

УДК 504.03

ИНДИКАТОРЫ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ РЕГИОНА**¹Артеменко М.В., ¹Калугина Н.М., ¹Косьяненко В.В., ²Теплова В.В.**¹*Юго-западный государственный университет, Курск, e-mail: artem1962@mail.ru*²*Региональный открытый социальный институт, Курск, e-mail: viktorija_teplova@mail.ru*

Факторы окружающей среды обуславливают уровень здоровья населения в регионе и влияют на рождаемость, смертность, половозрастную структуру населения, уровни врожденных пороков развития, заболеваемость различных слоев населения и т.п. Для анализа скрытых связей влияния предлагается использовать латентные индикаторы экологической напряженности – ЛИЭН, представляющие собой отношение значений прямых факторов к величинам, характеризующих население в определенном регионе – численность, половозрастной состав, уровни пороков врожденных пороков развития, смертность, рождаемость. На примере Курской области Российской Федерации рассматриваются информационные возможности предлагаемых латентных индикаторов. Показано, что информация об уровне врожденных заболеваний позволяет формировать интегральные критерии экологической напряженности. Формируется вывод о том, что экологический «удар» на фоне естественной биологической «ритмики» приводит к срыву адаптационного механизма популяции в двух направлениях: изменениям в естественной структуре врожденных пороков развития в регионе и снижению защитных свойств в дальнейшем, приводящему к развитию у него различных патологий.

Ключевые слова: экология, парадигма «человек – окружающая среда», латентные индикаторы напряженности населения, врожденные пороки развития, системный анализ, самоорганизационное моделирование, региональный анализ

INDICATORS OF ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL SITUATION OF THE REGION**¹Artemenko M.V., ¹Kalugina N.M., ¹Kosyanenko V.V., ²Teplova V.V.**¹*Southwest state university, Kursk, e-mail: artem1962@mail.ru*²*Regionalny open social institute, Kursk, e-mail: viktorija_teplova@mail.ru*

Factors of the environment cause the level of health of the population, influencing birth rate, mortality, gender and age structure of the population, levels of congenital malformations, incidence of various segments of the population, etc. It belongs to all biological populations in the region. For the analysis of the hidden communications of influence of ecological tension it is offered to use the latent indicators representing the relation of values of the direct factors to sizes characterizing the population (population number) including gender and age structure, levels of defects of congenital malformations, mortality, birth rate. Results of researches of information opportunities of latent indicators are presented in article, on the example of Kursk region of the Russian Federation. In particular, it is shown that information on the level of congenital diseases allows to form integrated criteria of ecological tension. The conducted researches allow to draw a conclusion that the ecological stress against the background of natural biological rhythmic processes leads to failure of adaptable mechanisms of population (both the person, and other biological structures and objects) in two directions: to changes in natural structure of congenital malformations in the region (violations at the level of “the first cages” of an organism) and to the decrease in protective properties of an organism further leading to increase in risk of development of various pathologies.

Keywords: ecology, paradigm “the person – the environment”, latent indexes of tension, the population, health, the system analysis, self-organizational modeling, the regional analysis

Несмотря на сокращение промышленного производства в Российской Федерации в конце 20 века, снижения объема выбросов промышленных предприятий в окружающую среду на одну треть, антропогенная нагрузка не уменьшается, продолжая оставаться одним из системообразующим факторов социального регионального статуса (эмоциональная напряженность населения, не позитивная динамика социально-значимых заболеваний, индивидуальные и общественные экономические расходы на устранения последствий загрязнений окружающей среды и т.п.) [1, 2, 10, 22, 25, 35]. В связи с этим, вопросы исследования различных аспектов социальной экологии, как части биологии человека, в настоящее время

являются актуальными и находят приложения в различных направлениях теоретико-экспериментальных исследований [11, 17, 18, 23, 24, 28, 31, 34].

Как показывают исследования информационных источников анализ взаимосвязей экологических показателей и уровней определенных нозологических групп заболеваемости населения или демографических показателей рассматривается или в текущий момент времени или с учетом накопительного эффекта или с учетом корреляций с временным сдвигом в «прошлое». Между тем, любая живая открытая система реагирует в текущий момент времени с учетом опыта своего взаимодействия с окружающей средой в прошлом и прогнозируемого будущего.

Поскольку живые системы обладают способностями саморегуляции и самоорганизации на основе положительных и отрицательных обратных связей, то следует учитывать и фактор наличия у них автономного управления.

Для разрешения указанных проблем предлагается перед началом процесса идентификации функциональных и логических или семантических зависимостей между динамиками различных показателей здоровья населения медико-профилактического характера и факторов окружающей человека среды определится с парадигмой предстоящих исследований. В частности, в работе [33] предлагаются следующие концептуальные схемы «Человек – среда обитания», представленные на рис. 1.

На рис. 1 используются следующие обозначения и термины: humanity – «человек, население» региона; environment – «природа, окружающая среда, среда обитания»; OUTER SPACE – «космосфера»; ACSE -autonomous control system environment – автономная система управления environment; ACSH- autonomous control system of the human – автономная система управления humanity; AMSS - autonomous management system space – автономная система управления OUTER SPACE; biosphere & noosphere – биосфера и ноосфера; ACSB – autonomous control system of the biosphere – автономная система управления биосферы; ACSN – autonomous control system of the noosphere – автономная система управления ноосферы.

Приведенные на рис. 1 концептуальные схемы позволяют сформировать различные парадигмы для проведения изысканий в области исследования влияния среды обитания как на отдельный организм человека, так и населения определенного региона в целом.

Схема рис. 1 - подсистемы humanity и environment функционируют по собственным законам, определяемыми ACSE и ACSH, соответственно, взаимодействие состояний которых может быть описано системами дифференциальных и-или регрессионных уравнений, отражающих динамику и статику регистрирующих показателей, определяющих состояние подсистем и элементов и связей определяющих их целевое функционирование. При этом возможны четыре ситуации, обуславливаемые функционированием ACSE и ACSH: $dom(ACSE) \& ACSH$; $ACSE \& ACSH$; $ACSE \& dom(ACSH)$; $not(ACSE) \& not(ACSH)$. В первом варианте – доминирует ACSE, в третьем – ACSH, во втором – системы управления равноправны, в четвертом – практически отсутствуют (значения наблюдаемых и управляемых параметров подсистем хаотичны).

Парадигма, основанная на схеме, представленной на рисунке 1а находит наибольшее применение, поскольку в этом случае автономные системы управления ACSE и ACSH не включают в себя друг друга, что значительно упрощает моделирование, сводя его по сути к анализу статистически достоверного, представленного регистри-

