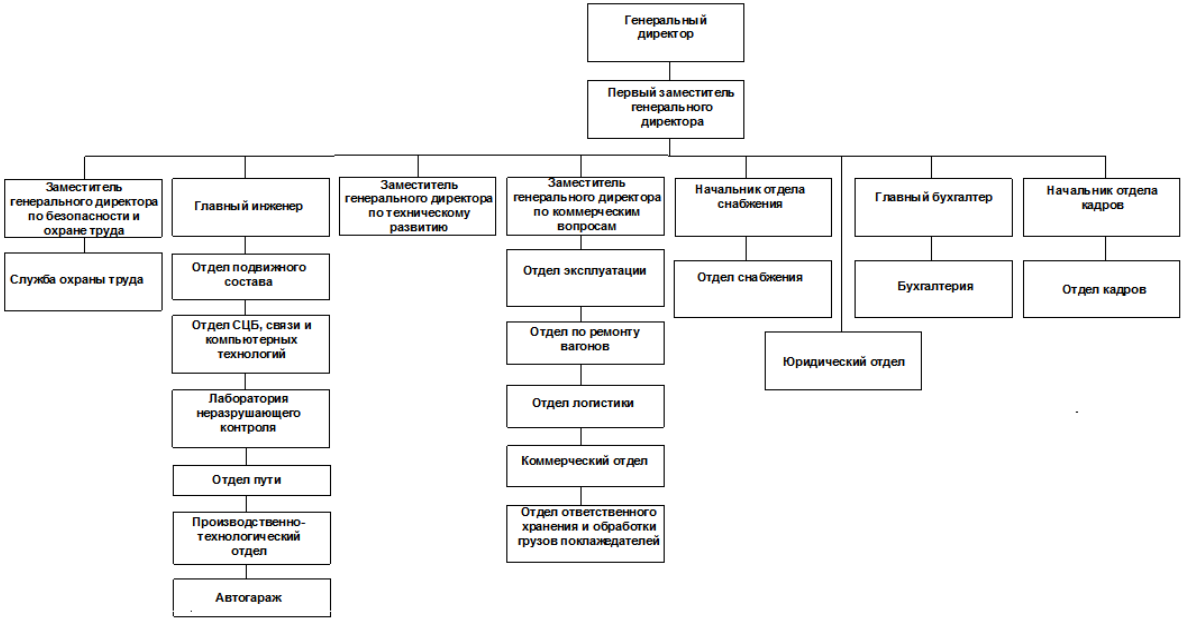



Рисунок 2 – Пример организационно-технической структуры управления ППЖТ

Так как участвующие в анализе показатели имеют разные единицы измерения, то они приводятся к безразмерному виду согласно вариативному показателю

$$k(\theta) = 0{,}01 + 0{,}99\,\frac{\theta_i - \theta_{min}}{\theta_{max} - \theta_{min}},$$

где 0,01 – нижний предел вариативного показателя; 0,99 – размах вариации; $\theta_i$ – значение $i$-го показателя; $\theta_{max}$, $\theta_{min}$ – минимальное и максимальное значения. В числителе ячейки таблицы указаны значения показателей, в знаменателе – их вариативные показатели.

Тогда

$W_{НПЖТ}$ = 0,2·1,0 + 0,2·1,0 – 0,3·1,0 + 0,1·1,0 + 0,1·0,01 + 0,1·0,01 = 0,202;

$W_{КППЖТ}$ = 0,2·0,25 + 0,2·0,07 – 0,3·0,41 + 0,1·1,0 + 0,1·1,0 + 0,1·1,0 = 0,241;

$W_{СКПЖТ}$ = 0,2·0,01 + 0,2·0,01 – 0,3·0,01 + 0,1·1,0 + 0,1·1,0 + 0,1·0,8 = 0,281.

При эксплуатации данной системы возникает ряд проблем, связанных с выявлением организационной культуры и стиля управления, адекватных внешним и внутренним условиям, определением совокупности характеристик необходимых для эффективного выполнения служебных обязанностей, идентификацией соответствия работников видам управленческой деятельности, согласованием требований технологий управления и кадрового потенциала.

Методологический аппарат, который может быть использован при оценке ОТСУ классифицируется: 1 – по степени формализации и использования экспертных знаний (когнитивный метод, морфологическая модель, ценологическая модель, модели стратегического прогнозирования и др.); 2 – по уровню управления транспортным производством (модели идентификации объектов управления, теории массового обслуживания, ресурсные модели, кластерный анализ, ценологический анализ и др.).

