

Оценка на въздействието на технико-икономическите показатели за работа на автомобилния транспорт върху неговата енергийна ефективност

Христина Николова* , Петя Коралова**

Резюме: За разрешаването на проблемите на енергийната ефективност в транспорта са необходими качествени решения, базирани на научни изследвания, които могат да предоставят задълбочен анализ на тенденциите и перспективите за консумация на енергия от транспортния сектор в страната, респ. на неговата конкурентоспособност на европейския транспортен пазар.

Прекомерното развитие на автомобилния транспорт не способства за правилно балансиране на транспортната система на страната и не позволява постигането на целите на политиката за устойчиво развитие на транспорта по отношение на консумацията на енергия и енергийната ефективност. Националното законодателство предвижда изисквания по отношение на превозвачите и транспортните средства в много от тези аспекти, но е необходима оценка на постигнатите резултати и допълване на политиката за развитие на автомобилния транспорт в страната с мероприятия, насочени към снижаването на негативните външни ефекти, на базата на

* Христина Николова е доктор, доцент в катедра „Икономика на транспорта“ на УНСС, e-mail: hnikolova@upwe.bg

** Петя Коралова е доктор, асистент в катедра „Икономика и счетоводство в транспорта“ на ВТУ „Тодор Каблешков“, e-mail: koralova_p@abv.bg

оценка на ключови технико-икономически показатели за неговото развитие.

В настоящата статия е представено изследване на корелационните зависимости между технико-икономическите показатели за работа на автомобилния транспорт и консумираната от него енергия при осъществяване на превозите. Целта е да се установи степенята на въздействие на тези показатели върху енергийната ефективност на автомобилния транспорт и да се очертаят възможности за провеждане на целенасочена политика по отношение на онези аспекти от дейността, за които е установено най-силно въздействие върху показателите за енергийна ефективност.

Изследването е проведено в рамките на договор за научно изследване НИД-НИ №1-3/2013 г. и предоставя възможност да се разкрият основните фактори на влияние и да се предложат мерки за въздействие, насочени към повишаване на енергийната ефективност на автомобилния транспорт, с оглед постигане на целите на политиката за устойчиво развитие на транспорта, свързани с неговата енергийна ефективност.

Разработена е матрица за оценка и са изчислени комплексни индекси за енергийната ефективност. Те служат като база за предлагане на конкретни мерки за повишаване на енергийната ефективност на автомобилния транспорт в страната.

Ключови гуми: енергийна ефективност; технико-икономически показатели; автомобилен транспорт.

JEL: C13, R49.

Увод

През последните години се наблюдава непрекъснато увеличаване на дела на превозите с автомобилен транспорт, който е с най-ниска енергийна ефективност и произвежда повече емисии за тонкилометър, отколкото железопътния и речния транспорт взети заедно. Освен това, неговото използване предопределя високата степен на зависимост на цените на стоките и услугите от цените на течните горива. В допълнение, нараства делът на превозите с лични автомобили, които потребяват гориво, без пряко да участват в създаването на добавена стойност и по този начин допринасят за неблагоприятното нарастване на енергийната интензивност на транспорта¹. Ето защо устойчивото развитие и конкурентоспособността на автомобилния транспорт изискват повишаване на ефективността от неговата експлоатация и особено на неговата енергийна ефективност.

Нарастващото потребление на енергия от транспорта е пряко свързано с различни проблеми, отнасящи се до затруднения в доставките на енергия и негативно влияние върху производствените сектори и консумацията на възобновяеми източници, върху климатичните промени и замърсяването на въздуха. Използването на биогорива може да допринесе за независимост

¹ Енергийната интензивност на транспорта отразява консумираната енергия (измерена в тонове петролен еквивалент) при производството на единица транспортна продукция (измерена в тонкилометри за товарните и пътничкилометри – за пътническите превози). Министерство на икономиката и енергетиката. Енергийна стратегия на Република България до 2020г: за надеждна, ефективна и по-чиста енергетика, София, юни 2011.

от цените на невъзобновяемите енергийни източници и намаляване на емисиите на парникови газове, но същевременно производството на биогоривата има негативно влияние върху биоразнообразието, ерозията на почвите, използването и качеството на водите и използването на земята.

От друга страна, отглеждането на култури за производство на биогорива е в конкуренция с отглеждането на земеделски култури за хранително-вкусовата промишленост. Следователно, при дефиниране на проблемите, свързани с енергийната ефективност на транспорта, трябва да бъдат отчетени два основни фактора: нарастващите изисквания за мобилност на стоки и хора и тенденцията за пренасочване към сравнително енергийно интензивните видове транспорт. Именно затова в стратегията за устойчиво развитие на ЕС е формулирана целта за „постигане на устойчиви нива на консумация на енергия от транспорта и намаляване на емисиите от парникови газове“, а също и за „отделяне на икономическия растеж от търсенето на превози с цел намаляване на вредното въздействие върху околната среда“ (CEC, 2006).

Очакванията по отношение на използването на петрола и другите изкопаеми горива са, че през идните десетилетия техните цени ще се увеличават, а по-евтините енергийни ресурси постепенно ще се изчерпват. Негативните въздействия върху околната среда ще придобиват все по-голям мащаб, тъй като конвенционалните ресурси ще бъдат заместени от още по-замърсяващи. Същевременно, необходимостта от преминаване към нисковъглеродна икономика и все по-нарастващите изисквания за енергийна сигурност ще наложат ориентация към производството и доставката на енергия от възобновяеми източници. С развитието и усъвършенстването на технологиите и преминаването към масово производство на енергия от такива източници се очаква цените на енергията да се понижат (Jeo&Attekudzi, 2005).

Управление на ресурси и разходи

Намаляването на потреблението на невъзобновяеми ресурси е изключително важно във всички аспекти на функциониране на транспортните системи. Сметчането на негативните ефекти върху околната среда вследствие от транспортната дейност налага предприемането на действия по отношение на намаляването на шума и вредните емисии от всички видове транспорт, но най-сериозно – от автомобилния. Националното законодателство предвижда изисквания по отношение на превозвачите и транспортните средства в много от тези аспекти, но е необходима оценка на постигнатите резултати и допълване на политиката за развитие на транспорта в страната с мероприятия, насочени към снижаването на негативните външни ефекти от транспорта.

