



# Совершенствование бизнес-аналитики в управлении на транспорте



*Пастухов Сергей Сергеевич – Всероссийский научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта (ВНИИЖТ), Москва, Россия\*.*

**Сергей ПАСТУХОВ**

При решении актуальных вопросов совершенствования процессов управления на транспорте важным направлением роста эффективности является развитие бизнес-аналитики, являющейся источником объективной и наглядной информации, необходимой менеджменту для принятия решений.

Одной из актуальных сфер её применения на железнодорожном транспорте является сравнительный анализ вклада локальных и региональных подразделений в совокупную деятельность железнодорожной инфраструктурной или операторской компании.

В случае ОАО «РЖД» чрезвычайно востребованной является оценка эффективности деятельности региональных центров корпоративного управления, в зоне ответственности которых находится координация деятельности в границах железных дорог – филиалов компании.

Целью статьи является изложение новых методических и практических аспектов формирования и развития инструментария бизнес-аналитики процесса построения экономических оценок долевого вклада каждой железной дороги (рассматриваемой как совокупность структурных подразделений в составе регионального центра корпоративного управления) в результаты деятельности ОАО «РЖД».

*Ключевые слова:* транспорт, управление транспортом, железные дороги, экономические модели, ключевые показатели эффективности, факторный анализ, бизнес-аналитика, информационные панели.

При разработке и обосновании предлагаемого методического аппарата использованы: инструментарий системного анализа, приёмы декомпозиции и синтеза, методология экономико-математического моделирования, положения теории информационного дизайна, а также методы факторного анализа.

В итоге, в рамках совершенствования аппарата бизнес-аналитики комплексных экономических процессов применительно к системам управления на транспорте, предложен методический аппарат формирования многоступенчатого факторного анализа (МФА) на основе применения иерархического принципа построения и положений методологии анализа основной причины (RCA, Root Cause Analysis), включающий интегрированные механизмы визуализации результатов аналитической работы за счёт формирования цепочек информационных панелей, объединяемых в древовидные структуры, согласно принципам построения интеллектуальных карт. Данный методический аппарат, апробированный в рассмотренном в статье кейсе, может быть применён и к широкому кругу других аналогичных задач, относящихся к различным видам транспорта, мульти- и интермодальным перевозкам.

\*Информация об авторе:

**Пастухов Сергей Сергеевич** – кандидат экономических наук, ведущий научный сотрудник Научного центра «Экономика комплексных проектов и тарифообразование» АО «Всероссийский научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта» (ВНИИЖТ), Москва, Россия, [pastuhovsergey@bk.ru](mailto:pastuhovsergey@bk.ru).

Статья поступила в редакцию 08.07.2019, принята к публикации 17.10.2019.

**For the English text of the article please see p. 175.**

## ВВЕДЕНИЕ

В эру цифровой экономики развитие информационных систем поддержки принятия решений становится для компаний ключевым аспектом обеспечения высокой рыночной конкурентоспособности [1, с. 1–28].

Одним из важнейших компонентов таких систем является инструментарий бизнес-аналитики [1, с. 210–240; 2, с. 2–67], который служит для менеджмента источником исчерпывающей, объективной и наглядной информации, требуемой для формирования своевременных эффективных управленческих решений.

Изучение накопленного зарубежного опыта и современных тенденций развития теории и практики бизнес-аналитики [1–5] позволяет сделать вывод, что залогом её эффективности является разработка и последующее непрерывное развитие следующих тесно интегрированных механизмов:

- сбор, обработка данных и формирование специализированных показателей, характеризующих деятельность компании, её конкурентов и состояние рынка;

- создание экономико-математических и статистических моделей, а также алгоритмов их использования для анализа и прогнозирования с целью выявления ключевых приоритетов при решении управленческих задач;

- формирование визуального интерфейса для удобного взаимодействия менеджера с исходными данными, применяемыми показателями, настройками моделей, а также механизмами наглядного представления результатов моделирования и анализа в виде, удобном для принятия управленческих решений с учётом специфики изучаемого бизнес-процесса.

По мнению зарубежных специалистов, [6, с. 1–6], для транспортных компаний именно активизация развития бизнес-аналитики является наиболее перспективным драйвером рыночного роста в текущих рыночных условиях.

Поэтому чрезвычайно важной и актуальной представляется необходимость дальнейшего совершенствования аппарата бизнес-аналитики в системах управления на транспорте.

*Целью* статьи является изложение новых методических аспектов совершенствования

аналитического инструментария, ориентированного на исследование комплексных экономических процессов в сфере управления железнодорожным транспортом, с рассмотрением практического аспекта применительно к построению бизнес-аналитики процесса формирования экономических оценок комплексных показателей эффективности (далее КПЭ) региональных центров корпоративного управления ОАО «РЖД» (далее – РЦКУ). При этом представляемая *методология* может быть легко адаптирована под специфику решения схожих задач и в других компаниях.

## ВЛИЯНИЕ СПЕЦИФИКИ КПЭ СДВ РЦКУ НА ФОРМИРОВАНИЕ БИЗНЕС-АНАЛИТИКИ

Для обеспечения роста эффективности механизмов управления региональными структурами ОАО «РЖД» на основе территориального принципа (уровень начальников железных дорог) сотрудниками ВНИИЖТ ведётся непрерывная работа по формированию и развитию методологии КПЭ, основанных на экономических оценках сравнительного долевого вклада (далее СДВ) региональных центров корпоративного управления в результаты работы ОАО «РЖД».

Ключевые этапы в развитии методологии КПЭ СДВ РЦКУ, перечень утверждённых ОАО «РЖД» руководящих распоряжений, характеризующих её востребованность, а также текущее состояние аппарата расчётов детально рассмотрены в [7, с. 107–114; 8, с. 182–190].

