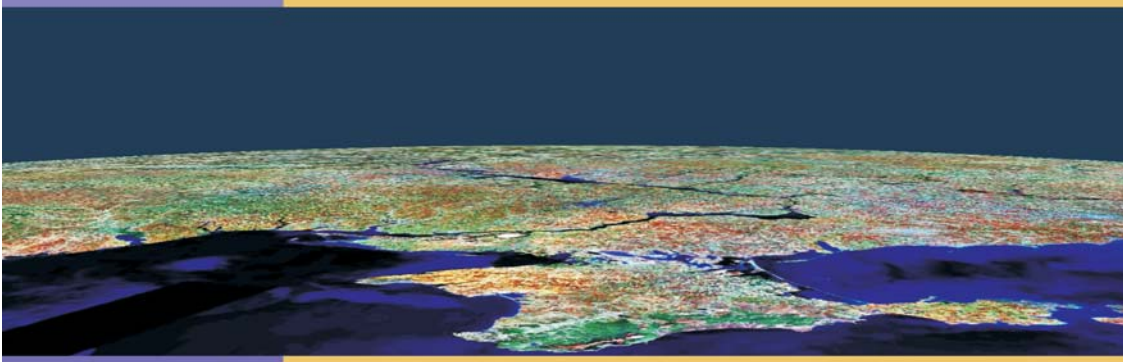
XIV Міжнародна
науково-практична
конференція



Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях

ДНВЦ Природа

ECOMM
ESRI
OFFICIAL DISTRIBUTOR

ЦАКДЗ

VD MAIS
The Professional Distributor

Київ
2015

Національна академія наук України
Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору
Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі
Інституту геологічних наук

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет
ім. М.Є. Жуковського "ХАІ"
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
Київський національний університет будівництва і архітектури

Національне космічне агентство України
Державний науково-виробничий центр "Природа"

Громадська рада при Міністерстві екології
та природних ресурсів України

ЗАО «ECOMM Co»
НВФ «VD MAIS»

Збірник наукових праць

14 Міжнародна науково - практична конференція

Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях

(5 - 9 жовтня 2015 р.)

(Посвідчення Укр ІНТЕІ № 270 від 12 березня 2013р.)

м. Київ, Пуща-Водиця

Київ - 2015

УДК 004/502.17(082)
ББК 32.973/018я43
С 82

XIV Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях» – Київ, 2015 - 428 с.

Представлені наукові праці у наступних напрямках:
-Геоінформаційні системи і дистанційне зондування Землі
-Геодинаміка навколишнього середовища
-Застосування біологічних методів при вирішенні проблем екологічної безпеки

Для фахівців науково-дослідних і промислових організацій, керівного складу районних, обласних, центральних органів виконавчої влади, забезпечуючих сталий розвиток відповідних одиниць адміністративного устрою держави, викладачів технічних університетів, аспірантів, студентів.

Науково-організаційний комітет конференції висловлює подяку НВФ "VD MAIS" за спонсорську допомогу при публікації збірника праць.

ISBN

Науково-організаційний комітет:

Голова:

Довгий С.О	директор ІТГІП НАНУ, чл.-кор. НАНУ, академік АПН України, д.-ф.-м.н., професор

Члени комітету

Волошкіна О.С.	декан факультету інженерних систем та екології КНУБА, д.т.н., професор
Греков Л.Д.	директор ДНВЦ «Природа», д.т.н., с.н.с.
Давиденко В.О.	генеральний директор НВФ «VD MAIS»
Додонов О.Г.	заст.директора Інституту проблем реєстрації інформації НАН України, д.т.н., професор
Качинський А.Б.	проф. кафедри інформаційної безпеки Фізико-технічного інституту НТТУ «КПІ», д.т.н., професор
Кисіль О.В.	завідувач НДЛ КНУ ім.Тараса Шевченка, к.ф.-м.н.
Красовський Г.Я.	професор Національного аерокосмічного університету ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», д.т.н., професор
Кривонос Ю.Г.	заст. директора Інституту кібернетики НАН України, академік НАН України, д.ф.-м.н., професор
Мокін В.Б.	завідувач кафедри Вінницького національного технічного університету, д.т.н., професор, член Громадської ради при Мінприроди України
Попов М.О.	заступник директора з наукової роботи Наукового центру аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук, д.т.н., професор
Радчук В.В.	зав. відділу ІТГІП НАНУ, д.г.н.
Серединін Є.С.	президент компанії «ECOMM Co»
Стрижак О.Є.	зав. відділу ІТГІП НАНУ, д.т.н.
Трофимчук О.М.	заступник директора з наукової роботи ІТГІП НАНУ, член-кор. НАНУ, д.т.н., професор
Яковлєв Є.О.	гол. наук. співр. ІТГІП НАНУ, д.т.н.

Секретаріат конференції:

Зотова Л.В. тел. (044) 245-8838
(050) 445-6752

Новохацька Н.А.

Адміністратори комп'ютерного супроводження доповідей:

Данько В.П. тел. (044) 521-3299 * 2570

Крета Д.Л. тел. (095) 207-5078

УДК 519:532:502

Метод сингулярных интегральных уравнений и вычислительные технологии компьютерного моделирования

Довгий С.А., Черний Д.И.

(Институт телекоммуникаций и глобального информационного пространства НАН Украины)

1. Введение

Решение многих гидродинамических задач об обтекании вязкой несжимаемой жидкостью подвижных конструкций (Рис.1-Рис.9)

Рис.1

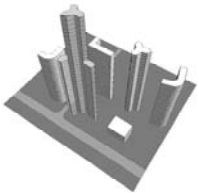


Рис2.

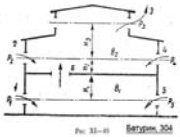


Рис.3

Рис.4

Рис.5

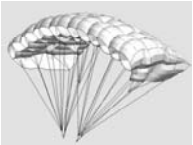


Рис.6 а)

Рис.6 б)

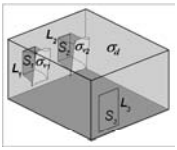


Рис.7 а)

Рис.7 б)

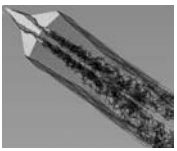


Рис.8

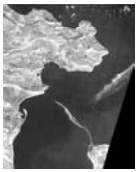


Рис.9

сводится к решению нелинейной начально-краевой задачи для уравнения Навье-Стокса

$$\frac{\partial \vec{V}}{\partial t} + \nabla\left(\frac{1}{2}\vec{V}^2 + \frac{p}{\rho} + U\right) - \vec{V} \times (\nabla \times \vec{V}) = \frac{\mu}{\rho}\Delta\vec{V} \qquad (1)$$

$$\nabla\vec{V} = 0 \qquad (2)$$

Для течений, в которых эффекты вязкости предполагаются несущественными (в сравнении с динамическим воздействием) уравнения (1), (2) сводят к уравнениям движения идеальной несжимаемой жидкости - уравнениям Эйлера, которые в предположении о консервативности поля внешних сил U могут быть записаны в виде:

$$\frac{\partial \vec{V}}{\partial t} + \nabla(\frac{1}{2}\vec{V}^2 + \frac{p}{\rho} + U) - \vec{V} \times (\nabla \times \vec{V}) = 0 \qquad (3)$$

$$\nabla \vec{V} = 0 \qquad (4)$$

Для решения широкого класса гидродинамических задач об обтекании подвижных конструкций , после предположения о потенциальном циркуляционном течении идеальной несжимаемой жидкости в деформирующейся области, с существенно подвижными, но непроницаемыми границами ставится нелинейная начально-краевая задача.

Постановка математической задачи

Для определения циркуляционного течения идеальной несжимаемой жидкости для всех точек $\vec{r} = (x, y, z)$ из области D^+, вне подвижных границ $L(t) = L_d(t) + L_v(t)$: $L_d(t)$ - обтекаемых границ, $L_v(t)$ - вихревых слоев в следе (поверхностей разрыва касательных скоростей), ставится задача для нахождения функции (от координат и времени) - потенциала $\varphi = \varphi(\vec{r}, t)$ для которого скорость $\vec{V} = \nabla\varphi$:

$$\text{при } t \geq t_0: \quad \Delta\varphi = 0, \quad \text{для} \quad \vec{r} \in D^+, \qquad (5)$$

$$\left.\frac{\partial \varphi}{\partial n}\right|_{\vec{r}_d} = W_n, \quad \text{для} \quad \vec{r} = \vec{r}_d \in L_d(t), \qquad (6)$$

$$\left[\left.\frac{\partial \varphi}{\partial n}\right|_{r_v}\right]_-^+ = 0, \quad \text{для} \quad \vec{r} = \vec{r}_v \in L_v(t), \qquad (7)$$

$$\left[\varphi\Big|_{\vec{r}_v}\right]_-^+ = \Gamma(\vec{r}_v) = Const\Big|_{\vec{r}_v}, \text{ для фиксированной } \vec{r} = \vec{r}_v \in L_v(t). \qquad (8)$$

Перемещение фиксированной $\vec{r}_v = (x_v(t), y_v(t), z_v(t))$ определяется из

$$\frac{d\vec{r}_v}{dt} = \vec{V}(\vec{r}_v, t), \quad \text{(удовлетворяющего (7))} \qquad (9)$$

с начальными условиями:

$$t = t_0: \; L_d(t_0) = L_{od}, L_v(t_0) = L_{0v}, \varphi^+\Big|_{t=t_0} = \varphi_0^+. \qquad (10)$$

Для внешней задачи - условия на ∞:

$$\lim_{|r - r_\sigma| \to \infty} \nabla\varphi = \vec{V}_\infty. \qquad (11)$$

Для внутренней задачи - условия на $L_Q \in L_d(t)$ (входе в область D^+):

$$\left.\frac{\partial\varphi}{\partial n}\right|_{\vec{r}_Q} = W_{Qn}, \quad \text{для } \vec{r} = \vec{r}_Q \in L_Q, \tag{11'}$$

Краевая задача (1)-(4), (5) с условиями Неймана (2), (3) и Дирихле (4) на разных ее частях, является (нелинейной) задачей со свободной (подвижной (5), (6)) границей.

Разыскивается ее решение, которое определено в классе функций:

$$\left|\nabla\varphi\right| < \infty \quad \text{на } L(t), \tag{12}$$

Полученное решение задачи (1)-(9) относительно потенциала $\varphi = \varphi(\vec{r}, t)$, позволиляет определить распределение давления в области течения и вычислять динамические характеристики на ее границах используя интегральное соотношение Коши-Лагранжа:

$$\frac{\partial\varphi}{\partial t} + \frac{1}{2}(\nabla\varphi)^2 + \frac{p}{\rho} = \frac{p_\infty}{\rho} + \frac{1}{2}V_\infty^2 \tag{13}$$

Решение математической задачи (1)-(8) для эллиптического уравнения в деформирующейся области с частично неизвестными границами и нестационарными, смешанными краевыми условиями, в пространственно-двумерном случае имеет интегральное представление (в терминах аппарата аналитических функций):

Математическая модель

На ограниченном контуре $L(t) = L_d(t) + L_v(t)$:

$$\Phi(z,t) = \overline{V}_\infty z + \frac{1}{2\pi i}\int_{L_d(t)} f(\omega,t)\ln(z-\omega)d\omega + \frac{1}{2\pi i}\int_{L_v(t)} f(\omega,t)\ln(z-\omega)d\omega + Const \tag{14}$$

$$\overline{V}(z,t) = \frac{\partial\Phi(z,t)}{\partial z} = \overline{V}_\infty + \frac{1}{2\pi i}\int_{L_d(t)} \frac{f(\omega,t)}{z-\omega}d\omega + \frac{1}{2\pi i}\int_{L_v(t)} \frac{f(\omega,t)}{z-\omega}d\omega, \tag{15}$$

$$\overline{V}_n(z,t) == \frac{1}{2\pi i}\int_{L_d(t)} \frac{f(\omega,t)}{(z-\omega)^n}d\omega + \frac{1}{2\pi i}\int_{L_v(t)} \frac{f(\omega,t)}{(z-\omega)^n}d\omega, \tag{16}$$

которые рассматриваются в смысле главного значения и должны удовлетворять интегральным соотношениям (17), полученным из краевых русловий (6) и дифференциальному уравнению (18) - аналогу краевых русловий (7) и (9):

На $L_d(t)$:

$$\begin{cases} z=\omega_d(t)\in L_d, \quad t\ge t_0: \\ \mathrm{Re}\left\{\dfrac{1}{2\pi i}\displaystyle\int_{L_d}\dfrac{f(\omega,t)n(\omega_d)}{(\omega_d-\omega)^n}d\omega\right\}=W_n-\mathrm{Re}\left\{\overline{V}_\infty n(\omega_d)+\dfrac{1}{2\pi i}\displaystyle\int_{L_v(t)}\dfrac{f(\omega,t)n(\omega_d)}{(\omega_d-\omega)^n}d\omega\right\}, \\ \displaystyle\int_{L_{dj}} f(\omega_d,t)d\omega_d=-\int_{L_{v_j}(t)} f(\omega_V,t)d\omega_V+C_j,\ j=1,2,... \end{cases} \quad (17)$$

На $L_v(t)$:

$$\begin{cases} z=\omega_V(t)\in L_v(t), \quad t>t_0: \\ \dfrac{d\overline{\omega}_v(t)}{dt}=\dfrac{1}{2\pi i}\displaystyle\int_{L_d}\dfrac{f(\omega,t)d\omega}{(\omega_v-\omega)^n}+\dfrac{1}{2\pi i}\int_{L_v(t)}\dfrac{f(\omega,t)d\omega}{(\omega_v-\omega)^n}, \\ \omega_v=\omega_d \Rightarrow f(\omega_v,t)=f(\omega_d,t), \\ t=t_0: \\ L_v(t_0)=L_{v0} \end{cases} \quad (18)$$

В силу изменчивости области и заранее неизвестной формы части границ решение задачи возможно определить только численным методом (например МДВ или МДО [3, 8, 9]) для решения граничных сингулярных уравнений., который и составляет основу вычислительной технологии для целого класса задач [1, 2, 5 - 8], обеспечивает моделирование динамических процессов в разных предметных областях.

