



# Оценка зависимости пассажирооборота от макроэкономических факторов



Дмитрий КАГАН

Dmitry Z. KAGAN

## Estimation of Passenger Transportation Indicators Dependence on Macroeconomic Factors

(текст статьи на англ. яз. – English text of the article – p. 146)

**Нестабильность отечественного рынка транспортных услуг, существенные колебания спроса со стороны населения заставляют с особым вниманием оценивать круг исследуемых проблем.**

**Автором проводится анализ влияния макроэкономических факторов на показатели пассажирских перевозок. Показывается высокая зависимость суммарного пассажиропотока от экономического состояния страны, уровня платежеспособности населения.**

**Рассматривается изменение силы связи между пассажирооборотом и ВВП за последние 24 года. Выдвигается предположение о некоторой «инерционности» показателей перевозок и вместе с тем аналитически**

**доказывается преимущественное совпадение динамики валового внутреннего продукта и суммарного пассажиропотока.**

*Ключевые слова:* транспорт, макроэкономические факторы, пассажирские перевозки, прогнозирование, ВВП, пассажирооборот, взаимозависимости показателей.

*Каган Дмитрий Зиновьевич – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математики Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ), Москва, Россия.*

**Е**стественно полагать, что основные показатели пассажирских перевозок существенно зависят от макроэкономических факторов. А раз это так, то для выработки стратегий транспортных компаний, непосредственных участников рынка пассажирских перевозок необходимы анализ зависимости этого рынка от общего уровня экономического развития страны, потенциала ее производительных сил, а вместе с тем и прогнозирование возможных изменений в отраслевой конкурентной среде [1–4].

Такой анализ может включать в себя изучение факторов, влияющих на пассажирские перевозки, выявление степени их влияния на характер занятости и социальной мобильности, методы прогнозирования спроса населения на перевозки [5, 6].

## ЗАКОНОМЕРНОСТИ СООТНОШЕНИЙ

Исследование зависимости количественных характеристик работы транспортной отрасли от экономических показателей проводилось, например, в работах [7–9]. Так, в [7] показана тесная связь между грузооборотом железнодорожного

Таблица 1

## Динамика пассажирооборота и ВВП в процентах к предыдущему году

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Пасс.	-5,0 %	-9,4 %	-2,9 %	-9,8 %	-7,4 %	-4,4 %	-3,1 %	-5,9 %	-2,4 %	5,6 %	-0,4 %	-1,0 %
ВВП	-5,0 %	-14,5 %	-8,7 %	-12,7 %	-4,1 %	-3,6 %	1,4 %	-5,3 %	6,3 %	10,0 %	5,1 %	4,7 %
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Пасс.	0,4 %	3,7 %	-7,1 %	0,6 %	4,4 %	3,0 %	-9,4 %	4,3 %	3,9 %	5,9 %	2,7 %	1,4 %
ВВП	7,3 %	7,2 %	6,4 %	8,2 %	8,5 %	5,2 %	-7,8 %	4,5 %	4,3 %	3,4 %	1,3 %	0,6 %

транспорта и ВВП, которая сохраняется в течение очень длительного времени. Для пассажирооборота имеет место более сложная и не столь очевидная связь. В [8] рассмотрены некоторые региональные особенности подобных зависимостей.

Можно выделить различные факторы, оказывающие влияние на объем пассажирских перевозок. Среди них, конечно, общие социально-экономические характеристики страны. Факторы, связанные с уровнем жизни: реальные доходы населения, средняя заработная плата, уровень безработицы, паритеты покупательной способности национальных валют в соответствии с базовым подходом международных макроэкономических сопоставлений [9]. Количество личного автотранспорта у населения – тоже фактор, во многом определяющий конкуренцию в транспортной отрасли.

Разумеется, немаловажным показателем для пассажирских перевозок является качество работы транспорта [10], степень удовлетворенности пассажиров. Понятию качества транспортного обслуживания посвящены, в частности [10–12]. Этот фактор особенно значим в конкурентной борьбе между видами транспорта.

С одной стороны, при подъеме экономики растет общий спрос на транспортные услуги, что может улучшить показатели любого из видов транспорта. С другой стороны, усиливается межвидовая конкуренция. Пассажиры с учетом таких факторов, как цена, уже упомянутое качество обслуживания, длительность пути, выбирают наиболее подходящий для себя способ перемещения и уровень комфорта.

Поскольку в данной работе рассматривается общий пассажирооборот всех видов транспорта, логично в первую очередь

оценить его зависимость от ВВП (валового внутреннего продукта) – основной характеристики экономического развития страны.

В предыдущих исследованиях [13, 14] было выявлено, что уровень экономического развития страны оказывает значительное, определяющее влияние на общий пассажирооборот транспорта.

Заметим, что макроэкономические характеристики, оказывая существенное влияние на пассажирооборот и грузооборот всех видов транспорта, тем самым имеют определяющее значение для практически любых показателей транспортной отрасли [15, 16].

Для того чтобы можно было сравнивать значения ВВП за различные годы, в дальнейшем валовый внутренний продукт измеряется в миллиардах долларов в ценах 1990 года. Пассажирооборот измеряется в миллиардах пасс-км.

В таблице 1 приводятся сведения как о пассажирообороте, так и ВВП за период с 1991 по 2015 годы. Приведены изменения величин в процентах к предыдущему году.