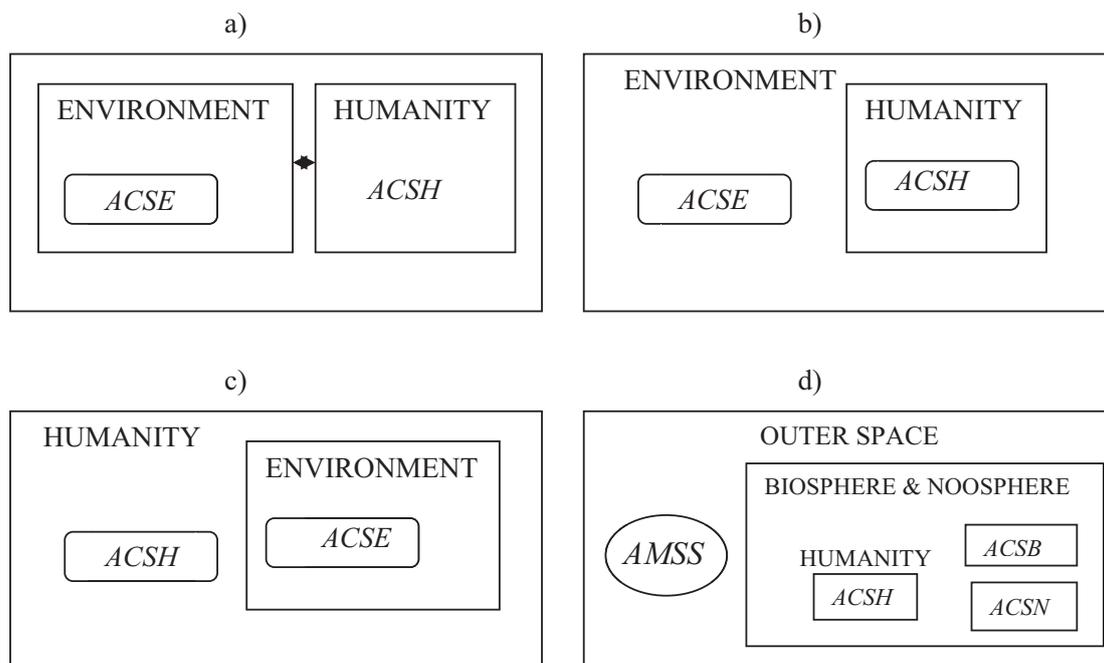


Рис. 1. Концептуальные схемы взаимодействия «Человек – Среда Обитания»

руемых в процессе мониторинга значений наблюдаемых и регулируемых показателей, характеризующих состояния соответствующих систем.

В данном случае осуществляется структурно-параметрическая идентификация функционалов для моделей вида:

$$\{Shum_j\} = \{Fash(\{Senv_k\})\}, \{Senv_k\} = \{Fase(\{Shum_j\})\} \quad (1)$$

Т.е., все возможные состояния humanity ($j=1, N_{hum}$; N_{hum} – количество состояний системы) функционально связываются с множеством состояний environment, а состояния могут быть связаны обратными функциями с множеством. Имитационное моделирование в этом случае состоит в «проигрывание» возникновения возможных состояний подсистемы humanity в зависимости от прогнозируемых состояний окружающей среды и реакции соответствующих систем автономного управления.

В отличие от ранее используемых работ предлагается в качестве элементов множеств состояния рассматривать состояния в различных отрицательных и положительных временных сдвигах относительно текущего момента:

$$\{S\} = \{\{S\}_{t-k}, \{S\}_{t-k+1}, \dots, \{S\}_{t-1}, \{S\}_t, \{S\}_{t+1}, \dots, \{S\}_{t+l}\}.$$

Поскольку реакции систем на различные составляющие, в них входящих, имеют наибольшие корреляции для различных временных сдвигов, то рекомендуется первоначально оценить значения указанных сдвигов либо визуально (путем анализа динамики показателей) либо путем анализа когерентности.

Парадигма, представленная схемой рисунка 1b, предполагает, что подсистема humanity является часть подсистемы environment и, следовательно, ее состояния определяются автономной системой управления ACSH согласно множеством ее состояний и состояниями подсистемы environment, изменяемыми функционирование автономной системы ACSH.

Существенно отличной является моделирование и исследование состояния humanity является ситуация, представленная схемой, показанной на рисунке 1d, поскольку она является элементом иерархического управления на уровне «человек – среда обитания», предусматривающая зависимость (наблюдаемость и управляемость) со стороны некоторого «космического пространства» - OUTER SPACE -, которое путем воздействия на биосферу и ноосферу. В данном случае, рассматривается гипотетическая ситуация полной управляемости (регулируемости) состояний (и переходов) подсистемы humanity от внешних факторов

биосферы и ноосферы, которые изменяются под воздействием собственных систем автономного управления (регулирования) на основании фундаментальных «космических» законов Космоса. (Простейшим вариантом, могут служить, например вспышки вирусных заболеваний в зависимости от прохождения комет, или «лунные циклы» ряда психических заболеваний.)

Таким образом, представленные схемы различных парадигм исследования состояний человека (как элемента «населения»), позволяют систематизировать исследования в области изучения реакции человека на изменения среды обитания различного иерархического уровня и изменений среды (в том числе антропогенного характера), что безусловно должно способствовать концентрации научного потенциала на определенных направлениях в зависимости от целей исследований и имеющихся ресурсов [33].

Существующая санитарно-эпидемиологическая и экологическая ситуация в большинстве регионов страны оценивается как неблагоприятная. В этих условиях, очевидно, необходимо внедрять новые подходы к оценке экологического давления на население определенного региона. В частности, предлагается применение таких показателей «Общественного здоровья» как уровни смертности, рождаемости и врожденных пороков развития (ВПР) на определенной территории [7, 8, 9, 20]. Данный подход обоснован, поскольку поступающие в атмосферу, почву и воду загрязняющие вещества не всегда полностью и адекватно контролируются санитарными службами, замеры производятся зачастую эпизодически и не учитывается факт, что загрязняющие вещества обладают взаимно усиливающими, отсроченными и пороговыми влияниями. Существующие системы социально-экологического мониторинга, статистической обработки результатов и открытости представления информации позволяют получить достаточно презентативный для математического моделирования и исследования материал – например [13, 14, 21].

Поскольку существующие показатели разномодальны, то возникает проблема синтеза интегральных характеристик [12, 20, 28, 30]. В частности, предлагается использовать для формирования критерия анализа влияния экологического давления следующие характеристики (именуемые в дальнейшем ЛИЭН – латентные индикаторы экологической напряженности региона) (аналоги рассмотрены в [8, 20]):

$$I1 = P / S ; I2 = P / \{H, Sm, R\} ; I3 = P / (S * \{H, Sm, R\} ;$$

$$I4 = P / (S * \ln\{H, Sm, R\}; I5 = (P / S) * \ln(Sm / R);$$

$$I6 = (P * Sm) / (S * R),$$

где Н - численность населения в регионе, R - уровень рождаемости в регионе, Sm - уровень смертности в регионе, P - уровень экологического давления, вычисляемый в следующих вариантах:

Как абсолютный показатель определенного загрязнителя окружающей среды;

Как показатель определенного загрязнителя окружающей среды в ПДК (согласно принятым нормативам в государстве);

Как интегральный показатель, вычисляемый через совокупность множества загрязнителей с учетом весовых коэффициентов каждого согласно экспертному или иному анализу.