В соответствии с решаемыми управленческими задачами, действующая система КПЭ СДВ представляет собой сложный, взаимоувязанный комплекс специальных алгоритмов расчёта [8, с. 184–185]:

- переменной части долевого вклада, определяемой на основе ежеквартальной обработки и агрегирования различных стоимостных суммарных сетевых сверхплановых величин в разнообразных аналитических разрезах (грузовые перевозки, пассажирские перевозки, прочие виды деятельности и т.д.) с последующим их распределением на основе специализированных измерителей;

- фиксированной части долевого вклада, формируемой на основе ежегодного



определения стоимостных суммарных сетевых сверхплановых величин по различным составляющим (с последующим их распределением на основе различных измерителей);

- удельной части долевого вклада, определяемой на основе ежеквартального агрегирования и сравнительной оценки показателей производительности и себестоимости;

- суммарного долевого вклада, рассчитываемого ежеквартально (на базе фиксированной, переменной и удельной частей) с использованием взвешивающих коэффициентов для обеспечения сбалансированности системы с точки зрения решения целей и задач управления, а также применением (при необходимости) механизмов коррекции долевых значений по верхнему/нижнему порогу.

Для выработки эффективных управленческих решений инструментарий бизнес-аналитики КПЭ СДВ должен обеспечивать руководству удобный доступ к исчерпывающей информации о ключевых факторах, определивших динамику величин СДВ каждого РЦКУ в результате сложившихся соотношений плановых и фактических величин для текущего и прошлого (базового) расчётных периодов.

Наличие в системе КПЭ СДВ множества различных алгоритмов, каждый из которых подразумевает реализацию многоэтапных расчётов [8, с. 185–190], с последующим агрегированием всех результатов при определении суммарного долевого вклада для каждого РЦКУ, во многом определяет необходимость использования концепции иерархического анализа в рамках методологии RCA [9, с. 35–54], хорошо зарекомендовавшей себя в комплексной аналитике сложных взаимосвязанных моделей зависимостей для целей управления железнодорожным транспортом [10–13].

Одним из важнейших аспектов достижения высокой оперативности и эффективности в принятии управленческих решений является обеспечение в рамках единого информационного окна максимальной доступности и наглядности сведений, требуемых руководству и аналитикам [5, с. 1–6; 14, с. 71–72;], что требует построения комплексных механизмов визуализации процесса и результатов расчёта

оценок влияния факторов на основе использования современных принципов формирования панелей инфографики (детальное изложение которых дано, например, в [11, с. 38–147]).

Объединение и группировку инфопанелей, в свою очередь, целесообразно осуществлять в рамках специализированного интерфейса на базе методологии построения интеллект-карт, как одного из наиболее удобных для аналитического восприятия инструментов структурного анализа применительно к данным большой размерности [16, с. 53–60].

Таким образом, инструментарий бизнес-аналитики, исходя из решаемых задач и специфики построения системы расчётов КПЭ СДВ РЦКУ, формируется на базе использования многоступенчатого факторного анализа (МФА), результаты которого представляются в виде инфопанелей, выстраиваемых на основе древовидного иерархического структурирования и ранжирования факторов по силе влияния на динамику анализируемой величины (рис. 1) от уровня итоговых агрегированных величин через все промежуточные этапы расчётов (принцип RCA «5 почему») до уровня неделимых показателей (например, цифр официальной отчётности), для которых дальнейшее деление на составляющие уже нецелесообразно с точки зрения решения задач управления.

## **МЕТОДОЛОГИЯ МФА И МЕХАНИЗМЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ЕГО РЕЗУЛЬТАТОВ НА ПРИМЕРЕ БИЗНЕС-АНАЛИТИКИ ПРОЦЕССА ОЦЕНКИ РАБОТЫ РЕГИОНА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ НА БАЗЕ КПЭ СДВ**

Предлагаемая методология МФА подразумевает формирование «ядра» аналитических алгоритмов с последующим поэтапным выстраиванием на его основе иерархических цепочек из специализированных типов инфопанелей для наглядного и удобного представления необходимых сведений:

- о величине и динамике ключевых величин, а также результатах оценки (алгоритмами «базового ядра») сравнительной силы влияния изучаемых факторов в рамках исследуемой модели;