Проанализировав таблицу, можно увидеть, что общий пассажирооборот, как правило, растет с ростом ВВП и снижается при падении ВВП. В рассматриваемом периоде на 20 лет из 25 приходится одинаковая направленность изменений ВВП и пассажиропотока. На отрезке с 1990 по 1998 год наблюдалось синхронное падение обеих величин, только в 1997 году имело место отличие: пассажирооборот упал, а ВВП немного выросло.

Синхронность в изменениях показателей наблюдалась и после 2007 года. Одновременные рост и падение. Интересно, что и цифры процентов роста и снижения похожи. Взаимное падение происходило



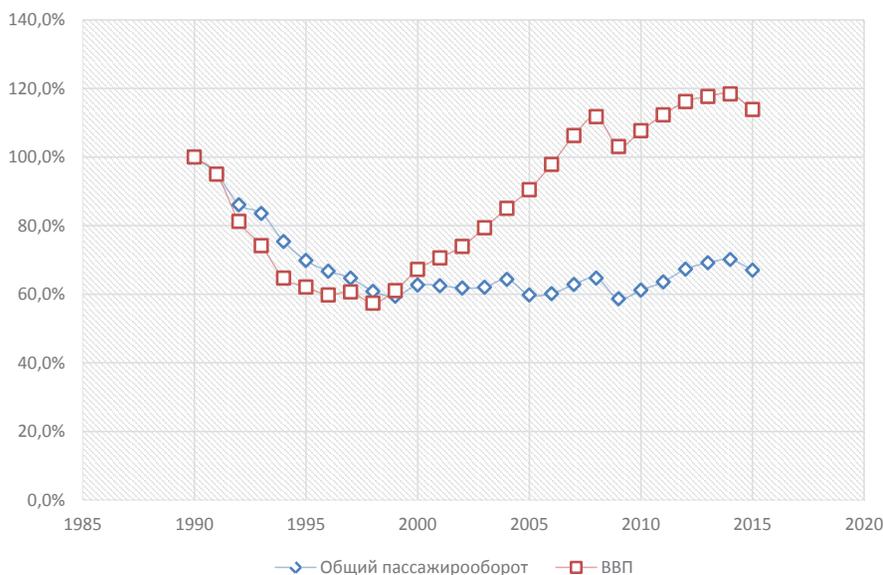


Рис. 1. Пассажирооборот на транспорте и ВВП в процентах по отношению к показателям 1990 года.

в 2009 и 2015 годах – следствие экономических кризисов.

Только период с 2000 по 2006 год отмечается некоторым нарушением синхронности. В эти годы ВВП показывал существенный рост, в то время как пассажирооборот или незначительно рос, или снижался. Именно в это время относительные показатели ВВП стали существенно выше показателей пассажирооборота. В 1999 году объем пассажирооборота составлял 59 % от показателя 90-го года, ВВП был равен 61 % от величины 90-го. А в 2007-м соответствующий показатель для пассажирооборота был равен 63 % (примерно такое же значение, как и в 99-м), для ВВП – 106 %.

Для удобства и наглядности значения ВВП и пассажирооборота представлены на графике 1. На этом графике представлены показатели ВВП и пассажирооборота по годам в процентах по отношению к 1990 году.

### КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ И ГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Для анализа силы зависимости между различными характеристиками обычно используется коэффициент корреляции [17] – основная количественная оценка взаимосвязи числовых величин. Рассмотрим корреляционную связь между общим пассажирооборотом и ВВП России. Если

посчитать коэффициент корреляции между ними с 1991 по 2015 год, то получим невероятный результат. Коэффициент равен 0,07 (!) – это фантастически маленькое значение. Казалось бы, отсюда можно сделать вывод об отсутствии связи между ВВП, а значит, и экономическим развитием страны, и пассажирооборотом.

Однако в данном случае не следует полностью доверять числам. Если посмотреть на рис. 1, можно заметить, что формы графиков ВВП и пассажирооборота почти совпадают, особенно на отрезках, включающих 90-е годы и годы с 2007 по 2015.

Как уже было отмечено, на наблюдаемом отрезке времени примерно в 80 % случаев (19 лет из 24) годы роста и падения ВВП совпадали с ростом и падением пассажирооборота.

Если рассматривать корреляцию между общим пассажирооборотом и ВВП за годы с 1990 по 1999, получим коэффициент 0,95. Это – очень высокий показатель. Также очень сильная связь между величинами проявляется, если посчитать коэффициент корреляции за период с 2007 по 2014 – 0,87.

Обе рассматриваемые величины сильно снижались после кризисов 1998 и 2008 годов. На графике особенно наглядно видно практически синхронное поведение ВВП и пассажирооборота после кризиса 2008 года: снижение, восстановление, потом в 2013–2014 годах замедление роста, в 2015

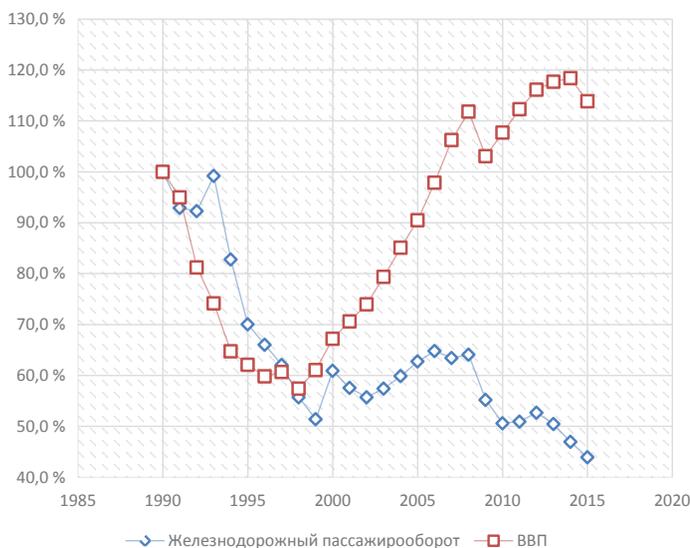


Рис. 2. Пассажирооборот транспорта и ВВП в процентах по отношению к показателям 1990 года.