По фактологическому материалу, представленному в годовых статистических отчетах, рассчитываются следующие ЛИЭН:

- I1 – по укрупненным областным регионам (юго-западный, северо-западный, восточный, центральный) и по конкретным районам области в динамике по годам;

- I21, I31, I41 - по укрупненным областным регионам (юго-западный, северо-западный, восточный, центральный) и по конкретным районам области в динамике по годам, где данные индексы вычислялись следующим образом:

$$I21 = P / H, I31 = P / (S * H), I41 = P / (S * \ln(H));$$

I22, I23, I31, I32, I33, I41, I42, I43, I5, I6 – по области в целом по конкретным загрязнителям, вычисляемые по следующим формулам:

$$I22 = P / Sm; I23 = P / R;$$

$$I31 = P / (S * H); I32 = P / (S * Sm); I33 = P / (S * R);$$

$$I41 = P / (S * \ln(H)); I42 = P / (S * \ln(Sm)); I43 = P / (S * \ln(R));$$

$$I5 = P * \ln(Sm / R) / S; I6 = P * Sm / (R * S).$$

По сути, приведенные ЛИЭН несут различную семантическую нагрузку и отражают, различные физические и физиологические процессы взаимодействия внутренних и внешних систем здорового существования организма человека во внешней среде, включая антропогенное изменение последней (как положительной, так и отрицательной). А именно:

I1 – удельное давление экофактора на единицу площади – отражает косвенным

образом токсичность и скорость регенерации отрицательного воздействия. Следует отметить, что более правильное, применение данного показателя не в абсолютном, интегративном виде, а в форме некоторого функционала, отражающим изменение концентрации по мере удаления от источника с учетом географии и природных ресурсов регенерации;

I21 – отражает экодавления рассматриваемого показателя на одного человека, т.е. косвенным образом «следит» за уроном населения (при малой выборке следует ожидать слабую чувствительность данного показателя в силу определенной стабилизации численности населения);

I22 – «указывает» как экофактор связан со смертностью в регионе;

I23 – аналогичен I22, но по рождаемости, т.е. указывает с какой «силой» воздействует рассматриваемый фактор на родившихся (позволяет оценить будущий ущерб работающего населения);

I31, I32, I33 – это по сути индексы I2, приходящие на единицу площади – характеризуют масштабность урона по индексам второй группы;

Группа ЛИЭН I4 отличается введением логарифмической шкалы по населению, смертности или рождаемости. Это сделано с целью поиска более оптимального соотношения, с учетом частого присутствия экспоненциальных или логарифмических функций в различных демографических законах и зависимостях;

ЛИЭН I5 отличается тем, что в качестве логарифмической составляющей рассматривается отношение смертности к рождаемости (цель введения этих индексов аналогична предыдущей);

ЛИЭН I6 по сути показывает, как на единицу площади в регионе «давит» рассматриваемый экофактор (напомним, что он может быть как абсолютный, так и в сочетании с другими воздействиями) с отношения смертности к рождаемости. Иными словами, данный индекс имеет тенденцию к росту (I5 – к экспоненциальному росту) в случае уменьшения площади воздействия (эффект замкнутого пространства) и роста смертности по отношению к рождаемости.

По полученному материалу на первом этапе исследования выделяются наиболее информативные индексы. Вопросы формирования множества информативных индексов рассмотрены, например в [4, 5, 16, 27].

С помощью инструментальных средств электронных таблиц были проанализированы динамики и характер поведения ЛИЭН (как в индивидуальном, так и интегральном характере расчета их значений) и построе-

ны соответствующие корреляционные матрицы по результатам экологического и социального мониторингов Курской области [3, 6, 17, 18, 19, 29]. Обобщенный материал в графико-аналитическом виде представлен ниже.

В частности, можно сделать следующие выводы:

1. Корреляционные матрицы ЛИЭН по регионам менее информативны, чем по районам, так как высокая коррелированность индексов между собой в первом случае не позволяет их достаточно адекватно применять в случае линейной регрессии. Это связано с большими интегративными качествами ЛИЭН в данном случае – за счет усреднения (регион – это совокупность районов). Между тем у этого факта есть и положительная сторона, а именно – упрощение в оценке экологической ситуации, поскольку высокая корреляция позволяет оценивать значения одних ЛИЭН по другим.

2. По различным экологическим загрязнителям ЛИЭН ведут себя по разному – имеется в виду корреляция между собой, что говорит о необходимости проведения дальнейших более глубоких математических исследований в этом направлении с целью формирования множества наиболее информативно характеризующих ЛИЭН для определенного загрязнителя с, - одной стороны, и исследования физиологии воздействия загрязнителей по ЛИЭН, поскольку, как указано выше, каждый из них характеризует «свою» часть экологического давления.

3. Применение средств когнитивной графики способно во многом улучшить анализ большого количества информации.

4. Различия корреляционных матриц по регионам и районам позволяет предположить достаточную чувствительность предлагаемых ЛИЭН для оценки ситуации экологической напряженности в регионе и ее

Таблица 1

Парная корреляция ряда ЛИЭН по регионам Курской области

Юго-западный				Северо-западный				Восточный				Центральный			
I1	I21	I31	I41	I1	I21	I31	I41	I1	I21	I31	I41	I1	I21	I31	I41
I1	0.99	0.48	0.997	I1	0.98	0.99	0.988	I1	0.28	0.61	0.633	I1	0.99	0.107	0.95
I21		0.49	0.999	I21		0.98	0.98	I21		0.387	0.435	I21		0.07	0.95
I31			0.46	I31			0.998	I31			0.989	I31			-0.02

Таблица 2

Корреляция между ЛИЭН по Курской области (жиры) (здесь и далее в таблицах выделены коэффициенты парной корреляции Спирмена, превышающие пороговое значение для уровня значимости 0,95)

	I31	I32	I33	I41	I42	I43	I5	I6
I31	1	0.405	0.496	0.433	0.416	0.401	-0.274	-0.419
I32		1	0.916	0.894	0.955	1	-0.01	-0.289
I33			1	0.96	0.923	0.914	-0.276	-0.105
I41				1	0.832	0.893	-0.248	-0.113
I42					1	0.954	-0.023	-0.121
I43						1	-0.005	-0.289
I5							1	0.122
I1	0.445	0.918	1	0.963	0.915	0.916	-0.466	-0.117

Таблица 3

Корреляция между ЛИЭН по области (азот аммонийный)

	I31	I32	I33	I41	I42	I43	I5	I6
I31	1	-0,777	0,167	-0,772	-0,731	-0,789	-0,524	-0,659
I32		1	-0,348	0,998	0,991	0,995	0,38	0,96
I33			1	-0,321	-0,307	-0,325	-0,267	-0,217
I41				1	0,994	0,998	0,381	0,959
I42					1	0,99	0,399	0,956
I43						1	0,397	0,948
I5							1	0,154
I1	-0,566	0,994	0,999	0,994	0,998	0,986	0,104	0,954

Таблица 4

Корреляция между ЛИЭН по Курской области (фосфор)

	I31	I32	I33	I41	I42	I43	I5	I6
I31	1	0,286	0,294	0,937	0,935	0,935	0,754	-0,132
I32		1	1	0,188	0,194	0,196	0,082	0,105
I33			1	0,195	0,201	0,203	0,089	0,111
I41				1	1	1	0,83	-0,077
I42					1	1	0,828	-0,06
I43						1	0,83	-0,06
I5							1	-0,017
I1	0,791	0,997	0,997	0,996	0,997	0,996	0,223	-0,075

Таблица 5

Корреляция между ЛИЭН по Курской области (железо)

	I31	I32	I33	I41	I42	I43	I5	I6
I31	1	0,999	0,999	0,999	0,274	-0,814	0,569	-0,949
I32		1	1	0,999	0,264	-0,819	0,578	-0,953
I33			1	0,999	0,274	-0,816	0,569	-0,95
I41				1	0,292	-0,813	0,554	-0,946
I42					1	0,008	-0,632	-0,094
I43						1	-0,692	0,933
I5							1	-0,735
I1	0,041	0,027	0,041	0,062	0,967	0,3	-0,847	0,262

Таблица 6

Корреляция между ИЭН по Курской области (БПК5)