За решаването на проблемите на енергийната ефективност в транспорта са необходими качествени решения, базирани на научни изследвания, които могат да предоставят задълбочен анализ на тенденциите и перспективите за повишаване на енергийната ефективност на транспорта в страната, респ. на неговата конкурентоспособност на европейския транспортен пазар. В тази връзка обект на анализ е развитието на автомобилния транспорт и неговата енергийна ефективност, а предмет – система от показатели за оценка на влиянието на работата и консумацията на енергия от автомобилния транспорт върху неговата енергийна ефективност.

Основният показател, който ЕС препоръчва за оценка на енергийната интензивност на транспортния сектор, е съотношението на консумацията на енергия от транспорта към произведения БВП (на верижна база). При изчисляването на показателя се включва консумацията на енергия от всички видове транспорт (автомобилен, железопътен, речен и въздушен) при изпълнението на търговски превози, пре-

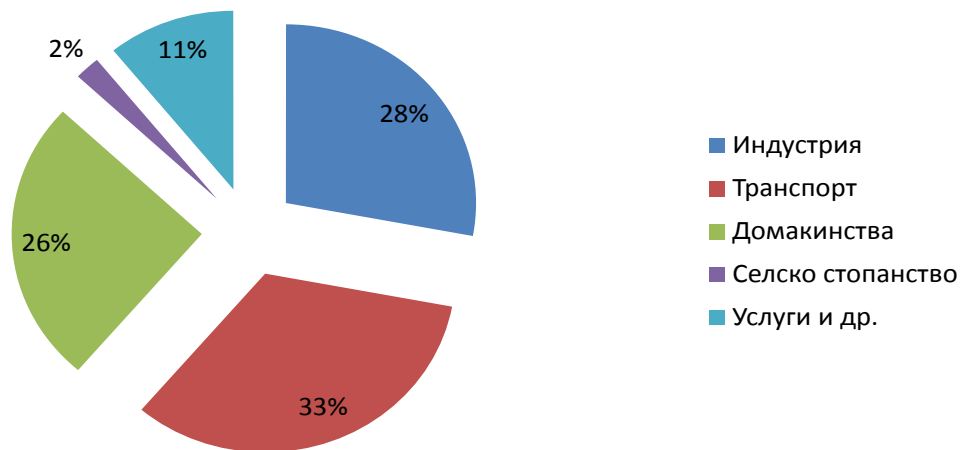
вози за собствена сметка и обществени превози.

Енергийната ефективност се измерва чрез количествен индикатор – енергийното съдържание на единица БВП. Показателят е възприето да се нарича също „енергийна интензивност“ на икономиката и се изчислява, като изразходваната енергия за дадена година се разделя на създадения БВП. Изразходваната енергия, т.е. числителят на формулата, може да бъде с различен обхват – използват се различни стандартни показатели за енергийно потребление, които дават представа за енергийната ефективност като цяло или в конкретни сфери. Например, общо брутно потребление на енергия (първичното, преди преобразуване и потребление), общо крайно потребление на енергия (след преобразуване, но включващо енергийните разходи на централите и при транспортиране), крайно потребление на енергия (използваното от крайните потребители – индустрия, домакинства, транспорт, услуги) и т.н.

Когато към данните за анализа се добавят и обемот на превозите на товари и пътници, както и емисиите на парникови газове, могат да се направят изводи относно изпълнението на целите, свързани с постигането на по-висока енергийна ефективност и екологичност на транспортната система на страната.

Оценка на въздействието на технико-икономическите показатели за работа върху енергийната ефективност на автомобилния транспорт

Транспортът заема първо място в консумацията на енергия по сектори в ЕС с относителен дял от 32% от общата консумация. В България този дял е 33%, с което транспортът се нарежда на първо място сред всички икономически сектори с изключение на енергетиката (фигура 1).

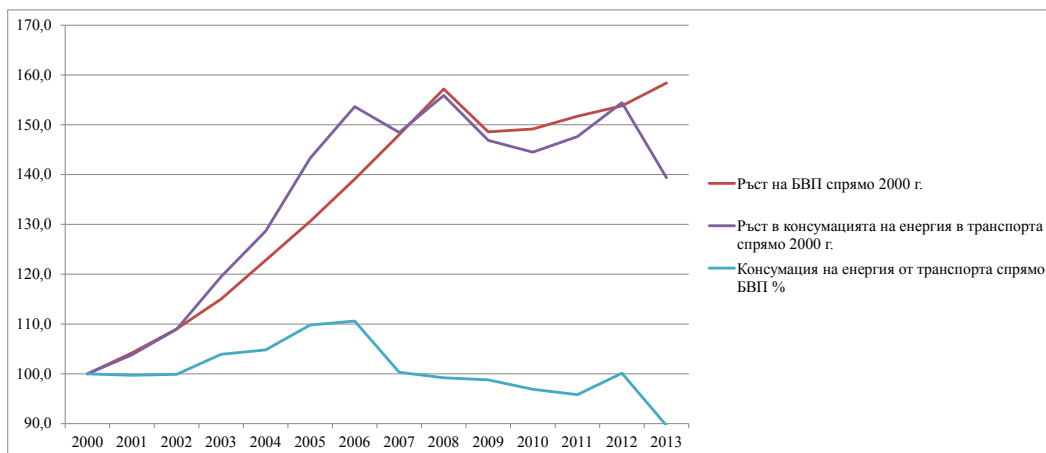


Фигура 1. Крайна консумация на енергия по сектори на икономиката в България, 2012 г.
Източник: EUROSTAT.

От друга страна, около 95% от енергията, използвана за извършването на превози, е от петрол и природен газ, като електрическата енергия също е широко използвана – особено в градския транспорт.

В периода между 2000 и 2013 г. консумацията на енергия от транспортния

сектор в страната следва тенденциите в развитието на икономиката. Характерно е дори изпреварване в ръста на консумираната енергия от транспортния сектор в сравнение с ръста в БВП през периода 2002-2007 година. (виж фигура 2).



