

*Тютюник В.В., канд. техн. наук, докторант, НУГЗУ,  
Калугин В.Д., д-р хим. наук, проф., НУГЗУ,  
Левтеров А.А., канд. техн. наук, вед. науч. сотр., НУГЗУ,  
Шевченко Р.И., канд. техн. наук, нач. лаб., НУГЗУ*

## **ОЦЕНКА УРОВНЯ ТЕХНОГЕННОЙ ОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИИ УКРАИНЫ ПО ДАННЫМ АНАЛИЗА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ РЕГИОНОВ**

(представлено д-ром техн. наук Бодянским Э.В.)

Представлен подход и изложена методология оценки уровня техногенной опасности территории Украины исходя из количества функционирования потенциально опасных объектов (ПОО), количества возникших чрезвычайных ситуаций (ЧС) техногенного характера и данных анализа энергетических показателей жизнедеятельности ее регионов – энергии техногенного происхождения (сумма электроэнергии и энергий всех видов топлив, потребляемых в процессе жизнедеятельности природно-техногенно-социальной системы (ПТС системы))

**Ключевые слова:** техногенная опасность, чрезвычайная ситуация, критерии оценки чрезвычайных ситуаций, энергетический подход, безопасность жизнедеятельности

**Обоснование проблемы.** Современные условия существования, развития и взаимодействия природной, техногенной и социальной среды приводят к возникновению различного рода опасностей. Негативное проявление этих опасностей дестабилизирует условия жизнедеятельности на всех жизненных уровнях биосферы планеты Земля, вызывая в некоторых ее регионах частичное или полное уничтожение природно-экологического, экономико-технического и социально-политического баланса. [1, 2] В этой связи возникает необходимость разработки эффективных мероприятий по обеспечению раннего мониторинга, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (ЧС) разной природы [3, 4]. Реализация этого подхода невозможна без проведения научных исследований, направленных на изучение процессов зарождения предшествующих факторов техногенных опасностей, их раз-  
Оценка уровня техногенной опасности территории Украины по данным анализа энергетических показателей жизнедеятельности регионов

вития до уровня катастроф, распространения этих катастроф и их взаимного влияния (взаимной генерации) в условиях существования природно-техногенных, техногенно-техногенных и техногенно-природных взаимосвязей.

**Анализ последних исследований.** Известные в научной литературе [5 – 10] методы оценки риска опасности функционирования ПТС системы основываются на двух подходах, в основе которых лежат вероятностно-статистический и экспертный анализы. Эти подходы не учитывают физико-химические основы процессов, которые протекают при зарождении предшествующих факторов опасностей, факторов развития ЧС и их энергию разрушающего воздействия, поэтому представляют собой декларативную оценку степени опасности функционирования ПТС системы в условиях ЧС.

Между тем при формировании системы комплексных мероприятий для предупреждения и ликвидации ЧС природного и техногенного характера возникает необходимость исследования физико-химических особенностей процессов зарождения и развития ЧС, которые можно описать величиной энергии, выделяемой в этих процессах, в условиях территориально-временного распределения источников предшествующих факторов ЧС. В этих исследованиях обязательно должна учитываться возможность взаимного влияния различного рода ЧС на безопасность ПТС системы.

С учетом сказанного, для оценки степени опасности различного рода ЧС природного и техногенного характера в работах [11, 12] предложен энергетический подход, основанный на сопоставительном анализе энергии разрушающего воздействия ЧС и энергий: территории, попавшей под негативное воздействие ЧС; ПТС системы; системы мониторинга, предупреждения и ликвидации ЧС природного и техногенного характера.

Применение данного энергетического подхода для оценки уровня техногенной опасности территории Украины (ПТС системы Украины) позволяет сформулировать цель работы.

**Постановка задачи и ее решение.** Целью данной работы является развитие представлений о динамике и энергетике функционирования территории Украины с разнесенными в пространстве и времени различного рода источниками техногенной опасности и их дестабилизирующего влияния на

условия безопасности жизнедеятельности ПТС системы Украины.

Поскольку условия нормального функционирования ПТС системы определяются балансом энергий природного и техногенного происхождения, которые необходимы для протекания процессов жизнедеятельности на всех жизненных уровнях системы [11, 12], поэтому для оценки степени опасности жизнедеятельности ПТС системы Украины в условиях функционирования на ее территории различного рода ПОО в работе предлагается использовать интегральный энергетический показатель жизнедеятельности в условиях ЧС техногенного характера.

**Таблица 1 – Масса топлива (в тоннах условного топлива) и его энергия при использовании на протяжении года в Украине в 2009 и 2010 гг. [13]**

Регион, область	2009 год	2010 год	Средние значения	Энергия $E_T$ , Дж
АР Крым	2752845	2991586	$2,9 \cdot 10^6 \pm 1,2 \cdot 10^5$	$8,4 \cdot 10^{16} \pm 3,5 \cdot 10^{15}$
Винницкая	3523690	3541155	$3,5 \cdot 10^6 \pm 8,7 \cdot 10^3$	$1,0 \cdot 10^{17} \pm 2,6 \cdot 10^{14}$
Волынская	1218287	1337862	$1,3 \cdot 10^6 \pm 6,0 \cdot 10^4$	$3,7 \cdot 10^{16} \pm 1,8 \cdot 10^{15}$
Днепропетровская	23439440	25573391	$24,5 \cdot 10^6 \pm 1,1 \cdot 10^6$	$7,2 \cdot 10^{17} \pm 3,1 \cdot 10^{16}$
Донецкая	40616596	44827345	$42,7 \cdot 10^6 \pm 2,1 \cdot 10^6$	$1,3 \cdot 10^{18} \pm 6,2 \cdot 10^{16}$
Житомирская	1538496	1630951	$1,6 \cdot 10^6 \pm 4,6 \cdot 10^4$	$4,6 \cdot 10^{16} \pm 1,4 \cdot 10^{15}$
Закарпатская	1461338	1302396	$1,4 \cdot 10^6 \pm 8,0 \cdot 10^4$	$4,1 \cdot 10^{16} \pm 2,3 \cdot 10^{15}$
Запорожская	8596398	9138736	$8,9 \cdot 10^6 \pm 2,7 \cdot 10^5$	$2,6 \cdot 10^{17} \pm 8,0 \cdot 10^{15}$
Ивано-Франковская	5600038	5171550	$5,4 \cdot 10^6 \pm 2,1 \cdot 10^5$	$1,6 \cdot 10^{17} \pm 6,3 \cdot 10^{15}$
Киевская	10957692	12621530	$11,8 \cdot 10^6 \pm 8,3 \cdot 10^5$	$3,5 \cdot 10^{17} \pm 2,4 \cdot 10^{16}$
Кировоградская	1169452	1209690	$1,2 \cdot 10^6 \pm 2,0 \cdot 10^4$	$3,5 \cdot 10^{16} \pm 6,0 \cdot 10^{14}$
Луганская	21343882	20846431	$21,1 \cdot 10^6 \pm 2,5 \cdot 10^5$	$6,2 \cdot 10^{17} \pm 7,3 \cdot 10^{15}$
Львовская	5204824	5149382	$5,2 \cdot 10^6 \pm 2,8 \cdot 10^4$	$1,5 \cdot 10^{17} \pm 8,1 \cdot 10^{14}$
Николаевская	1959234	2086077	$2,0 \cdot 10^6 \pm 6,3 \cdot 10^4$	$5,9 \cdot 10^{16} \pm 1,9 \cdot 10^{15}$
Одесская	6487166	6387987	$6,4 \cdot 10^6 \pm 5,0 \cdot 10^4$	$1,9 \cdot 10^{17} \pm 1,5 \cdot 10^{15}$
Полтавская	9116751	9481605	$9,3 \cdot 10^6 \pm 1,8 \cdot 10^5$	$2,7 \cdot 10^{17} \pm 5,4 \cdot 10^{15}$
Ровенская	1635854	2403147	$2,0 \cdot 10^6 \pm 3,8 \cdot 10^5$	$5,9 \cdot 10^{16} \pm 1,1 \cdot 10^{16}$
Сумская	2210151	2036592	$2,1 \cdot 10^6 \pm 8,7 \cdot 10^4$	$6,2 \cdot 10^{16} \pm 2,5 \cdot 10^{15}$
Тернопольская	1269316	1325983	$1,3 \cdot 10^6 \pm 2,8 \cdot 10^4$	$3,8 \cdot 10^{16} \pm 8,3 \cdot 10^{14}$
Харьковская	7894425	8388092	$8,1 \cdot 10^6 \pm 2,5 \cdot 10^5$	$2,4 \cdot 10^{17} \pm 7,2 \cdot 10^{15}$
Херсонская	1169947	1159563	$1,2 \cdot 10^6 \pm 5,2 \cdot 10^3$	$3,4 \cdot 10^{16} \pm 1,5 \cdot 10^{14}$
Хмельницкая	1832376	1904497	$1,9 \cdot 10^6 \pm 3,6 \cdot 10^4$	$5,5 \cdot 10^{16} \pm 1,1 \cdot 10^{15}$
Черкасская	3406414	3856273	$3,6 \cdot 10^6 \pm 2,3 \cdot 10^5$	$1,1 \cdot 10^{17} \pm 6,6 \cdot 10^{15}$
Черновицкая	847608	936736	$0,9 \cdot 10^6 \pm 4,5 \cdot 10^4$	$2,6 \cdot 10^{16} \pm 1,3 \cdot 10^{15}$
Черниговская	2159552	2102899	$2,1 \cdot 10^6 \pm 2,8 \cdot 10^4$	$6,2 \cdot 10^{16} \pm 8,3 \cdot 10^{14}$
<b>Украина</b>	<b>167411772</b>	<b>177411456</b>	<b><math>172,4 \cdot 10^6 \pm 5,0 \cdot 10^6</math></b>	<b><math>5,1 \cdot 10^{18} \pm 1,5 \cdot 10^{17}</math></b>

