

зоне их влияния: автореферат дис. канд. техн. Наук 05.22.10 /И.П. Димова. — Тюмень, 2009. - 18 с.

8. Липенков А.В. Исследование влияния регулируемого пересечения на пропускную способность остановочного пункта.// Вестник ИрГТУ.-2015.-вып. № 9(104).-С 113-120.

УДК 656.13

ФОРМИРОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ДИНАМИКИ СПРОСА НА ГРУЗОВЫЕ ПЕРЕВОЗКИ

В.Д. Чижонок, *канд. техн. наук, доц.*,
УО «БНТУ», г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. В статье дается количественная оценка взаимосвязи экономик Европейского континента, в особенности Германии, России, Украины, Беларуси и прибалтийских государств, и формулируются рекомендации по ее учету при прогнозировании объема перевозок грузов в Республике Беларусь на краткосрочную перспективу.

Abstract. This article gives a quantitative assessment of the relationship of the economies of the European continent, especially Germany, Russia, Ukraine, Belarus and the Baltic States, and formulates recommendations to be taken into account when forecasting the volume of cargo transportation in the Republic of Belarus in the short term.

Ключевые слова: грузовые перевозки, математическая модель, динамика спроса, грузооборот, транспортная работа, экономический рост.

Keywords: freight transportation, mathematical model, dynamics of demand, turnover, and transport work, economic growth.

Введение. Транспортная система любой страны должна развиваться в соответствии с теми тенденциями, которые имеют место в экономике государства. Однако для отдельных стран, в том числе и для Республики Беларусь, немаловажное значение имеют темпы экономического роста в сопредельных государствах. Это обусловливается тесной связью экономик Европейского континента, в особенности Германии, России, Украины, Беларуси и прибалтийских государств между собой. Темпы экономического роста во многом определяют требования к транспортным системам, поскольку они являются обслуживающими отраслями

экономики. Естественно предположить в этой связи, что увеличение внутреннего валового продукта в республике повлечет за собой рост грузооборота на всех видах транспорта.

Математическая модель оценки динамики спроса на грузовые перевозки. С целью выявления данной взаимосвязи изучена динамика изменения валового внутреннего продукта и показателей транспортной работы за ретроспективный период [1] (табл. 1).

Таблица 1

Динамика ВВП и показателей транспортной работы за ретроспективный период

Наименование показателя	Значения показателей по годам ретроспективного периода										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Валовой внутренний продукт: в сопоставимых ценах, в процентах к предыдущему году	105,8	104,7	105,0	107,0	111,4	109,4	110,0	108,6	110,2	100,2	107,6
Грузооборот всех видов транспорта ¹⁾ в том числе:	36495	35146	40923	46777	49429	53059	54863	60033	62924	56387	62401
железнодорожный	31425	29727	34169	38402	40331	43559	45723	47933	48994	42742	46224
автомобильный	5026	5350	6658	8181	8867	9351	8939	11941	13742	13512	16023
внутренний водный	26	41	59	160	182	90	109	93	132	83	110
воздушный	18	28	37	34	49	59	92	66	56	50	44
Процент роста (снижения) грузооборота всех видов транспорта к предыдущему году в том числе:	-	96,3	116,4	114,3	105,7	107,3	103,4	109,4	104,8	89,7	110,7
железнодорожный	-	94,6	114,9	112,4	105,0	108,0	105,0	104,8	102,2	87,2	108,1
автомобильный	-	106,4	124,4	122,9	108,4	105,4	95,6	133,6	115,1	98,8	118,6
внутренний водный	-	157,7	143,9	271,2	113,8	49,4	121,1	85,3	142,9	62,9	132,5
воздушный	-	155,6	132,1	91,9	144,1	120,4	155,9	71,7	84,8	89,3	88,0

¹⁾ - без трубопроводного

В графической форме динамика изменения данных показателей представлена на рис. 1. Из него видно, что между внутренним валовым продуктом и грузооборотом транспортной системы республики существует определенная взаимосвязь. Для установления тесноты связи

данных показателей между собой с помощью программных средств Excel [2] определен коэффициент корреляции двух статистических рядов, который равен 0,46.