Фигура 2. Изменение на съотношението „консумация на енергия от транспорта спрямо БВП“ спрямо 2000 г., %.

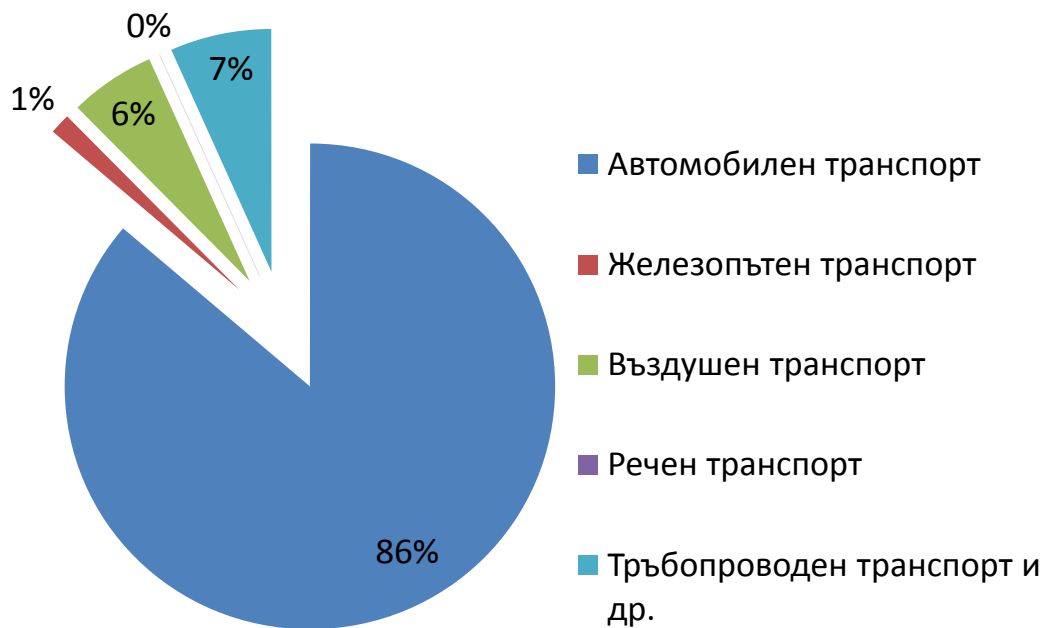
Източник: EUROSTAT.

Управление на ресурси и разходи

Средногодишният ръст в потреблението на енергия в транспорта е 3,5%, а средният ръст на БВП – 3,4%. В резултат на това консумацията на енергия в транспорта, падаща се на 1000 лв. от БВП, нараства с 2,7% на година, което показва че целта на стратегията за устойчиво развитие, свързана с отделяне на ръста в консумацията на енергия в транспорта от икономическия растеж, не е постигната. Намаляването на консумацията на енергия от транспортния сектор след 2007 г. и специално през 2009 г. очевидно е последица от икономическата криза и съответства на забавянето в икономическото развитие на страната. Въпреки

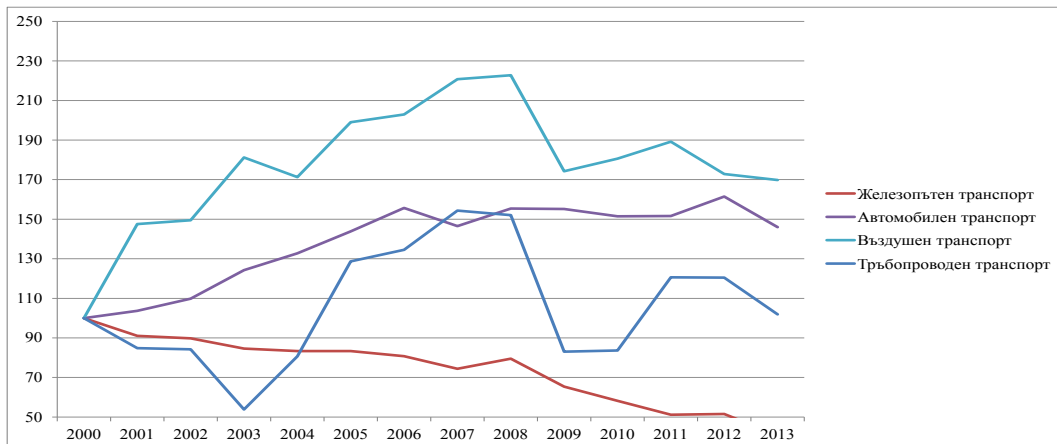
че според данните за растежа на БВП след 2010 г. се забелязва известен ръст, краткосрочните данни за продажбите на горива показват, че консумацията на енергия от транспорта продължава да намалява.

Относителният дял на автомобилния транспорт в общата консумирана енергия от транспортния сектор в страната е средно 84,7%, а през 2012 г. – 86%, следван от въздушния транспорт с относителен дял от 6% (виж фигура 3). Тези два вида транспорт не само са основните консуматори на енергия от транспортния сектор в страната, но те са и с най-висок ръст по този показател през периода от 2000 до 2013 година.



Фигура 3. Относителен дял на отделните видове транспорт в общата консумация на енергия от транспорта в България, 2013 г.

Източник: EUROSTAT.



Фигура 4. Ръст в консумацията на енергия по видове транспорт спрямо 2000 г., %.

Източник: Генерален директорат по мобилност и транспорт, 2013.

Консумацията на енергия от автомобилния транспорт нараства средногодишно с 4%, докато въздушният транспорт бележи средногодишен ръст от 6,7%, което отразява нарастващия относителен дял на въздушния транспорт в общия обем на превозите в транспортната система на България (фигура 4).

Консумацията на енергия от железопътния транспорт намалява средногодишно с 5,5%, което може да се обясни със значителното свиване в обема на превозите по този вид транспорт, а не с целенасочено провеждана политика за намаляване на консумацията на енергия. Все пак следва да се има предвид, че железопътният транспорт осигурява по-ниска консумация на енергия в сравнение с другите видове транспорт и това е една от основните му технико-икономически особености.