Оценка уровня техногенной опасности территории Украины по данным анализа энергетических показателей жизнедеятельности регионов

Энергия техногенного происхождения ( $E^{Tex.}$ ) является составляющей энергии различных видов топлив ( $E_T$ ), которые потребляются регионами, и электрической энергии ( $E_{\mathcal{E}}$ ), выработанной в государстве и полученной извне.

Уровни потребления регионами Украины различных видов топлив пересчитаны из истинных значений их масс в условные значения с учетом, что теплота сгорания  $29,3 \text{ МДж/кг} \approx 7000 \text{ ккал/кг}$ .

Как видно из табл. 1, ежегодно каждым регионом используется приблизительно  $10^5 - 10^7$  тонн условного топлива, что обеспечивает региональный уровень энергии  $E_T \approx 10^{16} - 10^{18}$  Дж. Наиболее потребляемым регионом является Донецкая обл. ( $E_T \approx 1,25 \cdot 10^{18}$  Дж). С наименьшим показателем потребления топлива оказывается Черновицкая обл. ( $E_T \approx 2,61 \cdot 10^{16}$  Дж).

Количество электрической энергии ( $E_{\mathcal{E}}$ ), потребленной регионами Украины, по данным [13], представлено в табл. 2. Из табл. 2 видно, что ежегодно каждый регион имеет в своем распоряжении электроэнергию в количестве приблизительно  $2 \cdot 10^7 - 5 \cdot 10^{10}$  кВт ч. По уровню потребления электроэнергии на первом месте находится Запорожская обл. ( $E_{\mathcal{E}} \approx 1,9 \cdot 10^{17}$  Дж). На порядок ниже по потреблению электроэнергии находятся Донецкая обл. ( $E_{\mathcal{E}} \approx 9,7 \cdot 10^{16}$  Дж), Киевская обл. ( $E_{\mathcal{E}} \approx 4,2 \cdot 10^{16}$  Дж), Днепропетровская обл. ( $E_{\mathcal{E}} \approx 4,7 \cdot 10^{16}$  Дж) и Харьковская обл. ( $E_{\mathcal{E}} \approx 3,1 \cdot 10^{16}$  Дж). На последнем месте – Житомирская обл. ( $E_{\mathcal{E}} \approx 7,4 \cdot 10^{13}$  Дж).

Оценить социальные условия жизнедеятельности регионов возможно путем анализа взаимосвязи между объемами потребления регионами энергии техногенного происхождения  $E^{Tex.} = E_T + E_{\mathcal{E}}$  и количеством проживающего населения. Распределение среднесуточной энергии  $\bar{E}^{Tex.} = E^{Tex.}/365$ , как интегрального показателя уровня жизни, и количества населения ( $N^{Насел.}$ ) по регионам Украины представлено на рис. 1.

Таблиця 2 – Количество электрической энергии, потребленной регионами на протяжении года в Украине [13]