Давая оценку данному значению коэффициента корреляции необходимо отметить, что теснота связи между темпами роста грузооборота транспортной системы и темпами увеличения внутреннего валового продукта республики является достаточно слабой. Внутренний валовой продукт республики только на 21,2 % влияет на темпы роста грузооборота транспортной системы [3].

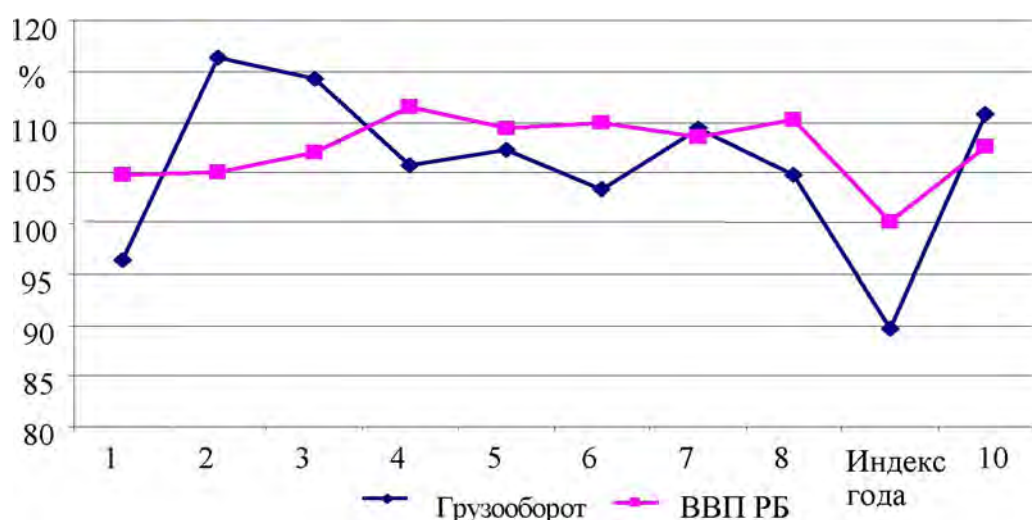


Рис. 1. Динамика изменения внутреннего валового продукта и грузооборота транспортной системы республики

Таким образом, на 78,8 % темпы роста грузооборота транспортной системы республики зависят от других факторов, например, от темпов роста внутреннего валового продукта в Российской Федерации, Литве, Германии, Эстонии, Латвии, Украине. В табл. 2 представлены темпы роста внутреннего валового продукта в вышеуказанных странах за ретроспективный период [4].

Таблица 2

Динамика темпов роста внутреннего валового продукта в сопредельных государствах за ретроспективный период

Наименование страны	Темпы роста внутреннего валового продукта по годам ретроспективного периода									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Россия	105,1	104,7	107,3	107,2	106,4	107,7	108,1	105,6	92,1	104,0
Литва	106,7	106,9	110,2	107,4	107,8	107,8	109,8	102,8	85,2	101,3
Германия	101,2	100,0	99,8	101,2	100,8	103,2	102,5	101,3	95,1	103,6
Эстония	107,5	107,9	107,6	107,2	109,4	110,0	107,2	96,4	85,9	103,1
Латвия	108,0	106,5	107,2	108,7	110,6	112,2	110,0	95,8	82,0	99,6
Украина	109,2	105,2	109,6	112,1	102,7	107,3	107,9	102,3	96,5	104,2

На рис. 2 представлены графики изменения внутреннего валового продукта Российской Федерации и грузооборота транспортной системы Республики Беларусь. Сопоставляя графики на рис. 1 и 2, можно сделать вывод о том, что влияние темпов роста внутреннего валового продукта в Российской Федерации на грузооборот транспортной системы Республики Беларусь более заметно, чем собственные показатели по росту ВВП в республике. Данный тезис подтверждается и расчетами коэффициента корреляции между показателями, представленными на рис. 2, который равен 0,67. Такое положение обуславливается тесной взаимосвязью между экономиками России и Беларуси [3].