Проблема математического моделирования сложного нестационарного течения в области с частично неизвестной и деформирующейся границей состоит в построении вычислительных технологий, комплексно объединяющих математические модели, вычислительные методы и алгоритмы, алгоритмы обработки и представления данных для компьютерных систем. Важным элементом вычислительных технологий являются системное взаимодействие вычислительных алгоритмов, алгоритмов обработки данных и отображения информации позволяющих графически отображать состояние и динамику моделируемого процесса.

Литература

1. Довгий С.А. Технологии прогнозирования эволюции физических процессов для систем поддержки принятия решений./ Довгий С.А., Лебедь А.Г., Литвин И.Н., Черний Д.И // 10 Міжнародна науково-практична конференція: «Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою,природокористуванням, заходами в

надзвичайних ситуаціях», 5-9 вересня 2011р., Київ-Харьків-АР Крим, 2011, Збірник наукових праць, с.5-36.
2. Белоцерковский С.М. Математическое моделирование плоскопаралельного отрывного обтекания тел. /Белоцерковский С.М., Котовский В.Н., Ништ М.И., Федоров Р.М - М.: «Наука», 1988, 232с.
3. Довгий С.О. Метод сингулярних інтегральних рівнянь./Довгий С.О., Ліфанов І.К. - Теорія та застосування. –Київ,“Наукова думка, ” 2004р., -510с.
4. Meleshko V.V. The circulation model of vortex flow of a viscid wall layer. /Meleshko V.V.,Cherniy D.I.,Dovgiy S.A.// 23rd International Congress of Theoretical and Applied Mechanics, August 19-24, 2012, Beijing, China; Abstract Book (23-rd ICTAM 2012, Beijing, China), p.101.
5. Cherniy D., The Vortex Model of a Viscid Wall’s Layer./Cherniy D., Dovgiy S., Meleshko V. // IUTAM Symposium on ”Vortex Dynamics: Formations, Structure and Function”, Abstract Book, March 10(Sun)-14(Thu), 2013, Fukuoka, Japan, p.p. 126-127.
6. Cherniy.D. One of Partial Solutions of the Navier-Stokes Equation. / Cherniy.D.// XXIV International Conference “PROBLEMS OF DECISION MAKING UNDER UNCERTAINTIES” (PDMU-2014), Abstracts, September 1-5, 2014, Cesky Rudoles, Czech Republic, Kyiv-2014. – с.29-30.
7. Гуржий А.А., Черний Д.И. Адаптированный метод дискретных особенностей к задаче адвекции пассивной примеси морскими течениями.// Прикладная гидромеханика.- 2009, Т. 11(83), №2, Изд. Института гидромеханики НАН Украины, сс.30-39.
8. Черний Д.И. Аппроксимация решения начально-краевой задачи с подвижными границами //Обчислювальна та прикладна математика. - Київ: Київський університет. – 1997. – Вип. 2(82). – С.112-123. (Cherniy D.I. Approximation of Solution of Initial-Boundary Problem with Moving Boundary.//Journal of Computational and Applied Mathematics, №2(82), 1997, pp.112-123.)
9. Черний Д.И. Метод и алгоритм вычисления поля давления при использовании МДО // Труды XIII Международного симпозиума МДОЗМФ-2007, Харьков-Херсон-2007, С.319-322.

Equilibrium states indynamics of ternary statistical experiments

*Dovgyi S.A., *Koroliouk D. and **Bertotti M.L.
(*Institute of Telecommunications and Global Information Space, Acad. of Sciences of Ukraine dimitri.koroliouk@ukr.net;
**Free University of Bozen-Bolzano - ITALY, marialetizia.bertotti@unibz.it)

In [1] – [2] a model of ternary statistical experiments with persistent regression and equilibrium is considered in terms of the probability dynamics of the main factor. The present work considers the ternary model in a much deeper schemeof discrete stationary Markov diffusion, defined by a difference stochastic equation. The classification of ternary statistical experiments limit dynamics is given in base of specific law of large numbers by passing to a double limit by the sample volume and by the discrete time parameter.

1. The model

We consider *ternary statistical experiments* (TSE) with persistent linear regression [3] with three alternatives.

The TSE for m-th alternative (0≤m≤2) is defined by the frequencies:

$$S_{mN}(k) := \frac{1}{N}\sum_{r=1}^{N}\delta_{mr}(k), \quad \delta_{mr}(k) = \begin{cases} 1, & \text{if } r\text{ - th sample has the attribute } m \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}.$$

Here N, $0 < N < \infty$, is the sample volume; mis the index of an alternative and $k \geq 0$ is the discrete time parameter.

So, the TSE is represented by 3-component vector of the frequenciesthat exhaust all the possibilities:

$$S_N(k) := \left(S_{0N}(k), S_{1N}(k), S_{2N}(k)\right) : S_{0N}(k) + S_{1N}(k) + S_{2N}(k) = 1, \quad k \geq 0 \quad (1)$$

The model essentially uses the following

<u>Preliminary assumption</u>

$$\begin{aligned} &E\left[\Delta S_N(k) | S_N(k)\right] = -\mathbb{V} S_N(k), \quad k \geq 0 \\ &\Delta S_N(k) = S_N(k+1) - S_N(k) \end{aligned} . \quad (1')$$

Corollary 1. Then one has

$$\Delta S_N(k) - E\left[\Delta S_N(k) | S_N(k)\right] = \Delta\mu_N(k),$$

where $\Delta\mu_N(k)$ is a martingle difference with $E\left[\Delta\mu_N(k)\right] = 0$, $E\left[\Delta\mu_N(k)\right]^2 = \sigma_N^2$.

The dynamics of TSE is described by the *difference stochastic equation* (DSE)

$$\Delta S_N(k) = -\mathbb{V} S_N(k) + \Delta\mu_N(k), \quad k \geq 0, \quad (2)$$

where:

$$\mathbb{V} = \begin{matrix} 2V_0 & -V_1 & -V_2 \\ -V_0 & 2V_1 & -V_2 \\ -V_0 & -V_1 & 2V_2 \end{matrix}; \quad |V_m| \le 1, \quad 0 \le m \le 2 .$$

The balance condition (1) is agreed with DSE (2) by the relation $\vec{\mathbf{1}}\mathbb{V} = 0$.

2. Equilibrium state and fluctuations

The steady state $\boldsymbol{\rho}$ (equilibrium) is determined by zero of the regression function of increments:

$$\mathbb{V}\boldsymbol{\rho} = 0 , \tag{3}$$

or in scalar form

$$V_m \rho := V_{m0}\rho_0 + V_{m1}\rho_1 + V_{m2}\rho_2 , \quad 0 \le m \le 2 . \tag{4}$$

Of course, the following balance condition takes place

$$\rho_0 + \rho_1 + \rho_2 = 1 . \tag{5}$$

Remark 1. The equation (3) and the balance condition (5), provide theexplicit formulas for equilibrium:

$$\begin{aligned} &\rho_m = \frac{V_m^{-1}}{\overline{V}}, \quad 0 \le m \le 2, \\ &\overline{V} = V_0^{-1} + V_1^{-1} + V_2^{-1}, \end{aligned} \tag{6}$$

or in other form:

$$\begin{aligned} &\rho_0 = \frac{V_1 V_2}{V}, \quad \rho_1 = \frac{V_0 V_2}{V}, \quad \rho_2 = \frac{V_0 V_1}{V}, \\ &V = V_1 V_2 + V_0 V_2 + V_0 V_1 . \end{aligned} \tag{7}$$

The validity of the formulas (6) or (7) can be easily confirmed by their substitution in equations (3) - (4).

Next, we consider the fluctuations probabilities relative to equilibrium value

$$\hat{S}_N(k) := S_N(k) - \rho . \tag{8}$$

Remark 2. The fluctuatios (8) satisfy the balance condition (see (1), (5)):

$$\hat{S}_{0N}(k) + \hat{S}_{1N}(k) + \hat{S}_{2N}(k) = 1, \quad k \ge 0 \tag{9}$$

and obviousely:

$$\Delta\hat{S}_m(k) := \Delta S_m(k), \quad 0 \le m \le 2, \quad k \ge 0 .$$

<u>The basic assumption.</u> The dynamics of TSE fluctuations is described by the followingdifference stochastic equation :

$$\Delta\hat{S}_N(k) = -\nabla\hat{S}_N(k) + \Delta\mu_N(k), \quad k \ge 0 \tag{10}$$

Introduce the fluctuations probabilities relative to equilibrium value:

$$P_{\perp}^{\wedge}N(k) := E\left[S_{\perp}^{\wedge}N(k)\right] \tag{11}$$

The basic assumption (10) can be transformed intodifference stochastic equation for the probability (11) (cf. [1]):

$$\Delta\hat{P}(k) = -\nabla P(k), \quad k \ge 0 . \tag{12}$$

3. The model analysis

The existence of equilibrium point (3) for TSE (2) provides the possibility of the dynamics analysis of TSE by $k \to \infty$ and $N \to \infty$.

The asymptotical behaviour of the TSE main factor $S_{0N}(k)$, by $k \to \infty$ and $N \to \infty$, can develop in several scenarios. The convergence is intended in mean square.

Proposition 1. The main factor random frequency $S_{0N}(k)$, $k \ge 0$, determined by the solution of the difference equation (2), under the basic assumption (10) with equilibrium (3), changes with increasing $k \to \infty$ and $N \to \infty$, according to the following scenarios:

<u>Attractive equilibrium:</u> $V_0 > 0, \quad 0 < \rho_0 < 1$:

$$E\left[S_{0N}(k) - \rho_0\right]^2 \to 0 \tag{13}$$

***<u>Repulsive</u>* <u>equilibrium:</u>** $V_0 < 0, \quad 0 < \rho_0 < 1$:

$$E\left[S_{0N}(k) - \delta(S_{0N}(0))\right]^2 \to 0, \quad \delta(s) = \begin{cases} 0, & s < \rho_0, \\ 1, & s > \rho_0. \end{cases} \tag{14}$$

***<u>Dominant</u>* <u>equilibrium:</u>** $\rho_0 \notin (0,1), \quad V_0 < 0$:

$$E\left[S_{0N}(k) - 1\right]^2 \to 0 \tag{15}$$

***<u>Degenerate</u>* <u>equilibrium:</u>** $\rho_0 \notin (0,1), \quad V_0 > 0$:

$$E\left[S_{0N}(k)-0\right]^2 \to 0 \qquad (16)$$

Remark 3. Of course, the main factor dynamics scenarios can be formulated by domain of values of the guide parameters V_0, V_1, V_2 .