Регион, область	Количество электроэнергии, кВт·ч			Среднее значение $E_E$	
	2006 год	2007 год	2008 год	кВт·ч	Дж
АР Крым	$692 \cdot 10^6$	$772 \cdot 10^6$	$821 \cdot 10^6$	$762 \cdot 10^6 \pm 8 \cdot 10^6$	$2,74 \cdot 10^{15} \pm 1,35 \cdot 10^{14}$
Винницкая	$4551 \cdot 10^6$	$4527 \cdot 10^6$	$4204 \cdot 10^6$	$4427 \cdot 10^6 \pm 112 \cdot 10^6$	$1,59 \cdot 10^{16} \pm 4,03 \cdot 10^{14}$
Волынская	$116 \cdot 10^6$	$110 \cdot 10^6$	$91 \cdot 10^6$	$107 \cdot 10^6 \pm 8 \cdot 10^6$	$3,80 \cdot 10^{14} \pm 2,71 \cdot 10^{13}$
Днепропетровская	$13262 \cdot 10^6$	$12851 \cdot 10^6$	$12833 \cdot 10^6$	$12982 \cdot 10^6 \pm 140 \cdot 10^6$	$4,67 \cdot 10^{16} \pm 5,04 \cdot 10^{14}$
Донецкая	$25765 \cdot 10^6$	$28269 \cdot 10^6$	$26631 \cdot 10^6$	$26888 \cdot 10^6 \pm 734 \cdot 10^6$	$9,68 \cdot 10^{16} \pm 2,64 \cdot 10^{15}$
Житомирская	$33 \cdot 10^6$	$18 \cdot 10^6$	$11 \cdot 10^6$	$21 \cdot 10^6 \pm 6 \cdot 10^6$	$7,44 \cdot 10^{13} \pm 2,34 \cdot 10^{13}$
Закарпатская	$131 \cdot 10^6$	$147 \cdot 10^6$	$158 \cdot 10^6$	$145 \cdot 10^6 \pm 9 \cdot 10^6$	$5,23 \cdot 10^{14} \pm 2,82 \cdot 10^{13}$
Запорожская	$51295 \cdot 10^6$	$53512 \cdot 10^6$	$50899 \cdot 10^6$	$51902 \cdot 10^6 \pm 813 \cdot 10^6$	$1,87 \cdot 10^{17} \pm 2,93 \cdot 10^{15}$
Ивано-Франковская	$9465 \cdot 10^6$	$9242 \cdot 10^6$	$9216 \cdot 10^6$	$9308 \cdot 10^6 \pm 79 \cdot 10^6$	$3,35 \cdot 10^{16} \pm 2,84 \cdot 10^{14}$
Киевская	$12002 \cdot 10^6$	$11391 \cdot 10^6$	$11485 \cdot 10^6$	$11626 \cdot 10^6 \pm 190 \cdot 10^6$	$4,19 \cdot 10^{16} \pm 6,84 \cdot 10^{14}$
Кировоградская	$1859 \cdot 10^6$	$1463 \cdot 10^6$	$1565 \cdot 10^6$	$1629 \cdot 10^6 \pm 119 \cdot 10^6$	$5,86 \cdot 10^{15} \pm 4,27 \cdot 10^{14}$
Луганская	$6399 \cdot 10^6$	$7149 \cdot 10^6$	$7193 \cdot 10^6$	$6914 \cdot 10^6 \pm 258 \cdot 10^6$	$2,49 \cdot 10^{16} \pm 9,28 \cdot 10^{14}$
Львовская	$2323 \cdot 10^6$	$2196 \cdot 10^6$	$2292 \cdot 10^6$	$2270 \cdot 10^6 \pm 38 \cdot 10^6$	$8,17 \cdot 10^{15} \pm 1,38 \cdot 10^{14}$
Николаевская	$18215 \cdot 10^6$	$18281 \cdot 10^6$	$19762 \cdot 10^6$	$18753 \cdot 10^6 \pm 505 \cdot 10^6$	$6,75 \cdot 10^{16} \pm 1,82 \cdot 10^{15}$
Одесская	$130 \cdot 10^6$	$113 \cdot 10^6$	$87 \cdot 10^6$	$110 \cdot 10^6 \pm 13 \cdot 10^6$	$3,96 \cdot 10^{14} \pm 4,50 \cdot 10^{13}$
Полтавская	$1413 \cdot 10^6$	$1402 \cdot 10^6$	$1301 \cdot 10^6$	$1372 \cdot 10^6 \pm 36 \cdot 10^6$	$4,94 \cdot 10^{15} \pm 1,28 \cdot 10^{14}$
Ровенская	$15962 \cdot 10^6$	$16419 \cdot 10^6$	$17267 \cdot 10^6$	$16549 \cdot 10^6 \pm 382 \cdot 10^6$	$5,96 \cdot 10^{16} \pm 1,38 \cdot 10^{15}$
Сумская	$429 \cdot 10^6$	$450 \cdot 10^6$	$420 \cdot 10^6$	$433 \cdot 10^6 \pm 9 \cdot 10^6$	$1,56 \cdot 10^{15} \pm 3,20 \cdot 10^{13}$
Тернопольская	$105 \cdot 10^6$	$82 \cdot 10^6$	$77 \cdot 10^6$	$88 \cdot 10^6 \pm 9 \cdot 10^6$	$3,17 \cdot 10^{14} \pm 3,10 \cdot 10^{13}$
Харьковская	$9088 \cdot 10^6$	$8137 \cdot 10^6$	$8398 \cdot 10^6$	$8541 \cdot 10^6 \pm 284 \cdot 10^6$	$3,07 \cdot 10^{16} \pm 1,02 \cdot 10^{15}$
Херсонская	$1896 \cdot 10^6$	$1382 \cdot 10^6$	$1524 \cdot 10^6$	$1601 \cdot 10^6 \pm 153 \cdot 10^6$	$5,76 \cdot 10^{15} \pm 5,52 \cdot 10^{14}$
Хмельницкая	$14672 \cdot 10^6$	$14921 \cdot 10^6$	$12167 \cdot 10^6$	$13920 \cdot 10^6 \pm 879 \cdot 10^6$	$5,01 \cdot 10^{16} \pm 5,17 \cdot 10^{15}$
Черкасская	$1566 \cdot 10^6$	$1400 \cdot 10^6$	$1624 \cdot 10^6$	$1530 \cdot 10^6 \pm 67 \cdot 10^6$	$5,51 \cdot 10^{15} \pm 2,42 \cdot 10^{14}$
Черновицкая	$1174 \cdot 10^6$	$869 \cdot 10^6$	$1348 \cdot 10^6$	$1130 \cdot 10^6 \pm 140 \cdot 10^6$	$4,07 \cdot 10^{15} \pm 5,04 \cdot 10^{14}$
Черниговская	$840 \cdot 10^6$	$1148 \cdot 10^6$	$1215 \cdot 10^6$	$1068 \cdot 10^6 \pm 115 \cdot 10^6$	$3,84 \cdot 10^{15} \pm 4,16 \cdot 10^{14}$
<b>Произведено в Украине</b>	$1,93 \cdot 10^{11}$	$1,96 \cdot 10^{11}$	$1,93 \cdot 10^{11}$	$1,94 \cdot 10^{11} \pm 1,11 \cdot 10^9$	$6,99 \cdot 10^{17} \pm 4,00 \cdot 10^{15}$
<b>Получено извне</b>	$2,08 \cdot 10^9$	$3,38 \cdot 10^9$	$2,10 \cdot 10^9$	$2,52 \cdot 10^9 \pm 4,30 \cdot 10^8$	$9,08 \cdot 10^{15} \pm 1,55 \cdot 10^{15}$
<b>Всего</b>	$1,95 \cdot 10^{11}$	$2,00 \cdot 10^{11}$	$1,95 \cdot 10^{11}$	$1,97 \cdot 10^{11} \pm 1,53 \cdot 10^9$	$7,08 \cdot 10^{17} \pm 5,53 \cdot 10^{15}$

Оценка уровня техногенной опасности территории Украины по данным анализа энергетических показателей жизнедеятельности регионов

Как видно из рис. 1, наиболее заселенными являются Киевская обл. ( $N^{Насел.} \approx 4,5 \cdot 10^6$  чел.) и Донецкая обл. ( $N^{Насел.} \approx 4,4 \cdot 10^6$  чел.). Кроме того, значительно заселенными являются Днепропетровская ( $N^{Насел.} \approx 3,3 \cdot 10^6$  чел.), Харьковская ( $N^{Насел.} \approx 2,7 \cdot 10^6$  чел.) и Львовская ( $N^{Насел.} \approx 2,5 \cdot 10^6$  чел.) области. Наименее заселенной является Черновицкая обл. ( $N^{Насел.} \approx 0,9 \cdot 10^6$  чел.).

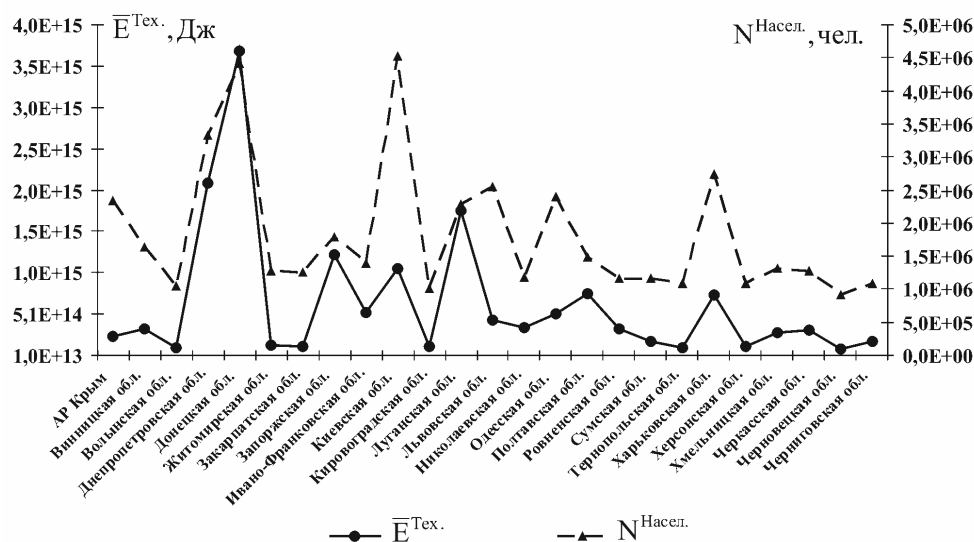


Рис. 1 – Распределение среднесуточной энергии техногенного происхождения ( $\bar{E}^{Тех.}$ ) и количества населения ( $N^{Насел.}$ ) по регионам Украины

Для оценки взаимосвязи между показателями  $\bar{E}^{Тех.}$  и  $N^{Насел.}$  коэффициент корреляции согласно [14] представлен в виде

$$r_{\bar{E}^{Тех.}, N^{Насел.}} = \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{E}_i^{Тех.} - \bar{E}^{Тех.*}) (N_i^{Насел.} - N^{Насел.*})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (\bar{E}_i^{Тех.} - \bar{E}^{Тех.*})^2 \sum_{i=1}^n (N_i^{Насел.} - N^{Насел.*})^2}}, \quad (1)$$

где  $\bar{E}^{Тех.*}$  и  $N^{Насел.*}$  – среднее значение по территории Украины показателей  $\bar{E}^{Тех.}$  и  $N^{Насел.}$ ,  $n = 25$  – количество регионов Украины. Представленная на рис. 1 динамика показателей  $\bar{E}^{Тех.}$

и  $N^{Насел.}$  характеризуется коэффициентом корреляции  $r_{\bar{E}^{Тех.} N^{Насел.}} \approx 0,77$ .