	I31	I32	I33	I41	I42	I43	I5	I6
I31	1	0,485	0,477	0,49	-0,43	0,5	0,227	-0,27
I32		1	-0,18	0,988	-0,509	0,995	0,638	-0,18
I33			1	0,992	-0,49	0,99	0,652	-0,19
I41				1	-0,48	0,926	0,652	-0,49
I42					1	-0,52	-0,156	-0,001
I43						1	0,633	0,181
I5							1	-0,22
I1	-0,06	-0,07	-0,054	-0,049	0,189	-0,082	0,841	0,037

Таблица 7

Корреляция между ИЭН по Курской области (нефтепродукты)

	I31	I32	I33	I41	I42	I43	I5	I6
I31	1	0,608	0,993	0,998	0,998	0,99	0,07	0,57
I32		1	0,618	0,632	0,631	0,604	-0,203	0,364
I33			1	0,996	0,995	0,995	0,022	0,572
I41				1	1	0,993	0,059	0,57
I42					1	0,1	0,055	0,574
I43						1	-0,014	0,123
I5							1	-0,382
I1	-0,1	-0,15	-0,162	-0,135	-0,126	-0,244	0,292	-0,573

влияния на факторы демографического развития и здоровья населения (включая ВГР).

5. Отличия диаграмм динамики различных ЛИЭН в разных районах позволяет говорить, что предложенные нами индексы (форма их расчета) позволяет достаточно объективно и чувствительно отражать экологическую напряженность в конкретной местности в относительных показателях с

учетом площади рассеивания и демографических изменений, возникших, в том числе, в результате кинетики экологического давления.

Анализ представленного материала показывает, что:

– высокозначимую корреляционную связь имеют пары ЛИЭН: I41 – I43 и I42 – I43 (экологическое давление на единицу

площади относительно логарифма численности, рождаемости и смертности), что говорит о близости их характеристик и «взаимозаменяемости» при построении решающих правил;

– практически не коррелируют между собой пары ЛИЭН: I32 – I5, I33 – I5, I43 – I5, I5 - I6 , I1 – I5 (экологическое давление на единицу площади как отдельно, так и относительно - уровней численности, рождаемости и смертности или относительно отношения рождаемости к смертности или умноженном на логарифм последнего), что говорит об их большой статистической независимости и, следовательно, большей информативности при построении диагностических правил в дальнейшем.

На предыдущих этапах исследования было выявлено, что во-первых, уровни ВПР в определенных регионах и районах Курской области достаточно статистически значимо коррелируют как с общими так и частными показателями антропогенного воздействия на экологическую обстановку (уровни определенных загрязнителей окружающей среды), во-вторых, предложенные нами «нормативные» (относительные) индексы экологической напряженности (ЛИЭН), рассчитанные как интегральным, так и частным образом, в различных местностях имеют различную кинетику поведения и корреляционную структуру. Поскольку динамика уровней врожденных пороков развития (ВПР) также статистически значимо различима по районам и регионам

области, то следует проверить гипотезу Айламазяна Э.К. о применении ВПР как индикаторов экологической напряженности.

С этой целью было проведено исследование алгебраических моделей линейного и мультипликативного характера, полученные с помощью множественного регрессионного линейного анализ и самоорганизационного алгоритма метода группового учета аргументов (МГУА [15, 26, 29]) . Выбор подходов к моделированию осуществлялся, исходя из следующих соображений:

– линейная регрессия позволяет выявлять простейшие алгебраические структуры и проводить процедуры дисперсионного анализа, оценивая удельную долю «влияния» определенного уровня ВПР;

– алгоритм МГУА позволяет не только идентифицировать нелинейные алгебраические структуры, но и, поскольку его внутренний механизм максимально приближен к самоорганизационным природным процессам, более адекватно выделять наиболее влиятельные аргументы и избегать статистических противоречий математической обработки выборок малой мощности (что имеется в нашем случае).

После первичной обработки получили следующую сводную таблицу 8.

Сравнительный анализ доли встречаемости ВПР в полученных моделях и регионах представлен в таблице 9.

Более наглядно данная информация представлена на рис. 2 и 3.

Таблица 8

Анализ математических моделей в регионах

ЛИЭН	регион	Адекватность линейной модели	Адекватность модели МГУА	Функционал модели МГУА
I1	Центральный	+	+	$X1 * X2 * X40,5 * X50,5$
	Юго-западный	-	+	$(X4 * X10 / X8) 0,5 / X6$
	Северо-западный	+	+	$X1 * X9 * (X2 / X3) 0,5$
	Восточный	+	+	$(X7 / X2 * X8) 0,5$
I21	Центральный	+	+	$X1 * X2 * (X3 * X5) 0,5$
	Юго-западный	-	+	$X1 * (X10 / (X6 * X8)) 0,5$
	Северо-западный	+	+	$(X1 * X9) 1,5$
	Восточный	+	+	$X11,5 * X8 / X2$
I31	Центральный	-	-	$X1 * X2 * (X2 * X * X10 / X4) 0,5$
	Юго-западный	+	+	$X1 * (X10 / X6 * X8) 0,5$
	Северо-западный	-	-	$-1 / (X7 * (X1 * X10) 0,5$
	Восточный	+	+	$- X1 * (X3 * X4) 0,5 / X8$
I41	Центральный	+	+	$X1 * X2 * (X3 * X5) 0,5$
	Юго-западный	+	-	$X1 * (X5 / X8) 0,5$
	Северо-западный	+	+	$X1 * (X2 * X8 * X9 * X10 / X5) 0,5$
	Восточный	-	+	$(X5 / (X1 * X4 * X6)) 0,5$

Знаком «+» обозначена статистическая значимость соответствующей модели на уровне 0,95.

Таблица 9

Доля встречаемости ВПР в регионах и моделях (по регионам)

ВПР	РЕГИОН							
	ЦЕНТРАЛЬНЫЙ		ЮГО -ЗАПАДНЫЙ		СЕВЕРО - ЗАПАДНЫЙ		ВОСТОЧНЫЙ	
	В регионе	В моде-лях	В регионе	В моде-лях	В регионе	В моде-лях	В регионе	В моде-лях
ЦНС	9,1	23,5	6,7	20	4	28,6	9,3	23
«лицо, уши, шея»	6,6	-	6,1	6,7	5,7	14,2	5,1	15,4
ССС	32,1	11,8	23,4	-	12,2	7,1	16,1	7,7
Дых. сист.	6,3	11,8	7,3	6,7	4,7	-	9,3	15,4
КМС	10	17,6	23,1	6,7	15,5	7,1	18,6	7,7
ЖКТ	5,2	-	7,3	13,3	8,2	-	8,5	7,7
МПС	10,7	-	8	-	8	7,1	6,8	7,7
«кожа»	5,7	-	5,5	26,6	8,7	7,1	7,6	15,4
«грыжи»	6	5,9	6,1	-	21,7	14,2	8,5	-
«другое»	8,3	5,9	6,4	20,3	11,2	14,2	10,2	-

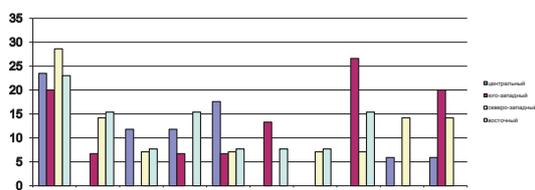


Рис. 2. Доля встречаемости ВПР в регионах

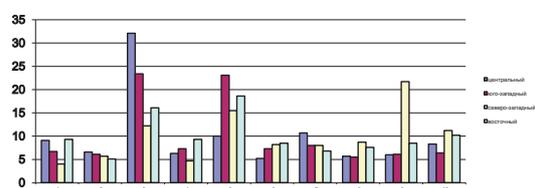


Рис. 3. Доля встречаемости ВПР в моделях (по регионам)