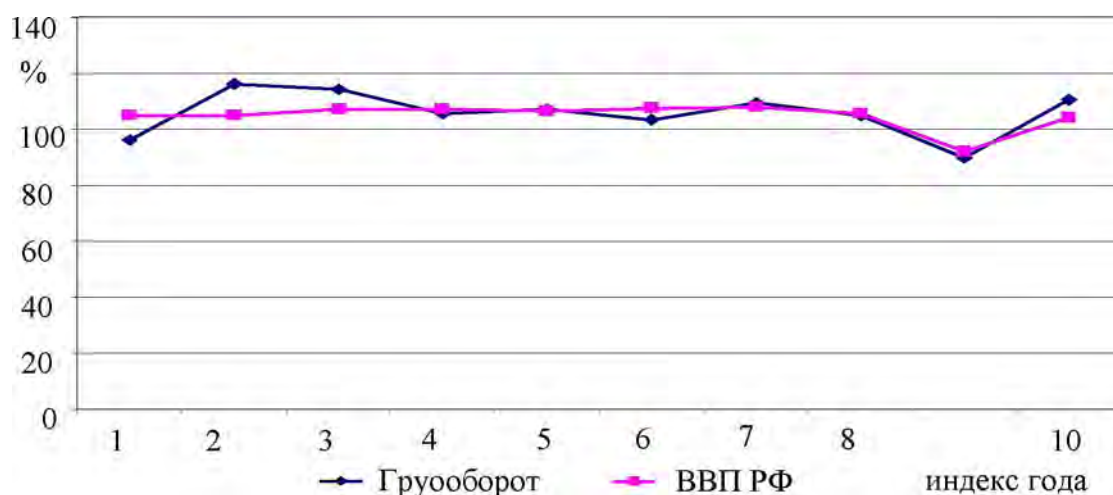


Рис. 2. Динамика изменения внутреннего валового продукта Российской Федерации и грузооборота транспортной системы Республики Беларусь

На рис. 3 представлена динамика темпов роста внутреннего валового продукта в Российской Федерации и в Республике Беларусь.

Темпы роста внутреннего валового продукта в Беларуси, несколько выше, чем в России, однако они синхронизированы между собой. Поэтому коэффициент корреляции между темпами роста внутреннего валового продукта в России и в Беларуси составляет 0,82, что говорит о сильной взаимосвязи экономик двух стран.

Определенное влияние на темпы роста транспортной работы в Республике Беларусь оказывает развитие экономик других сопредельных государств: России, Украины, Литвы, Латвии, Эстонии и некоторых других [3].