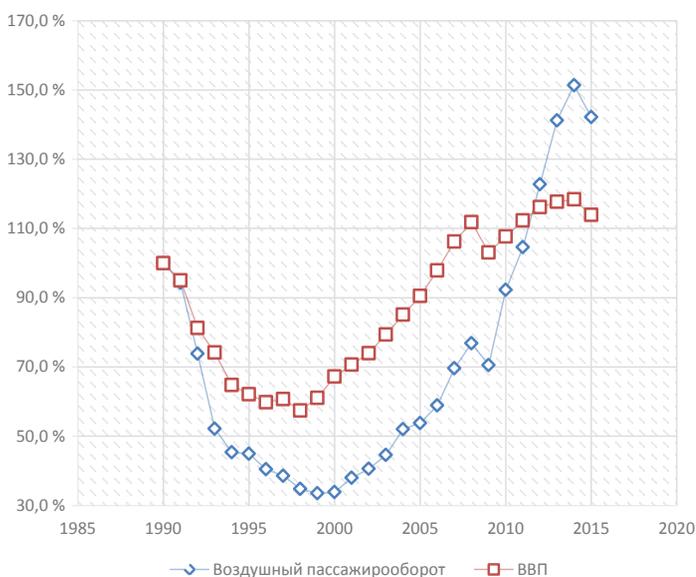


Рис. 3. Пассажирооборот транспорта и ВВП в процентах по отношению к показателям 1990 года.

году с началом нового кризиса взаимное снижение.

Заметим также, что в 2000-е годы даже при достаточно синхронном поведении двух величин, рост ВВП значительно опережал рост пассажирооборота. Так ВВП уже к 2007 достиг уровня 90 года, а в 2014 составлял 118 % от уровня 90-го. Пассажирооборот, несмотря на рост в период с 2007 по 2014, в отличие от ВВП так и не достиг уровня 90-го года. Максимальное значение – в 2014 году – составило 70,1 % по отношению к пассажирообороту 1990.

Для этого существует различные причины. Возможно, изменилось соотноше-

ние между ценами на перевозки и доходами населения. Изменилась и структура расходов, поэтому даже при росте ВВП, и, соответственно, средних доходов, транспортная активность населения растет отстающими темпами. Также можно предположить, что рост макроэкономических показателей неравномерно распределяется между различными группами населения. Поэтому возможности для поездок, особенно дальних, соответственно, и транспортная активность вырастает не у всего населения, а только у определенной доли. Это также приводит к тому, что рост ВВП хотя и сопровожда-



ется ростом пассажирооборота, но значительно меньшим по значению.

Для различных видов транспорта имеет место разные тенденции изменения пассажиропотоков и разные соотношения пассажирооборота с ВВП. На рис. 2, 3 в графическом виде представлены данные о ВВП и пассажирообороте железнодорожного и воздушного транспорта. Все они представлены в процентах по отношению к 1990 году для возможности сопоставления изменения величин.

Изучение влияния макроэкономических факторов на распределение спроса на перевозки по различным видам транспорта, изменение этого распределения с течением времени является темой для отдельного исследования.

Отметим различные тенденции для двух наиболее значимых по объемам перевозок видов транспорта. Железнодорожный транспорт в последние годы не показывал увеличения пассажирооборота даже при растущем ВВП. Воздушный транспорт, напротив, рос вместе с ВВП, причем существенно более высокими темпами. Из всех видов транспорта рост ВВП в 2000-е годы отразился позитивно прежде всего на воздушном транспорте. В 2015 году пассажирооборот воздушного транспорта составлял 142 % по отношению к показателю 1990, в то время как пассажирооборот железнодорожного транспорта лишь 44 % [18].

## ВЫВОДЫ

1) Пассажирооборот имеет очень сильную зависимость от экономического состояния страны. Это видно из графического анализа, и из значений коэффициентов корреляции за определенные временные отрезки, и из сравнения значений двух величин: ВВП и пассажиропотока. Более того, именно состояние экономики страны (и ВВП как его основной показатель) — главный фактор, влияющий на общий пассажирооборот транспорта. Крайне маленькое значение коэффициента корреляции за весь рассматриваемый период в данном случае не показательно.

2) Пассажирооборот обладает определенной инерционностью. При резком снижении ВВП он может сначала падать не столь сильными темпами, как и при

подъеме ВВП рост пассажирооборота может быть более медленным. То есть не исключен некоторый временной лаг между экономическими изменениями и реакцией пассажирооборота. Так, в начале 1990-х при сломе прежней экономической системы происходило одновременное падение ВВП и пассажирооборота, но пассажирооборот падал несколько меньшими темпами. После кризиса 1998 года ВВП начал восстанавливаться уже в следующем 1999, а пассажиропоток еще продолжал падать, достигнув своего минимального значения — 470 млрд пассажиро-километров или 59,4 % от 1990 года. То, что показатели пассажирских перевозок после кризисов еще некоторое время продолжают снижаться, несложно объяснить, как экономическими, так и психологическими причинами. Люди, испытавшие определенные финансовые трудности во время кризиса, могут и дальше сталкиваться с его последствиями. Большая часть населения на следующий после кризиса год предпочтет сначала накопить какие-то сбережения, потратить деньги на товары первой необходимости, а только потом совершать дальние поездки.