Тенденцията за нарастване на енергийната интензивност на транспорта след 2000 г. е изключително неблагоприятна. Основните причини за това нарастване са:

- увеличаване на дела на превозите, извършвани от автомобилния транспорт за сметка на по-ефективния железопътен транспорт;

- нарастване на броя и недостатъчното натоварване на личните автомобили, които потребяват гориво без да участват пряко в създаването на добавена стойност;
- продължаващо морално остаряване и амортизиране на съществуващия автомобилен парк;
- недостатъчни инвестиции в транспортната инфраструктура;
- лоши експлоатационни условия;
- липса на оптимизация на трафика.

В потреблението на горивата е основен приносът на автомобилния транспорт, който през 2013 г. потребява 91,5 % от общо употребените количества в сектора. По данни на НСИ употребата общо от транспорта на дизелови горива нараства от 721 хил. т. нефтен еквивалент през 2000 г. до 1510 хил. т. нефтен еквивалент през 2013 г. или 2 пъти.

Анализът на консумацията на енергия по ключови показатели и изследването на тенденциите в развитието на товарните и пътническите превози са изходна основа за определяне на енергийната ефективност в автомобилния транспорт. Когато към данните за анализа се добавят и пока-

Управление на ресурси и разходи

затели като обем на превозите на товари и пътници, численост на парка от превозни средства, както и емисиите на парникови газове², могат да се направят изводи относно изпълнението на целите, свързани с постигането на по-висока енергийна ефективност и екологичност на транспортната система на страната.

Предвид това, основните задачи на изследването, представено в настоящата статия, са:

- на база възможностите на многофакторния регресионен анализ да се определят факторите, които оказват най-силно влияние върху съответните показатели за енергийна ефективност в автомобилния транспорт;
- да се изведе индекс на енергийна ефективност, чрез който да се определи до каква степен извършването на товарни и пътнически превози по автомобилен транспорт е енергийно ефективно и води до постигане на устойчиво развитие.

За целта е съставена правоъгълна матрица (E1), в стълбовете (п) на която са разположени въздействащите фактори (j), а в редовете (m) са ранжирани показателите за ефективност (i). Всеки от факторите приема определени стойности в зависимост от функциите, които изпълнява.

Таблица 1 по-долу представя модела на зависимостите между въздействащите фактори и показателите за ефективност в автомобилния транспорт, които ще послужат като база за извеждане на индекса за енергийна ефективност.

Въз основа на анализирания статистически данни за консумацията на енергия и тенденциите в развитието на технико-икономическите показатели за работа-

² Анализът на показателите е представен подробно в студията „Енергийна ефективност на транспорта в България –ключови показатели и тенденции“ с автори Христина Николова и Ташко Минков, публикувана в Научни трудове на УНСС, том 2/2014 г.

та на автомобилния транспорт, към въздействащите фактори и резултативните величини са отнесени, както следва:

- **Въздействащи фактори** – превозени товари (млн. т.); извършена товарна превозна работа (млрд. ткм); превозни пътници с автомобилен транспорт (хил. пътници); извършена пътническа превозна работа (млн. пкм); извършена превозна работа от леките автомобили (млрд. пкм); численост на товарните автомобили (хил. бр.), на влекачите (хил. бр.), на специализираните автомобили (хил. бр.), на автобусите (хил. бр.), на леките автомобили (хил. бр.); брой на новорегистрираните и на регистрираните нови автомобили; подвижност на населението с автомобилен транспорт; средно превозно разстояние на товарите, превозени с автомобилен транспорт (км); средно пропътувано разстояние от един пътник (км) и състояние на пътната настилка³ – добро, средно и лошо (км).
- **Резултативни показатели** – консумирана енергия от сектор „Транспорт“ (хил. т. петролен еквивалент – ПЕ); консумирана енергия от автомобилния транспорт (хил. т. – ПЕ); консумация на гориво от сектор „Транспорт“ по източници (дизел, бензин и биогорива – хил. т. ПЕ); потребление на гориво от автомобилния транспорт по източници (дизел, бензин и пропан бутан – хил. т. ПЕ); емисии на вредни вещества (SOx; NMVOC; NOx; CO; CO₂; N₂O; NH₄), отделени в атмосферата от автомобилен транспорт (тонове).

³ Поради недостатъчната дължина на динамичния ред на показателя и това, че абсолютните стойности на наличните и достъпни данни са изчислени в зависимост от техния относителен дял спрямо общата дължина на пътната инфраструктура, при извършване на статистическия анализ със специализирания софтуер се установи, че резултатите, които се получават, не са надеждни. В тази връзка показателят е изключен от анализа.

Таблица 1. Матрица на взаимодействието между въздействащи фактори и показатели за енергийна ефективност в автомобилен транспорт

	ФАКТОРНИ ВЕЛИЧИНИ									
	Превозени товари/ Извършена товарна превозна работа	Превозени пътници/ Извършена пътническа превозна работа	Циленост на парка от превозни средства	Подвижност на населението	Средно превозно разстояние на товарите	Средно пропуснато разстояние от един пътник	Състояние на пътната настилка			
							лошо	средно	добро	
										β 17
β 11	β 12	β 13	β 14	β 15	β 16	β 17	β 18	β 19		
β 21	β 22	β 23	β 24	β 25	β 26	β 27	β 28	β 29		
β 31	β 32	β 33	β 34	β 35	β 36	β 37	β 38	β 39		
β 41	β 42	β 43	β 44	β 45	β 46	β 47	β 48	β 49		
β 51	β 52	β 53	β 54	β 55	β 56	β 57	β 58	β 59		
β 61	β 62	β 63	β 64	β 65	β 66	β 67	β 68	β 69		
β 71	β 72	β 73	β 74	β 75	β 76	β 77	β 78	β 79		
β 81	β 82	β 83	β 84	β 85	β 86	β 87	β 88	β 89		
β 91	β 92	β 93	β 94	β 95	β 96	β 97	β 98	β 99		
РЕЗУЛТАТИВНИ ВЕЛИЧИНИ										
Консумация на енергия от сектор транспорт										
Консумация на енергия от автомобилен транспорт										
Консумация на горива по източници, в т.ч. дизелово гориво										
бензин										
биогорива										
Потребление на горива от автомобилен транспорт, в т.ч. дизелово гориво										
бензин										
пропан бутан										
Емисии на въглеродни вещества в атмосферата от автомобилен транспорт										

Източник: По идея на авторите

Управление на ресурси и разходи

За да се представи влиянието на въздействиращите фактори върху резултативните показатели, се използват възможностите на статистическия софтуерен продукт SPSS, като се прилага многомерен статистически метод – **многофакторен регресионен анализ**. Чрез този иконометричен метод са определени зависимостите и връзките между факторните променливи и резултативните величини. Основната цел на анализа е да се измери силата на въздействието на всеки отделен фактор върху показателите за работа и за консумация на енергия в автомобилния транспорт, количествено изменение на резултативните величини и степента на зависимост между изследваните величини.