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Статистическая адекватность математических структур, полученных МГУА алгоритмом (мультипликативные модели), выше моделей множественной линейной регрессии в большинстве случаев;

2. Индекс I1 (общие загрязнения на единицу площади) в Центральном регионе возрастает при росте ВПР ЦНС и «лицо, уши, шея», «дыхания» и КМС; в юго-западном регионе – при росте ВПР «дыхания» и «другое» и при снижении ВПР ЖКТ и «кожи»; в Северо-западном - при росте ВПР ЦНС, «грыжи», «лицо, уши, шея» и уменьшения ВПР ССС; в Восточном регионе – при росте «МПС» и уменьшении ВПР «лицо, уши, шея» и «кожи»;

3. Индекс I21 (экологическое давление на одного человека) растет: в Центральном регионе по мере роста ВПР ЦНС, «лицо, уши, шея», ССС, КМС; в Юго-западном – по мере роста ВПР ЦНС и «другое» и уменьшении ВПР ЖКТ и «кожи»; в Северо-западном – по мере роста ВПР ЦНС и «грыжи»; в Восточном – по мере роста ВПР ЦНС и «кожи» и уменьшения ВПР «лицо, уши, шея» (модель не обладает статистической значимостью на уровне 0,95);

4. Индекс I31 (экологическое давление на единицу площади и единицу населения) растет: в Центральном регионе по мере роста ВПР ЦНС, «лицо, уши, шея», «грыжи», «другое» и уменьшения ВПР «дыхания» (модель не значима на уровне 0,95); в Юго-западном регионе – по мере роста ВПР ЦНС и «другое» и уменьшения ВПР ЖКТ и «кожи»; в Северо-западном регионе – по мере роста ВПР ЦНС, МПС и «другое» (модель не значима на уровне 0,95); в Восточном – по мере роста ВПР «кожа» и уменьшения ВПР ЦНС, ССС и «дыхания»;

5. Индекс I41 (экологическое давление на единицу площади по отношению к логарифму численности населения) растет: в Центральном регионе – по мере роста ВПР ЦНС, «лицо, уши, шея», ССС и КМС; в Юго-западном – по мере роста ВПР ЦНС и КМС и уменьшения ВПР «кожи» (модель не значима на уровне 0,95); в Северо-западном регионе – по мере роста ВПР ЦНС, «лицо, уши, шея», «кожи», «грыжа», «другое» и уменьшения ВПР КМС; в Восточном регионе – по мере роста ВПР КМС и уменьшения ВПР ЦНС, «дыхания», ЖКТ;

6. В большинстве случаев рост ВПР ЦНС, «другое» и «лицо, уши, шея» связан с

ростом рассматриваемых ИЭН, а ВПР ЖКТ и «кожа» с уменьшением;

7. Приоритетность (доминантность) ВПР в регионах и моделях различна. Так, например, в регионах в первую «тройку» лидеров входят ВПР: в Центральном – ССС, МПС и КМС; в Юго-Западном – ССС, КМС и ЖКТ; в Северо-западном – «грыжи», КМС, ССС; в Восточном (здесь, безусловно, следует отметить, что в данном регионе меньше всего регистрируются ВПР и этот регион считается экологами наиболее «чистым») – КМС, ССС и «другое» (множественные пороки развития). Т.е., если ВПР ССС и КМС являются общими, то остальные факторы как бы отражают географическую и экологическую (включая генетическую и демографическую) и производственную региональную особенности. В моделях, соответственно, в первую тройку лидеров входят ВПР: в Центральном регионе – ЦНС, КМС и ССС; в Юго-западном

– «кожа», ЦНС и «другое»; в Северо-западном – ЦНС, «лицо, уши, шея», «грыжи», «другое»; в Восточном – ЦНС, «лицо...», КМС, ЖКТ и «грыжи». Таким образом, статистический и функциональный мониторинг пересеклись по ВПР ССС, КМС и ЖКТ, что подчеркивает доминантную «индикаторность» данных ВПР. Поскольку функциональная зависимость (математические модели) показывает - насколько детерминированно связаны уровни ВПР с рассматриваемыми ЛИЭН, то именно эту «очередность» и следует рассматривать как более адекватно отражающую реальность.

Далее анализировалось, каким образом группируются ВПР в функциональном мониторинге (математических структурах моделей МГУА алгоритма). Прежде всего следует отметить, что и в данном случае статистическая адекватность большинства МГУА моделей была значительно выше линейно-регрессионных. Кроме того, в самом

Таблица 10

Отобранные МГУА-алгоритмом группы функциональной связи ВПР в районах Курской области

Район	ВПР (№X) в I1	ВПР (№X) в I21	ВПР (№X) в I41
1. Беловский	1 3 9	4 9 10	1 4 8
2. Б. Солдатский	1 4 6 7 9	1 4 6 9	1 2 10
3. Глушковский	3 6	2 4 8 9	1 2 4 9
4. Горшечненский	1 4 7 8 10	1 4 6 10	1 2 4
5. Дмитриевский	1 5 8 10	1 6 10	1 3 4 8
6. Железнодорожный	1 2 3 5 9	1 2 3 5 9	1 5 9
7. Золотухинский	4 5 8 9	1 5 9	1 2 3 7 9
8. Касторненский	1 2 4 9	1 2 8 9	1 2 4 9 10
9. Коньшевский	2 5 10	1 2 5 10	1 2 5 9
10. Кореневский	1 2 5 8 10	1 2 3 6 10	1 3 4 10
11. Курский	1 2 7 9 10	1 2 7 10	1 3 5 8
12. Курчатовский	1 6 9 10	1 4 7 9	1 2 4
13. Львовский	1 2 4	2 3	1 3 6 8 10
14. Мантуровский	1 3 9	1 2	1 2
15. Медвенский	1 4 9	1 4 9	1 9
16. Обоянский	1 2 3 9	1 3 9	1 5 9
17. Октябрьский	1 4 6 10	1 4 6 10	1 2 4 8 9 10
18. Поньровский	1 2	1 2	2 10
19. Пристенский	1 4 7 8	1 2 4 8 9	1 2 7 8 9
20. Рыльский	1 2 3 9	1 2 3 9	1 2 3 4
21. Советский	2 10	1 2 7 10	1 2 7 10
22. Солнцевский	1 2 7 10	1 2 8	1 2 4
23. Суджанский	1 4 7 10	1 4 7 10	1 4 7 10
24. Тимский	1 2 3 4 8	1 5 9 10	1 4 7 10
25. Фатежский	4 7 9	4 7 9	1 2 4 8 9
26. Хомутовский	1 6 8 10	1 2 8 10	1 2 8 10
27. Черемисинов.	9	1 9	9
28. Щигровский	1 2 8	1 2 4	1 2 4 7 9
29. г. Курск	1	1 10	1 4 6 10

г. Курске отмечается наибольшее абсолютное значение рассматриваемых индексов экологического напряжения. Результаты представлены в таблице 10.

