

С. 245 – 248. 5. Сысоева М.С. Особенности применения функционально-стоимостного анализа системы управления персоналом / М.С. Сысоева, В.М. Сысоев // Социально-экономические явления и процессы. – 2012. – № 11. – С. 231–236. 6. Бондаренко А. М. Система підтримки прийняття рішень в управлінні персоналом : навч.-метод. посібн. / А. М. Бондаренко, М. М. Зацеркляний. – Х. : ХІБМ, 2001. – 72 с. 7. Державний комітет статистики [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ukrstat.gov.ua/>. – Дата доступу: 24.07.2013. – Назва з титулу екрану.

УДК 338: 338.012: 338.054.23: 338.58: 338.14

М.І. Бублик

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра менеджменту та міжнародного підприємництва

ДИНАМІЧНІ МОДЕЛІ ЕКОНОМІЧНОГО ОЦІНЮВАННЯ СКЛАДОВИХ ТЕХНОГЕННИХ ЗБИТКІВ В НАЦІОНАЛЬНОМУ ГОСПОДАРСТВІ

© Бублик М.І., 2014

Досліджено динамічні моделі економічного оцінювання складових техногенних збитків в національному господарстві. Проаналізовано особливості побудови трендових моделей техногенного навантаження господарської діяльності на макрорівні. Побудовано лінії трендів для прогнозування екологічної складової техногенних збитків, а також здійснено прогноз викидів забруднюючих речовин в атмосферу стаціонарними та пересувними джерелами на три роки.

Ключові слова: техногенні збитки, національне господарство, динамічні моделі, трендові моделі, прогнозування.

M.I. Bublyk

Lviv Polytechnic National University

DYNAMIC MODELS OF ECONOMIC EVALUATION OF COMPONENTS TECHNOGENIC LOSSES IN THE NATIONAL ECONOMY

© M.I. Bublyk, 2014

This paper investigates the dynamic model of economic evaluation component of man-made damage to the national economy. The features of construction trend component models of man-made damage to the macro-level have been analyzed. The trend lines to predict the environmental component of man-made damages and the prediction of emissions of air pollutants from stationary and mobile sources in three years have been constructed.

Key words: man-made damage the national economy, the dynamic model, trend model, prediction.

Постановка проблеми. На сучасному етапі розвитку економічних відносин в Україні щоразу глибшими стають протиріччя між розвитком національного господарства, станом довкілля і якістю життя населення. Техногенне навантаження виробництва продукції та її споживання порушує

нестійкий баланс взаємозв'язків людини і природи, формуючи гостру необхідність вирішення зростаючого комплексу екологічних і соціальних проблем за рахунок зменшення техногенних збитків у національному господарстві. Ефективне управління національним господарством безпосередньо пов'язане із прогнозуванням зростаючого деструктивного впливу господарської діяльності на довкілля та суспільство, а також економічним оцінюванням на макрорівні обсягів шкоди, спричиненої постійним та аварійним забрудненням довкілля, погіршення якості життя населення тощо, яке описується поняттям техногенних збитків у національному господарстві. Особливої актуальності набуває проблема прогнозування в національному господарстві техногенної шкоди та розроблення в системі управління національною економікою відповідної методологічної моделі дослідження, оцінювання й регулювання техногенних збитків.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Над проблемами економіки збитків та взаємозв'язків між соціально-економічним розвитком і екологічними процесами працювало багато вчених і дослідників з усіх країн світу. Дослідження останніх публікацій свідчить, що вагомий внесок у цьому напрямі внесли українські вчені: О. Амоша, О. Балацький, Б. Буркинський, Я. Витвицький, В. Геєць, Б. Данилишин, С. Дорогунцов, С. Ілляшенко, А. Загородній, В. Кислий, О. Кузьмін, Л. Мельник, Є. Мішенін, І. Недін, В. Соловійов, Ю. Стадницький, В. Трегобчук, О. Теліженко, Ю. Туниця, А. Федорищева, Л. Федулова, С. Харічков, Є. Хлобистов, М. Хвесик, В. Шевчук, Н. Шпак та багато інших. Останнім часом сформувалася львівська наукова економічна школа під керівництвом проф. Кузьміна О.Є., досягнення якої пов'язані з розробленням проблем економічного оцінювання збитків в національному господарстві та їх державного регулювання [1–4].