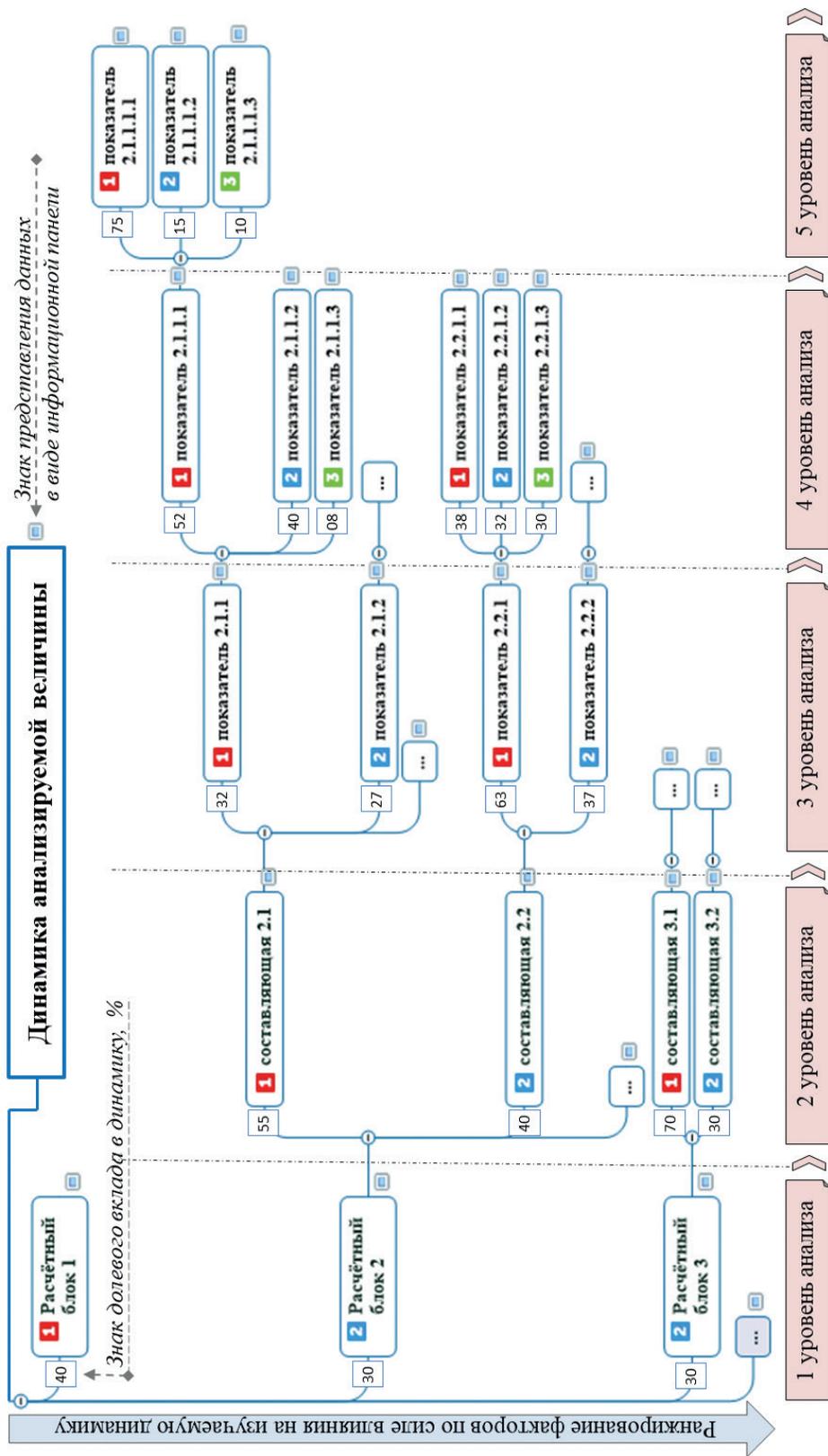


Рис. 1. Схема многоступенчатого факторного анализа с использованием инфопанелей в рамках иерархического древовидного структурирования и ранжирования факторов по силе влияния.



Изменение в 1кв17 по сравнению с 4кв16 (1кв17–4кв16)	Сверхплановые доходы от грузовых перевозок			Сверхплановая прибыль от прочих ВД			Всего				
	фиксир. часть	перем. часть	сумма	фиксир. часть	перем. часть	сумма	фиксир. часть	уд. часть	перем. часть	контр. по ниж. порогу	сумма
1 ОКТ	0,06%	-0,46%	-0,40%	0,34%	0,15%	0,48%	-0,99%	0,00%	-0,76%	0,03%	-1,72%
2 КЛГ	0,01%	0,09%	0,10%	0,03%	0,10%	0,13%	0,03%	0,00%	0,19%	-0,22%	0,00%
3 МСК	0,15%	-0,65%	-0,50%	0,88%	-0,61%	0,27%	-0,07%	0,00%	-1,14%	0,03%	-1,18%
15 ЗАБ	0,23%	0,33%	0,57%	0,09%	0,08%	0,18%	0,18%	0,08%	0,44%	0,02%	0,71%
16 ДВС	0,14%	0,00%	0,14%	0,25%	0,15%	0,39%	0,23%	0,03%	0,16%	0,01%	0,43%
<b>Итого</b>	<b>2,50%</b>	<b>-0,50%</b>	<b>2,00%</b>	<b>3,84%</b>	<b>0,39%</b>	<b>4,23%</b>	<b>0,00%</b>	<b>0,00%</b>	<b>0,00%</b>	<b>0,00%</b>	<b>0,00%</b>
∑Δ%/дорога	0,16%	0,27%	0,33%	0,25%	0,11%	0,27%	0,24%	0,08%	0,39%	0,03%	0,53%

Рис. 2. Фрагмент основной инфопанели 1 степени МФА для оценки динамики СДВ в разрезе всех составляющих (представлены условные цифры).

• о вспомогательных аналитических метриках детализации различных аспектов факторного влияния, включая отражение значений и динамики для исходных неделимых (для конкретного уровня анализа) величин.

«Ядро» аналитических алгоритмов, учитывая специфику построения системы расчётов КПЭ СДВ РЦКУ, базируется на комбинировании трёх методов факторного анализа: долевого участия; цепных подстановок; усреднения влияния по полному перебору перестановок параметров в модели (называемого также методом взвешенных конечных разностей [17, с. 38]).

Более детально предлагаемые подходы к формированию «ядра» МФА и его визуализации будут рассмотрены непосредственно на примере построения базовой цепочки ключевых типов опорных инфопанелей, используемых в бизнес-аналитике процесса ежеквартальной комплексной оценки динамики эффективности работы региона железных дорог. Стоит отметить, что, исходя из решаемых задач, и наблюдаемых результатов, количество, вид и последовательность инфопанелей в аналитической цепочке могут существенно варьироваться,

и в рамках статьи не ставится задача представить их полный перечень, который в настоящее время по всем уровням иерархии включает в себя 26 различных типов.

Одна из важных задач, решаемых в рамках бизнес-аналитики КПЭ методом МФА, заключается в выявлении ключевых факторов, определяющих (в общей модели расчётов) изменения агрегированного показателя СДВ (используемого, в том числе, и в распределении мотивационного фонда начальника железной дороги [8, с. 182]), для целей выработки управленческих решений, направленных на ликвидацию «узких мест», не позволивших (в наблюдаемом периоде) добиться необходимой руководству динамики СДВ.

Учитывая комплексный характер расчётов с наличием множества различных взаимосвязанных алгоритмов, цепочка поиска ключевых факторов, как правило, начинается (первая степень детализации МФА) с изучения данных основной инфопанели динамики изменения СДВ в разрезе всех составляющих (рис. 2). Важно отметить, что формат статьи не позволяет в полной мере отразить все реализуемые в инфопанелях решения по интерактивности. Так, для ин-

Изменение в фикс. части	Фикс. часть вклада в сверхплановые доходы от грузовых перевозок			Фикс. часть вклада в сверхплановую прибыль от прочих ВД			Фикс. часть вклада в экономию затрат, за искл. амортизации			Итоговая величина фикс. части		
	12м15	12м16	+/-	12м15	12м16	+/-	12м16	12м17	+/-	12м15	12м16	+/-
1 ОКТ	3,92%	3,98%	0,06%	1,17%	1,51%	0,34%	0,00%	0,00%	0,00%	8,11%	7,13%	-0,99%
16 ДВС	4,40%	4,54%	0,14%	0,97%	1,22%	0,25%	0,00%	0,00%	0,00%	5,67%	5,91%	0,23%
<b>Итого</b>	<b>52,82%</b>	<b>55,32%</b>	<b>2,50%</b>	<b>13,82%</b>	<b>17,66%</b>	<b>3,84%</b>	<b>0,00%</b>	<b>0,00%</b>	<b>0,00%</b>	<b>80,00%</b>	<b>80,00%</b>	<b>0,00%</b>
∑Δ%/дорога		0,16%		–	–	0,25%	–	–	0,00%	–	–	0,24%

Рис. 3. Фрагмент одной из вспомогательных инфопанелей первой степени МФА (представлены условные цифры).