Table 1. *Characterization of scenarios, the convergence is intended in mean square*

	$V_0 > 0$	$V_0 < 0$
$0 < \rho_0 < 1$	*Attractive equilibrium:* $S_{0N}(k) \to \rho_0$ $N \to \infty, k \to \infty$	*Repulsive equilibrium:* $S_{0N}(k) \to \begin{cases} 1, \text{ if } S_{0N}(0) > \rho_0 \\ 0, \text{ if } S_{0N}(0) < \rho_0 \end{cases}$ $N \to \infty, k \to \infty$
$\rho_0 > 1$	*Repulsive degradation:* $S_{0N}(k) \to 0$ $N \to \infty, k \to \infty$	*Attractive domination:* $S_{0N}(k) \to 1$ $N \to \infty, k \to \infty$
$\rho_0 < 0$	*Attractive degradation:* $S_{0N}(k) \to 0$ $N \to \infty, k \to \infty$	*Repulsive domination:* $S_{0N}(k) \to 1$ $N \to \infty, k \to \infty$

References

1. Bertotti M.L., Dovgyi S,O., Koroliouk D. Dynamics of environmental parameters: equilibrium statein statistical experiments regression model with additional alternatives. – Abstr. Comm. Зб.наук.праць за матеріалами XIII міжнар. наук.-практ.конф. («Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях», Пуща Водиця, 29 вересня-3 жовтня) / НАН України, Ін-т телекомунікацій і глоб. інформ. простору (та ін.) – К.: Х.: (б.в.), 2014. – 143-148.
2. Bertotti M.L., Dovgyi S,O., Koroliouk D.Dynamics of ternary statistical experiments with equilibrium state. Journ.Comp.&Appl.Math., (to appear in 2015).
3. Koroliouk D. Bi-component binary statistical experiments with persistent linear regression, TVIMS, 2014, n.3, 31 -42.
4. Bertotti M.L., Koroliouk D., Koroliuk V.S. (2014) Stochastic behavioral model, Preprint UniBZ, (Subm.in: Elsevier Journ.Appl.Math.).

УДК 004.5:004.6:004.89:007.51:528.933

Трансдисциплінарна інтеграція інформаційних ресурсів

Стрижак О.Є.
(Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАНУ)

Хаотичність, ймовірність, творчість –
у науці вибору рідня
А знаходження красивих рішень,
це для кожного дослідника стезя
Вирішить проблему інтегрально,
зрозумів властивостей гомін
Розпізнати у проблемі творче і сакральне,
фіксувати всі начала як почин

Еволюційне формування інформаційного суспільства визначає певний ступінь у розвитку сучасної цивілізації, яка характеризується збільшенням ролі інформації і знань в його розвитку [1]. Це характеризується процесами зростання частки інформаційних комунікацій, інформаційних продуктів та інформаційних послуг, на основі яких розвивається глобальний інформаційний простір, що забезпечує ефективну інформаційну взаємодію людей, їх доступ до світових інформаційних ресурсів глобального середовища і задоволення соціальних і особистісних потреб в інформаційних продуктах і послугах. Збільшуються обсяги складних прикладних задач, що мають певну практичну значимість, багато в чому залежить від об'єктивності та достовірності інформації, яка використовується протягом всього процесу їх розв’язання. При цьому необхідно враховувати, що об'єкти (концепти), властивості яких визначають умови та етапи розв’язання більшості прикладних задач, можуть належати до різних за тематикою предметних областей (ПрО). Практично завжди у фахівця, який вирішує задачі, виникає необхідність в інтеграції інформації, яка використовується, і даних, які її характеризують, на основі тематичних властивостей інформаційних одиниць, що визначають обрану стратегію розв’язування [1, 2].

На сьогодення постійно розробляються новітні та удосконалюються вже створені методи та засоби інтеграції інформаційних ресурсів, як певного продукту інтелектуальної діяльності суспільства, які функціонально спрямовані на інтеграцію семантики контекстів і змісту інформаційних ресурсів в процесах розв’язування складних прикладних проблем та задач. Розв’язання цих проблем лежить у напрямках, пов’язаних зі створенням та використанням різноманітних засобів обробки інформації, як пасивної системи мережевих знань, які здатні обробляти розподілені, політематичні, великі масиви даних, і тим самим надавати певну допомогу фахівцю у виборі та прийнятті конкретного

рішення за заданою проблематикою. Одним з найбільш технологічно перспективним напрямком є використання онтологічних підходів що розв'язання проблем інтеграції мережевих інформаційних ресурсів на основі аналізу та опису їх змісту[3 - 6].

Мета дослідження.

Створення трансдисциплінарної онтологічної моделі взаємодії політематичних інформаційних ресурсів, що обробляються та використовуються під час вирішення складних прикладних задач, які характеризуються міждисциплінарністю та створені за допомогою різних технологій та стандартів. Визначити методи підтримки взаємодії користувачів з просторово розподіленими інформаційними ресурсами, які на відміну від відомих застосовують засоби семантико-структурної уніфікації представлення інформаційних одиниць предметних областей (ПрО) в глобальному середовищі за рахунок контекстного розширення їх онтологічних описів, з використанням сервісів та ресурсів різних мережевих інформаційних систем, включаючи ГІС, які використовують різні формати даних та документів.

Основні визначення.

На процес взаємодії з інформаційними ресурсами глобального середовища впливають такі три аспекти, як: а) синтаксичний, який стосується формальної правильності повідомлень з точки зору синтаксичних правил мови, що використовується, безвідносно до його змісту; б) семантичний, який відображає рівень понятійної взаємодії; в) прагматичний, який визначає операціональні аспекти їх використання. Також інтеграція інформаційних ресурсів, особливо під час їх використання, потребує вирішення цілої ланки проблем, які також характеризують процеси взаємодії. До цих проблем фахівці відносять наступне: розподіленість; гетерогенність; інтероперабельність інформації тільки на синтаксичному і структурному рівнях; неповну відповідальність за інформацію, передану при інтеграції; дублювання інформації; втрату повноти контролю доступу до інформації; технологічні труднощі, пов'язані з різноманітністю форматів представлення даних; змістові конфлікти між інформаційними одиницями на понятійному рівні; інформаційну ентропія джерела інформації. І кожна з цих проблем має свої певні проблемні питання з точки зору технології її вирішення.

Якщо розглядати категорію інтеграції інформаційних ресурсів глобального середовища як певний процес використання будь-яких контекстів, що їх складають, при взаємодії інформаційних систем, то на сьогодні найбільш продуктивно та конструктивно застосовувати онтологічний підхід. Онтологічні методи та системи забезпечують концептуальне відображення взаємодії мережевих інформаційних

процесів і систем в різних предметних областях. Вони містять наступні системні компоненти: а) множину концептів як структуру семантичних одиниць-понять; б) формальну модель предметних знань, представлену за допомогою деякої мови на основі опису концептуальної системи; в) функціональну модель, яка забезпечує уніфікацію термінології, логіку обробки таксономічних категорій і відношень між ними, а також аксіоматизацію описів процесів, причинних зв'язків і процедур онтології. В якості онтологічних систем, що різною мірою формалізовані, у літературі розглядаються такі категорії як: словник з визначеннями; таксономія; тезаурус; аксіоматизована теорія. Однак онтологічні методи не спроможні в повній мірі вирішити проблему неоднорідності онтологічних специфікацій, яка з'являється на рівнях модельної та понятійної семантик. І відповідно, породжуються проблеми, пов’язані з узгодженням онтологічних моделей і онтологічних контекстів, які впливають на якість інтеграції інформаційних ресурсів, особливо під час їх використання.

Таким чином, можна зробити висновок, що системна інтеграція політематичних інформаційних ресурсів на основі застосування тільки онтологічних методів і систем у процесі взаємодії з їх контекстами є дуже складною проблемою, яка технологічно не може бути повномасштабно вирішена. Але, якщо над множинами елементів, які складають системні компоненти онтологічної системи, задати гіпервластивість множинної часткової упорядкованості, то можливо розглядати інформаційне середовище, яке вони формують, через категорію трансдисциплінарності [6].Тобто інтеграція інформаційних ресурсів глобального середовища може бути розглянута як виділення з їх змісту контекстів усіх категорій та понять, які їх складають та встановлення між цими контекстами певних зв’язків. Узагальнена процедура підтримки процесів виділення контекстів та зв’язків між ними наведено на рис.1.

Трансдисциплінарність інформаційного середовища може бути визначена як множинна часткова впорядкованість множин таксономічних і операціональних властивостей онтологічних моделей предметних областей, використовуваних мережевими інформаційними системами. Таке інтуїтивне розуміння категорії трансдисциплінарності дозволяє реалізувати інтеграцію інформаційних ресурсів, як процес формування єдиного упорядкованого інформаційного середовища, здатного стати досить універсальним і мовно-незалежним носієм знань. У зв'язку з цим виникає можливість створення інформаційної технології для автоматизованої переробки інформації на основі трансдисциплінарної інтеграції політематичних, інформаційних ресурсів, в процесі розв’язання складних прикладних проблем та задач.

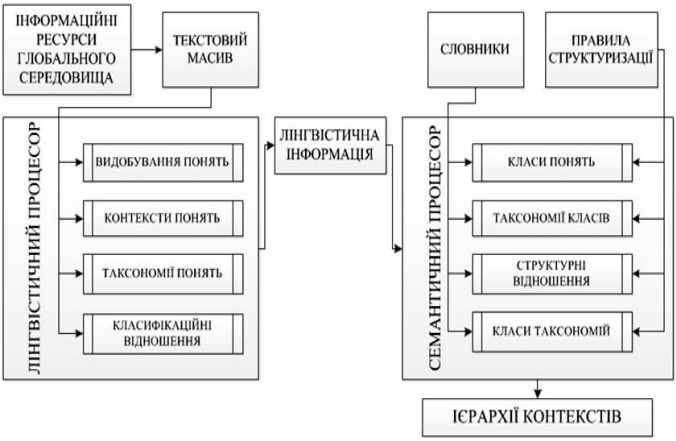


Рис. 1. Узагальнена процедура підтримки процесів виділення контекстів та зв'язків

Трансдисциплінарне середовище забезпечує інтеграцію будь-яких мережевих інформаційних систем. При цьому вона, як мережева категорія, забезпечує наступне для усіх мережевих складових:

- Семантична та темпоральна синхронізація усіх категорій та понять інформаційних ресурсів і цифрових активів, які складають процес взаємодії
- Скорочення часу інтеграції політематичних інформаційних ресурсів глобального середовища при вирішенні складних прикладних задач ("на лету"), як мінімум на порядок
- Синхронізація взаємодії усіх категорій учасників процесу взаємодії.
- Визначення рівнів якості та корисності за змістом мережевих інформаційних ресурсів.
- Збалансований моніторинг діяльності користувачів.
- Адаптивність під кожного учасника СЕМАНТИК-ВЕБ інтерфейсу з мережевими інформаційними ресурсами.

Також категорія трансдисциплінарності має певні конструктивні властивості, які визначаються наступними твердженнями:

- Трансформація любої неупорядкованої непустої структури у вигляді бінарного дерева
- Інтерпретація будь-якої операції реляційної алгебри.
- Інтерпретація будь-якого об'єкту OLAP-кубу.
- Інтерпретація будь-якого об'єкту векторного простору будь-якої розмірності.
- Формування послідовності станів вирішення задач управління та прийняття рішень у вигляді множин упорядкованих істинних тверджень

Виходячи з наведених вище тверджень можливо зробити наступний висновок щодо впливу категорії трансдисциплінарності на мережеві процеси упорядкованого інформаційного середовища. Трансдисциплінарність забезпечує мережеву комунікацію дисциплінарних метасистем (самоорганізована комунікація інформаційного середовища) [6]. Цим самим вона дозволяє розглядати процес інтеграції, як формування єдиногоупорядкованого інформаційного середовища, взаємодія у якому реалізується на основі встановлення непустої множини зв'язків між контекстами об'єктів, які можуть мати певну функціональність і складають структуру її вузлів. Тобто трансдисциплінарність забезпечує формування мережевоцентричного інформаційного середовища, взаємодія між вузлами якої функціонує на основі їх багатозв'язності як об'єктів[7].