Проведені дослідження свідчать, що в Україні практично відсутня на рівні держави система економічного оцінювання техногенних збитків у національному господарстві, а відповідний механізм їх державного регулювання перебуває на стадії зародження більше під тиском євроінтеграційних процесів та узгодження законодавства, ніж під впливом критичності цієї проблеми. Проблема прогнозування і відповідно державного регулювання техногенних збитків виходить за межі суто економічної задачі, оскільки потребує сучасного математичного інструментарію для їх дослідження.

Проаналізувавши доробок видатних вчених у галузі моделювання соціально-економічних та еколого-економічних систем [5 – 13], серед яких: Т.С. Клебанова, Ю.Г. Лисенко, Н.А. Кизим, В.Н. Кравченко, Д.В. Беленко, Н.А. Дубровина, О.В. Панасенко, Т.М. Печеневская, О.Ю. Полякова, В.С. Пономаренко, Е.В. Раєвнева, Л.Ф. Сердюцкая, Л.О. Чаговець, А.В. Яцишин та ін., бачимо, що не вирішеною частиною загальної проблеми прогнозування є дослідження обсягів техногенного навантаження та його впливів на довкілля і суспільство, удосконалення як процесу прогнозування, так і його математичного інструментарію.

Постановка завдання. Робота присвячена дослідженню та прогнозуванню техногенних збитків у національному господарстві, побудові ліній трендів техногенної шкоди, завданої довкіллю та населенню, визначенню їх особливостей, а також формуванню підходів до розроблення в системі управління національною економікою відповідної методологічної моделі дослідження, оцінювання й регулювання техногенних збитків у національному господарстві.

Виклад основного матеріалу. Проблема економічного оцінювання складових техногенних збитків у національному господарстві ґрунтується на кількісному і якісному оцінюванні обсягів техногенного навантаження та його впливів на довкілля і суспільство, на прогнозуванні розвитку досліджуваного процесу в динаміці з метою формування оптимальної системи його державного регулювання. Серед математичного інструментарію найпростішими засобами прогнозування, що застосовуються в переважній більшості, є трендові моделі

дослідження часових залежностей явища. Основними джерелами для аналізу техногенних збитків як результатів взаємодії людини з природою і в Україні, й в цілому світі, є дані статистичних досліджень впливу господарської діяльності людини на навколишнє середовище, зібрані відповідними відомствами (Державним комітетом статистики України, Міністерством екології і природних ресурсів тощо).

У статистичних звітах за період 1990–2012 рр. містяться суто кількісні дані (переважно у натуральних величинах) щодо динаміки техногенного навантаження на довкілля (викиди забруднюючих речовин, обсяги скидів забруднених вод та обсяг відходів всіх рівнів небезпеки. Побудуємо за даними Державного комітету статистики України у 1990–2012 рр. динаміку викидів діоксиду сірки, оксидів азоту, діоксиду вуглецю та інших забруднюючих речовин (метали та їх сполуки, метан, неметанові леткі органічні сполуки, речовини у вигляді твердих суспендованих частинок, інші сполуки сірки й азоту тощо) в атмосферне повітря суб'єктами господарської діяльності (стаціонарними джерелами) і від автомобільного, залізничного, авіаційного, водного транспорту та виробничої техніки (пересувними джерелами) (табл. 1).

Таблиця 1

Динаміка викидів діоксиду сірки, оксидів азоту, діоксиду вуглецю та інших забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними та пересувними джерелами (1990–2012 рр.)*