Значенията на отделните клетки β_{ij} (бета регресионни коефициенти⁴ (Гоев, 1996) на матрицата (таблицы 1) показват причинно-следствените връзки между въздействиращите фактори и показателите за енергийна ефективност при автомобилния транспорт. За да се представи зависимостта между изследваните величини, е възприет следният алгоритъм на работа:

- 1) Проверява се наличието на явление на мултиколинearност⁵ между факторните величини (Манов, 2002);
- 2) Прилага се методът на стъпкова регресия, като в модела се включват факторите, които нямат линейна корелация помежду си, а се изключват тези, които са автокорелирани;
- 3) Определя се влиянието на всички фактори, взети заедно, върху всяка отделна резултативна променлива;
- 4) Изчислява се коефициентът на корелация и се извежда съответната функция, която описва зависимостта между фак-

⁴ Този коефициент има голяма познавателна стойност, тъй като служи за сравняване влиянието на различните факторни променливи, когато те са две или повече. Най-силно е влиянието на онзи фактор, чийто стандартизиран регресионен коефициент бета е най-голям.

⁵ Наличие на линейна корелация (връзка) между факторните променливи. Това явление е типично при работа с данни от динамични редове.

торните променливи и показателите за енергийна ефективност.

След извършване на многофакторния регресионен анализ се получават следните резултати:

- **По отношение на въздействието на факторните променливи върху консумацията на енергия от транспорта ($\beta_{11} \dots \beta_{16}$)** – в резултат на извършения многофакторен регресионен анализ, се установи наличие на явление на мултиколинearност. След прилагане на метода на стъпкова регресия се получава, че само един от въздействиращите фактори (численост на парка от автобуси) е значим по отношение на резултативната величина *консумация на енергия от сектор транспорт*. Полученият корелационен коефициент има стойност 0.781, откъдето следва, че зависимостта между двете променливи е права, а връзката – силна. Корелационната зависимост се изразява чрез линейна функция, а именно:

$$Y = 3749.8 - 31.1 N_b + E$$

Извод: при намаляване на числеността на парка от автобуси (N_b) с 1000 превозни средства, при равни други условия, консумацията на енергия от сектор транспорт ще намалее с 31.1 т. ПЕ годишно. Видно от стойността на коефициента, описващ връзката между променливите, може да се обобщи, че използването на парка от автобуси е сравнително ефективно от гл. т. потребление на енергия, тъй като самото влияние на фактора е умерено, а изменението на резултативната величина не е толкова значително.

- **По отношение на въздействието на факторните променливи върху консумацията на енергия от автомобилния транспорт ($\beta_{21} \dots \beta_{26}$)** – след прилагане на метода на стъпкова регресия, се установи, че само един от въздействиращите фактори (численост на автобусите) е значим по отношение на резултативната величина *консумация на енергия от автомобилен транспорт*.

Полученият корелационен коефициент има стойност 0.799, от където следва, че зависимостта между двете променливи е права, а връзката – силна. Корелационната зависимост се илюстрира чрез линейна функция, която има следния вид:

$$Y = 3089.9 - 24,7 N_b + E$$

Извод: при намаляване на числеността на парка от автобуси (N_b) с 1000 превозни средства, при равни други условия, консумацията на енергия от автомобилния транспорт ще намалява с 24,7 т. ПЕ на година. Това, от своя страна, показва, че поради по-ефективното използване на автобусите (извършването на по-голям обем превозна работа поради високата пътниковместимост и висок коефициент на използване на пробега), съответно и консумацията на енергия, падаща се на един пкм работа, извършена от автобусите, не е толкова висока.

- По отношение на въздействието на факторните променливи върху консумацията на енергия от транспорта по източници ($\beta_{37} \dots \beta_{38}$) – в резултат на извършения многофакторен регресионен анализ, се установи наличие на явлението мултиколинearност. След прилагане на метода на стъпкова регресия, се получава, че само един от въздействащите фактори (превозени пътници) е значим по отношение на резултативната величина консумирана енергия от дизелово гориво. Полученият корелационен коефициент има стойност 0.756, откъдето следва, че зависимостта между двете променливи е права, а връзката – силна. Корелационната зависимост се изразява чрез линейна функция, а именно:

$$Y = 2591 - 0.002 V_p + E$$

Извод: при намаляване на броя на превозените пътници по автомобилен транспорт (V_p) с 1000, при равни други условия, консумираната енергия от дизелово гориво в автомобилния транспорт ще се намали с 2 л.

Очевидно е, че въздействието не е толкова сериозно, но все пак регресионният анализ потвърждава изводите относно прекомерното развитие на пътническия автомобилен транспорт и неговия принос в консумираната енергия от транспорта.