Основними характеристиками такого мережевоцентричного середовища є:

- Формування на основі єдиного інформаційного простору у якому відсутні механізми жорсткого закріплення централізованого контролю та управління
- Цілеспрямоване забезпечення певних рівнів взаємодії складних динамічних систем на основі принципів самоорганізації частково упорядкованого хаосу за рахунок самоорганізованої діяльності різних складових систем у вигляді різних форм їх організаційної поведінки.
- Всі складові автономні та самостійні й можуть мати різні цілі, статуси, засоби існування та інші атрибути.
- Мережевоцентрична модель включає гомеостаз, фрактальність і самореалізацію складових

Технологічні рішення трансдисциплінарності.

Технологічно, процеси трансдисциплінарной інтеграції забезпечуються на основі використання IT-технології ТОДОС (Трансдисциплінарні Онтологічні Діалоги Об'єктно-орієнтовних Систем) [4]. Узагальнена структура ТОДОС наведено на рис.2.

Її технологічний базис складають:

СИСТЕМА КОНСПЕКТ – забезпечує побудову термінологічних дерев на основі аналізу природно-мовного тексту. Являє собою лінгвістичний процесор, який забезпечує первинне формування лінгвістичного корпусу і дозволяє вирішувати такі практичні задачі:

- підвищення якості обробки мовних текстів за рахунок збільшення словника системи;
- автоматичне визначення тематичних напрямів документу;
- сортування документів за тематичними напрямками.

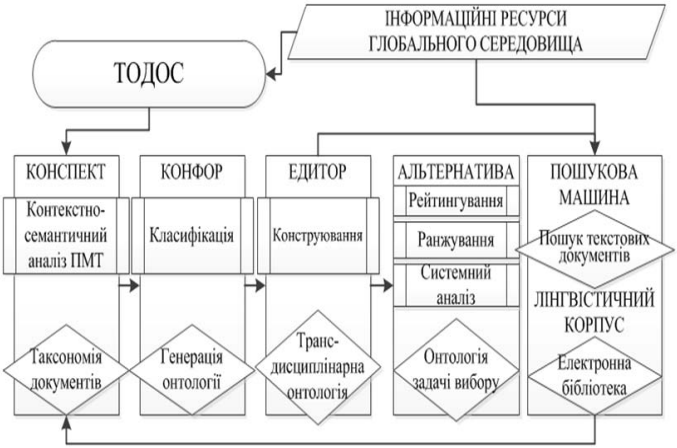


Рис. 2. Архітектура системи ТОДОС

СИСТЕМА КОНФОР – забезпечує створення онтології ПрО, класифікацію і генерацію таксономій у вигляді онтологічних графів Про, що дозволяє вирішувати такі практичні задачі:

– побудова семантичної мережі термінів документу;
– об'єднання семантичних мереж термінів для декількох документів.

СИСТЕМА ЕДІТОР – забезпечує формування онтологічних моделей за рахунок створення, редагування, перегляду та аналізу мереж понять на основі побудови семантичних зв'язків між об'єктами предметної області і формування закономірностей, представлених у вигляді набору значень ознак, якими описуються початкові поняття ПрО. Виділення закономірностей відбувається методом індуктивного формування понять на основі пірамідальної мережі.

СИСТЕМА АЛЬТЕРНАТИВА – забезпечує упорядкування об'єктів-концептів онтології, на основі інтегрованої обробки властивостей, що їх характеризують. Для цього використовуються вагова, бальна і лінгвістична шкали. Кожна така шкала визначає значення критеріїв, що характеризують властивості об'єктів тематичної онтології ПрО. У загальному випадку властивості-критерії характеризуються різними ступенями важливості, які при вирішенні задачі вибору задаються деякими дійсними числами – ваговими коефіцієнтами. Перед вирішенням задачі для кожного критерію необхідно сформувати його значення для кожної альтернативи. Тим самим забезпечується формування онтологій задач вибору.

ПОШУКОВА МАШИНА та ЛІНГВІСТИЧНИЙ КОРПУС забезпечують маркування та індексування семантичних одиниць, що визначають і описують контексти об'єктів тематичних онтологійПрО.

Контексти семантичних одиниць становлять електронну бібліотеку з засобами асоціативного пошуку семантично пов'язаних інформаційних масивів, включаючи визначення рівня семантичної еквівалентності текстів.

В середовищі системи ТОДОС забезпечується побудова усіх ланцюгів процесу трансдисциплінарної інтеграції: семантичний контент-аналіз текстових документів; таксономізація; виділення властивостей концептів таксономії; формування онтології задачі вибору; трансдисциплінарная інтеграція контекстів, на основі властивостей-критеріїв концептів, які визначають онтологію вибору; включення документів, знайдених у глобальному середовищі за допомогою рекурсивних процедур системи КОНСПЕКТ і лінгвістичного корпусу.

В мережевецентричному середовищі ТОДОС забезпечується побудова усіх ланцюгів процесу трансдисциплінарної інтеграції: семантичний контент-аналіз текстових документів; їх таксономізація; виділення властивостей концептів таксономії; формування онтології задачі вибору; трансдисциплінарна інтеграція контекстів, включаючи ГІС-середовище, на основі властивостей-критеріїв концептів, які визначають онтологію вибору; включення документів, знайдених у глобальному середовищі за допомогою процедур лінгвістичного корпуса до трансдисциплінарного інформаційного середовища відповідної прикладної задачі.

Узагальнена процедура трансдисциплінарної інтеграції інформаційних ресурсів глобального середовища під час їх використання, на основі взаємодії онтологічних систем, наведено на рис.3.

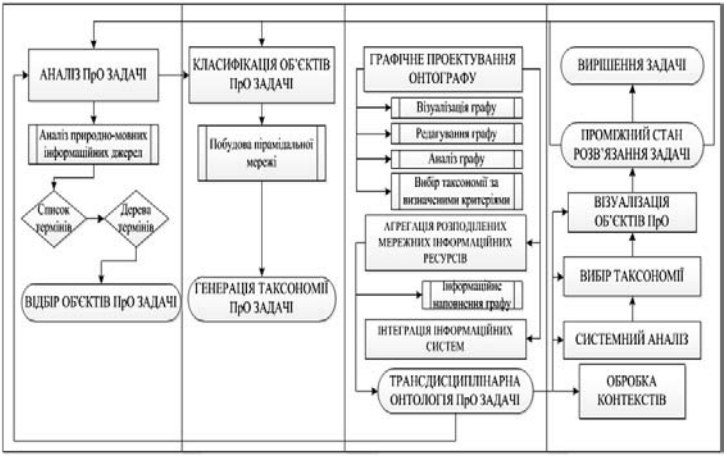


Рис. 3. Узагальнена процедура трансдисциплінарної взаємодії с інформаційними ресурсами в середовищі системи ТОДОС

Взаємодія між системними компонентами ТОДОС реалізується на основі ієрархії контекстів специфікацій представлення інформації – XML ТОДОС. Вихідними даними є описи об'єктів, представлені наборами значень ознак. Перед початком роботи з системою необхідно:

– визначити для кожної ознаки множину її допустимих значень. Значення ознак можуть бути задані в кількісній, двійковій або номінальній шкалі. Перед тим, як використовувати вихідні дані для виявлення закономірностей, діагностики та прогнозування, кількісні ознаки слід перетворити в номінальні;
– описати об'єкти, використовуючи вибраний набір ознак, тобто для кожного об'єкта визначити значення кожної ознаки;
– для кожного об'єкта (навчальної та екзаменаційної вибірки) визначити ім'я класу, якому він належить.

Вихідні дані можуть бути підготовлені:

– у вигляді текстових файлів (CSV-файл);

Текстовий файл повинен включати рядок заголовка і рядки з описами об'єктів. Тема складається з 1 рядка. Рядок включає ім'я «об'єкт», ім'я «клас» та імена ознак.

Структура текстового файлу:

Таблиця 1. *Формат вхідної таблиці класів термінів*

(об’єкт),(клас),(ім’я ознаки 1),...,(ім’я ознаки *n*)
(ім'я об'єкта 1),(ім'я класу),(значення ознаки 1),...,(значення ознаки *n*)
(ім'я об'єкта 2),(ім'я класу),(значення ознаки 1),...,(значення ознаки *n*)
.....
(ім'я об'єкта *m*),(ім'я класу),(значення ознаки 1),...,(значення ознаки *n*)

– у вигляді EXCEL таблиці, який має таку ж структуру, як і текстовий файл (табл.1)

Висновки.

Реалізація трансдисциплінарної ІТ-технології ТОДОС показала ефективність розроблених методів типізації трансдисциплінарних онтологічних моделей у процесі інтеграції контекстів, які відображають семантичні властивості інформаційних ресурсів глобального середовища. На основі використання моделей відображення упорядкованої множинності семантичних властивостей об’єктів ПрО та нечіткості їх описів забезпечується трансдисциплінарна інтеграція інформаційних ресурсів при розв’язанні складних політематичних задач («на лету»). Експериментально підтверджено ефективність використання розроблених моделей, методу та інформаційної технології трансдисциплінарної інтеграції просторово розподілених інформаційних ресурсів та систем шляхом інтеграції політематичної, різнорідної просторово розподіленої інформації в спеціально організованому

інформаційно-аналітичному середовищі, а також її об'єктної візуалізації, тематичної локалізації в рамках інших інформаційних систем.

Література

1. Інформаційно-аналітичне супроводження бюджетного процесу / За ред. С.О.Довгого, І.В.Сергієнка. – К.: ТОВ «Інформаційні системи», 2013. – 420с. (Довгий С.О., Сергієнко І.В., Авксентьєв М.Ю., Бігдан В.Б., Горбачук В.М., Гуляєв К.Д., Гуляницький Л.Д., Карпець Е.П., Копійка О.В., Лебеда Т.Б., Сембер С.В., Сіверський П.М., Скрипниченко М.І., Соколик М.П., Трофимчук О.М., Чорний Ю.М., Шумська С.С.)
2. С.О.Довгий, П.І.Бідюк, О.М.Трофимчук. Системи підтримки прийняття рішень на основі статистично-ймовірнісних методів. – Київ: Логос, 2014. – 419с.
3. Комп'ютерніонтології та їхвикористання у навчальномупроцесі. Теорія і практика :Монографія / С. О. Довгий, В. Ю. Величко, Л. С. Глоба, О. Є. Стрижакта інші, – К. :Інститутобдарованоїдитини, 2013. – 310 с.
4. Стрижак А.Е. Комплексные инструментальные средстваинженерии онтологий / В.Ю.Величко, К.С.Малахов, В.В.Семенков, А.Е.Стрижак // InternationalJournal «InformationModelsandAnalyses», 2014. – Volume 3. – Number 4. – p. 336-361.
5. Stryzhak O. Increasing web services discovery relevancy in the multi-ontological environment / L. Globa, M. Kovalskyi, O. Stryzhak // Soft Computing in Computer and Information Science Volume 342 of the series «Advances in Intelligent Systems and Computing», (AISC), Springer, 2014. – pp. 335-344
6. Стрижак А.Е. Трансдисциплинарные онтологии – информационная платформа проведения экологических экспертиз / А.Е.Стрижак, А.Н.Трофимчук, Л.Ю.Цурика // Екологічна безпека та природокористування : Збірник науковихпраць / редкол.: О.С.Волошкіна, О.М.Трофимчук (голов.ред.) [та ін.]. – Міністерство освіти і науки України, Київський національний університет будівництва і архітектури, НАН України Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору. – Київ, 2014. – Вип. 16. – С. 128-137.
7. DoD 8320.02-G, Guidance for Implementing Net-Centric Data Sharing / електронний ресурс

Методологія синтезу інформаційно-комунікаційних систем на базі єдиної інформаційної платформи

Копійка О.В.
(Державний університет телекомунікацій)

На протязі 20 років з 1990 по 2010 рр. під керівництвом С.О.Довгого активно велись роботи по побудові інформаційних систем, які мають загальнодержавне значення і відносяться до: регіонального рівня (Система інформаційно-аналітичного забезпечення органів державної влади та управління (СІАЗ)), центрального рівня (Інформаційно-аналітична система супроводження бюджетного процесу), відомчого рівня (Організаційно-технічна система «Інформ-Чорнобиль» та Організаційно-технологічна система «МНС-інформ»). Масштабність цих проектів можна оцінити тим, що метою СІАЗ була автоматизація усіх Обласних та районних державних адміністрацій, а ОТС «Інформ-Чорнобиль» складалася з 48 підсистем, в тому числі 13 - центрального рівня, 11 - предметно-аналітичних і 24 - регіональних. Особливої уваги при розробці програмно-технічних комплексів приділялося створенню Систем підтримки прийняття управлінських рішень.