Рік	Назва викиду							
	Стаціонарними джерелами				Пересувними джерелами ¹			
	Діоксид сірки, тис. т	Оксид азоту, тис. т	Діоксид вуглецю, млн. т	Забруднюючі речовини, тис. т	Діоксид сірки, тис. т	Оксид азоту, тис. т	Діоксид вуглецю, млн. т	Забруднюючі речовини, тис. т
1990	2782,3	760,8	...	9439,1	...	...	...	6110,3
1991	2537,9	709,3	...	8774,6	...	280,5	...	5540,8
1992	2376,2	637	...	8632,9	...	193,2	...	3636,8
1993	2194	550,3	...	7308,3	...	149,8	...	2706,7
1994	1715	442,9	...	6201,4	...	124,7	...	2146
1995	1639,1	423,8	...	5687	...	106,5	...	1796,5
1996	1292,6	373,9	...	4763,8	...	92,7	...	1578,5
1997	1132,4	369,9	...	4533,2	...	85,3	...	1433
1998	1023	332,9	...	4156,3	...	111,6	...	1884,5
1999	1026,1	331,7	...	4106,4	...	104,9	...	1747
2000	976,6	320	...	3959,4	8,2	120,6	...	1949,2
2001	983,6	328,1	...	4054,8	8,5	123,9	...	1994,7
2002	1023,9	309,4	...	4075	8,7	126,3	...	2026,9
2003	1034,2	306	...	4087,8	12,1	171,9	...	2103,5
2004	975,4	291,7	126,9	4151,9	13,1	180,2	...	2174
2005	1119,5	343,7	152	4464,1	13,3	180,2	...	2151,5
2006	1333	325,8	178,8	4822,2	14,2	189,3	...	2205,4
2007	1313,1	336,6	184	4813,3	29,5	305,3	34,1	2566,7
2008	1290,6	330,9	174,2	4524,9	30	311,1	35,2	2685,4
2009	1235,2	279,2	152,8	3928,1	27,5	282,9	32,4	2514,8
2010	1206,3	310,5	165	4131,6	28,9	293,2	33,2	2546,4
2011	1333,1	333	202,2	4374,6	30,3	300	33,8	2502,7
2012	1399,2	332,5	198,2	4335,3	31,1	302,1	33,8	2485,8

¹ За 1990-2002 рр. відображаються дані щодо автомобільного транспорту; з 2003р. – щодо автомобільного, залізничного, авіаційного, водного транспортів; з 2007р. – щодо автомобільного, залізничного, авіаційного, водного транспортів та виробничої техніки (... - відсутні дані для розрахунку)

* Побудовано автором за даними Державного комітету статистики України

Виходячи із даних динаміки основних показників використання та охорони водних ресурсів за період 1990–2012 рр. (табл.2) та відомостей про концентрацію в морях та річках визначених забруднюючих речовин (органічних, біогенних, мінеральних і завислих) та важких металів, розрахуємо обсяги надходження зі зворотними водами окремих органічних, біогенних, мінеральних і завислих забруднюючих речовин та окремих важких металів в моря та річки та їх динаміку (2000–2012 рр.) (табл. 3). До обсягів заборів води з природних водних об'єктів і обсягів спожитої свіжої води включено морську воду, воду з підземних джерел та шахтно-кар'єрну воду (табл. 2). Про наслідки ж зростаючого забруднення довкілля свідчить кількість вперше зареєстрованих випадків захворювань населення України у період 1990–2012 рр. (табл. 4), серед яких ключовими є кількість випадків травмувань на виробництві, новоутворень, вроджених аномалій тощо, наведені у динаміці (див. табл. 4).

Таблиця 2

Динаміка основних показників використання та охорони водних ресурсів (1990–2012рр.) *

Рік	Забрано води з природ. вод. об'єктів, млн.м ³	Спожито свіжої води, млн.м ³	Загальне відведення зворотних вод, млн.м ³	Зокрема			Потужність очисних споруд, млн.м ³
				Забруднених		нормативно-очищених	
				зокрема	з них без очищення		
1990	35615	30201	20261	3199	470	3318	8131
1991	34905	28206	19126	4291	701	2532	7937
1992	32461	26924	17872	4008	951	3207	8854
1993	24380	24521	16650	4652	1196	2611	8134
1994	29499	23468	15869	4873	1053	2075	8775
1995	25852	20338	14981	4652	912	1936	8419
1996	23477	18668	13998	4109	980	2304	8281
1997	21091	15623	12534	4233	763	1798	8271
1998	19027	13836	11040	4228	813	1644	8284
1999	19748	14285	11488	3920	748	1743	8018
2000	18282	12991	10964	3313	758	2100	7992
2001	17577	12168	10569	3008	746	2188	7790
2002	16299	11589	10005	2920	782	2111	7546
2003	15039	11034	9459	2948	804	1946	7733
2004	14694	9973	9065	3326	758	1492	7740
2005	15083	10188	8900	3444	896	1315	7688
2006	15327	10245	8824	3891	1427	1304	8104
2007	16352	10995	8917	3854	1506	1245	7768
2008	15729	10265	8655	2728	616	1357	7518
2009	14478	9513	7692	1766	270	1711	7581
2010	14846	9817	8141	1744	312	1760	7425
2011	14651	10086	8044	1612	309	1763	7687
2012	14651	10507	8081	1521	292	1800	7577