3) Особенно ярко выраженной зависимость между пассажирооборотом и ВВП становится для временных промежутков длиной 7–10 лет. Действительно, для периодов с 1990–1999 и 2007–2015 годов определяется очень сильная корреляционная связь, наблюдается почти совпадающие по форме графики. На более длинных отрезках количественные показатели связи теряют свои значения. Различные политические и структурные изменения меняют цифры в соотношениях между ВВП и пассажирооборотом. Возможно, меняется доля в ВВП и доходах населения, которая расходуется на транспорт, но реальная сильная зависимость все равно остается.

4) Пассажирооборот зависит и от других политико-экономических факторов. Многие из них не всегда можно выразить количественно. Например, в 2005 году произошло одно из самых сильных падений пассажирооборота — на 7,1 %, но при этом ВВП вырос на 6,4 %. Сыграло свою роль скорее всего вступление в силу закона о монетизации льгот. Подтверждением

этому является то, что наиболее значимое снижение пассажирооборота пришлось на такие виды транспорта, как автобусный, троллейбусный и трамвайный, метрополитен. Заметим и то, что большая часть пассажирских перевозок (в том числе пригородных) остается дотационной. Изменение или сокращение дотаций на перевозки со стороны государства или отдельных субъектов РФ может оказывать влияние на показатели перевозок, при этом не изменяя ВВП или усиливая эффект снижения для пассажирооборота.

5) При рассмотрении динамики изменения пассажирооборота и его связи с ВВП в новейшей российской истории имеет смысл разбить этот период на 3 временных отрезка: первый с 1990 по 1999; второй – с 2000 по 2006; и третий – с 2007. Каждый из этих временных отрезков характеризуется различными тенденциями с точки зрения зависимости между объемом пассажирооборота и макроэкономическими характеристиками. В частности, внутри этих периодов определяется стабильный коэффициент корреляции между рассматриваемыми величинами, существенно различный между периодами. Первый и третий периоды характеризуются очень высокой корреляцией между ВВП и общим пассажирооборотом, почти полным совпадением направленности изменений этих величин. Второй временной отрезок, напротив, характеризуется отсутствием положительной корреляции и нарушением связи (или изменением ее структуры) между величинами. В эти временные отрезки также имеет место и различная динамика изменения распределения пассажирооборота по видам транспорта.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Терёшина Н. П., Галабурда В. Г., Токарев В. А. и др. Экономика железнодорожного транспорта: Учебник / Под ред. Н. П. Терёшиной, Б. М. Лапидуса. – М.: УМЦ по образованию на железнодорожном транспорте, 2011. – 676 с.
2. Соколов Ю. И., Сорокина А. В. Ключевые факторы успеха в управлении стратегией транспортной компании // Транспортное дело России. – 2016. – № 2. – С. 166–169.
3. Сорокина А. В. Стратегическое планирование в компаниях: Курс лекций. – М.: МИИТ, 2011. – 142 с.

4. Терёшина Н. П., Сорокина А. В. Повышение эффективности управления развитием корпорации на основе формализации стратегических инициатив // Транспортное дело России. – 2014. – № 1. – С. 78–80.

5. Соколов Ю. И., Иванова Е. А., Шлеин В. А. Управление спросом на железнодорожные перевозки и проблемы рыночного равновесия: Монография / Под ред. Ю. И. Соколова. – М.: ФГБОУ «УМЦ по образованию на железнодорожном транспорте», 2015. – 320 с.

6. Бубнова Г. В., Подсорин В. А., Никитина М. А. Экономическое обоснование механизма взаимодействия транспортных компаний и потребителей их услуг // Транспортное дело России. – 2014. – № 1. – С. 74–77.

7. Терёшина Н. П., Галабурда В. Г., Киреев В. Л. Стратегическое планирование на железнодорожном транспорте: Метод. указания. – М.: МИИТ, 1999. – 95 с.

8. Муктепавел С. В. Анализ макроэкономических факторов, влияющих на объем пассажирских перевозок в местном сообщении // Вестник ВНИИЖТ. – 2016. – № 1. – С. 53–59.

9. Балашов В. В., Смирнов А. В. Оценка спроса на пассажирские авиаперевозки // Мир транспорта. – 2013. – № 4. – С. 78–87.

10. Соколов Ю. И. Управление качеством продукции на железнодорожном транспорте: Учеб. пособие. – М.: МИИТ, 2008. – 168 с.

11. Соколов Ю. И., Лавров И. М. Повышение качества транспортного обслуживания на основе учета эластичности спроса // Экономика железных дорог. – 2014. – № 9. – С. 80–86.

12. Лавров И. М. Методика и результаты расчетов эластичности спроса относительно качества транспортного обслуживания // Мир транспорта. – 2014. – № 1. – С. 86–95.

13. Каган Д. З. Влияние макроэкономических факторов на показатели пассажирских перевозок // Экономика железных дорог. – 2016. – № 11. – С. 21–27.

14. Каган Д. З. Анализ влияния экономического развития страны на общий пассажирооборот транспорта // Актуальные проблемы управления экономикой и финансами транспортных компаний. Сборник научных трудов. – 2016. – С. 53–57.

15. Епишкин И. А., Тихомиров А. Н., Фроловичев А. И. Применение экономико-математических методов при анализе показателей по труду и заработной плате на железнодорожном транспорте // Современные проблемы управления экономикой транспортного комплекса России: конкурентоспособность, инновации и экономический суверенитет. – М.: МИИТ. – 2015. – С. 40–44.