Дорога	Изменение переменной части вклада в индекс (1кв17–4кв16)	в том числе из-за изменений:				Размер сверхпланового условного дохода по дороге, млн руб.		
		Размера сверхпланового условного дохода по дороге ( $\Delta A$ )	Размера сверхпланового условного дохода по сети ( $\Sigma \Delta A$ )	Суммы сверхплановых доходов от грузовых перевозок ( $S_{гр}$ )	Суммарного индекса вклада ( $I$ )	4кв16	1кв17	1кв17 / 4кв16
ОКТ	-0,46%	-0,582%	0,140%	-0,170%	0,149%	698,8	154,1	0,22
КЛГ	0,09%	0,034%	0,066%	-0,080%	0,070%	40,7	72,2	1,78
МСК	-0,65%	-0,650%	0,000%	0,000%	0,000%	608,3	0,0	0,00
ГОР	0,45%	0,263%	0,223%	-0,272%	0,238%	0,0	245,5	—
<b>СЕТЬ</b>	<b>-0,50%</b>	<b>-3,32%</b>	<b>3,32%</b>	<b>-4,04%</b>	<b>3,53%</b>	<b>6756,34</b>	<b>3651,21</b>	<b>0,54</b>
Значение суммарного индекса вклада ( $I$ ), млн руб.:						11191,87	5307,72	0,47
Размер сверхплановой величины в суммарном индексе ( $0,1 \cdot 0,7 \cdot S_{гр}$ ), млн руб.:						808,57	356,69	0,44

Рис. 4. Фрагмент основной инфопанели второй ступени МФА по переменной части вклада от грузовых перевозок (представлены условные цифры).

фоанели (рис. 2) предусматривается, что при наведении курсора мышки на ячейку инфопанели во всплывающем окне демонстрируются исходные величины изучаемых кварталов, а при правом щелчке мышью по ячейке, даётся возможность добавления текстовой заметки либо выбора другого типа инфопанели, включающей в себя значения данной ячейки (например, инфопанели, представленной на рис. 3).

Представленные в инфопанелях значения наблюдаемой динамики на уровне отдельных РЦКУ и в целом по сети (в разрезе всех составляющих суммарного индекса) определяются на основе использования факторного анализа методом долевого участия [17, с. 39], согласно формуле:

$$\Delta_{\chi_i} = \alpha_{\chi_i} - \alpha_{\chi_i}^{base}, \quad (1)$$

где  $\alpha_{\chi_i}$ ,  $\alpha_{\chi_i}^{base}$  – текущее (изучаемое) и базовое (выбранное как основа для сравнения) значения долевого вклада (в процентах) по  $i$ -му РЦКУ, полученные на основе применения  $\chi$ -го вида алгоритма расчёта (детально описаны в [8, с. 185–190]), определяемого типом расчётной части (фиксированная, переменная, удельная, корректирующая) и видом деятельности (грузовые перевозки, пассажирские перевозки, прочие виды деятельности).

Анализ в разрезе каждой из первых 16 строк инфопанели (рис. 2), с использованием приёма визуализации «тепловая карта» позволяет наглядно увидеть, из чего сложилось наблюдаемое на конкретной дороге изменение суммарного долевого индекса, а также понять, какой тип расчёт-

ной части и вид деятельности оказали наибольшее влияние.

Строка итогов, в свою очередь, отражает перераспределение совокупного влияния в рамках суммарного вклада конкретных видов деятельности и в разрезе применяемых типов расчёта.

Кроме того, в рамках инфопанели динамики изменения СДВ для сравнения силы влияния  $\chi$ -х видов алгоритмами расчётов на наблюдаемый уровень изменчивости долевого вклада дорог, применяется аналитическая метрика «Средняя величина наблюдаемых изменений в расчёте на одну дорогу» (последняя строка инфопанели), определяемая по формуле:

$$v_{\chi} = \frac{\sum_{i=1}^{16} |\Delta_{\chi_i}|}{16}, \quad (2)$$

где  $\Delta_{\chi_i}$  – значения наблюдаемой динамики по  $i$ -му РЦКУ, полученные на основе применения  $\chi$ -го вида алгоритма расчёта.

Следует отметить, что в итоговой стадии долевого расчётов [7, с. 107–114; 8, с. 185–190] по каждому из изучаемых видов деятельности используется универсальная модель из четырёх элементов:

- выбранный интегральный «измеритель распределения» для железных дорог (оказывающий непосредственное влияние на формирование сверхплановых финансовых величин и в наибольшей степени подходящий для целей сравнения деятельности в рамках решения конкретных управленческих задач);

- сумма интегрального «измерителя распределения» по всем железным дорогам;



- сверхплановая финансовая величина для распределения, полученная всеми железными дорогами;

- суммарный индекс долевого вклада, агрегирующий все сформированные сверхплановые финансовые величины.

Поэтому на второй ступени детализации МФА по выделенным видам деятельности (оказавшим наиболее сильное влияние на динамику суммарного долевого вклада) проводится поиск ключевых факторов влияния на основе применения метода цепных подстановок (общий механизм которого изложен в [17, с. 33–34]; а различные аспекты использования для решения практических задач железнодорожного транспорта – в [13, с. 51–59; 18, с. 41–178; 19, с. 254–262]).