Наведені динамічні ряди переважно аналізуються такими сучасними математичними методами, як побудова ліній трендів. Хоча розрахунки є трудомісткими, та можливості сучасних автоматизованих систем обробки даних, серед яких пакет Microsoft Excel, дають змогу швидко і просто побудувати лінії трендів досліджуваного явища. Побудуємо лінії трендів для фактичних даних минулих періодів техногенного навантаження на довкілля (викиди, скиди, відходи) чи кількості різних випадків захворювань населення України тощо. Серед типів апроксимуючих залежностей, які використовує MS Excel: лінійна, логарифмічна, поліноміальна, степенева, експонентна і лінійна фільтрація, вибрано ті залежності, яка найближче описують якісні властивості розвитку досліджуваного явища.

Таблиця 3

Динаміка надходження окремих органічних, біогенних, мінеральних і завислих забруднюючих речовин та окремих важких металів у моря та річки зі зворотними водами у 2000–2012 роках*

Рік	Заг. обсяг забруднюючих речовин, тис. т	БСК, тис. т	Нафтопродукти, т	Нітри, тис. т	Азотамонійний, тис. т	Нітра, тис. т	Феноли, т	Нікель, т	Хром, т	Кадмій, т	Марганець, т	Свиць, т	Кобальт, т	Залізо, т	Мідь, т	Цинк, т	Завислі речовини, тис. т	Сухий залишок, тис. т	Сульфати, тис. т	Хлориди, тис. т
2000	464,335	5,639	37,49	...	2,11	...	0,022	...	...	...	...	...	...	...	...	...	4,628	309,1	87,88	54,94
2001	443,956	6,572	37	...	1,87	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	4,516	303,2	71,11	56,64
2002	388,174	6,792	35,23	...	2,05	...	0,004	...	...	...	...	...	...	...	...	...	4,902	261,2	66,21	46,98
2003	437,610	6,405	27,71	...	1,01	...	0,043	...	...	...	...	...	...	...	...	...	4,42	316,8	61,35	47,59
2004	357,570	6,509	26,41	...	1,78	...	0,035	...	...	...	...	...	...	...	...	...	4,559	248,7	58,58	37,41
2005	445,917	6,646	22,987	...	1,82	...	0,012	...	...	...	...	...	...	...	...	...	4,914	344,8	48,70	39,05
2006	7761,882	51,94	650,6	...	11,8	...	0,003	...	...	...	...	...	...	...	...	...	5,581	3468,0	1139,0	1312
2007	6319,276	49,15	607,8	2,6	12,21	62,92	2,37	22,8	3,8	0	87,9	0	0	1166,0	28,1	29,86	64,76	3271,0	1020,0	1130
2008	5959,310	49,7	588,8	2,3	10,2	67,7	1,3	26,3	5,6	0,3	55,9	2,6	0,9	961,6	34,8	58,7	53,7	2886,0	993,7	947,4
2009	5974,866	51,9	679,8	2,6	11,1	74,9	0,9	26,8	7,8	0,5	49,3	2,2	0,9	1031,3	21,6	44,5	58,4	3631,3	1039,3	1103,5
2010	6412,762	46,0	677,6	2,8	11,1	77,1	1,0	28,7	5,4	0,1	52,6	3,1	1,2	1017,9	25,1	49,4	55,2	3970,1	1124,6	1124,0
2011	6077,016	45,9	605,9	2,4	10,2	75,2	1,1	38,9	6,8	0,1	59,1	1,7	1,0	975,0	87,2	139,1	55,1	3902,3	1081,6	902,4
2012	6063,183	46,6	608,1	2,3	10,7	75,2	1,5	24,7	6,1	0,4	53,7	4,3	0,8	1005,3	25,3	52,6	56,8	3905,8	1100,6	863,4

* Розраховано автором за даними Державного комітету статистики України (... - відсутні дані для розрахунку)

У табл. 3 наведено розрахунок обсягів забруднюючих речовин за основними групами поллютантів, які були скинуті зі зворотними водами у водні об'єкти України за даними їх значень концентрацій. Дані щодо обсягів забруднень за 2000–2007 рр. збирали за меншою кількістю поллютантів, тому повний розрахунок провести неможливо. Показник “біологічне споживання кисню (БСК)” вказує на наявність у воді бактерій та інших органічних речовин, що поглинають кисень.