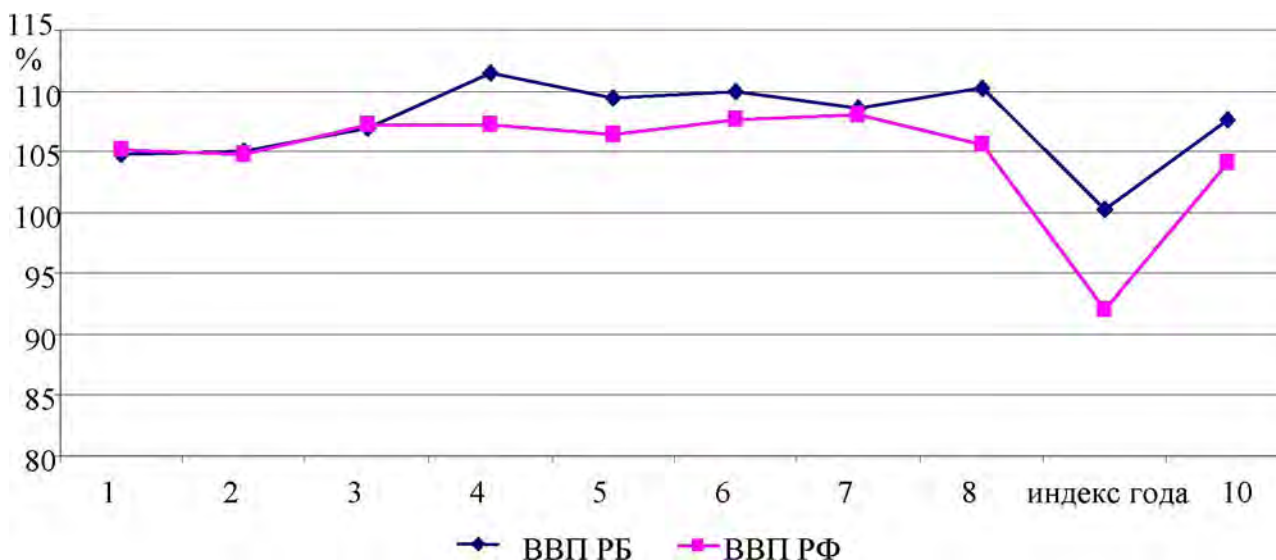


Рис. 3. Динамика темпов роста внутреннего валового продукта в Российской Федерации и в Республике Беларусь

Поэтому прогнозирование единственной переменной y на основании нескольких переменных x_k целесообразно выполнить с помощью множественной регрессии. В этом случае математическая модель процесса представляется в виде уравнения регрессии с несколькими переменными величинами, т.е. $y = f(b_0, \dots, x_k)$. Общий вид уравнения множественной регрессии обычно стараются представить в форме линейной зависимости:

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_i x_i \quad (1)$$

где b_0 - свободный член (или сдвиг);

b_1, b_2, \dots, b_k - коэффициенты регрессии, которые подлежат вычислению методом наименьших квадратов.

Однако такие исследования в полном объеме практически невозможно выполнить. Из теории регрессионного анализа известно, что на каждую переменную x_k должно, как правило, приходиться 10 значений результативного признака y . Это означает, что если в регрессию будут включены 7 переменных x_k , то исследования темпов роста грузооборота внутреннего валового продукта необходимо провести за семьдесят лет. Достоверных данных за такой период времени получить практически невозможно. Поэтому, выполненные на основании статистических данных, представленных в табл. 2, корреляционный и регрессионный анализы зависимости темпов роста грузооборота транспортной системы республики от темпов роста внутреннего валового продукта в Беларуси и сопредельных государствах носят весьма приблизительный характер. В

результате исследований получена следующая регрессия для описания указанных выше процессов:

$$y = -81,10 + 3,39 x_1 - 10,21 x_2 + 7,39 x_3 + \\ + 2,79 x_4 + 2,06 x_5 - 3,19 x_6 - 0,41 x_7 \quad (2)$$

где y – темп роста грузооборота транспортной системы Республики Беларусь;

x_1, x_2, \dots, x_7 – темпы роста внутреннего валового продукта, соответственно, в Республике Беларусь, Российской Федерации, Литве, Германии, Эстонии, Латвии и Украине.

Средние темпы роста внутреннего валового продукта за ретроспективный период в Республике Беларусь 107,4 %, а в России, Литве, Германии, Эстонии, Латвии и Украине, соответственно, 104,8; 104,6; 100,9; 104,2; 104,1; 105,7 %. Если предположить, что рост экономик в первом году перспективного периода будет не ниже средних значений, то темп роста грузооборота транспортной системы Республики Беларусь составит:

$$y = -81,10 + 3,39 \cdot 107,4 - 10,21 \cdot 104,8 + 7,39 \cdot 104,6 + 2,79 \cdot 100,9 + \\ + 2,06 \cdot 104,2 - 3,19 \cdot 104,1 - 0,41 \cdot 105,7 = 106,7 \%$$

Таким образом, при средних темпах роста внутреннего валового продукта в республике и в сопредельных государствах можно прогнозировать увеличение грузооборота транспортной системы Беларуси в первом году перспективного периода на 6,7 % [5].