Але, основною проблемою, яка не давала у повній мірі ефективно використати сучасні досягнення інформаційних технологій була транспортна мережа, яка мала чи географічні чи пропускні обмеження.

Тому, під керівництвом С.О.Довгого були в 2000 році розпочаті, а в 2010 році успішно закінчені проекти пов`язані з побудовою національної мережі передачі даних в ПАТ «Укртелеком», яка дала змогу об`єднати майже усі об`єкти інформатизації. Ще одним проектом була побудова сервісних Центрів обробки даних, які набули нової властивості і стали не тільки «хостінг» центрами, а і об`єктом стандартизації та уніфікації усіх інформаційних систем.

Подальший розвиток досліджень був пов`язаний зі створенням інформаційної інфраструктури, як нового поняття, яке об`єднує комплекс програмно-технічних засобів, організаційних систем та нормативних баз, і який забезпечує організацію взаємодії інформаційних потоків, функціонування та розвиток засобів інформаційної взаємодії та інформаційного простору країни або підприємства. У зв`язку з цим, винвкла задача створення гнучко масштабуємої і надпотужної інформаційної платформи, яка складається з інформаційно-комунікаційних систем (ІКС). Реалізація такої платформи неможлива за рахунок використання невпорядкованих і часто різноспрямованих дій з об'єднання розрізнених процесів і систем, які сьогодні так поширені серед постачальників послуг. Щоб конкурувати і досягти успіху, необхідно чітко уявляти, як створити максимально ефективну,

інтегровану, але притому гнучку систему на базі існуючих бізнес-процесів та інформаційних технологій.

Тому, для отримання сінергетичного ефекту від об`єднання окремих елементів інформаційної інфраструктури, актуальною стала науково-прикладна проблема синтезу інформаційно-комунікаційних систем на базі єдиної інформаційної платформи, яка забезпечує автоматизацію виробничого та управлінського процесів, операційної діяльності, комунікаційної інфраструктури та загальносистемного забезпечення.

У результаті вирішення вказаної проблеми, отримала принциповий розвиток методологія синтезу інформаційно-комунікаційних систем, яка складається з концептуальних, теоретичних та технологічних основ, та на відміну від відомих методологій включає три рівні абстракції: формального концептуального опису бізнес-процесів; концептуальний рівень як рівень визначення наступного кроку розвитку інфраструктури та надання послуг; логічний рівень, де наведено можливі сценарії виконання певного концептуального кроку бізнес-процесу, що й дозволило об’єднати в єдиний автоматизований комплекс виробничий процес, операційну діяльність, комунікаційні системи та системну ІТ-інфраструктуру:

1. Була розроблена методологія синтезу інформаційно-комунікаційних систем, яка на відміну від відомих методологій, враховує усі складові, що впливають на ефективність функціонування інформаційно-комунікаційної системи, основні структурні елементи (бізнес-процеси, підсистеми, інформаційну модель, інтеграційне середовище) та принципи, зокрема: загальна інформаційна модель; загальна спільно використовувана телекомунікаційна інфраструктура; чітко встановлені інтерфейси; незалежність бізнес-процесів від застосовуваних підсистем; використання розподіленої системи з нежорсткими зв'язками між її компонентами, що дає можливість забезпечити якісне виконання глобальних бізнес-процесів в межах єдиної інформаційної платформи.

2. Було розроблено концепцію єдиної інформаційної платформи, яка відрізняється від існуючих наявністю у своєму складі комунікаційних систем та системної ІТ-інфраструктури, що забезпечує побудову сучасної інфраструктури національного масштабу на основі конвергенції інформаційно-комунікаційних систем для розв'язання задач електронного урядування та корпоративного бізнесу, що надає можливість забезпечити якісний і повсюдний доступ клієнтів до ІТ-сервісів та служб.

3. Розроблено метод оптимізації послідовних процесів між підсистемами різних інформаційно-комунікаційних систем, що мають декомпозиційну природу, який відрізняється від інших введенням оригінальної цільової функції, яка змінюється в залежності від сценарію

бізнес-процесів та дозволяє поєднувати інформаційно-комунікаційні системи в єдиний обчислювальний процес для знаходження оптимального рішення для розподіленої системи з нежорсткими зв'язками між її компонентами.

4. Було запропоновано метод синтезу комунікаційної інфраструктури, яка отримує конвергентні властивості для надання персоналізованих послуг кінцевому користувачу, який базується на запропонованих методології і методах та дозволяє клієнту реалізувати принцип самоконфігурації послуг та отримувати увесь спектр сучасних конвергентних інформаційно-комунікаційних послуг з узгодженою якістю (QoS).

5. Було розроблено метод багатокритеріальної оптимізації для інформаційно-комунікаційних систем телекомунікаційного оператора, який відрізняється від усіх існуючих введенням оригінальної суб`єктивно-результуючої цільової функції, яка утворюється шляхом об`єднання нормативних критеріїв, що дозволяє значно зменшити час отримання оптимального рішення щодо різних сценаріїв розвитку телекомунікаційного оператора.

6. Вперше розроблено метод оптимізації процесу забезпечення визначеним категоріям клієнтів сервісів центрів обробки даних, інтеграція яких визначає п`ять архітектур (безпеки, управління, зберігання даних, програмних додатків, мережева). Метод відрізняється від інших чітко визначеним алгоритмом п`яти сценаріїв забезпечення доступу до сервісів, що дозволяє мінімізувати час оброблення запитів клієнтів сервісною системою, оптимізувати її продуктивність за визначеним навантаженням для обраної системної конфігурації.

Усі теоретичні розробки були доведені до конкретних інформаційних технологій, інженерних методик, методологій побудови архітектури інформаційних систем, методологічних підходів до проектування елементів ІТ інфраструктури та впроваджені в ПАТ «Укртелеком», що підтверджено актами впровадження.

1. На основі методу оптимізації послідовних процесів між підсистемами розроблені принципи побудови та універсальна архітектура інформаційно-комунікаційних систем для операторів галузі телекомунікацій та інформатизації, які забезпечують працездатність усіх компонентів сучасної інформаційної інфраструктури, яка впроваджена в ПАТ “Укртелеком”.

2. На основі методології синтезу інформаційно-комунікаційних систем та методу багатокритеріальної оптимізації під управлінням єдиної системи бізнес-процесів об`єднано інформаційно-комунікаційні системи телекомунікаційного оператора, які автоматизують виробничий, управлінський процес та операційну діяльність, засоби виробництва, загальносистемне забезпечення, а також засоби, які забезпечують

створення, обробку, збереження, видалення та транспортування інформації, як еталону для інформаційної інфраструктури.

3. Проведено апробацію методу синтезу комунікаційної інфраструктури на базі розроблених архітектур платформи мережевих ресурсів та мережевих послуг, які впроваджені в ПАТ "Укртелеком і використовуються при наданні конвергентних послуг (широкосмуговий доступ, IPTV, VoIP, 3G).

4. Проведено апробацію концепції єдиної інформаційної платформи та методології синтезу інформаційно-комунікаційних систем при побудові інформаційних систем рівня корпорації (на прикладі ПАТ "Укртелеком", як еталону розвитку інформаційної інфраструктури).

5. Запропоновано вдосконалений методологічний підхід проектування системної ІТ-інфраструктури, яка забезпечує працездатність Центрів обробки даних (ЦОД), та яку було впроваджено в ПАТ "Укртелеком" при побудові найпотужніших в Україні Центрів обробки даних (основні кількісні параметри проекту: кількість корпоративних користувачів – понад 30 тисяч, кількість ЦОД – 6, загальна площа приміщення – 880 кв.м, кількість технологічних шаф – 253, загальний обсяг зберігання транзакційних даних – 349 ТБ, загальна кількість серверів – 461, у тому числі 8-ми, 4-ох та 2-ох вузлові кластери, потужність системи кондиціонування – 1500 КВт.).

6. Проведено апробацію методу, який оптимізує процес забезпечення визначеним категоріям клієнтів сервісів центрів обробки даних на основі розробленої типової системної архітектури ІТ-інфраструктури. Розробка проводилась на основі застосування передових методологій і концепцій провідних виробників апаратного і програмного забезпечення (HP, SUN, EMC, CISCO, Microsoft, ORACLE, Veritas).

7. Розроблені інформаційні технології ІТ-сервісів, які спрямовані на підтримання в технічно справному стані ІТ інфраструктуру. Інформаційні технології впроваджені в Центрах обробки даних ПАТ «Укртелеком» та використані при підключені за допомогою «хмарових технологій» більше 30 тис. робочих місць.

Управління лопатями ротора типу Дар'є як засіб поліпшення його динамічних характеристик

Лебідь О.Г.
(Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України)

Згідно з прогнозом Програми розвитку ООН, нетрадиційні і відновлювані джерела енергії в XXI сторіччі займуть провідне місце в

глобальному паливно-енергетичному балансі Землі. І в значній мірі це буде використання енергії вітру і водних потоків.

В багатьох країнах світу ведеться активна і цілеспрямована робота із нарощування потужностей енергетичних установок на відновлюваних джерелах енергії, вдосконалення і підвищення їх ефективності, розширення ареалів і діапазонів застосування [1]. Так, в США в 2014 році виробництво енергії з відновлюваних джерел склало 540 ТВт-год (13,2% від усього енергоспоживання країни), у тому числі 182 ТВт-год від вітроенергетики. Відзначимо також, що за рахунок вдосконалення конструкцій ВЕУ середньорічний коефіцієнт використання енергії вітру в США виріс за 10 років від 0,24 до 0,32. У Німеччині виробництво енергії з відновлюваних джерел в 2014 році склало 25,8% від усього енергоспоживання країни, у тому числі вітроенергетика - 8,6%. Данія оголосила, що у 2020 році вона забезпечуватиме 50% своїх енергетичних потреб за рахунок відновлюваних джерел енергії, і вже сьогодні за рахунок вітру Данія покриває 34% своєї потреби в електроенергії. В Іспанії та Португалії вітер на сьогодні дає більше 20% електроенергії, у країнах Євросоюзу вцілому - близько 8%. А в Україні, на жаль, виробництво електроенергії з усіх альтернативних джерел становить лише близько 1% загального енергоспоживання.

Загалом станом на 1 січня поточного року сумарна по всьому світу встановлена потужність вітроенергетичних установок (ВЕУ) склала 370 ГВт. Сьома частина цих потужностей (51 ГВт) була введена в дію в 2014 році. Ці цифри наочно показують темпи росту світової вітроенергетики. Рекордсменами по будівництву нових ВЕУ в 2014р стали Китай (+23 ГВт), Німеччина (+5,3 ГВт) і США (+4,9 ГВт).

Найбільш поширені на сьогодні ВЕУ з горизонтальною віссю обертання. Такі ВЕУ потребують будівництва вертикальної опори висотою від 10 до 150 метрів, складних механізмів для орієнтування за напрямом вітру і загалом займають значну ділянку земної поверхні.. У той же час ВЕУ з вертикальною віссю обертання (ВЕУВВ) типу ротора Дар’є з прямими лопатями мають такі достоїнства як індеферентність до напряму вітру, відсутність необхідності у високій опорі, можливість розміщення електрогенератора і іншого обладнання у фундаменті вітроустановки, що значно спрощує її конструкцію. Головними недоліками ВЕУВВ, що зараз промислово випускаються, є висока швидкість самозапуску ротора, значні вібрації на валу ротора і дещо нижчий порівняно з промисловими ВЕУГВ коефіцієнт використання енергії вітру.

З початку 2000-х років під керівництвом члена-кореспондента НАН України С.О.Довгого ведуться дослідження, що мають на меті вдосконалити традиційну конструкцію ВЕУВВ [2]. В основу цих досліджень було покладено ідею управління положенням лопатей під

час обертання ротора. Повертаючи лопать під певним кутом в кожній точці траєкторії обертання можна міняти миттєвий кут атаки лопаті і тим самим міняти як миттєві, так і інтегральні динамічні характеристики ВЕУВВ. Для перевірки цієї ідеї було виготовлено декілька експериментальних установок (рис.1) і проведено декілька циклів досліджень в гідролотку ІГМ НАН України та в аеродинамічних трубах НАКУ ім.М.Є.Жуковського в Харкові і НАУ в Києві.