Проверка значимости коэффициентов корреляции проведена на соответствие с вычисленным показателем

$$T_{Набл.} = r_{\bar{E}^{Тех.} N^{Насел.}} \frac{\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_{\bar{E}^{Тех.} N^{Насел.}}^2}}. \quad (2)$$

Критическая точка распределения Стьюдента ( $t_{кр}(\alpha; k)$ ), определенная по заданному уровню значимости  $\alpha = 0,05$  и числу степеней свободы  $k = n - 2 = 23$ , имеет значение  $t_{кр}(\alpha; k) \approx 2,07$ .

Полученные результаты расчетов  $T_{Набл.}$  свидетельствуют о возможности отбросить нулевую гипотезу ( $|T_{Набл.}| > t_{кр}(\alpha; k)$ ) и констатировать наличие устойчивой корреляции между объемами потребления регионами Украины энергии техногенного происхождения и количеством населения.

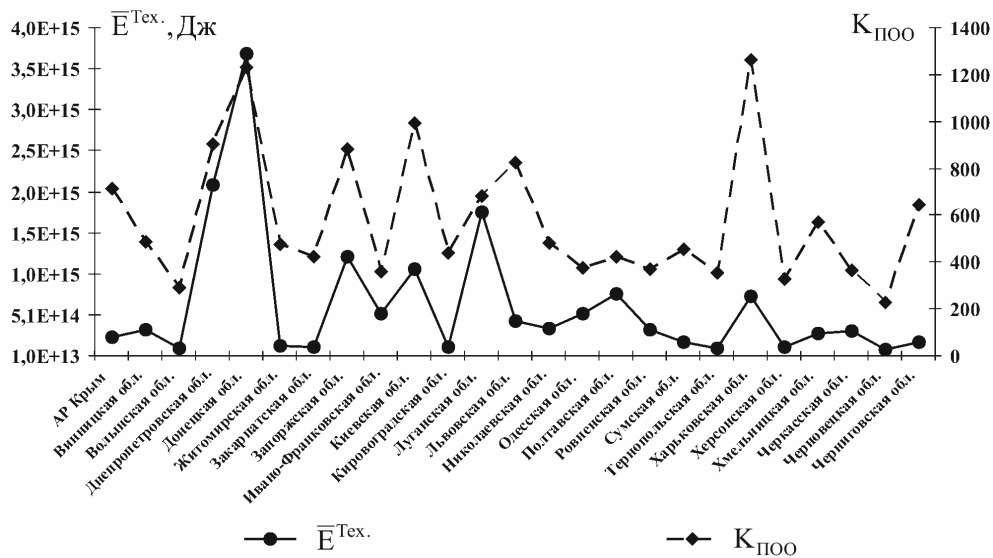


Рис. 2 – Распределение среднесуточной энергии техногенного происхождения ( $\bar{E}^{Тех.}$ ) и количества потенциально-опасных объектов ( $K_{ПОО}$ ) по регионам Украины

Противоположной составляющей сбалансированной жизнедеятельности ПТС системы является наличие в системе

результата человеческой деятельности – различного рода потенциально-опасных объектов (ПОО), дестабилизирующие безопасное состояние ПТС системы.

Среди широкого спектра разнесенных по территории Украины ПОО объектов, по данным [15], фактическую опасность для нормального функционирования ПТС системы составляют 14 562 объекта ПОО – промышленные предприятия, шахты, карьеры, магистральные газо-, нефте- и продуктопроводы, гидротехнические сооружения, узловые железнодорожные станции, мосты, туннели, полигоны промышленных отходов, места хранения опасных химических веществ и т.д.

Распределение по регионам Украины общего количества ПОО ( $K_{\text{ПОО}}$ ) и среднесуточного потребления ими объема энергии –  $\bar{E}^{\text{Tex.}}$ , как интегрального показателя уровня жизнедеятельности, представлено на рис. 2.

Из рис. 2 видно, что наиболее потребляющим энергию регионом является Донецкая обл. ( $\bar{E}^{\text{Tex.}} \approx 3,69 \cdot 10^{15}$  Дж), при этом количество в данном регионе ПОО объектов также является максимальным:  $K_{\text{ПОО}} = 1232$  объекта. Регионом, потребляющим наименьшее количество техногенной энергии, выступает Черновицкая обл. ( $\bar{E}^{\text{Tex.}} \approx 8,28 \cdot 10^{13}$  Дж), в которой находится наименьшее количество ПОО объектов –  $K_{\text{ПОО}} = 227$  объектов. Днепропетровская ( $\bar{E}^{\text{Tex.}} \approx 2,10 \cdot 10^{15}$  Дж;  $K_{\text{ПОО}} = 904$  объекта), Луганская ( $\bar{E}^{\text{Tex.}} \approx 1,76 \cdot 10^{15}$  Дж;  $K_{\text{ПОО}} = 682$  объекта) и Запорожская ( $\bar{E}^{\text{Tex.}} \approx 1,22 \cdot 10^{15}$  Дж;  $K_{\text{ПОО}} = 884$  объекта) области также относятся к регионам с относительно высоким уровнем потребления техногенной энергии и содержанием большого количества ПОО.

Интерес представляет Харьковский ( $\bar{E}^{\text{Tex.}} \approx 7,38 \cdot 10^{14}$  Дж;  $K_{\text{ПОО}} = 1264$  объекта), Львовский ( $\bar{E}^{\text{Tex.}} \approx 4,38 \cdot 10^{14}$  Дж;  $K_{\text{ПОО}} = 823$  объекта) и Киевский ( $\bar{E}^{\text{Tex.}} \approx 1,06 \cdot 10^{15}$  Дж;  $K_{\text{ПОО}} = 995$  объекта) регионы, в которых количество ПОО существенно превышает количество ПОО в регионах, имеющих аналогичное энергопотребление. Это может быть обусловлено либо отсутствием в последних энергоемких объектов, либо функционированием энергоемких объектов не на полную мощность. И тем не менее, в соответствии с (1), результаты корреляционного анализа данных рис. 2,



свидетельствуют, что между показателями  $\bar{E}^{Tex.}$  и  $K_{\text{ПОО}}$  наблюдается устойчивая корреляция на уровне  $r_{\bar{E}^{Tex.} \cdot K_{\text{ПОО}}} \approx 0,70$ .

Взаимосвязь между территориальным распределением по Украине среднесуточной энергии техногенного происхождения ( $\bar{E}^{Tex.}$ ) и количеством населения ( $N^{Насел.}$ ), а также взаимосвязь между  $\bar{E}^{Tex.}$  и количеством ПОО ( $K_{\text{ПОО}}$ ) показана на рис. 3. Представленные в графическом виде функциональные зависимости свидетельствуют о существовании в Украине нескольких энергетических уровней, обеспечивающих жизнедеятельность регионов Украины.