Аналогичный подход можно использовать для прогнозирования темпов роста грузооборота на отдельных видах транспорта [3-6]. Так, темпы роста грузооборота на автомобильном транспорте рекомендуется прогнозировать по следующей зависимости:

$$y = -246,47 + 10,53 x_1 - 48,80 x_2 + 31,43 x_3 + \\ + 18,39 x_4 - 5,47 x_5 - 2,56 x_6 + 0,34 x_7 \quad (3)$$

Если, как и в предыдущем случае принять средние темпы роста внутреннего валового продукта в каждой из сопредельных стран, то расчетные темпы роста грузооборота автомобильного транспорта республики в первом году перспективного периода составят 112,8 %. Как видно, объем работы на автомобильном транспорте может значительно возрасти при условии динамичного экономического развития республики и сопредельных государств.

Эффективное использование транзитного потенциала Республики Беларусь зависит от ряда факторов, на которые республиканские органы государственного управления во многих случаях не могут оказывать существенного влияния [7]. К таким факторам можно отнести:

- государственную политику, проводимую промышленно развитыми странами;

- введение различных административных правил в государствах по пути следования грузов (ввозные и вывозные пошлины, налоги и сборы);
- конъюнктуру цен товаров и услуг на мировом рынке;
- уровень конкуренции между транспортными и транспортно-экспедиционными организациями.

Вместе с этим существует ряд объективных факторов, воздействие которых неизбежно приводит к увеличению транзитных грузопотоков через территорию республики. Немаловажное значение имеет в этом плане система транспортно-логистических центров, которая в настоящее время формируется в республике, призванная стать одним из основных элементов, направленных на увеличение транзитных грузопотоков [8]. К ним относятся также темпы роста внутреннего валового продукта в сопредельных государствах и расширение географии их экономических связей. Для установления тесноты связи между темпами роста транзитных грузопотоков через территорию республики и темпами роста внутреннего валового продукта в сопредельных государствах выполнены корреляционный и регрессионный анализы на основе данных, приведенных в табл. 3. В ней представлена динамика изменения транзитного грузопотока через территорию республики и динамика изменения ВВП России и Германии, так как наибольший удельный вес в транзитном грузопотоке приходится на грузопоток данного направления [9].

Таблица 3

Динамика изменения транзитного грузопотока через территорию республики и ВВП России и Германии

Индекс года ретроспективного периода	Количество транзитных поездок иностранных грузовых автомобилей (без учета белорусско-российской границы)	Процентное отношение к предыдущему году	Динамика изменения внутреннего валового продукта, в %	
			России	Германии
1	189280	-	105,1	101,2
2	209960	110,9	104,7	100,0
3	225241	107,3	107,3	99,8
4	226453	100,5	107,2	101,2
5	262507	115,9	106,4	100,8
6	327848	124,9	107,7	103,2
7	431770	131,7	108,1	102,5
8	543538	125,9	105,6	101,3
9	455402	83,8	92,1	95,1
10	588235	129,2	104,0	103,6

Корреляционный анализ показывает, что между процентом изменения количества транзитных поездок через территорию республики и процентом изменения внутреннего валового продукта в России и

Германии существует сильная статистическая взаимосвязь. Коэффициент корреляции в этом случае равен 0,89, а это означает, что 79,0 % транзит через территорию республики определяется выбранными факторными признаками [1].

При регрессионном анализе установлен вид зависимости, с помощью которой можно прогнозировать процент изменения количества транзитных поездов через территорию республики (P_{mp}) от ВВП России (x_1) и Германии (x_2):

$$P_{mp} = - 460,56 - 0,36x_1 + 6,08x_2 \quad (4)$$

Если подставить в формулу 4, средние темпы роста внутреннего валового продукта за ретроспективный период в России – 104,8 % и в Германии – 100,9 %, то получим $P_{тр} = 115,2$ %. Таким образом, в первом году перспективного периода следует ожидать прироста транзитных поездов транспортных средств через территорию республики на более чем 15 %. Предварительная оценка темпов прироста транзитных поездов транспортных средств через территорию республики в первом году перспективного периода показывает, что они составили 116,6 %. Следовательно, предлагаемая модель прогнозирования роста транзитных автомобильных перевозок грузов является достаточно адекватной.