16. Макарова Е. А., Муктепавел С. В. Аналитические исследования пассажирских транспортных потоков в местном железнодорожном сообщении // Вестник Университета. – 2015. – № 1. – С. 33–40.

17. Кочнева Л. Ф., Липкина З. С., Новосельцева В. И. Теория вероятностей и математическая статистика: Учеб. пособие. – М.: МИИТ, 2012. – 49 с.

18. Официальный портал Федеральной службы государственной статистики. [Электронный ресурс]: <http://docplayer.ru/34347951-Transport-i-svyaz-v-rossii-2016.html>. Доступ 27.12.2016.

Координаты автора: **Каган Д. З.** – dmikagan@gmail.com.

Статья поступила в редакцию 01.08.2016, актуализирована 26.12.2016, принята к публикации 27.12.2016.



## ESTIMATION OF DEPENDENCE OF PASSENGER TURNOVER OF TRANSPORT ON MACROECONOMIC FACTORS

Kagan, Dmitry Z., Moscow State University of Railway Engineering (MIIT), Moscow, Russia.

### ABSTRACT

The instability of the domestic transport services market, significant fluctuations in demand on the part of the population, make it necessary to evaluate the range of problems under study with particular attention. The author analyzes the impact of macroeconomic factors on passenger traffic. The article reveals the high dependence of the total passenger flow on the

economic condition of the country, the population's solvency margin. The change in the strength of the connection between passenger turnover and GDP over the last 24 years is considered. It is suggested that there is some «inertia» of transportation indicators and, at the same time, the predominant coincidence of the dynamics of the gross domestic product and the total passenger flow is analytically proved.

**Keywords:** transport, macroeconomic factors, passenger transportation, forecasting, GDP, passenger turnover, interdependence of indicators.

**Background.** It is natural to believe that the main indicators of passenger transportation depend significantly on macroeconomic factors. And if this is the case, then analysis of the dependence of this market on the general level of the country's economic development, the potential of its productive forces, and at the same time forecasting possible changes in the industrial competitive environment, is needed to develop the strategies of transport companies, direct participants in the passenger transportation market [1–4].

Such an analysis may include the study of factors affecting passenger transportation, identification of the degree of their impact on the nature of employment and social mobility, methods for forecasting the demand of the population for transportation [5].

**Objective.** The objective of the author is to consider the dependence of passenger transportation indicators on macroeconomic factors.

**Methods.** The author uses general scientific methods, statistical method, comparative analysis, evaluation approach, graph construction.

### Results.

#### Regularities of relations

The study of the dependence of the quantitative characteristics of the transport industry on economic indicators was carried out, for example, in [2, 6, 7]. So, in [2] the close connection between freight turnover of a railway transport and GDP which is kept during very long time is shown. For passenger turnover, there is a more complex and less obvious connection. In [7], some regional features of such dependences are considered.

It is possible to single out various factors that affect the volume of passenger transportation. Among them, of course, there are general socio-economic characteristics of the country. Factors related to the standard of living: real income of the population, average wages, unemployment rate, purchasing power parities of national currencies in accordance with the basic approach of international

macroeconomic comparisons [8]. The number of personal vehicles owned by the population is also a factor that largely determines competition in the transport sector.

Of course, an important indicator for passenger transportation is the quality of transport work [9], the degree of satisfaction of passengers. The concept of quality of transport services is discussed, in particular in [9–11]. This factor is particularly significant in the competitive struggle between modes of transport.

On the one hand, when the economy is growing, the total demand for transport services is growing, which can improve the performance of any mode of transport. On the other hand, interspecific competition is increasing. Passengers taking into account factors such as price, the above-mentioned quality of service, the duration of the journey, choose the most suitable way of travel and comfort level.

Since in this paper the overall passenger turnover of all modes of transport is considered, it is logical, first of all, to assess its dependence on GDP (gross domestic product) – the main characteristic of the country's economic development.

In previous studies [13, 14] it was revealed that the level of economic development of the country has a significant, determining influence on the overall passenger turnover of transport.

We note that macroeconomic characteristics, having a significant impact on passenger turnover and freight turnover of all types of transport, are thus of decisive importance for virtually all indicators of the transport sector [15, 16].

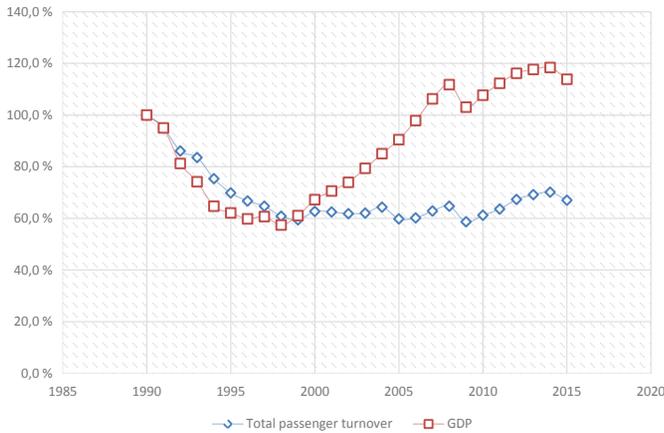
In order to be able to compare the GDP values for different years, in the future gross domestic product is measured in billions of dollars in 1990 prices. The passenger turnover is measured in billions of passengers-km.

Table 1 provides information on both passenger turnover and GDP for the period from 1991 to 2015. The changes in values in percent to the previous year are given.