Распределение по линии А характеризуется регионами со сравнительно невысокими значениями  $N^{Насел.}$  и  $K_{\text{ПОО}}$ , а также малым показателем потребления энергии  $\bar{E}^{Tex.}$ . По данному варианту функционирует преобладающее большинство регионов. Исключение составляют некоторые регионы, условия жизнедеятельности в которых подчиняются второму варианту по линии Б.

По линии тренда Б энергетические затраты населения и для функционирования ПОО значительно выше. Однако в этой серии присутствует небольшое количество регионов. Согласно динамике социально-энергетических ( $N^{Насел.} - \bar{E}^{Tex.}$ ) показателей по второму варианту (линия Б, рис. 3а) функционируют Киевская ( $N^{Насел.} \approx 4,51$  млн чел.,  $\bar{E}^{Tex.} \approx 1061$  ТДж), Харьковская ( $N^{Насел.} \approx 2,77$  млн чел.,  $\bar{E}^{Tex.} \approx 738$  ТДж), Одесская ( $N^{Насел.} \approx 2,39$  млн чел.,  $\bar{E}^{Tex.} \approx 518$  ТДж), Львовская ( $N^{Насел.} \approx 2,55$  млн чел.,  $\bar{E}^{Tex.} \approx 438$  ТДж) области и АР Крым ( $N^{Насел.} \approx 2,35$  млн чел.,  $\bar{E}^{Tex.} \approx 238$  ТДж).

На основе анализа динамики промышленно-энергетических ( $K_{\text{ПОО}} - \bar{E}^{Tex.}$ ) показателей по второму варианту (линия Б, рис. 3б) функционируют Харьковская ( $K_{\text{ПОО}} = 1264$  объекта,  $\bar{E}^{Tex.} \approx 738$  ТДж), Киевская ( $K_{\text{ПОО}} = 995$  объектов,  $\bar{E}^{Tex.} \approx 1061$  ТДж), Львовская ( $K_{\text{ПОО}} = 823$  объекта,  $\bar{E}^{Tex.} \approx 438$  ТДж) области и АР Крым ( $K_{\text{ПОО}} = 711$  объектов,  $\bar{E}^{Tex.} \approx 238$  ТДж).

В вариант В объединены массивы, по которым строились линии А и Б.

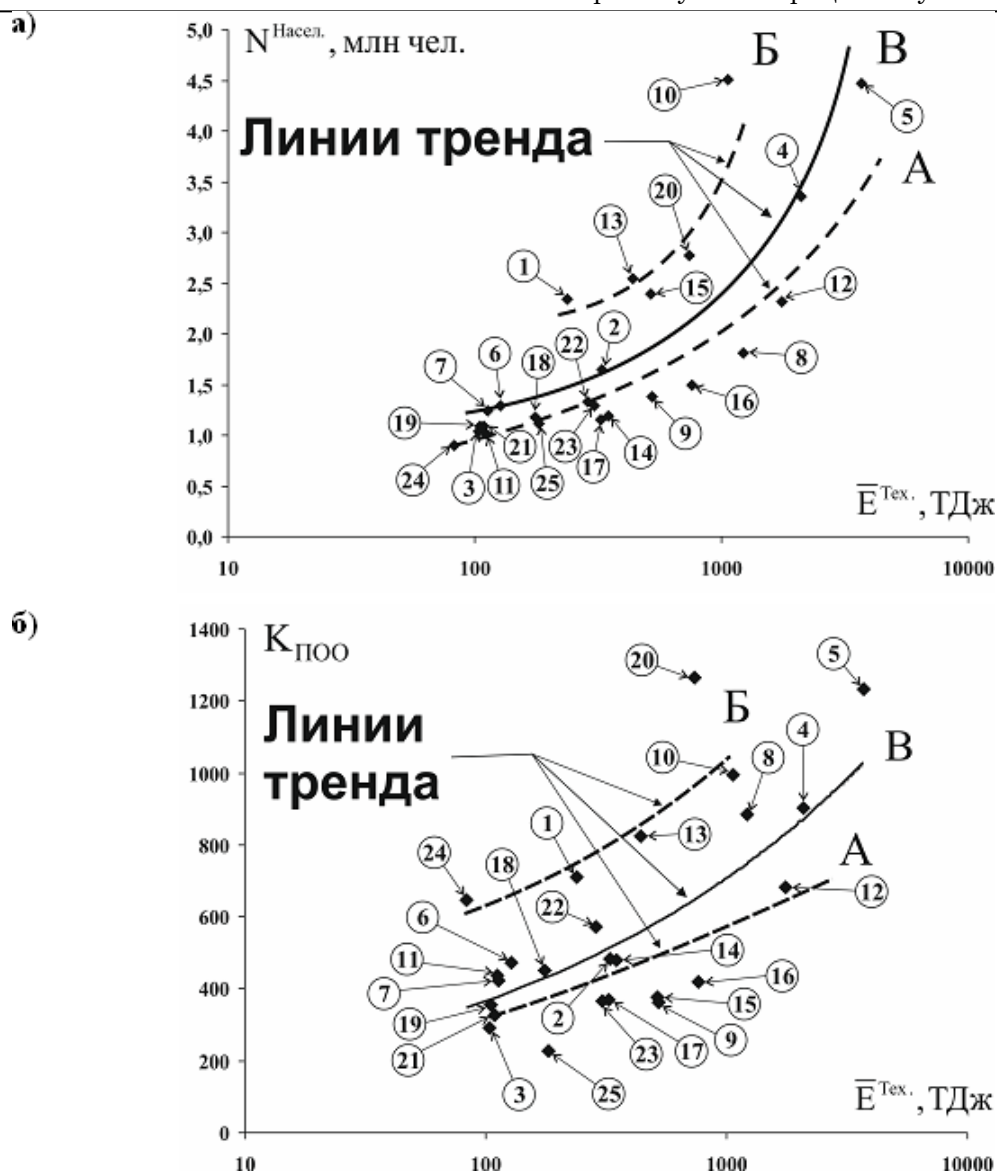


Рис. 3 – Графические зависимости между количеством населения ( $N^{\text{Насел.}}$ ) – рис. 3а, количеством ПОО ( $K_{\text{ПОО}}$ ) – рис. 3б и среднесуточной энергией техногенного происхождения ( $\bar{E}^{\text{Тех.}}$ ) в регионах Украины: 1 – АР Крым; 2 – Винницкая обл.; 3 – Волынская обл.; 4 – Днепропетровская обл.; 5 – Донецкая обл.; 6 – Житомирская обл.; 7 – Закарпатская обл.; 8 – Запорожская обл.; 9 – Ивано-Франковская обл.; 10 – Киевская обл.; 11 – Кировоградская обл.; 12 – Луганская обл.; 13 – Львовская обл.; 14 – Николаевская обл.; 15 – Одесская обл.; 16 – Полтавская обл.; 17 – Ровенская обл.; 18 – Сумская обл.; 19 – Тернопольская обл.; 20 – Харьковская обл.; 21 – Херсонская обл.; 22 – Хмельницкая обл.; 23 – Черкасская обл.; 24 – Черновицкая обл.; 25 – Черниговская обл.

Аппроксимация линий тренда реализована на интервале  $\bar{E}^{\text{Тех.}} \approx 80 - 3700$  ТДж в виде степенных функций.

Так, аппроксимация изменения социально-энергетических ( $N^{Насел.} - \bar{E}^{Тех.}$ ) показателей жизнедеятельности регионов Украины, в соответствии с линиями А, Б и В на рис. 3а, имеет вид

$$N^{Насел.} = 0,22(\bar{E}^{Тех.})^{0,33} - \text{линия А}, \quad (3)$$

$$N^{Насел.} = 0,25(\bar{E}^{Тех.})^{0,39} - \text{линия Б}, \quad (4)$$

$$N^{Насел.} = 0,19(\bar{E}^{Тех.})^{0,37} - \text{линия В}, \quad (5)$$

где  $\bar{E}^{Тех.}$  – в ТДж (1ТДж =  $10^{12}$  Дж),  $N^{Насел.}$  – в млн чел.