Выводы.

1. Изложенная в настоящей статье методика оценки динамики спроса на грузовые перевозки на перспективу основывается на корреляционном и регрессионном анализе динамических рядов, характеризующих изменения различных показателей развития экономики и транспортной системы. На изменение объемов перевозки грузов в Республике Беларусь и показателей внешнеэкономической деятельности влияют не только динамика внутреннего валового продукта, полученного в республике, но и динамика изменения данного показателя в сопредельных государствах. Объективной основой для такого вывода является тесное переплетение мирохозяйственных связей между экономиками различных государств.

2. Предложенные методы рекомендуется использовать для более объективной оценки достигнутых показателей работы различных видов транспорта. В целях повышения достоверности регрессионных зависимостей необходимо осуществлять постоянный мониторинг изменения факторных показателей и на этой основе вносить соответствующие корректировки в имеющиеся математические модели.

Библиографический список

1. Официальный сайт Национального статистического комитета Республики Беларусь. [Электронный ресурс] – Режим доступа: www.belstat.gov.by –. Дата доступа : 14.09.2017.

2. Бараз, В.Р. Корреляционно-регрессионный анализ связи показателей коммерческой деятельности с использованием программы Excel: учебное пособие / Екатеринбург: ГОУ ВПО «УГТУ – УПИ», 2005. – 102 с.
3. Чижонок В.Д. Теоретические основы и практические приложения логистики / В. Д. Чижонок. – М : Новое знание, 2015. – 320 с.
4. Логистика: интеграция и оптимизация логистических бизнес–процессов в целях поставок / В.В. Дыбская [и др.]. – Москва: Эксмо, 2014. – 939 с.
5. Волгин, В. В. Логистика приемки и отгрузки товаров: практическое пособие / В. В. Волгин. – Москва: Дашков и К°, 2009. – 457 с.
6. Герасимов, Б.И. Основы логистики / Б.И. Герасимов, В.В. Жариков, В.Д. Жариков. - М.: ИНФРА-М, 2010. – 304 с.
7. Голубчик, А.М. Транспортно-экспедиторский бизнес: создание, становление, управление / А.М. Голубчик. – Москва: Транслит, 2011. – 317 с.
8. Иванов, Д.А. Управление цепями поставок / Д.А. Иванов. – Санкт-Петербург: Издательство Политехнического университета, 2010. – 659 с.
9. Интегрированные логистические системы доставки ресурсов: (теория, методология, организация) / И.А. Еловой, И.А. Лебедева. – Минск: Право и экономика, 2011. – 460 с.

УДК 629.3

ВЛИЯНИЕ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИЗМЕРЕНИЙ НА ПАРАМЕТРЫ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ СТРУКТУР

В.А. Щеглов, канд. техн. наук, доц., профессор кафедры АТиСА,
БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ», г. Калининград

V.A. Shcheglov, Ph.D., associate Prof., Professor of road transport and service
vehicles, «BFFSA» FSEI NPE «Kaliningrad State Technical University»,
Kaliningrad

Аннотация. Проведена оценка влияние погрешностей измерений на параметры количественных структур и сформулированы требования к приборному обеспечению. Для получения устойчивого решения необходимо провести экспериментальные замеры не менее чем на 20 режимах.

Abstract. Evaluated the impact of measurement errors on the parameters of the quantitative structures and the requirements to the instrument requirements. To obtain a stable solution, it is necessary to conduct the pilot measurement is not less than 20 modes.

Ключевые слова: погрешности, количественные структуры, входные параметры, выходные параметры, системы.

Keywords: error quantity structure, input parameters, output parameters, systems.