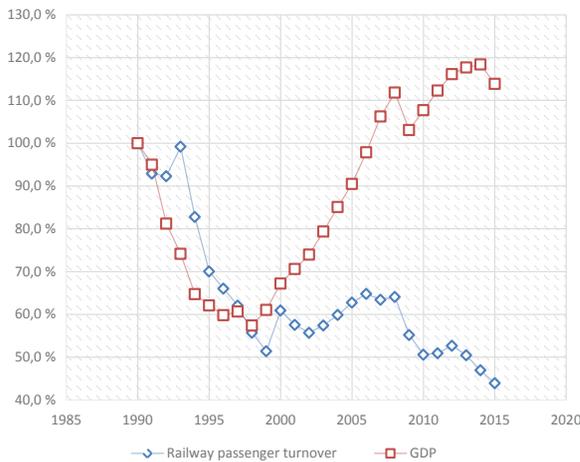
Table 1

Dynamics of passenger turnover and GDP in percent to the previous year

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Pass.	-5,0 %	-9,4 %	-2,9 %	-9,8 %	-7,4 %	-4,4 %	-3,1 %	-5,9 %	-2,4 %	5,6 %	-0,4 %	-1,0 %
GDP	-5,0 %	-14,5 %	-8,7 %	-12,7 %	-4,1 %	-3,6 %	1,4 %	-5,3 %	6,3 %	10,0 %	5,1 %	4,7 %
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Pass.	0,4 %	3,7 %	-7,1 %	0,6 %	4,4 %	3,0 %	-9,4 %	4,3 %	3,9 %	5,9 %	2,7 %	1,4 %
GDP	7,3 %	7,2 %	6,4 %	8,2 %	8,5 %	5,2 %	-7,8 %	4,5 %	4,3 %	3,4 %	1,3 %	0,6 %



**Pic. 1. Passenger turnover in transport and GDP in per cents to the indicators of 1990.**



**Pic. 2. Passenger turnover of transport and GDP in per cents relative to the indicators of 1990.**

Analyzing the table, it is possible to see that the overall passenger turnover, as a rule, increases with GDP growth and decreases with its fall. In the period under consideration, for 20 years out of 25 there is the same direction of changes in GDP and passenger flow. In the period from 1990 to 1998, there was a synchronous decline in both values, only in 1997 there was a difference: passenger turnover fell, and GDP slightly increased.

Synchronicity in changes in indicators was observed after 2007. Growth and decline took place simultaneously. Interestingly, both the percentages of growth and decline are similar. Mutual decline occurred in 2009 and 2015 – a consequence of economic crises.

Only the period from 2000 to 2006 is marked by some violation of synchronicity. During these years, GDP showed significant growth, while passenger turnover either grew insignificantly or declined. It was at this time that the relative indicators of GDP were significantly higher than the figures for passenger turnover. In 1999, the volume of passenger turnover was 59 % of the figure of the year 1990; the GDP was 61 % of the value of the year 1990. And in 2007, the corresponding indicator for passenger turnover was 63 % (about the same value as in 1999), for GDP – 106 %.

For convenience and visibility, the values of GDP and passenger turnover are presented in the form of a graph in Pic. 1. This graph shows the GDP and passenger turnover figures for years as a percentage relative to 1990.

### Correlation and graphical analysis

To analyze the strength of the relationship between different characteristics, the correlation coefficient is usually used [12] – the main quantitative evaluation of the relationship of numerical values. Let's consider the correlation between total passenger turnover and Russia's GDP. If we calculate the correlation coefficient between them from 1991 to 2015, we get an incredible result. The coefficient is 0,07 (!) – this is a fantastically small value. It would seem that from here we can conclude that there is no connection between GDP, and hence the economic development of the country, and passenger turnover.

However, in this case, we should not completely trust the numbers. If we look at Pic. 1, we can see that the forms of GDP and passenger turnover graphs almost coincide, especially on segments that include the 90s and years from 2007 to 2015.

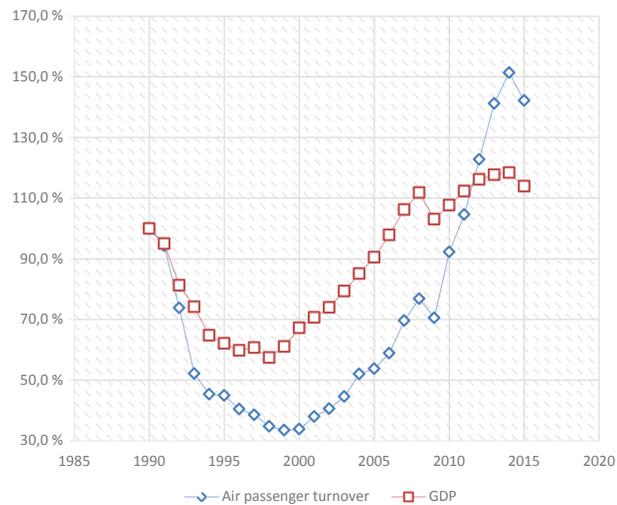
As already noted, in the observed period of time in about 80 % of the cases (19 years out of 24) the years of GDP growth and decline coincided with the growth and fall in passenger turnover.

If we consider the correlation between total passenger turnover and GDP for the years from 1990 to 1999, we obtain a coefficient of 0,95. This is a very high indicator. Also a very strong relationship between the values is evident if the correlation coefficient for the period from 2007 to 2014 is calculated to be 0,87.