- По отношение на въздействието на факторните променливи върху консумацията на енергия от транспорта по източници – бензин ($\beta_{41} \dots \beta_{46}$) – в резултат на извършения многофакторен регресионен анализ се установи, че само един от въздействащите фактори (численост на товарните автомобили) е значим по отношение на резултативната величина консумирана енергия от автомобилния транспорт. Полученият корелационен коефициент има стойност 0.508, от където следва, че зависимостта между двете променливи е права, а връзката – умерена по сила. Корелационната зависимост се изразява посредством линейна функция, която има следния вид:

$$Y = 765.4 - 0.517 N_t + E$$

Извод: при намаляване на броя на товарните автомобили (N_t) с 1000, при равни други условия, консумацията на бензин от автомобилния транспорт ще намалее приблизително с 517 л., което потвърждава важното влияние на развитието на парка от транспортни средства в автомобилния транспорт. Имайки предвид, че обикновено с бензинови двигатели са лекотоварни автомобили, то и поради по-ниския им товарен капацитет в сравнение с другите видове превозни средства, именно те имат по-съществено влияние върху консумацията на бензин от автомобилния транспорт. При равни други условия по-ниската товароподемност предполага превоз на по-малки количества товари и съответно по-висока енергийна интензивност на превозната работа с тези автомобили.

- По отношение на въздействието на факторните променливи върху консума-

Управление на ресурси и разходи

цията на енергия от биогорива ($\beta_{51} \dots \beta_{56}$) – поради недостатъчна големина на динамичния ред и липсата на статистически данни за няколко последователни отчетни периода, многофакторният регресионен анализ не може да бъде извършен и да доведе до получаването на адекватен резултат за представяне на зависимостта между въздействащите фактори и резултативната величина консумация на енергия от биогорива в автомобилния транспорт.

- По отношение на въздействието на факторните променливи върху консумацията на енергия от автомобилния транспорт по източници ($\beta_{61} \dots \beta_{66}$), ($\beta_{71} \dots \beta_{76}$), ($\beta_{81} \dots \beta_{86}$) – поради липса на отчетна статистическа информация за разпределение на автомобилите по тип на двигателите, многофакторният регресионен анализ не може да доведе до получаването на надеждни резултати и отчитане на влиянието на въздействащите фактори върху резултативната променлива потребление на гориво от автомобилен транспорт по източници (дизел);
- По отношение на въздействието на факторните променливи върху вредните емисии от автомобилния транспорт

($\beta_{91} \dots \beta_{96}$) – в резултат на извършения многофакторен регресионен анализ, стана ясно, че е налице явлението мултиколинеарност и само един от въздействащите фактори (численост на автобусите) оказва влияние върху резултативната величина емисии на вредни вещества в атмосферата от автомобилния транспорт и може да бъде тълкуван. Полученият корелационен коефициент има стойност 0.823, следователно зависимостта между двете променливи е права, а връзката – силна. Корелационната зависимост се представя с линейна функция, със следния вид:

$$Y = 9350284.4 - 75224.2 N_{\beta} + E$$

Извод: при намаляване на броя на автобусите (N_{β}) с 1000, при равни други условия, количеството на отделените в атмосферата вредни емисии (SO_x ; $NMVOC$; NO_x ; CO ; CO_2 ; N_2O ; NH_3) от автомобилен транспорт ще намалее приблизително със 75 хил. тона за година.

В таблица 2, по-долу са представени числовите стойности на бета регресионните коефициенти, въз основа на които понататък е изчислен индексът на енергийна ефективност за автомобилния транспорт.

Таблица 2. Числово изражение на елементите на матрицата за енергийна ефективност в автомобилен транспорт

		ФАКТОРНИ ВЕЛИЧИНИ						
РЕЗУЛТАТИВНИ ВЕЛИЧИНИ		Превозени товари/ Извършена товарна превозна работа (автомобилен транспорт)	Превозени пътници/Извършена пътническа превозна работа (автомобилен транспорт)	Численост на парка от превозни средства	Подвижност на населението	Средно превозно разстояние на товарите	Средно пропътвано разстояние от един пътник	
	Консумация на енергия от сектор транспорт				-0.884			
	Консумация на енергия от автомобилен транспорт				-0.894			

РЕЗУЛТАТИВНИ ВЕЛИЧИНИ	Консумация на горива по източници, в т.ч. дизелово гориво	-0.869				
	бензин		-0.713			
	биогорива					
	Потребление на горива от автомобилен транспорт, в т.ч. дизелово гориво					
	бензин					
	пропан бутан					
	Емисии на вредни вещества в атмосферата от автомобилен транспорт		-0.907			

Източник: Изчисления на авторите

Извеждане на индекс за енергийна ефективност на автомобилния транспорт

Въз основа на предложения модел на зависимост между въздействащите фактори и резултативните величини и на база определените бета регресионни коефициенти енергийната ефективност може да бъде представена чрез индекс, който се извежда с помощта на следната формула:

$$I_{eff} = \frac{\sum_{j=1..9}^{i=1..6} E_{ij}}{m * n}, \quad (1)$$

където:

- I_{eff} е индекс на енергийна ефективност. Той може да приема стойности от 0 до 1, като колкото по-близо до единица е значението на показателя, толкова повече автомобилният транспорт е енергийно ефективен;
- $\sum_{j=1..9}^{i=1..6} E_{ij}$ е сумата от стойностите на бета регресионните коефициенти на

статистически значимите влияния на отделните факторни променливи;

- $i = 1..6$ означава, че i може да приема стойности от 1 до 6, тоест броят на въздействащите фактори е 6;
- $j = 1..9$ означава, че j може да приема стойности от 1 до 9, тоест броят на резултативните величини е 9;
- m е броят на редовете в матрицата;
- n е броят на стълбовете в матрицата.

При извършване на съответните преобразувания в представената формула се получава следният резултат:

$$I_{eff} = \frac{\sum_{j=1..9}^{i=1..6} E_{ij}}{m * n};$$

$$I_{road}^{eff} = -0.079;$$

Използваният статистически софтуерен продукт позволи да се направи обобщена оценка на енергийната ефективност в автомобилния транспорт. Въпре-

ки факта, че при оценка на въздействието на голяма част от факторните променливи върху резултативните величини се наблюдава мултиколинеарност, което не позволява висока прецизност на оценката, следва да се отбележи, че направеният анализ позволява да се определят приблизително основните проблематични аспекти от превозната дейност по отношение на енергийната ефективност на автомобилния транспорт, както и да се изчисли неговият индекс на енергийна ефективност.