Таблиця 4

**Динаміка зареєстрованих випадків захворювань населення України
за період 1990 – 2012 рр., тис. випадків***

Рік	Разом	Новоутворення	Хвороби нервової сис-ми	Хвороби сис-ми кровообігу	Хвороби органів дихання	хвороби шкіри	Хвороби кістково-м'яз.сис-ми	Хвороби сечостат. системи	Уроджені аномалії	Травми, отруєн., інші наслідки дії зовн. причин
1990	32188	310	2640	1149	17021	1799	1374	1224	41	2866
1991	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
1992	33214	333	3005	1412	16226	1999	1529	1459	52	3018
1993	33833	332	3045	1412	16671	2037	1543	1519	54	2878
1994	31455	328	3024	1401	14499	2135	1439	1489	49	2704
1995	32547	327	3037	1390	15705	2144	1416	1544	47	2647
1996	30169	335	3067	1412	13221	2090	1431	1623	50	2603
1997	31158	348	3104	1497	14129	2051	1476	1711	53	2484
1998	31974	372	3331	1690	13877	2122	1600	1881	59	2465
1999	32959	382	767	1950	14485	2037	1548	1886	61	2401
2000	33471	382	748	2338	14639	1996	1571	1939	62	2339
2001	33192	394	745	2384	14213	2008	1593	2049	59	2239
2002	32233	382	748	2370	13372	1950	1598	2039	57	2244
2003	32585	395	751	2386	13835	1915	1572	2077	54	2297
2004	32573	406	755	2498	13511	1917	1609	2153	55	2245
2005	32912	408	754	2430	13894	1936	1600	2185	53	2264
2006	32240	414	764	2431	13308	1906	1597	2172	53	2289
2007	32807	407	752	2437	13946	1952	1569	2132	51	2284
2008	32467	406	753	2478	13671	1911	1567	2136	51	2263
2009	33032	407	754	2423	14528	1890	1544	2140	52	2164
2010	33080	418	750	2390	14595	1921	1532	2138	52	2217
2011	32381	423	744	2346	14148	1881	1490	2095	55	2136
2012	31162	433	724	2318	13220	1852	1445	2047	54	2140

* Побудовано автором за даними Державного комітету статистики України (... - відсутні дані)

У табл. 5 наведено вигляд часових залежностей обсягів викидів в атмосферу від стаціонарних і пересувних джерел, побудовані за фактичними даними періоду 1992–2012 рр.: набір аналітичних залежностей та відповідних їм коефіцієнтів детермінації R^2 , які визначають похибку апроксимації досліджуваного явища. Причому значення достовірності апроксимації $R^2 \rightarrow 1$, тому що вищі отримані значення коефіцієнтів детермінації (R^2), то якісніше лінія тренду апроксимує статистичний ряд. Однак застосування трендових моделей для прогнозування складових техногенних збитків в національному господарстві має свої особливості: 1) джерелом значної частини викидів забруднюючих речовин в атмосферу є національне господарство, обсяги виробництва якого теж мають свою динаміку; 2) зменшення виробництва не веде до відповідного зменшення викидів забруднюючих речовин; 3) застосування “зелених технологій” у виробництві веде до зростання обсягів виробництва при одночасному зменшенні техногенного навантаження на довкілля тощо. Отже, їх слід враховувати при побудові методологічної моделі дослідження й

економічного оцінювання техногенних збитків у національному господарстві, що входить до складу відповідного механізму їх державного регулювання в системі управління національною економікою.

Таблиця 5

Дослідження ліній трендів обсягів викидів в атмосферу від стаціонарних і пересувних джерел у період 1990–2012 рр.*

Тип джерел	Забруднююча речовина	Тип апроксимуючої залежності	Вигляд апроксимуючої залежності	Коефіцієнт детермінації (R ²)
Стаціонарні	Діоксид сірки	Поліноміальний (ступінь n=6)	$y = 0,0004x^6 - 0,017x^5 + 0,189x^4 + 0,1614x^3 + 9,2153x^2 - 345,17x + 2746,6$	0,9727
	Оксид азоту	Поліноміальний (n=2)	$y = 1,5544x^2 - 44,026x + 601,57$	0,8479
	Діоксид вуглецю	Степеневий (n=0,157)	$y = 134,57x^{0,1597}$	0,6102
	Всі поллютанти	Поліноміальний (n=4)	$y = 0,1336x^4 - 8,8753x^3 + 205,61x^2 - 1937,7x + 10430$	0,974
Пересувні	Діоксид сірки	Поліноміальний (n=3)	$y = -0,0512x^3 + 1,0657x^2 - 3,7927x + 11,65$	0,9106
	Оксид азоту	Поліноміальний (n=2)	$y = -0,0088x^2 + 2,4495x + 3,0538$	0,8633
	Діоксид вуглецю	Поліноміальний (n=2)	$y = 0,1446x^2 - 1,1525x + 35,59$	0,8031
	Всі поллютанти	Поліноміальний (n=4)	$y = 0,1447x^4 - 8,1481x^3 + 159,32x^2 - 1187,4x + 4555,6$	0,9234