Для фиксированной и переменной расчётных частей по каждому из видов деятельности сопоставимое доленое влияние исследуемых факторов определяется решением системы уравнений:

$$\begin{aligned}
 S_{a_j}^{\psi_z} &= 100 \% \left( \Delta \Phi_{a_j}^{\psi_z} / \sum_{z=1}^4 \Delta \Phi_{a_j}^{\psi_z} \right); \\
 \Delta v_{a_j} &= \sum_{z=1}^4 \Delta \Phi_{a_j}^{\psi_z} = \\
 &= k_{ja} y_{ja} \left( \left( u_{oia} / \sum_{i=1}^{16} u_{oia} \right) (S_{oja} / v_{oa}) - \right. \\
 &\quad \left. - \left( u_{hia} / \sum_{i=1}^{16} u_{hia} \right) (S_{hja} / v_{ha}) \right); \\
 \Delta \Phi_{a_j}^{\psi_1} &= k_{ja} y_{ja} \left( (u_{hia} - u_{oia}) / \sum_{i=1}^{16} u_{hia} \right) (S_{hja} / v_{ha}); \\
 \Delta \Phi_{a_j}^{\psi_2} &= k_{ja} y_{ja} u_{oia} \left( 1 / \sum_{i=1}^{16} u_{oia} - 1 / \sum_{i=1}^{16} u_{hia} \right) (S_{hja} / v_{ha}); \\
 \Delta \Phi_{a_j}^{\psi_3} &= k_{ja} y_{ja} \left( u_{oia} / \sum_{i=1}^{16} u_{oia} \right) ((S_{oja} - S_{hja}) / v_{ha}); \\
 \Delta \Phi_{a_j}^{\psi_4} &= k_{ja} y_{ja} \left( u_{oia} / \sum_{i=1}^{16} u_{oia} \right) S_{oja} (1 / v_{oa} - 1 / v_{ha}),
 \end{aligned} \quad (3)$$

где  $a$  – тип части долевого вклада (фиксированная либо переменная);

$y_{ja}$  – коэффициент взвешивания, обеспечивающий сбалансированность влияния анализируемой  $a$ -ой части долевого вклада дороги в суммарном индексе с точки зрения выполнения задач мотивации [8, с. 188];

$k_{ja}$  – взвешивающий коэффициент для  $j$ -ого вида деятельности при расчёте суммарного индекса в рамках  $a$ -ой части долевого вклада;

$\Delta v_{a_j}$  – наблюдаемое изменения в суммарном индексе долевого вклада в рамках его  $a$ -ой части по  $j$ -ому виду деятельности на  $i$ -ой дороге;

$\Delta \Phi_{a_j}^{\psi}$  – влияние фактора  $\psi$  на изменение  $\Delta v_{a_j}$  при сравнении начальных ( $h$ ) и окончательных ( $o$ ) условий расчёта;

$\psi_1$  – фактор динамики применяемого измерителя распределения ( $u$ ) на  $i$ -ой дороге;

$\psi_2$  – фактор динамики суммарной для всех дорог величины измерителя распределения;

$\psi_3$  – фактор динамики распределяемой сверхплановой финансовой величины ( $S$ );

$\psi_4$  – фактор динамики суммарного индекса долевого вклада ( $v$ );

$S_{a_j}^{\psi_z}$  – величина, отражающая долю влияния  $z$ -го фактора  $\psi$  на изменчивость  $\Delta v_{a_j}$ .

Применение метода цепных подстановок на данном этапе факторного анализа обосновано тем, что использование динамики суммарного индекса долевого вклада в качестве последнего изучаемого фактора позволяет отразить в нём (через неразложимый остаток) влияние взаимодействия остальных факторов, что полностью соответствует методической сути суммарного индекса вклада дорог, являющегося интегральным показателем для оценки сравнительной результативности деятельности [7, с. 106–108; 8, с. 184–186].

Тип инфопанелей, используемый для визуализации результатов второй ступени МФА в разрезе фиксированной и переменной частей расчёта по видам деятельности, представлен на рис. 4.

Для каждой из дорог в столбцах 2–6 инфопанели по каждой из первых 16 строк представлены (с использованием приёма инфографики «тепловая карта») оценки влияния каждого из четырёх факторов элементов на динамику долевого вклада.

В столбцах 7–9 представлены используемые в анализе абсолютные величины измерителей для изучаемых временных разрезов (с визуализацией на основе «гистограмм»), а также вспомогательная аналитическая метрика, характеризующая темп их изменения.

Сравнение (в разрезе каждой из строк) величин, представленных во втором и третьем столбцах (с привлечением, при необходимости, данных последних

Вклад в суммарный индекс по сети от:	Величина, млн руб.		1кв17/4кв16	Доля в суммарном индексе вклада (И), %		Изменение структуры вклада (1кв17-4кв16), %	Доля 1кв17 в суммарном индексе вклада 4кв16, %	Вклад в наблюдаемое изменение суммарного индекса, %
	4кв16	1кв17		4кв16	1кв17			
Суммы сверхплановых доходов от грузовых перевозок (Стр*0,7)	8085,7	3566,9	0,4	72,2%	67,2%	-5,0%	31,9%	-40,4%
Суммы сверхплановых доходов в части пасе. перевозок (Spacc*0,7)	692,2	389,8	0,6	6,2%	7,3%	1,2%	3,5%	-2,7%
Суммы сверхплановой прибыли (Спвд)	2414,0	1351,0	0,6	21,6%	25,5%	3,9%	12,1%	-9,5%
Суммарный индекс (И)	11191,9	5307,7	0,5	100,0%	100,0%	-	47,4%	-52,6%

Рис. 5. Пример основной инфопанели третьей ступени МФА для аналитики суммарного индекса вклада в его переменной части (представлены условные цифры).