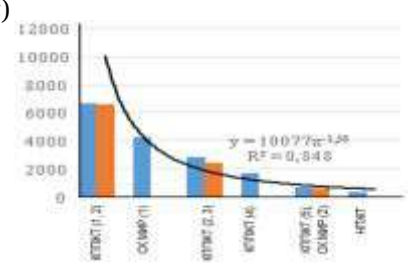
Существенный вклад в решение проблемы выбора эффективных ОТСУ вносит ценологическое исследование [4, 6] в виде техноценоза, при котором устойчивость ОТСУ определяется как при внешних возмущениях системы (железнодорожная транспортная система должна быть способной «сохранить» себя), так и при внутренних (каждому элементу подсистемы должно выделяться «комфортное» место). Ценоз железнодорожной транспортной системы образуется множеством взаимодействующих, но слабо связанных объектов разного масштаба и сфер деятельности. Такими объектами в транспортной компании являются предприятия, организующие перевозочный процесс, эксплуатацию и ремонт инфраструктурных объектов, предприятия обеспечения подвижных средств (ремонт и текущее обслуживание) систем управления и др. Следует учитывать, что крупные системы «ЖСОП – ППЖТ», в составе которых сортировочные, участковые станции общей сети, промышленные узлы и районы добывающих предприятий, работают эффективнее

за счет своего масштаба и мощностей, но при этом они более инерционны и слабо приспосабливаются к внешним изменениям. Малые предприятия более гибки, но значительно подвержены рыночным рискам. Также следует отметить, что в системе техноценоза «ЖСОП – ППЖТ» станции ОАО «РЖД» представляют интересы государства, а ППЖТ – в большей части собственников и владельцев предприятий.

Известно, что структуру ценозов принято описывать видовым распределением (зависимостью количества видов систем «ЖСОП – ППЖТ» по отраслям от количества ППЖТ в виде), ранговым параметрическим распределением (ранжирование по принятым признакам) и ранговым распределением по параметрам транспортной работы [6]. Для моделирования распределений применяется гипербола вида $N(r)=A/r^G$, где $N(r)$ – количество ППЖТ в системе с рангом организационной структуры $r$, шт.; $A$, $G$ – постоянные распределения [7].

На рисунке 3, *а* представлено ранговое параметрическое распределение по величине годового вагонооборота ППЖТ, где первый ранг присваивается ППЖТ, имеющим наибольшее значение параметра, второй – ППЖТ, имеющим наиболее значение параметра среди оставшихся и т. д. На рисунке 3, *б* отражено видовое распределение, где по оси абсцисс откладывается ранг ППЖТ по размерам вагонооборота в техноценозе (1, 2, 3 и т. д.), по оси ординат – количество ППЖТ, представленных в анализируемом техноценозе данной численностью. Согласно [4, 6, 7] система «ЖСОП – ППЖТ» в своей работе стремится использовать весь объем ресурсов, но при достижении ограничений имеет место конкурентная борьба, при которой количество видов ППЖТ изменяется медленнее, чем количество самих предприятий для техноценоза.

*а*)




*б*)

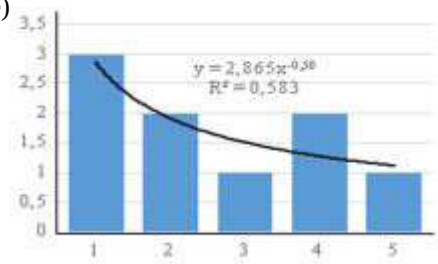



Рисунок 3 − Распределение годового вагонооборота ППЖТ:
*а* − ранговое параметрическое; *б* − видовое

Во всех случаях ОТСУ «ЖСОП – ППЖТ» как социотехническая система должна отвечать следующим признакам: ориентация на клиента; использование новых знаний на уровнях управления; стимулирование качества транспортного производства; процессный подход; системный подход; непрерывное совершенствование; сбалансированная система показателей. Для оценки может

использоваться коэффициент эффективности ОТСУ в системе «ЖСОП – ППЖТ» ($k_{\text{ОТСУ}}$) [6].

$$k_{\text{ОТСУ}} = \frac{D_{\text{прогн}}}{D_{\text{прогн}} + \frac{1}{j}\sum_{i=1}^{j}\left(\sum_{j=1}^{s}(D^{j}_{\text{деп}})_i\right) + \frac{1}{j}\sum_{i=1}^{j}\left(\sum_{j=s+1}^{n-m+1}\left|R^{j}_{\text{уб}})_i\right|\right)},$$

где $D_{\text{прогн}}$ – прогнозируемый доход ОТСУ; $(R^{j}_{\text{уб}})_i$ – убытки транспортной структуры в $i$-й отрезок времени в результате варианта взаимодействия с другой ОТСУ.