Достоверность аппроксимации зависимости  $N^{Насел.} = \phi(\bar{E}^{Тех.})$  регрессионными уравнениями (3) – (5) определена согласно [14] через коэффициент детерминации ( $R^2$ ), который определяет долю разброса, учитываемого регрессией, в общем разбросе результативного признака, как

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{N}_i^{Насел.} - N^{Насел.*})^2}{\sum_{i=1}^n (N_i^{Насел.} - N^{Насел.*})^2}, \quad (6)$$

где  $N^{Насел.*}$  – среднее значение  $N_i^{Насел.}$  ( $i = 1 \dots n$ );  $\hat{N}_i^{Насел.}$  – выровненное значение показателя  $N_i^{Насел.}$ ;  $n$  – количество регионов Украины.

Расчеты по соотношению (6) показали, что значения коэффициентов детерминации для линий тренда, представленных на рис. 3а, равны:  $R^2 \approx 0,83$  (линия А);  $R^2 \approx 0,65$  (линия Б);  $R^2 \approx 0,69$  (линия В).

Аппроксимация изменения промышленно-энергетических ( $K_{ПОО} - \bar{E}^{Тех.}$ ) показателей жизнедеятельности регионов Украины, в соответствии с линиями А, Б и В на рис. 3б, имеет вид

$$K_{ПОО} = 84,91(\bar{E}^{Тех.})^{0,29} - \text{линия А}, \quad (7)$$

$$K_{\text{ПОО}} = 223,02 \left( \bar{E}^{\text{Tex.}} \right)^{0,23} - \text{линия Б}, \quad (8)$$

$$K_{\text{ПОО}} = 98,19 \left( \bar{E}^{\text{Tex.}} \right)^{0,29} - \text{линия В}, \quad (9)$$

где  $\bar{E}^{\text{Tex.}}$  – в ТДж,  $K_{\text{ПОО}}$  – в единицах объектов.

Достоверность аппроксимации зависимости  $K_{\text{ПОО}}^{\text{Хим.}} = \mu \left( \bar{E}^{\text{Tex.}} \right)$  регрессионными уравнениями (7) – (9), определена через расчет коэффициентов  $R^2$ , в соответствии с выражением (6). Значения коэффициентов детерминации равны:  $R^2 \approx 0,61$  (линия А);  $R^2 \approx 0,73$  (линия Б);  $R^2 \approx 0,44$  (линия В).

Неравномерность (двухуровневое распределение функций  $N^{\text{Насел.}} - \bar{E}^{\text{Tex.}}$  и  $K_{\text{ПОО}} - \bar{E}^{\text{Tex.}}$ ) распределения потребления энергии населением и функционирования ПОО приводит к необходимости проведения двухуровневой оценки степени риска ПТС системы Украины.

Анализ уровня среднесуточного техногенного риска  $\bar{R}^{\text{Tex.}}$  территории Украины, с учетом ее внутренних ( $N^{\text{Насел.}}$ ;  $K_{\text{ПОО}} - \bar{E}^{\text{Tex.}}$ ) свойств, проведем в соответствии с подходом

$$\bar{R}^{\text{Tex.}} = \bar{F}^{\text{Tex.}} \cdot U^{\text{ПУ}}, \quad (10)$$

где  $\bar{F}^{\text{Tex.}} = K_{\text{ЧС}}^{\text{Tex.}} / 365$  – среднесуточная частота возникновения ЧС техногенного характера, дестабилизирующих ПТС систему;  $K_{\text{ЧС}}^{\text{Tex.}}$  – годовое количество ЧС техногенного характера;  $U^{\text{ПУ}}$  – прямой (в условиях непосредственного влияния опасных факторов) ущерб ПТС системы [12].

Оценка степени техногенного риска территории Украины проведена нами в рамках оценки величины вероятностного риска, обусловленного среднесуточной частотой возникновения ЧС техногенного характера.

Статистическая информация о количестве ЧС техногенного характера по данным, приведенным в [16] за период 2002 – 2011 гг., и расчетной величины среднесуточной частотой возникновения ЧС техногенного характера представлена в табл. 4. Из таблицы видно, что основная причина техногенной опасности кроется в результате функционирования ПОО.

Тютюник В.В., Калугин В.Д., Левтеров А.А., Шевченко Р.И.

Для установления этой взаимосвязи нами проведена корреляционная оценка динамики показателей  $\bar{F}^{Tex.}$  и  $K_{ПОО}$  по регионам Украины в соответствии с данными, представленными на рис. 4.

Таблица 4 – Динамика годового количества ЧС техногенного характера, средний показатель техногенного напряжения ( $\bar{K}_{ЧС}^{Tex.}$ ) и среднесуточная частота возникновения ЧС техногенного характера ( $\bar{F}^{Tex.}$ ) в Украине за период 2002 – 2011 гг. [16]

Регион, область	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	$\bar{K}_{ЧС}^{Tex.}$	$\bar{F}^{Tex.}$ , ЧС сутки
АР Крым	17	11	7	11	15	11	15	10	4	4	$10,5 \pm 1,4$	$0,03 \pm 0,004$
Винницкая	8	2	5	15	11	5	5	6	5	6	$6,8 \pm 1,2$	$0,02 \pm 0,003$
Волынская	5	1	0	4	3	0	5	1	2	2	$2,3 \pm 0,6$	$0,01 \pm 0,002$
Днепропетровская	21	17	12	15	13	13	9	6	8	5	$11,9 \pm 1,6$	$0,03 \pm 0,004$
Донецкая	57	24	23	31	26	30	22	21	26	18	$27,8 \pm 3,5$	$0,08 \pm 0,010$
Житомирская	7	3	6	5	3	9	3	2	3	3	$4,4 \pm 0,7$	$0,01 \pm 0,002$
Закарпатская	5	7	3	2	7	4	1	2	1	2	$3,4 \pm 0,7$	$0,01 \pm 0,002$
Запорожская	12	6	5	9	14	14	10	7	8	7	$9,2 \pm 1,0$	$0,03 \pm 0,003$
Ивано-Франковская	4	3	0	3	3	4	1	3	2	3	$2,6 \pm 0,4$	$0,01 \pm 0,001$
Киевская	8	5	5	13	9	11	8	8	4	9	$8,0 \pm 0,9$	$0,02 \pm 0,002$
Кировоградская	9	8	6	5	7	4	1	5	2	2	$4,9 \pm 0,8$	$0,01 \pm 0,002$
Луганская	27	18	8	16	17	12	7	6	13	12	$13,6 \pm 2,0$	$0,04 \pm 0,005$
Львовская	26	19	10	10	10	8	8	5	2	4	$10,2 \pm 2,3$	$0,03 \pm 0,006$
Николаевская	10	8	7	13	15	5	6	4	3	10	$8,1 \pm 1,2$	$0,02 \pm 0,003$
Одесская	17	7	8	8	7	11	7	3	8	12	$8,8 \pm 1,2$	$0,02 \pm 0,003$
Полтавская	10	4	6	5	4	4	1	1	2	1	$3,8 \pm 0,9$	$0,01 \pm 0,002$
Ровенская	8	3	6	7	6	8	3	5	2	6	$5,4 \pm 0,7$	$0,01 \pm 0,002$
Сумская	8	5	5	4	5	5	4	1	2	2	$4,1 \pm 0,6$	$0,01 \pm 0,002$
Тернопольская	7	4	1	3	5	2	4	4	1	4	$3,5 \pm 0,6$	$0,01 \pm 0,002$
Харьковская	14	11	6	10	8	8	13	12	7	8	$9,7 \pm 0,9$	$0,03 \pm 0,002$
Херсонская	11	7	2	3	5	14	4	3	9	4	$6,2 \pm 1,3$	$0,02 \pm 0,004$
Хмельницкая	6	7	5	7	5	5	3	3	5	4	$5,0 \pm 0,4$	$0,01 \pm 0,001$
Черкасская	11	6	6	5	13	4	7	3	3	2	$6,0 \pm 1,1$	$0,02 \pm 0,003$
Черновицкая	11	1	2	1	0	1	0	1	4	0	$2,1 \pm 1,1$	$0,01 \pm 0,003$
Черниговская	3	3	8	5	7	3	10	6	3	5	$5,3 \pm 0,8$	$0,01 \pm 0,002$

Результаты корреляционного анализа рис. 4 свидетельствуют о том, что между показателями  $\bar{F}^{Tex.}$  и  $K_{ПОО}$  наблюдается устойчивая корреляция на уровне  $r_{\bar{F}^{Tex.} \cdot K_{ПОО}} \approx 0,74$ . Это позволяет констатировать наличие взаимосвязи между данными показателями в виде, представленном на рис. 5. Из него видно, что графическая зависимость между количеством потен-

циально-опасных объектов и среднегодовым количеством ЧС техногенного характера имеет трехуровневый вид, что свидетельствует о существовании нескольких сценариев (вариантов) техногенной опасности в Украине.