В резултат на извършения многофакторен регресионен анализ и определени връзки и зависимости между факторните величини и резултативните показатели, могат да бъдат направени следните **обобщени изводи** за енергийната ефективност в автомобилния транспорт:

- Индексът на енергийна ефективност е отрицателна величина (- 0.079), което означава, че извършваните превози с автомобилен транспорт не са ефективни от гл.г. на потребяваната енергия;
- Съществено влияние върху консумацията на енергия както от сектор „Транспорт“ като цяло, така и само от автомобилния транспорт, оказва факторната величина „численост на парка от автобуси“;
- Аналогично, този показател има най-голямо влияние и върху количеството на отделените вредни емисии в атмосферата от автомобилния транспорт.

Насоки и мерки за повишаване на енергийната ефективност на автомобилния транспорт

Автомобилният транспорт е решаващ фактор както за енергийното потребление, така и за енергийната интензивност на целия сектор „Транспорт“. Неговият относителен дял на транспортния пазар при превозите на товари значително на-

раства, като той формира относителен дял от приблизително 86% от крайното потребление на течните горива.

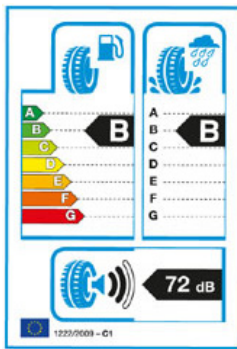
Преди приемането на закона за енергийната ефективност акцентът на мерките в сектора е бил върху програмите за намаляване на потреблението на горива. След приемането му фокусът се измества към информационните и финансовите мерки. Със стартирането на Оперативна програма „Транспорт 2007-2013 г.“ (ОПТ) вниманието е насочено към развитието на железопътната, пътната и водната инфраструктура, както и към стимулиране развитието на комбиниран транспорт в съответствие с транспортната политика на ЕС. Практически, голяма част от проектите, които бяха предвидени за финансиране в тези видове транспорт, не бяха реализирани, за сметка на усиленото инвестиране в рехабилитацията на републиканските пътища и изграждане на автомагистрала. Всичко това създаде предпоставки за все по-широко използване на автомобилния транспорт както за вътрешни, така и за международни превози през територията на страната.

Развитието на транспортния сектор в страната през последните години може да се окаже като неефективно от енергийна гледна точка, следователно е необходимо преминаването от планирането към реалното изпълнение на мерките за повишаване на енергийната ефективност на транспорта. Предвид резултатите от направения статистически анализ на въздействащите фактори, основните мерки за повишаване на енергийната ефективност на автомобилния транспорт следва да бъдат насочени към подобряване и модернизация на автомобилния парк. В тази връзка, освен прилагането на утвърдените европейски стандарти за автомобилните двигатели, за използване на катализаторни устройства и за въведените стандарти по отношение на използваните автомобилни

гуми⁶ (SEC, 2008), все още не са предприети конкретни мерки и действия, насочени към промяна в поведението на водачите или в търсенето на превози.

Съществуват и редица възможности за прилагане на фискални мерки, етикетирание (лейбълнг) на превозните средства, промяна на съотношението между отделните видове транспорт (Кojima, 2010). Предприема-

⁶ От 1.11.2012 г. всички гуми за леки и лекотоварни превозни средства, продавани в Европа, носят специални етикети (т.нар. европейски етикет на гумите), които информират относно някои основни факти за работните характеристики на гумата – разход на гориво, сцепление с влажна пътна настилка, външен шум при контакт на гумите с пътя. Пример за етикетите, указващи тези характеристики, е представен по-долу:



Съпротивлението при търкаляне е един от факторите, които могат да повлияят върху разхода на гориво. При по-ниско съпротивление при търкаляне е необходимо по-малко количество гориво за придвижване на превозното средство напред и се генерират по-малко количество въздушни емисии. Разликата в разхода на гориво между гумите от клас А и тези от клас G може да достигне до 7,5%. За среднотатистическия лек автомобил това е около 0,65 л на 100 км. Друг важен фактор е реакцията при спиране, която е един от най-важните елементи на ефективността на гумата на мокра настилка и е от основно значение за безопасността на превозите. Разликата в спиращия път между гумите от клас А и тези от клас G може да достигне до 30%. За лек автомобил, движещ се с 80 км/ч, например, това може да означава разлика до 18 м в случай на пълно спиране върху мокра настилка. Третият фактор е предизвиканият външен шум. Нивото на външен шум на гумите се измерва в децибели (dB) и се сравнява с новите европейски изисквания за нивата на външен шум, които ще бъдат въведени през 2016 г. Към момента са дефинирани три нива – 1 (най-ниско ниво на шум) до 3 (най-високо ниво на шум), отбелязвани на етикетите с черни звукови вълни.

нето на конкретни мерки и действия в тези насоки ще допринесе за по-ефективно прилагане на съществуващата политика и ще отговорят на новите предизвикателства в транспортния сектор. Ето защо са необходими действия в следните направления:

- подобряване на технологиите за производство на моторни превозни средства, което се очаква да доведе до повишена енергийна ефективност на самите транспортни средства – в това направление предприемането на мерки от съответните министерства на транспорта както на национално, така и на европейско равнище, е възможно чрез въвеждането на задължителни изисквания за одобрение на превозни средства и за тяхното допускане за движение в рамките на ЕС;

- промяна в поведението на водачите на моторни превозни средства с цел намаляване консумацията на гориво на километър пробег чрез въвеждане на специално обучение в екологично и икономично шофиране по време на първоначалното обучение на водачите в лицензираните центрове за обучение на кандидати за придобиване на правоспособност за управление на моторни превозни средства;
- намаляване пробег на превозните средства;

- пренасочване на пътници и товари към по-екологични и по-енергийно ефективни видове транспорт и стимулиране на транспортните оператори да използват тези видове транспорт при осъществяване на превозите.

Без повишаване на енергийната ефективност и използване на алтернативни горива в транспорта, в условията на неизбежен ръст на цените на петрола, може да се очаква увеличаване на външотърговския дефицит и намаляване темповете на растеж на икономиката на страната.