Нормативное число уровней управления в системе «ЖСОП – ППЖТ» может рассчитываться с учетом количества элементов информационных потоков, перерабатываемых на каждом уровне на основе оценки регулярности прибытия каждой струи вагонопотока на станцию и ППЖТ.

Значение коэффициента числа уровней оперативного управления рассчитывается по формуле

$$k_{\text{у}} = e^{N_{\text{ну}} - N_{\text{фу}}},$$

где $N_{\text{ну}}$ – нормативное количество уровней управления; $N_{\text{фу}}$ – фактическое количество уровней управления.

Нормативное количество уровней управления $N_{\text{ну}}$ определяется по формуле

$$N_{\text{н}} = \frac{\lg\left(\frac{S_{\text{инф}}}{S_{\text{ср}}}\right)}{\lg k_{\text{сж}}},$$

где $S_{\text{инф}}$ – суммарное количество информационных потоков, перерабатываемых ОТСУ; $S_{\text{ср}}$ – среднее количество элементов в информационном потоке, поступающих на каждый уровень ОТСУ.

Коэффициент сжатия информации рассчитывается по формуле

$$k_{\text{сж}} = (s_2 + s_4) / (s_1 + s_3),$$

где $s_2$, $s_4$ – количество элементов информационного потока, передаваемых соответственно на выше- и нижестоящие уровни ОТСУ; $s_1$, $s_3$ – количество элементов информационного потока, поступающих на определенный уровень ОТСУ соответственно от выше- и нижестоящих уровней.

В настоящее время расширяется роль ОТСУ за счет так называемых «виртуальных ОТСУ» [5], в которых на первое место выходят информационные технологии и искусственный интеллект. При этом движение информации осуществляется от нижних уровней управления на верхние уровни, превращение высшего руководства из органа, издающего приказы, в орган, способствующий принятию решений.

Таким образом, перспективная научная поддержка выбора эффективных вариантов взаимодействия логистических структур железнодорожного холдинга

и участников транспортировки грузов связана с интеллектуализацией и цифровизацией. Для этого транспортно-технологические процессы железнодорожной системы реализуются посредством создания различных транспортно-логистических цепочек, отражающих зависимости критериев функционирования логистических структур. Для областей мультиагентного клиентского сервиса ставятся задачи по интеллектуализации принципов идентификации транспортно-логистических процессов с прогнозом развития и логики управления на основе принципов декомпозиции, статистического анализа, формирования аналитических моделей, применения теории активных систем, теории нечетких множеств, обеспечивающих оптимальные параметры функционирования логистических структур железнодорожных транспортных систем и согласованность их интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Северо-Кавказская железная дорога. – URL: http://skzdservice.ru/page/4 (дата обращения: 22.09.2025).

2 Статистика. Министерство транспорта Российской Федерации. – URL: https://mintrans.gov.ru/ministry/results/180/documents (дата обращения: 22.09.2025).

3 *Мулен, Э.* Кооперативное принятие решений: Аксиомы и модели : пер. с англ. / Э. Мулен. – М. : Мир, 1991. – 464 с.

4 *Колесников, М. В.* Управление железнодорожной транспортной системой: концепции, модели и организационные механизмы : монография / М. В. Колесников, Д. П. Мотренко / под науч. ред. Р. В. Шеховцова и С. М. Резера. – М. [б. и.], 2017. – 272 с.

5 Цифровые технологии в управлении перевозочным процессом : учеб. пособие / А. Т. Осьминин, О. В. Москвичев, Е. Е. Москвичева, А. В. Кабанов. – Самара : СамГУПС, 2023. – 206 с.

6 *Хорьков, С. А.* Ценозы, системы и их модели : монография / С. А. Хорьков, Ф. И. Маврикиди. – Ижевск : Удмуртский университет, 2021. – 92 с.

7 *Гнатюк, В. И.* Лекции о технике, техноценозах и техноэволюции. Цикл лекций / В. И. Гнатюк. – URL: https://gtmarket.ru/library/articles/6421/6424 (дата доступа: 30.09.2025).

*M. V. KOLESNIKOV, S. A. KOLOSHIN, N. O. CHISLOV*

**ORGANIZATIONAL AND TECHNICAL STRUCTURES FOR MANAGING RAILWAY INDUSTRIAL TRANSPORT SYSTEMS**

This article examines the development of transport management structures in railway industrial organizational and technical systems, using the example of interactions between industrial railway transport enterprises and stations adjacent to the general network. Approaches to assessing the effectiveness of these structures, based on the principles of technocoenosis, systems theory, and possibility theory, are considered in selecting rational transport management scenarios.

Получено 16.10.2025