* Розраховано та сформовано автором

Сформуємо методологічну модель дослідження й економічного оцінювання складових техногенних збитків в національному господарстві у вигляді відповідних етапів (рис. 1).



Рис. 1. Методологічна модель дослідження й економічного оцінювання складових техногенних збитків в національному господарстві*

* Сформовано автором

На першому етапі формуємо базу даних техногенного навантаження та його впливів на реципієнтів за даними Державного комітету статистики України та відповідних міністерств та відомств. На другому етапі будемо лінії трендів для фактичних даних минулих періодів техногенного навантаження на довкілля (викиди, скиди, відходи) чи кількості різних випадків захворювань населення України тощо. Наприклад, на рис. 2 наведено вигляд часової залежності викидів в атмосферу діоксиду сірки стаціонарними джерелами за даними періоду 1992–2012 рр. та відповідних ліній трендів, побудованих за лінійною, степеневою, експонентною та поліноміальними (2-го і 6-го степеня) залежностями, а також їх похибки апроксимації. З рисунка видно, що найкраще апроксимує дані поліноміальна залежність 6-го степеня, про що свідчить коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,9727$, значення якого є найближче до 1.

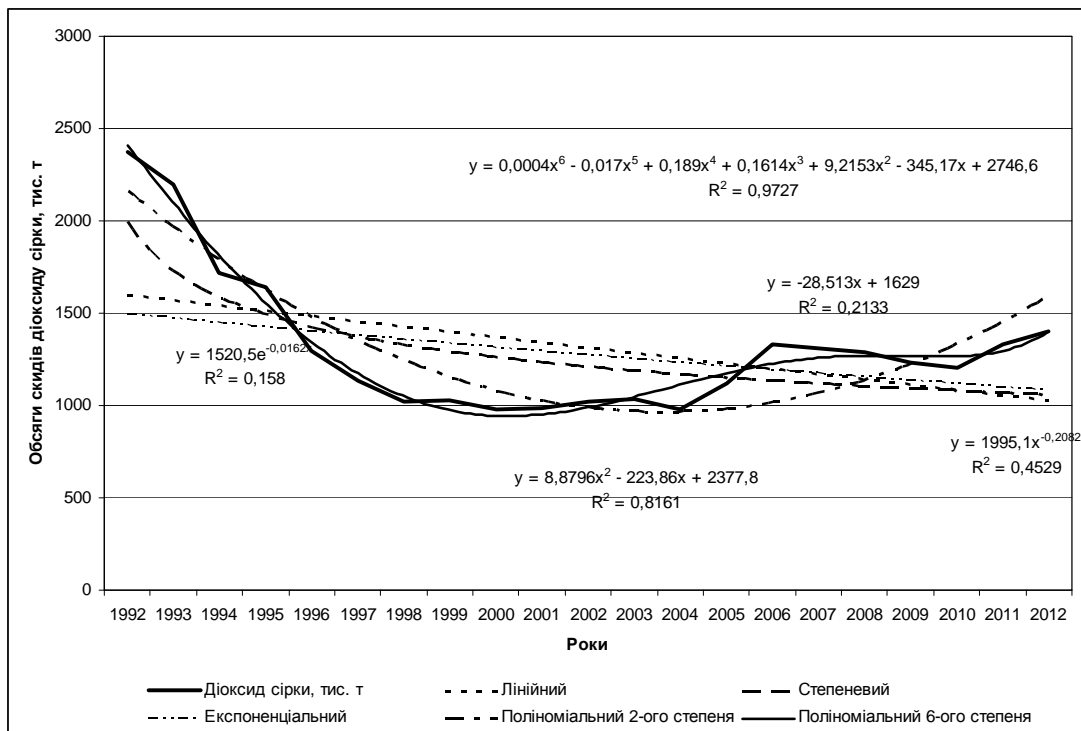


Рис. 2. Аналітичні записи виглядів ліній трендів, що описують динаміку викидів в атмосферу діоксиду сірки стаціонарними джерелами у 1992–2012 рр. та похибки їх апроксимації*
* Розраховано та сформовано автором