Основният фактор, който ще допринесе да се обърне повече внимание на енергийната ефективност и за ограничаване ръста на по-

Управление на ресурси и разходи

требление на петролни продукти от транспорта, са повишаващите се цени на петрола. Този фактор води до промяна на поведението на гражданите и фирмите от сектора към по-висока ефективност и използването на алтернативни горива. В Европа много фирми разработват **специални планове за икономия на енергия в транспорта**, а фирмите – производители на транспортни средства, сключват доброволни споразумения за производство на автомобили, отговарящи на определени норми за енергийна ефективност.

Липсата на адекватни анализи и мерки за подобряване на енергийната ефективност в транспорта може да доведе до недооценяването на ефекта от организационни мерки, които биха повлияли положително върху целия сектор – **поощряване строежа на специализирани велосипедни и моторни платна, отделяне на специализирани платна за градския транспорт, засилен контрол върху състоянието на целия автомобилен парк, диспечеризация на превозите** и др.

Съществуват все повече инициативи, насочени към повишаване на енергийната ефективност на превозните средства, но това е само част от решението на проблема. По-обхватният подход е да се реализират мерки по отношение на намаление на търсенето на превози в отделни пазарни сегменти и/или **пренасочване на търсенето към по-екологични и енергийно ефективни видове транспорт**, за да се осигури постигането на целите за устойчиво развитие за 2020 и 2050 година.

Най-често прилаганите мерки за **повишаване на енергийната ефективност на транспортния сектор в ЕС са свързани с повишаването на ефективността на превозните средства или с насърчаване купуването на по-екологични превозни средства**. Друга възможност, която осигурява значителни резерви за повишаване на енергийната ефективност на транспорта, е промяна в съотношението между видовете транспорт при изпълнение на товарни-

те и пътническите превози и **промяна в поведението на водачите на транспортни средства**. В различните видове транспорт е възможно прилагането на мерки, свързани с **доброволни съглашения и екологично или енергийно сертифициране**. В много страни от ЕС се прилагат и **регулации по отношение на производителите на автомобили**.

Промяната в съотношението между видовете транспорт на транспортния пазар има важна роля за намаляване на консумацията на енергия и емисиите на парникови газове. Тези мерки могат да предвиждат както **насърчаване използването на обществен транспорт (чрез увеличаване на мрежата за обществени превози)**, така и **фискални стимули** за неговото използване, **диференциация на пътните такси с отчитане на консумацията на енергия и емисиите на парникови газове, насърчаване на използването на велосипеди и ходенето пеша в градските зони** и ефективно градско планиране.

Заключение

Мобилността е изключително важна за успеха на националните икономики и за свободното движение в рамките на ЕС. Успоредно с нарастването на трафика през последните десетилетия нарастват и замърсяването на околната среда и броят на транспортните произшествия.

От друга страна, основната цел на транспортната политика на България като страна – членка на ЕС, е да постигне устойчиво развитие на всички видове транспорт, като повиши тяхната енергийна и екологична ефективност. За постигането на тази цел е необходимо да се разграничат положителните от отрицателните ефекти от нарастващата мобилност. Техническите иновации и ориентацията към по-малко замърсяващи и по-енергийно ефективни видове транспорт – особено що се отнася до градските превози и превозите на дълги разстояния – ще допринесе за по-високата устойчивост на транспортната система на страната.

С оглед постигането на тези цели е особено важно да се анализира въздействието на технико-икономическите показатели за работа на автомобилния транспорт върху неговата енергийна интензивност. В резултат от този анализ са изведени конкретни мерки и мероприятия, които ще позволят постигането на по-висока енергийна ефективност и устойчиво развитие на този вид транспорт.

Цитирани източници:

Гоев, В., 1996. *Статистическа обработка и анализ на информацията от социологически, маркетингови и политически изследвания със SPSS*, Университетска печатница на УНСС, София.

(Гоев, В., 1996. Statisticheska obrabotka i analiz na informaciata ot sociologicheski, marketingovi i politicheski izsledvania sys SPSS, Universitetska pechatnitsa na UNSS, Sofia)

Европейска комисия, 2008. *Оценка на Европейската комисия на въздействието SEC (2008) 2860*

(*Europeiska komisia, Ocenka na Europeiskata komisia na vazdeistviето SEC (2008) 2860*)

Манов, А., 2002. *Многомерни статистически методи със SPSS*, Университетско издателство „Стопанство“, УНСС, София, 2002 г.

(Манов, А. "Mnogomerni statisticheski metodi sas SPSS", Universitetsko izdatelstvo "Stopanstvo", UNSS, Sofia).

Министерство на икономиката и енергетиката, 2011. *Енергийна стратегия на Република България до 2020 г.: за надеждна, ефективно и по-чиста енергетика*, София, юни 2011. Достъпна онлайн от: [http://](http://www.mi.government.bg/files/useruploads/files/epsp/22_energy_strategy2020_.pdf)

www.mi.government.bg/files/useruploads/files/epsp/22_energy_strategy2020_.pdf

(Ministerstvo na ikonomikata i energetikata, 2011. *Energiyna strategia na Republika Bulgaria do 2020 g.: za nadezhdna, efektivno i po-chista energetika*, Sofia, yuni 2011

Dostapna onlayn ot:

http://www.mi.government.bg/files/useruploads/files/epsp/22_energy_strategy2020_.pdf)

Министерство на транспорта, информационните технологии и съобщенията (МТИТС), 2008. Оперативна програма „Транспорт“, София. Достъпна от: <http://www.optransport.bg/page.php?c=125>

(Ministerstvo na transporta, informatsionnite tehnologii i saobshteniata (MTITS), 2008. Operativna programa "Transport", Sofia. Dostapna ot:

<http://www.optransport.bg/page.php?c=125>)

CEC – Commission of European Communities, 2006. *Keep Europe Moving – Sustainable mobility for our continent: Mid-term review of the European Commission's 2001 transport White paper*. Available online at: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52006DC0314&from=EN>

Kojima, K. and Lysa Rian, 2010. *Transport Energy Efficiency: Implementation of IEA Recommendations since 2009 and next steps*. Energy Efficiency Series. Brussels.

Jeon, C. and Amekudzi, A., 2005. *Addressing Sustainability in Transportation*. Journal of Infrastructure System, volume 11, issue 1, 2005.