Перший механізм управління, що був запропонований дослідницькою групою, складався з двох опорних кілець однакового діаметру, до яких кріпились лопаті ротора відповідно передніми і задніми кромками [3]. Якщо ценри обох кілець співпалали, получавуся аналог традиційного ротора Дар'є з фіксованими лопатями. Але якщо зсунути одна кільце відносно іншого, то куп повороту лопатей починає мінятись за гармонічним законом. Амплітуда повороту залежить від величини зсуву лопатей і це дозволяє розглядати задачу оптимізації за тим чи іншим критерієм.

Рис.1. Експериментальна установка

Дослідження, проведені на установці із зазначеним механізмом управління експериментально можливість зниження швидкості самозапуску ротора, зменшення пульсацій на валу і підвищення коефіцієнта використання енергії потоку.

Наступним кроком стало створення механізму управління, що відтворює довільний (звісно в певних межах) закон зміни кута повороту лопатей, а не лише гармонічний. Такий закон можна реалізувати, якщо в

попередньому механізмі замінити друге опорне кільце на контур неправильної форми, по якому буде рухатись задня кромка лопаті. Форма контуру визначається з того закону повороту лопатей, який необхідно відтворити, і геометричних параметрів установки.

Вказаний механізм управління в різних варіаціях був реалізований в наступних трьох експериментальних установках. Рис.2 ілюструє узагальнюючий результат проведених досліджень. На рисунку наведено залежність коефіцієнта використання енергії потоку Ср від коефіцієшта швидкохідності λр для фіксованих лопатей (1), механізму управління з двома опорними кільцями (2) і механізму управління з контуром неправильної форми (3). Як видно з рисунку, в певному діапазоні λр другий механізм управління показує вищу енергоефективність як порівняно з традиційним ротором (з фіксованими лопатями), так і порівняно з першим механізмом управління.

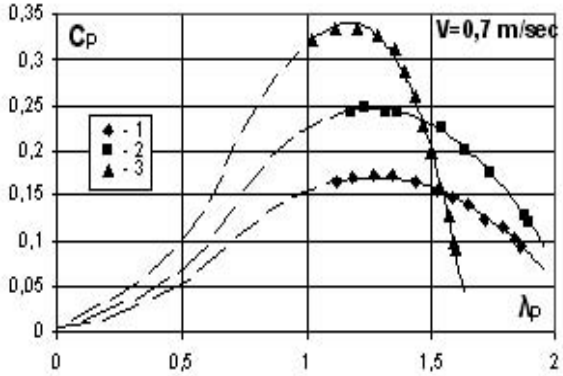


Рис.2. Залежність Ср(λр) для різних механізмів управління лопатями ротора

Ключовим питанням при реалізації другого механізму управління є вибір закону повороту лопатей. В ідеалі цей закон повинен враховувати як аерогідродинамічні сили, що діють на лопаті, так і інерційні властивості елементів ротора, геометричні і конструктивні параметри установки, масштабні і кліматичні ефекти і таке інше. В рамках цих досліджень було проведено чисельне моделювання аерогідродинамічних процесів обтікання ротора на базі моделі ідеальної нестисливої рідини [4]. Особливістю таких течій є інтенсивне вихороутворення і змінний характер обтікання лопатей – на деяких ділянках траекторії лопать обтікається безвідривно, на інших - на лопаті виникає відрив потоку. Враховуючи цю обставину, була запропонована і використана в розрахунках відривно-безвідривна модель обтікання: лопать моделювалась тонкою пластиною зі сходом вихорової пелени із задньої кромки, а при виконанні певного критерію схід пелени здійснювався

також і з передньої кромки. Зазначений критерій базувався на місцевому куті атаки поблизу передньої кромки і враховував як форму профіля, так і масштабні розміри конкретної установки.

За результатами чисельного моделювання було визначено закон повороту лопатей, який дозволяє отримати найвищій розрахунковий коефіцієнт використання енергії потоку Ср при коефіцієнті швидкохідності λ_p = 1,2. На рис.3 наведено характерний приклад чисельної візуалізації обтікання при λр = 1,2. трьохлопатевого ротора з фіксованими лопатями (вгорі) і лопатями, що управляються за вказаним законом (внизу). Добре видно, що за ротором з фіксованими лопатями утворюється хаотичний вихоровий слід, а ротор з керованими лопатями утворює впорядковані вихорові структури, подібні до відомої доріжки Кармана.

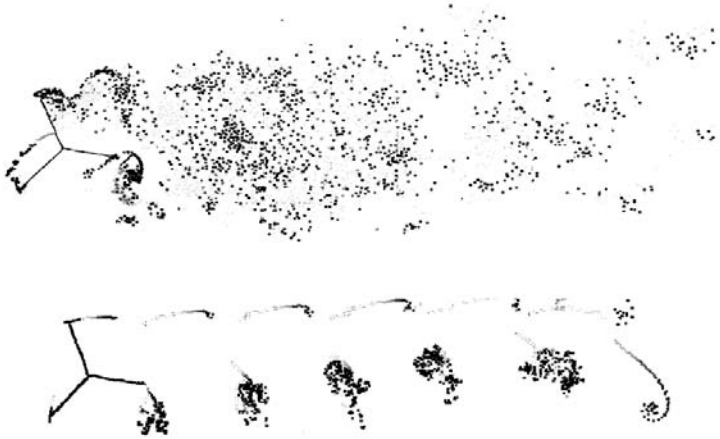


Рис.3. Чисельна візуалізація обтікання ротора з фіксованими і керованими лопатями.

Можна припустити, що саме внаслідок оцієї «впорядкованості сліду» ротор більш ефективно відбирає енергію у потоку. Відзначимо також, що при збільшенні чи зменшенні λр вказаний закон управління перестає бути оптимальним, слід стає хаотичним, а Ср стрімко падає, як в розрахунках, так і в експерименті.

Перелік посилань

1. RENEWABLES 2015 – Global Ststus Report // Renewable Energy Policy Network for the 21st Century/ -2015/ - 250p. www.ren21.net.
2. *Довгий С. А., Каян В. П., Кочин В. А., Лебедь А. Г.* Исследование влияния активного управления прямыми лопастями на рабочие

характеристики ветроротора Дарье // Прикладная гидромеханика. – 2010. - **12**. - №3. - С. 12-23.
3. Пат. 16097 Україна, МПК F 03 D 3/00, F 03 D 7/06. Вітросилова установка: / Бойко П.М., Довгий С.О., Каян В.П., Лебідь О.Г. // Промислова власність. – заявл. 22.02.2006; опубл. 17.07.2006, Бюл. №7. – С. 5.174.
4. *Довгий С. А., Голубев С. А., Лебедь А. Г., Черний Д. И.* Математические, вычислительные и технологические решения для выявления и использования нелинейных закономерностей в ветроэнергетике // Методы дискретных особенностей в задачах мат. физики: Труды XV Международного симпозиума (МДОЗМФ–2011), 2011. – С.175–180.

Портальні рішення та сучасні інструменти роботи із даними

Гуляєв К.Д.
(к.т.н, с.н.с., в.о. зав. відділом ІТГІП НАНУ)

Зростання об’ємів інформації та суттєвий ріст швидкості доступу до мережі Інтернет створили революцію у науковій та освітній сферах і, в той же час, ускладнили можливість роботи із даними, їх пошуку, актуалізації, співставлення, дослідження та обміну. Поява нових інструментів роботи із інформацією булла необхідним кроком для розвитку баз знань та систем навчання.

Створення сучасних веб-орієнованих портальних рішень є актуальною та перспективною темою в усіх галузях, особливо освіті. Саме тому відділом було опрацьовано досвід існуючих веб-ресурсів, а в результаті розроблено та впроваджено програмне рішення, яке являє собою портальне ріщення з великою кількістю інструментів, в тому числі й інтерактивної взаємодіїі з користувачем, а також веб-середовище дистанційного навчання на базі порталу з семантичним контент-управлінням інформацією та з інтерактивним зворотнім зв’язком. Приємно відзначити, що саме на базі вищезазначеного портального рішення було реалізовано науково-освітній веб-портал «Тарас Шевченко».

Портал включає найбільшу у світі базу знань про Т.Г. Шевченка щодо усіх аспектів його життя і творчості, мистецької і філософської спадщини, подій наукового і культурного життя, досліджень вчених-шевченкознавців і роздумів відомих людей про роль Т.Г. Шевченка в історії і сучасному житті України і світу. Принциповою відмінністю вказаної бази знань від традиційних є відкритий принцип її побудови і наповнення, є не пасивними спостерігачами раніше зібраних знань, а активними дослідниками, що спілкуються між собою, доповнюють і розвивають портал власними дослідженнями.

Завдяки синтезу потужної інформаційної бази та використанню кращих програмних рішень, науково-освітній веб-портал представляє собою сучасну та унікальну інформаційну платформу, яка надає своїм відвідувачам низку інтерактивних сервісів, таких як:

- Інтерактивна мапа
- Он-лайн перегляд оригінальних рукописних творів
- Таймлайн
- Віртуальні 3D тури
- Інтерактивний календар
- Розширений пошук
- Адаптація під мобільні пристрої

Окрім вищезазначених сервісів, на порталі міститься об'ємна і цінна база оцифрованих мистецьких творів Т.Шевченка, архівних документів, унікальних видань Т. Шевченка та досліджень про письменника, аудіо та відеофайлів.

Применение УМДВ, обобщенного для вязких вихревых сред для моделирования аэродинамики мембранного орнитоптера

Шеховцов А.В.
(Институт гидромеханики НАНУ, avshekhovtsov@gmail.com)

Усовершенствованный метод дискретных вихрей (УМДВ) [1], обобщенный для вязкой вихревой среды [2], был апробирован для моделирования аэродинамики упругого мембранного орнитоптера полуэллиптической формы в плане с размахом крыльев $L = 25$ см и общим удлинением $\lambda = 4.56$ [3].

Каждое крыло состояло из тонкого гибкого прямолинейного лонжерона (передней кромки) и двух нервюр, соединенных тонкой нерастяжимой мембраной. Крылья совершали симметричные возвратно-вращательные движения (махи) с частотами $f = 10; 15; 22$ Гц в горизонтальной плоскости вокруг общей корневой хорды (оси махов), испытывая крутку (перекладку хорд) вдоль размаха. Рассматривались махи в неподвижной среде ($V_\infty = 0$), а также случаи махов при наличии горизонтального невозмущенного потока вдоль плоскости симметрии: при $V_\infty = 5.5$ м/с и $V_\infty = 8.3$ м/с. Локальные числа Рейнольдса находились в пределах от $\boldsymbol{Re} = 5 \cdot 10^3$ до $\boldsymbol{Re} = 3.2 \cdot 10^4$.

Среда предполагалась несжимаемой и безвихревой в начальный момент времени. Крылья – непроницаемые, нерастяжимые и бесконечно тонкие.

Пренебрегалось вследствие малости: аэродинамическим взаимодействием между крыльями (рассматривались махи одного крыла); деформациями лонжерона в вертикальном направлении;

изменением расстояния от оси вращения крыла до любой точки лонжерона – до локальных плоскостей перекладки ($l_k = const$); деформациями нервюр и хорд крыла, а также их выходом из локальных плоскостей перекладки; течением вдоль размаха и индуктивными потерями.

Сделанные упрощающие предположения позволили свести трехмерную связанную задачу аэродинамики и упругости к решению n двумерных аэродинамических задач обтекания прямолинейной пластины с двумя степенями свободы: возвратно-поступательным колебаниям передней кромки пластины в горизонтальной плоскости $q_j(t) = l_j \varphi_j(t), \quad 0 \le j \le n$, где $\varphi_j(t)$ – локальный угол маха, и возвратно-вращательным колебаниям пластины вокруг ее передней кромки с локальным углом перекладки $\beta_j(t)$ (см. рис.1).

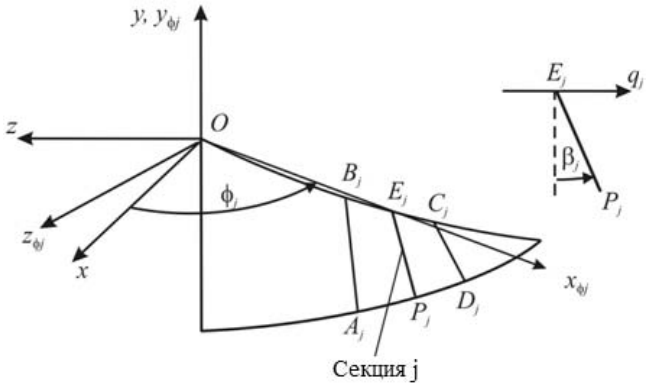


Рис.1 К постановке задачи

Кинематические законы изменения локальных углов $\varphi_j(t)$ и $\beta_j(t)$ были получены в эксперименте [3]. Локальному углу перекладки $\beta_j(t) = 0$ соответствовало вертикальное положение пластины.