Из Таблицы 10 видно, что:

– рассматриваемые ЛИЭН и ВПР обладают определенной районной функциональной специфичностью и чувствительностью, несколько превышающей среднерегиональный уровень;

– ЛИЭН I41 рекомендуется применять реже, чем остальные, поскольку в данном случае модели данного ЛИЭН чаще бывают менее статистически значимы, что связано на наш взгляд с присутствием логарифма численности населения в данном случае;

Удельная частота вхождения уровней ВПР в соответствующие индексы представлена на рис. 4.

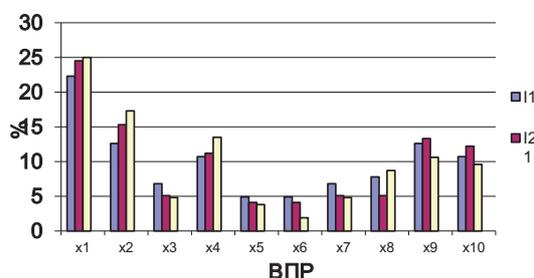


Рис. 4. Удельная частота вхождения уровней ВПР в модели-МГУА

Хорошо видно, что доминируют в функциональном отношении (частота вхождения аргументов в функциональные зависимости ЛИЭН) ВПР ЦНС, «лицо, уши, шея», «дыхания», «грыжи» и «другое» (множественные пороки развития), с явным преобладанием ЦНС, а редко имеют место быть такие ВПР как КМС и ЖКТ, чуть чаще – ВПР ССС и МПС. Причем заметим, что эта тенденция малоотличима по различным ЛИЭН (см. рисунок 4);

– сочетанное «влияние» ВПР, как правило, проявлялось в таких комбинациях как: ЦНС и «дыхания», ЦНС и «лицо», «кожа» и «дыхание», «кожа» и «другое», что на наш взгляд явно не случайно и отражает процесс формирования соответствующих физиологических систем в ходе внутриутробного развития и их наименьшей защищенности от экологического воздействия. Если посмотреть внимательнее на большинство представленных пар, то можно увидеть, что данные физиологические системы имеют более позднее антропологическое (историческое) формирование высокоразвитого существа (человека) и поэтому эволюционно более незащитно к изменениям окружающей среды - с одной стороны. С другой

стороны, именно меньшая стабильность и устойчивость данных систем позволяет им быть более чувствительными к изменениям окружающей среды, для того чтобы «заставлять» вовремя реагировать на подобные изменения остальные системы организма и популяцию в целом (поскольку ВПР служит своеобразным селекционным фактором в эволюционном процессе). Пищеварительная и выделительная системы и «кровеносный насос» в этих условиях должны функционировать как можно более стабильнее, поскольку несут энергию всему организму и выводят из него шлаки – поэтому ВПР ЖКТ, КМС и ССС наименее функционально связаны с ЛИЭН, обладая большими степенями защиты и являясь более «древними», с точки зрения эволюционного формирования;

Если сравнить полученные результаты о выделенных группах ВПР (по доминантам ВПР по ЛИЭН I1) с географическим расположением районов Курской области, то видно, что:

– ВПР ЦНС группируются на Юге, Востоке и Центре области, характеризуя общее экологическое напряжение районов здесь, связанное в первую очередь с производственным фактором и во вторую с полосой радиационного загрязнения, вызванного в основном Чернобыльским синдромом;

– ВПР «лицо, уши, шея» группируются вокруг Центра и Северо-востока области, что связано на наш взгляд в основном с производственным фактором;

– ВПР органов дыхания группируются вокруг Центра и Востока области, что, в первом случае, на наш взгляд, связано с выбросами автотранспорта (которые доминируют в данном месте) и, во втором, с Чернобыльской полосой загрязнения;

– ВПР «грыжи» концентрируются в основном в Восточной, наиболее экологически чистой части Курской области, что подчеркивает относительную генетически-экологическую «независимость» данного вида ВПР. Интересно, что и в абсолютном отношении ВПР «грыжи» доминируют именно в этом регионе области (кроме Северо-западного региона);

– ВПР «другое» (множественные пороки развития) проходят «полосой» с Северо-запада на Юго-восток Курской области (здесь явно доминирует Железнодорожно-Брянское направление, связанное как с Чернобыльским фактором, так и с Чернобыльской аварией).

Рассмотрим результаты исследования возможности использования уровней ВПР для оценки экологической напряженности по отдельным видам загрязнителей окружа-

ющей среды. Для реализации данной задачи сформируем таблицу группирования факторов ВПР по различным ЛИЭН и конкретным выбросам по идентифицированным с помощью самоорганизационной методологии (МГУА-алгоритм) математическим моделям мультипликационного типа. (В первую очередь отметим, что и в этом случае большинство моделей, полученных МГУА – алгоритмом, имели большую статистическую значимость, чем регрессионные). В ходе исследований сформирована таблица 11. Видно, что:

1. Предложенные ЛИЭН обладают достаточной общностью и специфичностью для представления индикаторов ВПР по различным видам загрязнителей;

2. Практически во всех рассмотренных моделях доминирует ВПР ЦНС или «лицо, уши, шея»;

3. С ЛИЭН, рассчитанным по конкретным загрязнителям, доминантно коррелируют следующие уровни врожденных пороков развития:

– с медью – ВПР «другое» (множественные пороки развития);

– со СПАВом и никелем - ВПР «грыжи» и иногда «другое»;

– с хлоридами – пара ВПР «дыхания» и «грыжи»;

– с нефтепродуктами – ВПР мочеполовой системы;

– с цинком – пара ВПР «лицо, уши, шея» и сердечно-сосудистой системы;

– с азотом – ВПР желудочно-кишечного тракта (на первый взгляд, это противоречит «здоровому смыслу», но давайте вспомним об азотистом цикле в природе, об азотистом доминировании в атмосфере Земли, о первичности возникновения пищеварительной системы в животном мире и, наконец, о влиянии нитратов – азотистых соединений – на функционировании пищеварительной и выделительной систем организма, - и все встанет на свои места);

– с жирами – ВПР ЦНС, «лицо, уши, шея», «грыжи» и «другое»;

Таблица 11

Группировка ВПР по влиянию на ИЭН по загрязнителям. (курсивом помечены структуры статистически не значимые на уровне 0,95)