Дорога	4кв16				1кв17				Вклад в изме- сверхпл. вел. по сравнению с 4кв17	1кв17-4кв16		1кв17/4кв16	
	План, млн руб.	Факт, млн руб.	Сверхпл. вел., млн руб.	Сверхпл. вел., %	План, млн руб.	Факт, млн руб.	Сверхпл. вел., млн руб.	Сверхпл. вел., %		Сверхпл. вел., %	План	Факт	Сверхпл. вел., млн руб.
ОКТ	28968,630	29911,268	942,638	8,16%	31302,484	31444,241	141,757	2,78%	-6,93%	-5,38%	1,08	1,05	0,15
КРС	18448,607	18908,997	460,390	3,99%	18679,695	19245,602	565,907	11,11%	0,91%	7,12%	1,01	1,02	1,23
ВСБ	16671,237	16927,973	256,736	2,22%	16436,707	17003,636	566,929	11,13%	2,69%	8,90%	0,99	1,00	2,21
ЗАБ	3292,149	3511,851	219,702	1,90%	3108,858	3284,797	175,939	3,45%	-0,38%	1,55%	0,94	0,94	0,80
ДВС	27747,165	28540,188	793,023	6,87%	28947,873	29166,476	218,603	4,29%	-4,97%	-2,58%	1,04	1,02	0,28
Итого	326464,7	338015,73	11551,025	100,00%	339850,161	344945,795	5095,619	100,00%	-55,89%	0,00%	1,04	1,02	0,44

Рис. 6. Фрагмент основной инфопанели третьей ступени МФА для аналитики суммы сверхплановых доходов в переменной части вклада от грузовых перевозок (представлены условные цифры).

Дор.	Выгрузка план, % в плане усл. дох.	Погрузка план, % в плане усл. дох.	Опл. порож. пробег план, % в плане усл. дох.	Грузооб. тарифный план, % в плане усл. дох.	Условный доход план, %	Выгрузка факт, % в плане усл. дох.	Погрузка факт, % в плане усл. дох.	Опл. порож. пробег факт, % в плане усл. дох.	Грузооб. тарифный факт, % в плане усл. дох.	Усл. доход факт, % в плане усл. дох.	Усл. доход (факт-план), %	Сверхпл. величина, %
1кв17												
ОКТ	0,80%	0,37%	1,89%	4,31%	7,37%	0,78%	0,38%	1,93%	4,34%	7,43%	0,06%	4,22%
ДВС	0,52%	0,19%	2,35%	5,23%	8,28%	0,50%	0,19%	2,34%	5,22%	8,24%	-0,04%	0,00%
Сеть	4,44%	4,99%	25,82%	64,76%	100,00%	4,45%	5,01%	26,31%	65,51%	101,28%	1,28%	100,00%
4кв16												
ОКТ	0,73%	0,38%	1,78%	4,12%	7,03%	0,76%	0,39%	1,85%	4,27%	7,28%	0,25%	10,34%
ДВС	0,52%	0,20%	2,33%	5,24%	8,29%	0,50%	0,20%	2,30%	5,19%	8,19%	-0,10%	0,00%
Сеть	4,51%	5,01%	26,14%	64,34%	100,00%	4,61%	5,12%	26,45%	66,18%	102,36%	2,36%	100,00%

Рис. 7. Фрагмент основной инфопанели третьей ступени МФА для аналитики влияния показателей работы в переменной части вклада от грузовых перевозок (представлены условные цифры).

№	Филиал	План, млн руб.	Факт, млн руб.	Сверхпл. вел., млн руб.	Сверхпл. вел., %	План, млн руб.	Факт, млн руб.	Сверхпл. вел., млн руб.	Сверхпл. вел., %	Сверхпл. вел., %	Сверхпл. вел. абс.	План	Факт	Сверхпл. вел., млн руб.
1	ГВЦ	5,28	7,01	1,73	0,07%	0,05	0,71	0,65	0,05%	-0,02%	-1,08	0,01	0,10	0,38
21	ДКРЭ	0,26	0,27	0,02	0,00%	0,24	0,33	0,09	0,01%	0,01%	0,08	0,95	1,23	5,91
	Итого по ЗСБ	-285,99	-45,01	299,14	12,39%	-310,31	-187,45	122,86	9,09%	-3,80%	-176,27	1,09	4,16	0,41
	СЕТЬ	5670,21	7360,38	2413,99	100,00%	4189,56	5265,12	1351,02	100,00%	-	-1062,97	0,74	0,72	0,56

Рис. 8. Фрагмент основной инфопанели четвертой ступени МФА для аналитики суммы сверхплановой прибыли от прочих видов деятельности в рамках расчёта переменной части (представлены условные цифры).

трёх столбцов), позволяет соотнести влияние на долевой вклад действий данной дороги (характеризуемых используемыми измерителями) относительно действий других дорог. Сопоставления каждой из строк четвёртого и пятого столбцов показывают выявленное влияние динамики сверхплановых доходов

по изучаемому виду деятельности относительно сверхплановых величин по другим видам деятельности, сформировавшим в итоге значение суммарного индекса.

На третьей ступени детализации МФА по расчётам фиксированной и переменной частей долевого вклада осуще-





Рис. 9. Пример основной инфопанели четвёртой ступени МФА для аналитики влияния показателей работы в фиксированной и переменной частях вклада от грузовых перевозок (представлены условные цифры).

Дорога	Изменение удельной части вклада в индекс (1кв17–4кв16)	в том числе из-за изменений:			Динамика удельных показателей						
		в рамках удельной части на основе производительности, %	в рамках удельной части на основе себестоимости, %	в рамках удельной части на основе себестоимости, %	Производительность в 4кв16 (млн прив. т*км/чел.)	Производительность в 1кв17 (млн прив. т*км/чел.)	Динамика, %	Себестоимость в 4кв16 (руб./прив. т*км)	Себестоимость в 1кв17 (руб./прив. т*км)	Динамика, %	
ОКТ	0,00%	0,000%	0,000%	0,000%	0,957	0,968	1,01	0,535	0,446	0,83	
ДВС	0,03%	0,025%	0,000%	0,000%	1,352	1,362	1,01	0,442	0,408	0,92	
СЕТЬ	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%							
Медиана значений по сети:					1,271	1,266	1,00	0,358	0,321	0,896	
Сумма распределяемых дельт по сети:					2,127	2,157	1,014	1,517	1,573	1,037	

Рис. 10. Фрагмент основной инфопанели второй ступени МФА для аналитики удельной части долевого вклада (представлены условные цифры).

ствляется дальнейшее ветвление аналитической цепочки инфопанелей для выявления ключевых факторов влияния более низкого уровня иерархии в разрезе изучаемого элемента универсальной модели (формула 3).