Аэродинамические силы обезразмеривались на длину хорды расчетной секции крыла и характерную скорость:

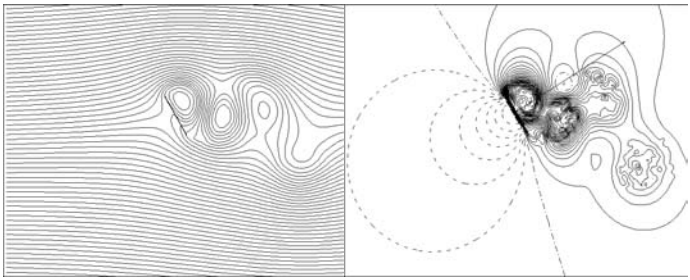
$$V_C = \sqrt{V_\infty^2 + (LF\Phi)^2} \ ,$$

где $\Phi = \varphi_{0\max} - \varphi_{0\min}$ – амплитуда махов прикорневой секции крыла.

Перепад давления на пластине, колеблющейся в режиме отрывного обтекания передней кромки, и поле давления в вязкой вихревой несжимаемой среде вычислялись при помощи обобщенной формулы Коши-Лагранжа [4].

Поскольку аэродинамические коэффициенты панелей крыла и расчетных двумерных аналогов предполагались равными, то аэродинамические коэффициенты трехмерного крыла вычислялись по формуле среднего арифметического взвешенного, где в роли весов брались отношения площадей панелей крыла к площади крыла.

Исследовался вклад сил различной природы в формирование нормальной силы на пластине [5]. Получено, что для рассматриваемых законов инерционные силы (за счет мгновенных присоединенных масс) доминируют (их вклад может превышать 100% – см. рис.3). При этом вклад сил циркуляционной и вихревой природы мал и отрицателен, несмотря на интенсивное вихреобразование вблизи крыла: см. рис.2, для которого при $t/T = 0.75$ $C_n \approx C_{ni}$ (см. рис.3).



а) б)

Рис.2 Линии тока с шагом 0.1 (а) и изобары с шагом 0.25 и вектором $\dot{C}_{n2}/2$ ***в ЦД (б) для среднего сечения крыла в момент времени t/T=0.75 при f=22Гц и*** $V_\infty = 8.3$ ***м/с***

Для предварительной оценки вклада мгновенных присоединенных масс крыла в формирование нормальной силы крыла, был введен новый безразмерный параметр – нормальное ускорение задней кромки крыла, взятое с отрицательным знаком:

$$a = -\ddot{\beta} - \ddot{q}\cos\beta .$$

Его физический смысл – нормальная компонента относительного ускорения невозмущенной среды в окрестности задней кромки крыла. Параметр годится только для случая вращения пластины вокруг своей передней кромки.

Расчеты показали, что поведение нормального ускорения a коррелирует с поведением коэффициентов аэродинамических сил с некоторым временным сдвигом (см. рис.3). В то же время, не было обнаружено никаких корреляций между поведением угла атаки, для которого справедлива формула:

$$\alpha = \begin{cases} -\pi/2 + \beta, & \dot{q} < V, \\ \pi/2 + \beta, & \dot{q} > V, \end{cases}$$

и коэффициентами сил. Это подтверждает полученный результат, что на данных режимах работы орнитоптера реализуется инерционный принцип создания аэродинамических сил.

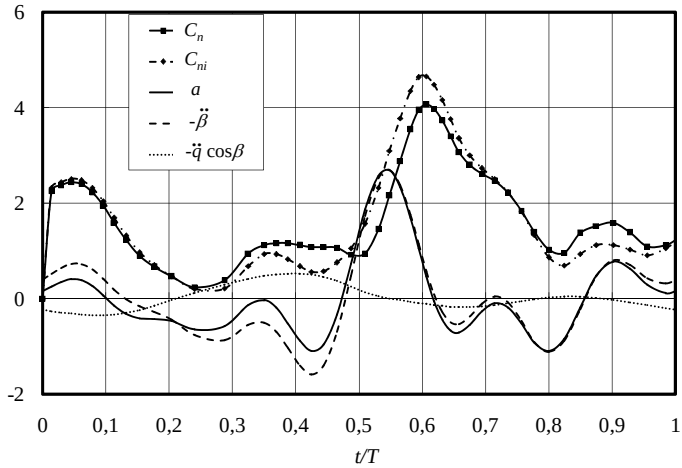


Рис.3 Демонстрация вклада инерционной компоненты в коэффициент нормальной силы среднего сечения крыла при f=22 Гц и V_∞ =8.3 м/с

Сопоставление результатов расчета с экспериментом [3] показало, что обобщенный УМДВ способен решать данные трехмерные задачи со средней точностью 14% для осредненных за период махов аэродинамических коэффициентов сил при среднем доверительном интервале в эксперименте 8%. При этом, для случая махов крыльев орнитоптера в потоке, среднее отличие расчетных средних аэродинамических коэффициентов сил от экспериментальных – 6,5%.

Литература

1. Dovgiy S.A., Shekhovtsov A.V. An Improved Vortex Lattice Method for Nonstationary Problems // Journal of Mathematical Sciences. – 2001. – Vol. 104, № 6, – P. 1615-1627. (То же: Довгий С.А., Шеховцов А.В. Усовершенствованный метод дискретных вихрей для нестационарных задач // Обчислювальна та прикладна математика. – 1997. – Вип. **2(82)**. – С. 30–44). http://link.springer.com/article/10.1023%2FA%3A1011325112413
2. Довгий С.А., Шеховцов А.В. Апробация УМДВ для класса задач о колебаниях крыла в вязкой среде с ограниченным решением на кромках // Вісник Харківського нац. університету. – 2009. – № 863.

Сер. "Математичне моделювання. Інформаційні технології. Автоматизовані системи управління". Вип. **12**. – С. 111–128. http://acretcija.narod.ru/Shekhovtsov_A.V-Approbation_the_IMDV_for_a_Class_o.pdf
3. Shkarayev S., Maniar G., Shekhovtsov A.V. Experimental and Computational Modeling of the Kinematics and Aerodynamics of Flapping Wing // Journal of Aircraft. – 2013. – Vol. 50, № 6. – С. 1734-1747. doi: 10.2514/1.C032053 http://arc.aiaa.org/doi/abs/10.2514/1.C032053
4. Shekhovtsov A.V. A Method for Evaluation of an Unsteady Pressure Field in a Mixed Potential-Vortical Domain Adjacent to the Rotating Wing // International Journal of Fluid Mechanics Research. – 2002. – Vol. 29, № 1. – P. 111-123. (То же: Шеховцов А.В. Метод расчета нестационарного поля давления в смешанной потенциально-вихревой области, прилегающей к вращающемуся крылу // Прикладная гидромеханика. – 2000. – Том 2 (74), N1. – С. 79-87). http://dl.begellhouse.com/journals/71cb29ca5b40f8f8,6f0c9aea60dcc7ce,308413fc53d67014.html
5. Shekhovtsov A.V. Inertial-vortical principle of animal flight // BIONA-report 12. – Stuttg, Jena, Lubeck: G.Fischer, Akad. Wiss. u. Lit., Mainz. – 1998. – P. 307-316. http://193.174.251.231/deutsch/NE_biona12.html

Моделирование влияния парковых зон на распространение вредных выбросов в жилых массивах

Буланчук Г.Г.
(ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», o_bulan@mail.ru)

Аэродинамические процессы в парковых зонах являются мало исследованными явлениями. При этом они оказывают существенное влияние на распространение пылевых загрязнений и газовых выбросов автотранспорта и промышленных предприятий вблизи жилых массивов. В связи с этим представляет интерес задача моделирования процессов распространения загрязняющих примесей при наличии парковой зоны. Актуальным является вопрос об оптимальном расположении самой парковой зоны и влиянии различных типов посадки деревьев на характер распространения примесей. При численном решении данной задачи использовалась модель идеальной жидкости, которая достаточно хорошо зарекомендовала себя при моделировании городской застройки[1 - 3]. Для исследования данного явления авторами была реализована программная среда моделирования, которая позволяет реализовать следующие действия:

1. с помощью графического манипулятора задавать и модифицировать городскую застройку (реализовать схематизацию расчетной области);
2. с помощью графического манипулятора задавать источники загрязнений (тип, форму, количество частиц, длительность выброса);
3. с помощью графического манипулятора задавать расположение и размеры деревьев.

При этом деревья моделируются правильными шестиугольниками. Преимуществом такой схематизации является следующее:
1. сходящие вихри имитируют достаточно значительную завихренность непосредственно в окрестности парковой зоны;
2. количество отрывов не является слишком большим, что ускоряет расчеты и, вследствие этого, позволяет быстро отслеживать влияние различных конфигураций парковой зоны на характер распространения загрязнений;
3. изменяя размер и расстояние между шестиугольниками (деревьями) можно имитировать различные типы посадки деревьев в парковой зоне.

При численном моделировании выброс загрязняющей примеси осуществляется на протяжении промежутка времени $t = 1.7$. Примесь полагается пассивной (не оказывала обратного влияния на характер течения). Была выбрана такая конфигурация городской застройки и положения источника пылевого загрязнения, когда при отсутствии деревьев выброс примеси через достаточно большой промежуток времени выносится за пределы застройки. Однако, в некоторые моменты времени концентрация вредных примесей вблизи жилых зданий чрезвычайно высока.

На рис.1 показан случай, когда деревья высажены внутри двора (примесь изображена темно коричневым цветом, направление ветра указывает стрелка). Видно, что к расчетному моменту времени значительное количество вредных веществ задерживаются внутри застройки на более длительный промежуток времени. Данный эффект объясняется тем, что деревья генерируют вихри, которые создают циркуляционные зоны внутри двора и способствуют задержке загрязнений внутри дворовой территории.

Далее рассматривалась ситуация, когда деревья находятся вне дворовой территории. Из Рис.2 видно, что неудачное расположение деревьев между застройкой и источником загрязнений может резко увеличить концентрацию вредных примесей внутри дворовой территории.

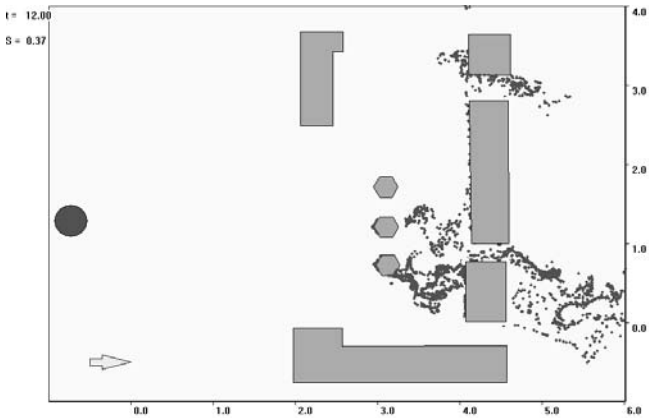


Рисунок 1. Расчет при наличии посадки внутри двора.

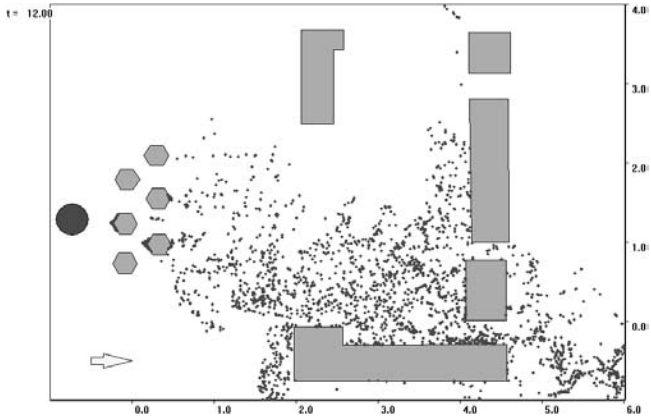


Рисунок 2. Расчет при наличии посадки вне двора.

На Рис.3 продемонстрирован случай увеличения числа деревьев. Видно, что увеличение количества деревьев приводит к следующим эффектам:

1) вредные примеси в меньшем количестве попадают внутрь дворовой территории за счет образования циркуляционных зон непосредственно за парковой зоной;

2) большее количество вредных веществ задерживается внутри посадки.