загрязнитель	I1	I21	I23	I22	I31	I32	I33	I41	I42	I43	I5	I6
1. БПК5	1 6 9 10	1 2 6 10	1 2 9 10	1 5 9 10	1 2 10	1 9 10	1 2 10	1 2 10	1 2 10	1 2 10	1 2 4 8 10	1 2 3 6 8
2. Нефтепродукты	1 7 10	1 7 10	2 3 10	1 7 8 9 10	1 7 10	1 7 10	1 7 10	1 5 9 10	1 7 10	1 7 10	1 7 10	1 2 3 7 8 10
3. Взвеш. вещества	1 5 6 10	1 2 6 10	1 2 6 10	1 4 5 10	1 2 6 10	1 2 6 10	1 2 6 10	1 2 6 10	1 2 6 10	1 2 6 10	1 4 8 10	1 2 3 9
4. Сульфаты	1 4 5 6	1 5 8 9 6	1 4 5 6	1 4 5 6	1 5 6 8 9	1 5 6 8 9	1 5 6 8 9	1 5 6 8 9	1 5 6 8 9	1 5 6 8 9	1 2 3 5 6	1 2 6 8 9
5. Хлориды	1 4 9	1 4 9	1 4 9	1 5 6 9	1 4 9	1 4 8	4 9	1 4 9	1 4 9	1 4 9	1 2 4 9	1 2 6
6. Фосфор	1 2 6 8	1 2 3 10	1 8 9	1 4 9	5 9	1 3 4 8	1 2 6 8	1 2 3 4 10	1 2 6 8	1 2 6 8	1 2 9	1 2 3 6 9
7. Железо	2 4 5	2 4 5 1 2 9 10	1 2 4 5	1 2 4 9	1 2 3 9	2 4 5	2 4 5	2 4 5	2 4 5	1 2 4 5	1 2 5 9	1 2 8 10
8. Жиры	1 2 9 10	1 4 9 10	1 2 5 10	1 4 5 9 10	1 2 9 10	1 2 9 10	1 2 9 10	1 2 9 10	1 2 9 10	1 2 9 10	1 2 4 9 10	1 2 3 6 8
9. СПАВ	1 2 4 5 9	1 2 5 10	1 2 4 5 9	10	1 2 4 9	1 2 4 8 9	1 2 4 5 9	1 2 5 9	1 2 4 9	1 2 4 5 9	1 2 5 7 10	1 2 4 9
10. Никель	1 2 9 10	1 6 10	1 2 3 5 6 10	1 7 8 10	1 2 4 7 9	1 2 5 9 10	1 5 9 10	1 5 6 9 10	1 5 6 9 10	1 5 6 9 10	1 2 9 10	1 2 4 6 9
11. Медь	1 2 7 10	1 3 4 8 9	1 2 7 10	1 2 8 10	1 2 7 10	1 2 7 10	1 2 7 10	1 2 7 10	1 2 7 10	1 2 7 9 10	1 2 7 10	1 2 7 10
12. Хром	1 2 10	1 2 3 6	1 2 4 10	2 10	1 2 10	1 2 10	1 2 10	1 2 10	1 2 4 10	1 2 4 10	1 2 4 5 6 10	1 3 4 6 8
13. Цинк	1 2 3 6	9 10	1 2 5 6 9	9 10	2 3 6	1 2 3 6	1 2 3 6	1 2 3 6	1 2 3 6	1 2 3 6	2 4 5 6	1 2 10
14. Азот	1 6 8 10		3 6 8	1 5 6 8 9	9 10	1 6 8 10	1 6 8 10	1 6 8 10	1 2 6 10	1 6 8 10	2 4 8	1 3 6

– с железом – ВПР «лицо, уши, шея», дыхательной системы и костно-мышечной системы.

Для визуализации системного анализа проведенных исследований составим обобщенную таблицу доминирования определенных ВПР в области как в статистическом так и функциональном планах – см. таблицу 12.

Таблица 12

Доля ВПР в статистическом и функциональном мониторингах по Курской области в целом

ВПР	Доля в статистике		Доля в функционалах	
	%	ранг	%	ранг
ЦНС	7,5	6	23	1
Лицо, шея, уши	6,3	8	14,9	3
Сердечно-сосудистая система	25,4	1	4,8	9
Дыхательная система	6,5	7	7,8	6
Костно-мышечная система	15,2	2	7,3	7
Желудочно-кишечный тракт	6,5	7	8,2	5
Мочеполовая система	9,3	3	3,8	10
Кожа	6,3	9	6,5	8
Грыжи (пупочная, диафрагмальная, паховая)	8,8	4	11,1	4
Другое (множественные пороки развития)	8,3	5	12,7	2

Из представленного иллюстративного материала видно, что:

1. В большинстве случаев доля ВПР в статистическом и функциональном планах различаются – что было показано и ранее;

2. ВПР «дыхания», «кожи» и «грыжи» в статистическом и функциональном планах на ранговом уровне близки, что возможно подчеркивает их фундаментальность и относительную независимость от внешних условий;

3. В функциональном плане доминируют ВПР ЦНС, «лицо, уши, шея», «другое», «грыжи»; в статистическом – ВПР ССС, КМС, МПС и «грыжи».

Таким образом, можно сделать следующие **обобщающие выводы:**

– наиболее продуктивно применять для характеристики экологической ситуации следующие латентные индексы экологической напряженности: I1 – показатель загрязнения среды на единицу площади, группа I3 – показатель загрязнения на единицу площади по отношению к численности населе-

ния или уровню рождаемости или уровню смертности; I5 – показатель загрязнения на единицу площади умноженный на логарифмический коэффициент отношения уровней смертности и рождаемости; I6 – показатель загрязнения на единицу площади с учетом отношения уровней смертностей и рождаемостей (так называемый, демографический коэффициент);

– в качестве индикаторов экологической напряженности на региональном уровне могут быть использованы все из рассмотренных ВПР (особенно в случае применения алгоритмов самоорганизационного моделирования при структурно-параметрической идентификации функционалов взаимосвязи), но особенно следует обратить внимание на такие как: ВПР ЦНС, ССС, КМС, множественные пороки развития и «грыжи», «лицо, уши, шея»;

– поскольку уровни ВПР функционально связаны с ЛИЭН на достаточно высоком статистическом уровне значимости, то решая обратную задачу синтеза функциональных зависимостей ВПР от предложенных ЛИЭН, можно с высокой степенью достоверности осуществлять прогноз ВПР по оценке ситуации с экологической напряженностью и своевременно применять природоохранительные и здравоохранительные профилактические мероприятия;

– предложенные индексы экологической напряженности совместно с ВПР могут достаточно адекватно характеризовать экологическую ситуацию в регионе и обладают для этого достаточной степенью чувствительности и специфичности, затрагивая различные аспекты экологического давления;

– примененный аппарат математического моделирования позволяет идентифицировать математические структуры, достаточно точно оценивающие ситуацию (не противоречащую здравому смыслу и ранее накопленным теоретическим и экспериментальным знаниям), что способствует принятию правильных управленческих решений.

Выводы

По итогам проведенных исследований выявлено, что: в регионах с различающейся экологической обстановкой имеет место корреляция между частотой ВПР и плотностью загрязнителей на единицу площади; регистрация частоты ВПР методом картографирования позволяет оценить экологическую ситуацию в отдельных регионах области; ВПР можно использовать как критерий неблагополучия климато-техногенной области.

Внутренняя структура ВПР как критерий экологического неблагополучия опре-

деленной территории представляется более информативной в случае системного анализа и применения самоорганизационного моделирования.

Основной причиной достаточно высокой частоты ВПР ССС и неуклонный рост патологии ССС в региональной популяции с нашей точки зрения служит экологическая напряженность региона во взаимодействии с генетической предрасположенностью. Врожденные пороки сердца являются основными в структуре ВПР как в анализируемом регионе, так и в мире в целом.

Различные структуры ВПР по разным экономическим и экологическим, районам региона позволяют предположить влияние экологии на их динамику и кинетику, что позволяет применять структуру ВПР в качестве индикаторов экологической напряженности региона. Показано, что высокий уровень экологической напряженности региона приводит к снижению адаптационных резервов репродуктивного состояния до критической величины, что вызывает увеличения как ВПР различных функциональных систем, так и развитие соответствующих заболеваний у детей и взрослых с течением времени.

Таким образом, проведенные исследования показали, что информация об уровне ВПР в регионе (а особенно ВПР сердечно-сосудистой системы и желудочно-кишечного тракта) выступают своеобразными интегральными критериями экологической напряженности. Тем самым показано, что экологический «удар» по определенным «мишеням» на фоне естественной биологической «волны» приводит к срыву адаптационного механизма популяции, выраженному в двух аспектах: определенному изменению в естественной структуре ВПР соответствующего региона и снижению защитных свойств родившегося ребенка в дальнейшем, приводящему к развитию у него соответствующих патологий.