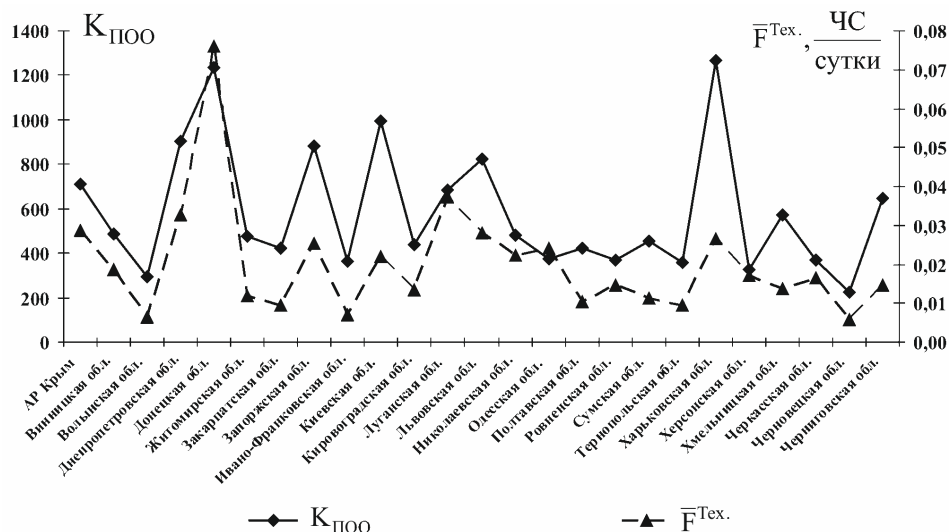


Рис. 4 – Распределение количества потенциально опасных объектов ( $K_{\text{ПОО}}$ ) и среднесуточной частоты возникновения ЧС техногенного характера ( $\bar{F}^{\text{Тех.}}$ ) по регионам Украины

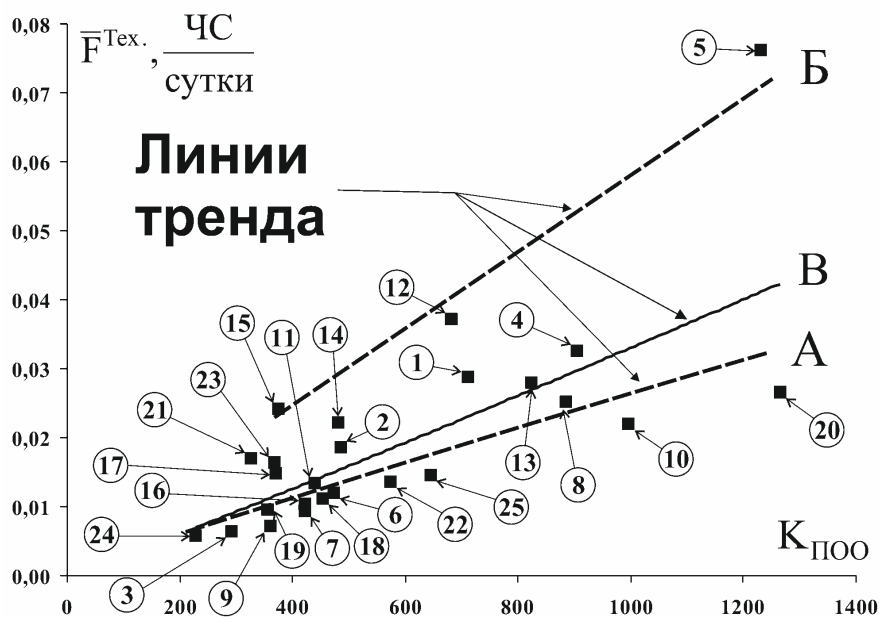


Рис. 5 – Графическая зависимость между количеством потенциально-опасных объектов ( $K_{\text{ПОО}}$ ) и среднесуточной частотой возникновения ЧС техногенного характера ( $\bar{F}^{\text{Тех.}}$ ) (нумерация областей приведена в соответствии с рис. 3)

Тютюник В.В., Калугин В.Д., Левтеров А.А., Шевченко Р.И.

Первый вариант (линия А) характеризуется установившейся для большинства регионов Украины относительной пропорциональностью между  $K_{\text{ПОО}}$  и  $\bar{F}^{\text{Tex.}}$ .

Исключение составляют некоторые регионы, в которых соотношение  $K_{\text{ПОО}} - \bar{F}^{\text{Tex.}}$  подчиняются второму варианту (линия Б). По этому сценарию функционируют Донецкая, Луганская и Одесская области.

В вариант В объединены массивы, по которым строились линии А и Б.

Линии тренда между показателями  $\bar{F}^{\text{Tex.}}$  и  $K_{\text{ПОО}}$  аппроксимированы на интервале  $K_{\text{ПОО}} = 227 - 1264$  объектами степенными функциями в виде

$$\bar{F}^{\text{Tex.}} = 4 \cdot 10^{-5} (K_{\text{ПОО}})^{0,93} - \text{линия А}, \quad (11)$$

$$\bar{F}^{\text{Tex.}} = 7 \cdot 10^{-5} (K_{\text{ПОО}})^{0,97} - \text{линия Б}, \quad (12)$$

$$\bar{F}^{\text{Tex.}} = 2 \cdot 10^{-5} (K_{\text{ПОО}})^{1,06} - \text{линия В}, \quad (13)$$

где  $K_{\text{ПОО}}$  – в единицах объектов.

Достоверность аппроксимации зависимости  $\bar{F}^{\text{Tex.}} = \xi(K_{\text{ПОО}})$  регрессионными уравнениями (11) – (13), определена значениями коэффициентов детерминации  $R^2$ , в соответствии с выражением (6). Значения коэффициентов детерминации равны:  $R^2 \approx 0,67$  (линия А);  $R^2 \approx 0,98$  (линия Б);  $R^2 \approx 0,64$  (линия В).

В заключение необходимо указать, что общая методология оценки техногенной опасности, которая представлена в работе на примере рис. 3 и 5 (графические зависимости между среднесуточной энергией техногенного происхождения ( $\bar{E}^{\text{Tex.}}$ ), количеством проживающего населения ( $N^{\text{Насел.}}$ ), количеством потенциально-опасных объектов ( $K_{\text{ПОО}}$ ) и среднесуточной частотой возникновения ЧС техногенного характера ( $\bar{F}^{\text{Tex.}}$ ) и их математические аппроксимации в виде выражений, подобных выражениям (3) – (5), (7) – (9), (11) – (13), являются основой для разработки комплексной схемы мероприятий для обеспе-

чения соответствующего уровня безопасности от техногенных опасностей различной природы в Украине.

### **Выводы.**

1. В работе показана возможность использования энергетического подхода для оценки уровня опасности жизнедеятельности территории Украины в условиях функционирования потенциально опасных объектов и возникновения, вследствие их функционирования, чрезвычайных ситуаций техногенного характера.