Применение инфопанелей аналитики суммарного индекса (рис. 5) позволяет в наглядном виде, на основе использования механизмов долевого участия, сопоставить влияние изменений сумм сверхплановых величин (в разрезе видов деятельности) на динамику суммарного индекса.

Тип инфопанелей, представленный на рис. 6, наглядно представляет процесс формирования сверхплановых величин и даёт возможность сравнить влияние вклада отдельных дорог, оценить соответствующее влияние соотношений в темпах изменения плана и факта.

Анализ влияния различных показателей на динамику интегрального «измерителя распределения» начинается с изучения типа инфопанелей, представленного на рис. 7.

В данной инфопанели (разделённой по вертикали на две части, представляющие сравниваемые временные разрезы:

текущий и базовый) выделяются три группы расчётно-аналитических столбцов, характеризующих данные в разрезе железных дорог.

В первой группе (2–6 столбцы) на основе метода долевого участия демонстрируется влияние плановых значений каждого из показателей на интегральную величину распределения. При этом изменения долевого распределения плановых значений (в текущем временном разрезе по сравнению с базовым) выделяются с использованием приёма инфографики «двухцветные шкалы» (применительно к фону ячеек).

Во второй группе (7–11 столбцы) отдельно для базового и текущего периодов на основе выявления соотношений фактических значений к общей цифре плана, демонстрируется вклад каждого показателя в наблюдаемые изменения измерителя распределения (с визуализацией изменений в виде двухцветных шкал).

В третьей группе (12–13 столбцы) отражаются вклад дорог в формирование сверхплановой величины (для изучаемого вида деятельности), а также отклонения от плановых значений для измери-

теля распределения (при этом попарное сравнение ячеек первой и второй группы столбцов позволяет выявить влияние соответствующих показателей).

На четвёртой и последующих ступенях МФА по расчётам фиксированной и переменной частей долевого вклада осуществляется (при необходимости) дальнейшая детализация используемой в моделях информации, включая как разложение показателей, так и снижение уровней агрегирования используемых данных с целью выявления ключевых факторов влияния более низкого иерархического уровня (примеры инфопанелей даны на рис. 8 и 9).

При этом важно отметить, что метод цепных подстановок используется только на второй ступени МФА (при анализе универсальной модели из четырёх элементов), так как порядок факторов в моделях более низкого уровня уже не может быть однозначно обоснован. Там, где невозможно применить концепцию метода долевого участия, используется метод усреднения влияния по полному перебору перестановок параметров в модели. Наглядное пояснение метода и детали его практического использования изложены в [13, с. 56–58] на основе решения следующей универсальной (для любого типа модели при любом количестве параметров) системы уравнений:

$$\left\{ \begin{array}{l} S_{\phi_i} = 100\% \left( \Delta F_{\phi_i} / \sum_{v=1}^z \Delta F_{\phi_v} \right); \\ \Delta F_{\phi_i} = \left( \sum_{M=1}^z \sum_{w=1}^{(z-1)!} \Delta \Phi_M^{\text{var}_w} \right) / (z!); \\ 1 < m < z; \\ \Delta \Phi_1^{\text{var}_w} = f \{ \Phi_1^{o_w}, \dots, \Phi_{z-1}^{h_w}, \Phi_z^{h_w} \} - \\ - f \{ \Phi_1^{h_w}, \dots, \Phi_{z-1}^{h_w}, \Phi_z^{h_w} \}; \\ \Delta \Phi_m^{\text{var}_w} = f \{ \Phi_1^{o_w}, \dots, \Phi_m^{o_w}, \Phi_{m+1}^{h_w}, \dots, \Phi_z^{h_w} \} - \\ - f \{ \Phi_1^{h_w}, \dots, \Phi_m^{h_w}, \dots, \Phi_z^{h_w} \}; \\ \Delta \Phi_z^{\text{var}_w} = f \{ \Phi_1^{o_w}, \dots, \Phi_{z-1}^{o_w}, \Phi_z^{o_w} \} - \\ - f \{ \Phi_1^{h_w}, \dots, \Phi_{z-1}^{h_w}, \Phi_z^{h_w} \}, \end{array} \right. \quad (4)$$

где  $S_{\phi_i}$  — величина, отражающая долю влияния  $i$ -го фактора на изменчивость результирующей переменной  $\sum_{v=1}^z \Delta F_{\phi_v}$  в сравнении с изучаемыми факторами;

$\Delta F_{\phi_i}$  — величина, характеризующая (для целей сопоставления) абсолютное влияние  $i$ -го фактора в изучаемой модели взаимосвязи, содержащей  $z$  факторов, на наблюдаемую изменчивость результирующей переменной;

$\Delta \Phi_M^w$  — оценка влияния (на результирующую переменную) фактора, стоящего на  $M$ -ом месте в  $w$ -ом варианте перестановки факторов в изучаемой модели;

$z! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \dots \cdot z$  — факториал  $z$ , отражающий полное количество всех возможных вариантов перестановок факторов в изучаемой модели зависимости;

$f \{ \Phi_1, \dots, \Phi_{z-1}, \Phi_z \}$  — значение результирующей переменной, определяемое значениями факторов  $\Phi_1, \dots, \Phi_{z-1}, \Phi_z$ ;

$\Phi_1^{o_w}, \Phi_m^{o_w}, \Phi_z^{o_w}$  — конечное значение фактора, стоящего, соответственно, на первом,  $m$ -ом и последнем местах в  $w$ -ом варианте перестановки факторов в изучаемой модели;

$\Phi_1^{h_w}, \Phi_m^{h_w}, \Phi_z^{h_w}$  — исходное значение фактора, стоящего, соответственно, на первом,  $m$ -ом и последнем месте в  $w$ -ом варианте перестановки факторов в изучаемой модели.

Используемые подходы к формированию многоступенчатых визуально-аналитических цепочек и соответствующего дизайна инфопанелей МФА в рамках удельной и корректирующей расчётных частей аналогичны изложенным выше (в рамках анализа по видам деятельности). Так, для второй ступени МФА в инфопанелях применяются механизмы долевого участия совместно с массивом вспомогательной цифровой и визуальной информации (пример используемого типа инфопанели анализа удельной части представлен на рис. 10). Для последующих ступеней детализации влияние ключевых факторов определяется исключительно на основе метода усреднения влияния по полному перебору перестановок параметров в модели (формула 4).