Анализ ВПР в регионе позволяет организовать целенаправленную профилактическую работу, направленную на снижение уровней ВПР, за счет организации природоохранительных мероприятий по конкретным загрязнителям окружающей среды, своевременно контролировать (а значит, прогнозировать и управлять) негативные, деструктивные по отношению к человеческой популяции, изменения в окружающей среде.

Список литературы

1. Агаджанян Н.А., Александров С.И., Аптикаева О.И., Гаврилова Т.В., Гамбурцев А. . и др. Экология человека в изменяющемся мире /Под ред. В.А. Черешнева. — Екатеринбург: УрО РАН, 2006. — 562 с.
2. Агаджанян Н.А., Григорьев А.И., Черешнев В.А., Сидоров П. И. и др. Экология человека. Учебник. (Гриф Минобрнауки РФ) — М.: Изд-во ГЭОТАР-Медиа, 2008. — 240 с.
3. Артеменко М.В. Моделирование динамики ЖКТ в регионе // *Фундаментальные исследования*. 2006. № 1. С. 91.
4. Артеменко М. В., Калугина Н. М., Шуткин А. Н. Формирование множества информативных показателей на основании аппроксимирующего полинома Колмогорова–Габора и максимального градиента функциональных различий // *Известия Юго-Западного государственного университета*. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение, 2016, №1, стр. 116-223
5. Артеменко М.В., Добровольский И.И., Калугина Н.М., Писарев М.В. Индикаторы дифференциальной диагностики в системах поддержки принятия классификационных решений с использованием метода анализа иерархий // *Фундаментальные исследования*. 2016. № 11-1. С. 15-22.
6. Артеменко М.В., Заброда Н.Н., Сапиготова Т.Н. Моделирование влияния геопатогенной зоны «Курская магнитная аномалия» на заболеваемость // *Биомедицинская радиоэлектроника*. 2009. № 8. С. 18-32.
7. Артеменко М.В., Корневский Н.А., Протасова В.В. Оперативный анализ заболеваемости по результатам социального, экономического и экологического региональных мониторингов // *Системный анализ и управление в биомедицинских системах*. 2011. Т. 10. № 2. С. 253-258.
8. Артеменко М.В., Протасова В.В. Реакция мутации населения экосистемы на стрессовые загрязнения как процесс «самоочищения» // *Фундаментальные исследования*. 2008. № 6. С. 81-84.
9. Артеменко М.В., Протасова В.В. Методы и средства моделирования влияния экологической напряженности региона на здоровье населения: Монография –КурскГТИ, 2009. – с.225
10. Артеменко М.В., Теплова В.В. Концептуальные схемы взаимодействия «человек-среда» как основы парадигм анализа и управления здоровьем населения //В сборнике: Медико-экологические информационные технологии-2016 сборник научных статей по материалам XIX Международной научно-технической конференции. ответственный редактор Н.А. Корневский. 2016. С. 15-22.
11. Артеменко М.В., Соколова М.В. К вопросу исследования структуры показателей смертности // *Вестник новых медицинских технологий*. 2006. Т. 13. № 2. С. 170-172.
12. Бакаева Н. В. Критерий оценки экологической безопасности, обусловленный ингредиентным и акустическим воздействиями объектов городского транспортного строительства [Текст] / Н. В. Бакаева, Д. В. Матюшин. - (Технические науки) // *Известия Юго-Западного государственного университета*. - 2015. - № 3 (60). - С. 79-85
13. Демографический ежегодник: Статистический сборник. Курск, 1998-2015.
14. Доклад «Об использовании природных ресурсов и состоянии окружающей природной среды». Курск, 2001-2016 годы.
15. Должиков А.А., Калугина Н.М. Оценка функционального состояния биотехнических систем // *Провинциальные научные записки*. 2016. № 2 (4). С. 126-131.
16. Дронова Т.А., Калугина Н.М., Щекина Е.Н. Системные изменения структуры информативных показателей как индикаторы кластеров состояний организма // *Научный вестник*. 2016. № 3 (9). С. 37-51.
17. Заброда И.Н., Артеменко М.В. Гигиеническая характеристика региона Курской магнитной аномалии и заболеваемость коренных жителей // *Гигиена и санитария*. 2008. № 5. С. 35-38.
18. Заброда Н.Н., Артеменко М.В. Исследование постоянного магнитного поля в регионе на заболеваемость (на примере Курской магнитной аномалии) // *Профилактическая и клиническая медицина*. 2007. № 3. С. 190-192.

19. Заброда Н.Н., Артеменко М.В. Экология региона КМА и заболеваемость //Курский научно-практический вестник «Человек и его здоровье». 2007. № 1. С. 68-71.
20. Заброда Н.Н., Артеменко М.В., Елисеев Ю.Ю. Влияние природных и антропогенных факторов на заболеваемость в регионе, системный анализ и моделирование, - Курск: КГМУ, 2006, - 156 с.
21. Здоровье женщин России. Аналитический доклад. М., 1999.
22. Коробкин В.И., Передельский Л.В. Экология - Ростов н/Д.: Феникс, 2012. - 601 с
23. Котов И.Ж., Волохов В.А. Влияние аварии на ЧАЭС на частоту врожденных пороков развития (ВПР) // Экология, 2000, № 2, с. 156-158.
24. Севрюкова Е.А. Надзор и контроль в сфере безопасности - М.: Юрайт, 2015. - 397 с.
25. Мальцева, В. С. Экологические проблемы крупных городов на примере Курска // Известия Юго-Западного государственного университета. Сер.: Техника и технологии. - 2016. - № 1 (18). - С. 36-41
26. Орлов А.А. Принципы построения архитектуры программной платформы для реализации алгоритмов метода группового учета аргументов // Управляющие системы и машины.-2013. - №2. - с.65-71
27. Корневский Н.А. и др. Оценка уровня информативности для плохо формализуемых данных в медицине, психологии и экологии // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение = proceeding of the southwest state university. Management, computer facilities, Computer science. Medical instrument making : науч. рец. журн. - 2016. - N 2 (19).
28. Попов, В. М., Чугуева А.Н., Барков А.Н. Проблемы оценок экологического риска // Известия Юго-Западного государственного университета. Сер.: Техника и технологии. - 2016. - № 1 (18). - С. 63-69
29. Протасова В.В., Корневский Н.А., Артеменко М.В., Смирнов В.С. Исследование влияния экологических факторов на динамику уровней сердечно сосудистой заболеваемости в городе //Вестник Воронежского государственного технического университета. 2010. Т. 6. № 1. С. 123-127.
30. Танабе Ш. Биоиндикаторы стойких органических загрязнителей / пер. с англ. Г. Г. Матафоновой ; отв. ред. В.Б. Батоев, С. С. Палицына. – Новосибирск: Академическое издательство «Гео», 2010. - 172 с.
31. Экологический мониторинг антропогенной деятельности: монография / В. В. Протасов [и др.] ; Юго-Западный государственный университет. - Курск: ЮЗГУ, 2012. - 178с.
32. Прохоров Б.Б. Социальная экология . – М. : Академия, 2012. - 432 с.
33. Artemenko M.V., Teplova V.V. Conceptual scheme of interection «man – environment» as the basis of paradigm for the analysis and management of public health //European Journal of Natural History.- 2016. № 3. С. 165-167.