Both of these values were greatly reduced after the crises of 1998 and 2008. On the graph, the practically synchronous conduct of GDP and passenger turnover after the crisis of 2008 is



**Pic. 3. Passenger turnover of transport and GDP in per cents relative to the indicators of 1990.**



especially vividly visible: decrease, recovery, then in 2013–2014 the growth slowdown, in 2015 with the beginning of a new crisis mutual decline.

We also note that in the 2000s, even with sufficiently synchronous behavior of two values, GDP growth was much faster than the growth of passenger turnover. So GDP had already reached the level of the year 1990 by 2007, and in 2014 it was 118 % of the level of 1990. Passenger turnover, despite the growth in the period from 2007 to 2014, in contrast to GDP has not reached the level of the year 1990. The maximum value – in 2014 – was 70,1 % in relation to the passenger turnover of 1990.

There are various reasons for this. Perhaps the ratio between the prices for transportation and the income of the population has changed. The structure of expenditures has also changed, so even with the growth of GDP and, accordingly, the average income, the transport activity of the population is growing at a slow pace. It can also be assumed that the growth of macroeconomic indicators is unevenly distributed among different population groups. Therefore, the opportunities for travel, especially long-distance, respectively, and transport activity grows not for the entire population, but only for a certain proportion. This also leads to the fact that GDP growth, although accompanied by an increase in passenger turnover, but significantly less in value.

For different modes of transport, there are different trends in the change in passenger flows and a different ratio of passenger turnover to GDP. Figures 2 and 3 show graphically the GDP and passenger turnover of rail and air transport. All data are presented in percentages relative to 1990 for the possibility of comparing the change in values.

The study of the influence of macroeconomic factors on distribution of demand for transportation by different modes of transport, a change in this distribution over time is a topic for a separate study.

We note various trends for two most important types of transport in terms of transportation volumes. Railway transport in recent years has not shown an increase in passenger turnover, even with growing GDP. Air transport, on the contrary, grew with GDP, at a much higher rate. Of all modes of transport, GDP growth in the 2000 was reflected positively primarily on air transport. In 2015, passenger turnover of air transport was 142 % compared to 1990, while passenger turnover of railway transport was only 44 % [18].

### Conclusions.

**1) Passenger turnover has a very strong dependence on the economic state of the country.** This can be seen both from graphical analysis, and from the values of correlation coefficients over certain time intervals, and from a comparison of the values of two values: GDP and passenger flow. Moreover, the state of the country's economy (and GDP as its main indicator) is the main factor affecting the overall passenger turnover of transport. The extremely small value of the correlation coefficient for the entire period under consideration in this case is not indicative.

**2) Passenger turnover has certain inertia.** With a sharp decline in GDP, it may first fall at not so strong rates, as with the rise in GDP, the growth in passenger turnover may be slower. That is, some time lag between economic changes and the reaction of passenger turnover is not excluded. Thus, in the early 1990s, when the previous economic system was broken, the GDP and passenger turnover fell simultaneously, but passenger turnover fell at a somewhat slower pace. After the 1998 crisis, GDP began to recover in the next 1999, and passenger traffic still continued to fall, reaching its minimum value of 470 billion passenger-kilometers or 59,4 % of 1990 [13]. The fact that the indicators of passenger transportation after crises continue to decline for some time, it is easy to explain, both with economic and psychological reasons. People who have experienced some financial difficulties during the crisis may continue to face its consequences. Most of the population for the next year after the crisis will prefer to make some savings, spend money on essential goods, and only then make long trips.

**3) The particularly pronounced dependence between passenger turnover and GDP becomes for time intervals of 7–10 years.** Indeed, for the periods from 1990–1999 and 2007–2015, a very strong correlation relationship is determined, graphs, which are almost coincidental in shape, are observed. On longer segments, the quantitative indicators of communication lose their significance. Various political and structural changes change the figures in the ratio between GDP and passenger turnover. Perhaps the share in GDP and the income of the population that is spent on transport varies, but the real strong dependence still remains.

**4) Passenger turnover also depends on other political and economic factors.** Many of them

cannot always be quantified. For example, in 2005, one of the strongest falls in passenger turnover occurred – by 7,1 %, but GDP grew by 6,4 %. The most likely its role was played by the entry into force of the law on the monetization of benefits. This is confirmed by the fact that the most significant decrease in passenger turnover occurred in such types of transport as bus, trolley and tram, metro. Let's also note that most of passenger transportation (including suburban) remains subsidized. The change or reduction of subsidies for transportation by the state or individual subjects of the Russian Federation can affect the transportation performance, while not changing the GDP or increasing the effect of decline for passenger turnover.

5) When considering the dynamics of changes in passenger turnover and its connection with GDP in recent Russian history, it makes sense to break this period into 3 time periods: the first from 1990 to 1999; the second – from 2000 to 2006; and the third – from 2007. Each of these time segments is characterized by different trends in terms of the relationship between the volume of passenger turnover and macroeconomic characteristics. In particular, within these periods, a stable correlation coefficient between the quantities under consideration is determined, which is substantially different between the periods. The first and third periods are characterized by a very high correlation between GDP and total passenger turnover, an almost complete coincidence of the direction of changes in these quantities. The second time interval, on the other hand, is characterized by the absence of a positive correlation and a violation of the connection (or a change in its structure) between the quantities. In these time segments there is also a different dynamics of changes in the distribution of passenger turnover by mode of transport.