При виборі рівняння тренду техногенного навантаження на довкілля, окрім максимального наближення величини викиду, скиду чи відходу, отриманого за допомогою розрахованої моделі, до фактичного значення, слід також враховувати і напрямок розвитку в часі досліджуваного явища. Так, отримана модель повинна відображати тенденцію розвитку досліджуваного явища, оскільки переважно використовується з метою прогнозування відповідних значень у майбутніх періодах. Перевагою побудованих трендових моделей щодо обсягу викидів забруднюючих речовин в атмосферу від стаціонарних і пересувних джерел (див. табл. 5) є можливість прогнозувати значення досліджуваного показника на наступні періоди (у нашому випадку це можуть бути три наступні роки 2013 р., 2014 р. і 2015 р. (табл. 6)), що і складає третій етап.

На четвертому етапі порівнюємо прогнозні значення техногенного навантаження, отримані в результаті запропонованих моделей (див. табл. 6), із фактичними значеннями відповідних показників в абсолютному виразі (за модулем). Це дасть змогу підтвердити (або спростувати) достовірність обраної трендової моделі прогнозування техногенного навантаження в національному господарстві. Часто прогнозовані й фактичні значення техногенного навантаження суттєво відрізняються, оскільки запропоновані моделі мають інший характер розвитку, ніж фактичні дані. Виникає потреба в оцінюванні можливості використання запропонованих моделей прогнозування.

**Прогнозні значення обсягів викидів забруднюючих речовин
в атмосферу від стаціонарних і пересувних джерел для 2013–2015 рр.***

Тип джерел забруднення	Забруднююча речовина	Тип лінії тренду	Прогнозні значення викиду, тис. т		
			2013 р.	2014 р.	2015 р.
Стаціонарні	Діоксид сірки	Поліноміальна (ступінь n=2)	1750,61	1926,33	2119,81
	Оксид азоту	Поліноміальна (n=2)	362,51	385,33	411,25
	Діоксид вуглецю	Степенева (n=0,157)	220,46	222,03	223,55
	Всі полютанти	Поліноміальний (n=4)	4108,25	4031,57	3989,69
Пересувні	Діоксид сірки	Поліноміальний (n=3)	35,62	37,82	39,99
	Оксид азоту	Поліноміальний (n=2)	388,54	423,30	460,16
	Діоксид вуглецю	Поліноміальний (n=2)	34,6079	35,6244	36,9301
	Всі полютанти	Поліноміальний (n=4)	2679,55	2880,74	3194,97

* Розраховано автором

Для цього на п'ятому етапі пропонуємо провести ранжування отриманих динамічних моделей (ліній трендів) на другому етапі апроксимації фактичного ряду за значенням коефіцієнта детермінації, і на четвертому етапі порівняння отриманих прогнозів із фактичними значеннями у наступних періодах за близькістю спрогнозованих значень до фактичного (за модулем). Природно, що вищий ранг (1-й) отримає та модель, яка матиме максимальне значення коефіцієнта детермінації на першому етапі і мінімальне значення відхилення прогнозного значення від фактичного на третьому етапі.

На шостому етапі результати двох попередніх ранжувань сумуємо, що дає нам змогу отримати остаточний ранг динамічної моделі техногенного навантаження на довкілля і суспільство, за яким і визначаємо ту модель, яка дає найдостовірніші результати. Слід зазначити, що однією з особливостей поліноміальних залежностей ліній трендів є їхні кращі результати при апроксимації залежності досліджуваного явища (вищі ранги), ніж при прогнозуванні загальної тенденції на наступні періоди (нижчі ранги).

На сьомому етапі розрахуємо прогнозні значення величин техногенного навантаження за моделлю, яка отримала найвищий ранг (мінімальне значення сумарного рангу), що дасть змогу надалі використати отримані значення для розрахунку вартісних величин складових техногенних збитків у національному господарстві.

Отримані результати дозволять підвищити ефективність державного регулювання досліджуваного явища, передбачити відповідні видатки на їх ліквідування та компенсування. На рівні національного господарства у випадку прогнозування слід застосовувати якісні методи оцінювання, з якими працюють нечіткі множини, сучасний інструментарій яких дає змогу спрогнозувати значення досліджуваного явища за неповними даними та в умовах невизначеності майбутнього.