2. На основе рассмотрения характера изменения энергетических параметров функционирования потенциально опасных объектов и их негативного влияния на социальную составляющую природно-техногенно-социальной системы разработана методология оценки техногенной опасности заданной территории Украины.

3. Получены регрессионные зависимости между характерными для территории Украины показателями: среднесуточной энергии техногенного происхождения, количеством проживающего населения, количеством потенциально опасных объектов и среднесуточной частотой возникновения ЧС техногенного характера, характеризующиеся достаточно высокими значениями коэффициентов детерминации ( $0,64 \div 0,98$ ).

4. Предложенный подход для оценки техногенной опасности заданной территории Украины и полученные примеры новых аналитических выражений (регрессионных уравнений) являются основой для проведения дальнейших исследований, направленных на разработку эффективной комплексной системы мониторинга и противодействия ЧС природного и техногенного характера.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Черногор Л.Ф. Физика и экология катастроф / Л.Ф. Черногор – Х.: ХНУ имени В.Н. Каразина, 2012. – 556 с.
2. Осипов В.И. Природные опасности и стратегические риски в мире и в России / В.И. Осипов // Экология и жизнь. – 2009. – № 11 – 12 (96 – 97). – С. 5 – 15.
3. Азімов О.Т. Огляд поточного стану природно-техногенної безпеки в Україні та перспективи розвитку аналітичної інтерактивної системи моніторингу надзвичайних ситуацій



- цій засобами дистанційних, телематичних та ГІС-технологій / О.Т. Азімов, П.А. Коротинський, Ю.Ю. Колесніченко // ГЕОІНФОРМАТИКА – 2006. – № 4. – С. 52 – 66.
4. Тютюник В.В. Основні принципи інтегральної системи безпеки при надзвичайних ситуаціях / В.В. Тютюник, Р.І. Шевченко // Зб. наук. праць Харківського університету Повітряних Сил. – Х.: ХУПС ім. І. Кожедуба, 2008. – Вип. 3(18). – С. 179 – 180.
  5. Питулько В.М. Научное обеспечение управлением риска аварий и катастроф / В.М. Питулько // Инженерная экология. – 1996. – № 3. – С. 36 – 44.
  6. Кондратьев В.Д. Комплексная оценка уровня риска опасного объекта / В.Д. Кондратьев, А.В. Толстых, Б.К. Уандыков, А.В. Щепкин // Системы управления и информац. технологий. – 2004. – № 3(15). – С. 53 – 57.
  7. Кіро́чкін О.Ю. Оцінка багатокритеріальної методики аналізу хімічно небезпечного стану об'єктів та регіонів України / О.Ю. Кіро́чкін, М.М. Мурін, В.В. Тютюник, Р.І. Шевченко // Проблеми надзвичайних ситуацій. – Х.: УЦЗУ, 2007. – Вип. 6. – С. 62 – 73.
  8. Брушлинский Н.Н. Управление пожарной безопасностью субъектов Российской Федерации на основе анализа пожарных рисков / Н.Н. Брушлинский, Е.А. Клепко, С.Ю. Попков, С.В. Соколов // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. – М.: ВНИИТИ, 2010. – № 3. – С. 104 – 114.
  9. Андронов В.А. Комплексні показники оцінювання стану природно-техногенної небезпеки адміністративно-територіальних одиниць України / В.А. Андронов, Ю.П. Бабков, В.В. Тютюник, Р.І. Шевченко // Проблеми надзвичайних ситуацій. – Х.: НУЦЗУ, 2010. – Вип. 12. – С. 9 – 20.
  10. Попков С.Ю. Методика оценки пожарных рисков в городах и сельской местности России / С.Ю. Попков // Технологии техносферной безопасности: Интернет-журнал. – 2011. – Вып. 5 (39) [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://ipb.mos.ru/ttb/2011-5>
  11. Тютюник В.В. Системний підхід до оцінки небезпеки життєдіяльності при територіально-часовому розподілі енергії

- джерел надзвичайних ситуацій / В.В. Тютюник, Л.Ф. Чорногор, В.Д. Калугін // Проблеми надзвичайних ситуацій. – Х.: НУЦЗУ, 2011. – Вип. 14. – С. 171 – 194.
12. Калугін В.Д. Системний підхід до оцінки ризиків надзвичайних ситуацій в Україні / В.Д. Калугін, В.В. Тютюник, Л.Ф. Чорногор, Р.І. Шевченко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. – 1/6 (55). – С. 59 – 70.
  13. Паливно-енергетичні ресурси України: Статистичний збірник. – К.: Державний комітет статистики України, 2009 – 443 с.
  14. Кибзун А.И. Теория вероятностей и математическая статистика. Базовый курс с примерами и задачами / А.И. Кибзун, Е.Р. Горяинова, А.В. Наумов, А.Н. Сиротин – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 224 с.
  15. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2009 році. – К.: Центр екологічної освіти та інформації, 2011. – 383 с.
  16. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.mns.gov.ua>

Тютюник В.В., Калугін В.Д., Левтеров О.А., Шевченко Р.І.

**Оцінка рівня техногенної небезпеки території України за даними аналізу енергетичних показників життєдіяльності регіонів**

Представлено підхід та викладена методологія оцінки рівня техногенної небезпеки території України виходячи з кількості функціонування потенційно небезпечних об'єктів (ПНО), кількості виниклих надзвичайних ситуацій (НС) техногенного походження та даних аналізу енергетичних показників життєдіяльності її регіонів – енергії техногенного походження (сума електричної енергії і енергій всіх видів палив, які спожиті у процесі життєдіяльності природно-техногенно-соціальної системи (ПТС системи))

**Ключові слова:** техногенна небезпека, надзвичайна ситуація, критерії оцінки надзвичайних ситуацій, енергетичний підхід, безпека життєдіяльності

Tyutyunik V.V., Kalugin V.D., Levterov A.A., Shevchenko R.I.

**Evaluation of technological hazards in Ukraine according to the analysis of life energy performance of regions**

Approach and the methodology of assessing the level of technological danger in Ukraine by the amount of operation of potentially hazardous objects (PHO), the number of encountered exceptional situations (ES) anthropogenic and data analysis of the energy performance of life of the regions - energy technogenic aqueous origin (the amount of electric energy and energies of all types of fuels consumed in the life of natural-industrial-social system (NIS system)) are presented

**Key words:** technical hazard, emergency, emergencies evaluation criteria, energetic approach, life safety

**УДК 614.84**

*Фещенко А.Б., канд. техн. наук, доц., НУЦЗУ,  
Закора О.В., канд. техн. наук, ст. викл., НУЦЗУ,  
Селеєнко Є.Є., ст. викл., НУЦЗУ*

**ОЦІНКА НАДІЙНОСТІ ДИСПЕТЧЕРА ПРИ ВИКОНАННІ  
ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ У СКЛАДІ ЧЕРГОВОЇ ЗМІНИ  
ОПЕРАТИВНО-ДИСПЕТЧЕРСЬКОЇ СЛУЖБИ**

(представлено д-ром фіз.-мат. наук Яковлевим С.В.)

Запропоновано аналітичну модель оцінки надійності диспетчера чергової зміни оперативно-диспетчерської служби при виконанні оперативних завдань по оцінюванню обстановки в осередку надзвичайної ситуації, шляхом проведення розрахунків доведено практичну значимість та адекватність моделі

**Ключові слова:** диспетчер, оперативна обстановка, оцінка надійності диспетчера при виконанні оперативних завдань

**Постановка проблеми.** Оперативно-диспетчерська служба (ОДС) ДСНС являє собою складну інформаційну систему, що включає обов'язкові технічну, програмну та особистісну (диспетчери ОДС) компоненти. Ефективність роботи ОДС залежить від надійності (роботоспроможності) всіх трьох компонент. Але безпомилковість виконання функціональних обов'язків диспетчерами ОДС являється необхідною і