## REFERENCES

1. Tereshina, N. P., Galaburda, V. G., Tokarev, V. A. et al. The economics of railway transport: textbook [Ekonomika zheleznodorozhnogo transporta: uchebnik]; ed. by N. P. Tereshina, B. M. Lapidus. Moscow, TMC on education in railway transport, 2011, 676 p.
2. Sokolov, Yu. I., Sorokina, A. V. Key factors of success in management of transport company strategy [Kljuchevye factory uspeha v upravlenii strategii transportnoi kompanii]. *Transportnoe delo Rossii*, 2016, Iss. 2, pp. 166–169.
3. Sorokina, A. V. Strategic planning in companies: a course of lectures [Strategicheskoe planirovanie v kompanijah: kurs lekcij]. Moscow, MIIT publ., 2011, 142 p.
4. Tereshina, N. P., Sorokina, A. V. Increase in efficiency of corporation development management on the basis of formalization of strategic initiatives [Povyshenie effektivnosti upravlenija razvitiem korporacii na osnove formalizacii strategicheskikh iniciativ]. *Transportnoe delo Rossii*, 2014, Iss. 1, pp. 78–80.
5. Sokolov, Yu. I., Ivanova, E. A., Shlein, V. A. The management of demand for rail transportation and the problems of market equilibrium: monograph [Upravlenie sprosom na zheleznodorozhnye perezovozki i problemy rynochnogo ravnovesija: monografija]. Ed. by Yu. I. Sokolov. Moscow, FSBEI «TMC on education on a railway transport», 2015, 320 p.

6. Bubnova, G. V., Podsorin, V. A., Nikitina, M. A. Economic substantiation of the mechanism of interaction of transport companies and consumers of their services [Ekonomicheskoe obosnovanie mehanizma vzaimodejstvija transportnyh kompanij i potrebitelej ih uslug]. *Transportnoe delo Rossii*, 2014, Iss. 1, pp. 74–77.

7. Tereshina, N. P., Galaburda V. G., Kireev, V. L. Strategic planning on railway transport: methodological guidelines [Strategicheskoe planirovanie na zheleznodorozhnom transporte: metod. ukazanija]. Moscow, MIIT publ., 1999, 95 p.

8. Muktepavel, S. V. Analysis of macroeconomic factors affecting the volume of passenger traffic in the local traffic [Analiz makroekonomicheskikh faktorov, vlijajushhih na ob'em passazhirskih perezovozok v mestnom soobshhenii]. *Vestnik VNIIZhT*, 2016, Iss. 1, pp. 53–59.

9. Balashov, V. V., Smirnov, A. V. Assessment of Demand for Passenger Carriage. *World of Transport and Transportation*, Vol. 11, 2013, Iss. 4, pp. 78–87.

10. Sokolov, Yu. I. Product quality management in rail transport: educational guide [Upravlenie kachestvom produkcii na zheleznodorozhnom transporte: ucheb. posobie]. Moscow, MIIT publ., 2008, 168 p.

11. Sokolov, Yu. I., Lavrov, I. M. Improving the quality of transport services based on the elasticity of demand [Povyshenie kachestva transportnogo obsluzhivaniya na osnove ucheta elastichnosti sprosja]. *Ekonomika zheleznih dorog*, 2014, Iss. 9, pp. 80–86.

12. Lavrov, I. M. Applied Methods and Results of Computation of Elasticity of Demand Relative to Transportation Quality. *World of Transport and Transportation*, Vol. 12, 2014, Iss. 1, pp. 86–95.

13. Kagan, D. Z. Influence of macroeconomic factors on passenger traffic indicators [Vlijanie makroekonomicheskikh faktorov na pokazateli passazhirskih perezovozok]. *Ekonomika zheleznih dorog*, 2016, Iss. 11, pp. 21–27.

14. Kagan, D. Z. Analysis of the impact of the country's economic development on the overall passenger turnover of transport [Analiz vlijanija ekonomicheskogo razvitiya strany na obshhih passazhirooborot transporta]. *Aktual'nye problemy upravlenija ekonomikoj i finansami transportnyh kompanij. Sbornik nauchnyh trudov*, 2016, pp. 53–57.

15. Epishkin, I. A., Tikhomirov, A. N., Frolovichev, A. I. Application of economic-mathematical methods in the analysis of indicators on labor and wages in railway transport [Primenenie ekonomiko-matematicheskikh metodov pri analize pokazatelej po trudu i zarabotnoj plate na zheleznodorozhnom transporte]. *Sovremennye problemy upravlenija ekonomikoj transportnogo kompleksa Rossii: konkurentosposobnost', innovacii i ekonomicheskij suverenitet*. Moscow, MIIT publ., 2015, pp. 40–44.

16. Makarova, E. A., Muktepavel, S. V. Analytical studies of passenger traffic flows in local railway traffic [Analiticheskie issledovanija passazhirskih transportnyh potokov v mestnom zheleznodorozhnom soobshhenii]. *Vestnik Universiteta*, 2015, Iss. 1, pp. 33–40.

17. Kochneva, L. F., Lipkina, Z. S., Novoseltseva, V. I. Theory of probability and mathematical statistics: educational guide [Teorija verojatnostej i matematicheskaja statistika: ucheb. posobie]. Moscow, MIIT publ., 2012, 49 p.

18. Official portal of the Federal State Statistics Service. [Electronic resource]: <http://www.gks.ru>. Last accessed 27.12.2016.

Information about the author:

**Kagan, Dmitry Z.** – Ph.D. (Physics and Mathematics), associate professor at the department of Mathematics of Moscow State University of Railway Engineering (MIIT), Moscow, Russia, dmikagan@gmail.com.

Article received 01.08.2016, revised 26.12.2016, accepted 27.12.2016.