## ВЫВОД

В рамках совершенствования аппарата бизнес-аналитики комплексных экономических процессов в системах управления на транспорте разработан и обоснован



новый методический инструментарий иерархического многоступенчатого факторного анализа с использованием аналитических цепочек информационных панелей, объединяемых в древовидные структуры, согласно принципам построения интеллект-карт.

Представленные методические подходы успешно реализованы при построении бизнес-аналитики процесса формирования экономических оценок сравнительного долевого вклада железных дорог, используемых для контроля и управления их деятельностью, а также расчёта мотивационных средств филиалов ОАО «РЖД».

Важным и актуальным представляется интегрирование разработанных методических механизмов в формируемую сейчас систему бизнес-аналитики производственно-экономической модели Долгосрочной программы развития ОАО «РЖД».

Изложенные методические подходы, без существенных изменений, могут быть использованы для совершенствования бизнес-аналитики экономических процессов в системах управления морским, речным, воздушным и другими видами транспорта.

Последовательное развитие представленного методического инструментария, наряду с расширением сфер его использования, должно способствовать дальнейшему росту качества принимаемых управленческих решений и эффективности работы транспортного комплекса.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Baltzan, P., Phillips, A. Business Driven Information Systems. 4<sup>th</sup> ed., Denver, McGraw-Hill/Irwin, 2014, 516 p.
2. Liebowitz, J. Big Data and Business Analytics. Boca Raton, CRC Press, 2013, 304 p.
3. Alan, R. S. Modern Enterprise Business Intelligence and Data Management: A Roadmap for IT Directors, Managers, and Architects. Waltham, Morgan Kaufmann, 2014, 96 p.
4. Kantardzic, M. Data Mining: Concepts, Models, Methods, and Algorithms. New Jersey, Wiley-IEEE Press, 2019, 638 p.
5. Sacha, D. Knowledge generation in visual analytics: integrating human and machine intelligence for exploration of Big Data. Konstanz, University of Konstanz, 2018, 195 p.
6. Fagan, T., Gavin, R., Reis, S., Valdivieso, M. Advanced analytics can drive the next wave of growth for travel and logistics companies. McKinsey, 2018. [Электронный ресурс]: [https://www.mckinsey.com/business-functions/marketing-and-sales/our-insights/advanced-analytics-can-drive-the-next-wave-of-growth-](https://www.mckinsey.com/business-functions/marketing-and-sales/our-insights/advanced-analytics-can-drive-the-next-wave-of-growth-for-transportation-and-logistics-companies.pdf)

for-transportation-and-logistics-companies.pdf. Доступ 20.02.2019.

7. Мирошниченко О. Ф., Огинская А. Е., Пастухов С. С. Построение системы расчётов доли вклада каждой железной дороги (как совокупности подразделений в границах железной дороги) в оценку результатов работы ОАО «РЖД» // Актуальные проблемы экономики железнодорожного транспорта и пути их решения: сборник трудов учёных к 70-летию отделения экономики и финансов ВНИИЖТ / Под ред. д.э.н., проф. О. Ф. Мирошниченко. – М.: ВМГ-Принт, 2014. – С. 106–115.

8. Мирошниченко О. Ф., Огинская А. Е., Пастухов С. С. Развитие алгоритмов оценки вклада совокупности подразделений в границах каждой железной дороги в результат работы ОАО «РЖД» // Экономические исследования железнодорожного комплекса и их практическое значение / Под ред. О. Ф. Мирошниченко. – М.: РАС, 2019. – С. 182–190.

9. Gano, D. L. Apollo root cause analysis: a new way of thinking. 2 ed., Apollonian Publications, 2003, 188 p.

10. Пастухов С. С. Определение приоритетов пассажиров при оценке качества и выявление наиболее эффективных направлений улучшения качества транспортной услуги и сопутствующего ей сервиса в фирменных поездах (методология и результаты) // Вестник ВНИИЖТ. – 2008. – № 1. – С. 23–27.

11. Пастухов С. С. Определение основных путей повышения эффективности работы вагонов-ресторанов на основе маркетингового анализа // Вестник ВНИИЖТ. – 2008. – № 2. – С. 42–47.

12. Пастухов С. С. Разработка методов исследования качества транспортного обслуживания населения в сфере железнодорожных пассажирских перевозок дальнего следования / Дис... канд. экон. наук. – М.: МИИТ, 2011. – 204 с.

13. Пастухов С. С. Алгоритм структурного факторного анализа как новый элемент системы методов сравнения силы влияния компонентов в экономических моделях железнодорожного транспорта // Актуальные вопросы развития железнодорожного транспорта: материалы Всерос. науч.-практ. конф. к 75-летию аспирантуры Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта. Часть 1 / Под ред. А. Б. Косарева, Г. В. Гогричани. – М.: РАС, 2019. – С. 51–59.

14. Мирошниченко О. Ф., Милевская В. А., Пастухов С. С. Информационные технологии в маркетинговых исследованиях пассажирских железнодорожных перевозок // Экономика железных дорог. – 2007. – № 8. – С. 71–80.

15. Few, S. Information dashboard design: the effective visual communication of data. Italy, O'Reilly Media, 2006, 223 p.

16. Buzan, T. The mind map book: how to use radiant thinking to maximize your brain's untapped potential. London, BBC Books, 1993, 332 p.

17. Блюмин С. Л., Суханов В. Ф., Чеботарёв С. В. Экономический факторный анализ: Монография. – Липецк: ЛЭГИ, 2004. – 148 с.

18. Витченко М. Н. Анализ финансово-хозяйственной деятельности предприятий железнодорожного транспорта: Учебник для техникумов и колледжей железнодорожного транспорта. – М.: Маршрут, 2003. – 240 с.

19. Пастухов С. С., Толкачева Е. В. Методические подходы к оценке влияния изменения размера скидок по абонементным билетам на финансовые результаты // Перспективные задачи развития железнодорожного транспорта: Сб. науч. тр. АО «ВНИИЖТ» / Под ред. Г. В. Гогричани. – М.: Интекст, 2010. – С. 254–262. ●