Висновки. Отже, застосування трендових моделей для прогнозування складових техногенних збитків у національному господарстві має свої особливості, які слід враховувати при побудові механізмів державного регулювання. У роботі досліджено складові техногенних збитків у національному господарстві, побудовано лінії трендів техногенної шкоди, завданої довкіллю та населенню. Рекомендовано вигляд аналітичних залежностей ліній трендів для прогнозування еколого-економічної складової техногенних збитків. Сформовано методологічну модель дослідження й економічного оцінювання складових техногенних збитків у національному господарстві, за результатами якої можна здійснювати економічне оцінювання й державне регулювання техногенних збитків у національному господарстві.

Перспективи подальших розробок. Роботу над прогнозуванням техногенних збитків слід продовжити в напрямі застосування можливостей нечітких множин, як сучасного математичного інструменту для опису явищ за неповними даними та в умовах невизначеності майбутнього.

1. Кузьмін О. Є. *Національна економіка: навч.-метод. посіб.* [О.Є. Кузьмін, У.І. Козут, І.С. Процик, Г.Л. Вербицька]. 2-ге вид., перероб. і доп. // За заг. ред. О. Є. Кузьміна. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2011. – 308 с. 2. Бублик М.І. Підходи до формування системи відшкодування техногенних збитків / М.І. Бублик // *Бізнес Інформ.* – 2008. – № 11 (357) – С. 7–15. 3. *Маркетинг. Менеджмент. Інновації: моногр.* / За ред. д.е.н., проф. С.М. Ілляшенка. – Суми: ТОВ “ТД “Папірус”, 2010. – 624 с. 4. Мельник Л. Г. *Теория самоорганизации экономических систем [Текст]: моногр.* / Л.Г. Мельник. – Суми: Университетская книга, 2012. – 439 с. 5. *Моделирование экономической динамики: Учебное пособие* / Клебанова Т. С., Дубровина Н. А., Полякова О. Ю., Раевнева Е. В., Милов А. В., Сергиенко Е. А. – Х.: Издательский дом “ИНЖЭК”, 2004. – 244 с. 6. Печеневская Т. М. *Математическое моделирование в экономических задачах: моногр.* / Т.М. Печеневская. – Днепрпетровск: Пороги, 2008. – 876 с. 7. *Моделирование аварийных ситуаций на промышленных объектах и безопасность жизнедеятельности: моногр.* / Л.И. Антошкина... [и др.]. – Днепрпетровск: Новая идеология, 2011. – 123 с. 8. Сердюцкая Л. Ф. *Техногенная экология: математико-картографическое моделирование* / Л.Ф. Сердюцкая, А.В. Яцишин; НАН України, Ін-т проблем модел. в енергет. им. Г.Е. Пухова. – М.: URSS, [2009]. – 228 с. 9. Клебанова Т.С. *Нечітка логіка та нейронні мережі в управлінні підприємством: моногр.* / Т.С. Клебанова, Л.О. Чаговець, О.В. Панасенко; НАН України, Наук.-досл. центр індустр. проблем розвитку. – Харків: ІНЖЕК, 2011. – 239 с. 10. *Современные подходы к моделированию сложных социально-экономических систем: монография* / [Под ред. В.С. Пономаренко, Т.С. Клебановой, Н.А. Кизима]; МОН України, Харк. нац. экон. ун-т, НАН України, Науч.-исслед. центр индустр. проблем развития. – Харьков: Инжэк, 2011. – 273 с. 11. *Моделирование социально-экономических систем: теория и практика* / [Под ред. В.С. Пономаренко, Т.С. Клебановой, Н.А. Кизима; МОН, мол. та спорту України, Харк. нац. экон. ун-т МОН України, Наук.-досл. центр індустр. проблем розвитку НАН України... [та ін.]. – Харьков: ИНЖЭК, 2012. – 585 с. 12. *Имитационное моделирование экономических систем: прикладные аспекты: (кол. моногр.)* / [Ю.Г. Лысенко, Д.В. Беленко, В.Н. Кравченко и др.]; под общей ред. Ю.Г. Лысенко; МОН України, Дон. нац. ун-т. – Донецк: Ноулидж, 2013. – 359 с. 13. Карімов І. К. *Інформаційно-обчислювальні системи в економіці: Навч. посібник* / Карімов І. К. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2009. – 250 с.