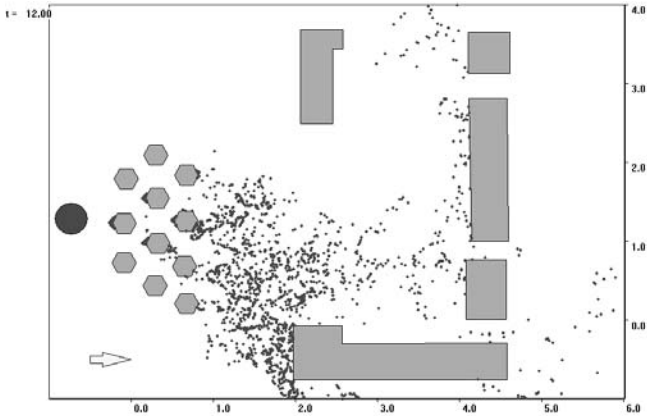


Рисунок 3. Расчет для случая большего массива деревьев.

Общий вывод таков, для нейтрализации вредных выбросов посадку деревьев следует осуществлять определив:

1) оптимальное расстояние от лесопосадки до жилых массивов;

2) оптимальную плотность и площадь посадки.

Была также создана программа для расчета трехмерного случая, но на данном этапе время расчета является достаточно большим, что не позволяет использовать ее для оперативной оценки влияния парковой зоны на распространение загрязнений.

Литература

1. Лифанов И.К., Гутников В.А., Скотченко А.С. Рекомендации по оценке аэрации территории в жилой застройке г. Москвы.¬–М.: Диалог-МГУ, 1997.–24с.
2. В.А.Гутников, В.Ю.Кирякин, И.К.Лифанов, А.Н. Сетуха. Математическое моделирование аэродинамики городской застройки.–М.: «Пасьва», 2002.–244с.
3. Довгий С.О., Буланчук Г.Г., Буланчук О.М. Моделювання аеродинаміки міських забудов. Вісник Сумського державного університету. Серія Технічні науки (Машинобудування)–№12(58). – 2003. –, с.72–76.

Використання методів дистанційного дослідження Землі із космосу при вирішенні завдань природно-ресурсного та оборонного характеру

Греков Л.Д. – д. т. н.
(ДНВЦ «Природа», Leonid.grekov@gmail.com)

Останнє десятиліття характеризується стрімкими темпами розвитку методів дистанційного дослідження Землі із космосу для вирішення широкого кола задач цивільного та військового характеру.

Передумови такого стрімкого зростання використання методів ДЗЗ пов'язані з:

- Значним збільшення обсягу і якості даних супутникового космічного моніторингу, зокрема підвищенням просторового, радіометричного та часового розрізнення;
- Появою ефективних технологій зберігання та розповсюдження супутникових даних як на комерційній так і на безоплатній основі;
- Розвитком інструментальних програмних технологій інтелектуальної тематичної обробки космічних знімків з використанням методів математичного моделювання;
- Розвитком математичних методів та алгоритмів цифрової обробки космічних знімків в інтересах різних прикладних областей діяльності;
- Розвитком програмно-технічних засобів презентації результатів інтелектуальної обробки космічних знімків кінцевим споживачам моніторингової інформації.

Ще на початку 90 – х років в Україні доволі інтенсивно розвивалися технології створення картографічних інформаційно-аналітичних систем з використанням методів просторового аналізу, математичного моделювання, застосуванням даних супутникових знімків, серед лідерів цього напрямку треба відзначити Науково-виробниче підприємство «Топаз-Інформ».

Серед актуальних проблем, які розглядалися з використанням ГІС технологій та методів дистанційного зондування в першу чергу треба виділити проблему ліквідації наслідків Чорнобильської аварії. Інформаційне забезпечення ліквідації наслідків аварії були вирішені завдяки створенню інформаційно-аналітичної системи «Інформчорнобиль». Саме при створенні цієї системи були розроблені перші вітчизняні ГІСи та на їх базі просторово моделюючі комплекси.

У зв'язку з переходом економіки України на ринкові засади, другою унікальною проблемою, яка вивчалася науковим колективом «Топаз-Інформ» разом з державним проектним інститутом "Промбудпроект» була проблема раціонального розміщення продуктивних сил на базі еколого-економічного просторово - розподіленного моделювання під

назвою «Промтериторія». В межах виконання цієї роботи була розроблена інформаційно-моделююча ГІС багатокритеріальної оцінки рівня збалансованості промислової території.

Третім важливим напрямком, пов'язаним з використанням космічних знімків та ГІС технологій була розробка системи реєстрації земельних ділянок та прав власності на них. Для вирішення цієї задачі була розроблена спеціалізована ГІС.

Результати цих розробок та їх подальший розвиток знайшли своє відображення в ряді монографій [1 - 4].

Треба відмітити, що хоча на сучасному етапі розвитку економіки в Україні ми не в змозі конкурувати зі світовими лідерами в сфері створення ефективних засобів космічного спостереження, та розробки інструментальних програмних засобів обробки даних ДЗЗ, в той же час науковий потенціал України дозволяє нам займати достойні позиції по напрямках розробки прикладних інформаційних і математичних моделей на базі даних дистанційного зондування з використанням технології просторового аналізу для вирішення різноманітних господарських, управлінських, природоохоронних, ресурсних та військових задач.

Розробку таких систем можна умовно розділити на наступні етапи:

- Вибір інформаційних джерел та регламенту отримання даних, зокрема супутникових даних, картографічних даних, наземних спостережень.
- Попередня обробка космічних знімків, яка включає радіометричну, атмосферну корекцію, проектування, прив'язку та ортотрансформування.
- Комплексування даних космічних знімків та картографічних даних з метою виділення та векторизації об'єктів потрібного класу.
- Цифровий аналіз даних космічних знімків з метою обчислення найбільш інформаційних ознак (індексів) просторових об'єктів уваги.
- Проведення просторового аналізу отриманих даних з використанням методів математичного моделювання, статистичного аналізу, методів штучного інтелекту.
- Синтез результатів аналізу у вигляді векторних та растрових карт та таблиць.
- Розробка спеціалізованого WEB додатку (геопорталу) для організації доступу користувачів до результатів.

В межах цієї схеми знайшли практичну реалізацію ряд прикладних систем моніторингу з використанням даних дистанційного зондування.

Однією з найбільш динамічних сфер української економіки на сьогоднішній день є сільське господарство, а подальше підвищення його

ефективності можна досягти при регулярному використанні методів дистанційного зондування.

При існуючій ефективності сільськогосподарського виробництва в Україні середній прибуток з 1 га ріллі складає 200-300 $ США, витрати на річний моніторинг 2- 3 $ США, по оцінкам західних спеціалістів при цьому економія ресурсів складає 4 - 6 $ США, а підвищення врожайності 10 – 12 $ США на 1 га.

Практичний досвід організації космічного моніторингу регіонального рівня набутого нами на базі використанням безкоштовних космічних знімків Modis, Landsat 8 та платних космічних знімків угрупування супутників RapidEye та Deimos засвідчують ефективність такого моніторингу для вирішення комплексу задач:

- Картографічний облік земель сільськогосподарського призначення, створення контурів агрономічних полів, оцінка реальних площ;
- Виявлення фактів нецілого використання сільськогосподарських земель;
- Контроль додержання сівозмін та структури посівних площ;
- Виявлення та картографування ерозійних процесів;
- Контроль рівня вегетації на кожному окремому полі;
- Аналіз розподілу біомаси на полі, виявлення зон неоднорідності, ранжирування полів по рівню розвитку;
- Оцінка посівних площ для основних груп культур;
- Оцінка врожайності.

Результати здійснення моніторингу стають доступними для замовників засобами спеціалізованого WEB додатку – геопорталу через підключення замовлених тематичних сервісів.

Загальна структура моніторингу сільськогосподарських земель представлена на схемі (рис. 1).

Перспективною галуззю використання технології дистанційного зондування Землі безперечно є природоохоронна діяльність, раціональне використання природних ресурсів та запобігання надзвичайним ситуаціям природного та техногенного характеру.

Для вирішення задач раціонального природокористування ефективно використовувати безоплатні космічні знімки низького, середнього розрізнення Modis, Landsat 8 та численні ресурси, що надаються на платній основі космічними апаратами високого та надвисокого розрізнення.

Спектр таких задач є дуже широким, зокрема:

- Моніторинг якості і забруднення поверхневих вод;
- Контроль стану лісових масивів та виявлення незаконних вирубок;
- Стан ґрунтів (засолення, підтоплення, забруднення техногенним пилом);

Рисунок 1. Загальна структура моніторингу сільськогосподарських земель

- Виявлення незаконного будівництва об’єктів різних типів;
- Виявлення нелегальних полігонів складування твердих відходів, звалищ;
- Виявлення браконьєрської розробки корисних копалин;
- Виявлення негативних природних та техногенно-спровокованих процесів.

Рис. 2 демонструє фрагмент космічного знімку та фотографію незаконного кар’єру.

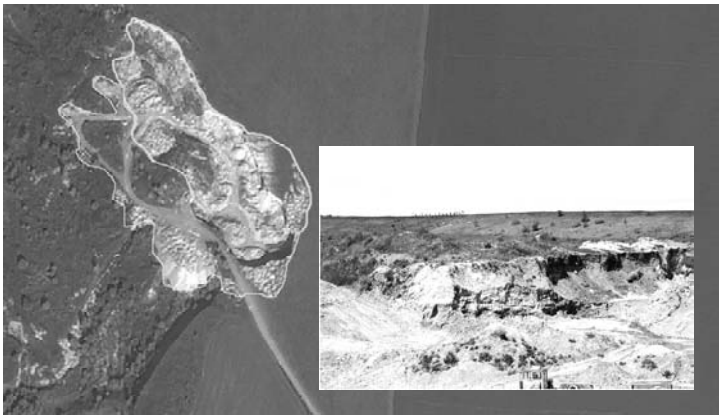


Рисунок 2. Фрагмент космічного знімку та фотографія незаконного кар’єру.

Рис. 3 демонструє фрагмент космічного знімку та фотографію незаконного будівництва в природно-заповідній зоні.

Рисунок 3. Фрагмент космічного знімку та фотографія незаконного будівництва в природно-заповідній зоні.

Військовий конфлікт на сході України породжує цілий комплекс актуальних задач оборонного характеру. При вирішенні деяких з них ефективно використовувати методи дистанційного зондування Землі, з використанням даних середнього, високого на надвисокого розрізнення зокрема:

- Актуальне картографічне забезпечення зони військових дій, динамічне відображення оперативної обстановки.
- Виявлення стаціонарних укріплень супротивника, маршрутів переміщення техніки та живої сили
- Оцінка економічних збитків нанесених бойовими діями

При вирішені останньої задачі зокрема було виявлено наступні типи пошкоджень земель сільськогосподарського призначення:

- пошкодження внаслідок вибухової дії снарядів і мін (воронки);
- пошкодження внаслідок пересування важкої техніки (колії);
- пошкодження внаслідок горіння посівів;
- пошкодження внаслідок горіння стерні;
- пошкодження внаслідок горіння пасовищ;
- пошкодження внаслідок ведення вогню із РСЗО;
- пошкодження внаслідок інженерного облаштування (окопи, траншеї).

Також в результаті обстежень були виявлені місця знищення лісового фонду внаслідок горіння, які були виділені в окремий тип пошкоджень. Рис. 4 демонструє фрагмент космічного знімку з пошкодженнями внаслідок ведення вогню із РСЗО.

Рисунок. 4. Фрагмент космічного знімку з пошкодженнями внаслідок ведення вогню із РСЗО.

Нами була проведена оцінка збитків від бойових дій на тестовій території Старобешівського району Донецької області, яка склала:

- внаслідок вибухової дії снарядів і мін (воронки) – **42 230 грн.**;
- внаслідок пересування важкої техніки – **10 548 грн.**;
- внаслідок горіння стерні – **754 459 грн.**;
- внаслідок горіння пасовищ – **106 668 грн.**;
- внаслідок ведення вогню із РСЗВ – **5 443 грн.**;
- внаслідок інженерного облаштування – **32 304 грн.**;

Сумарні збитки для тестової території – **951,65 тис. грн.**

Сумарні збитки для усієї території Старобешівського району – **8 651,4 тис. грн.**

Пошкодження лісового фонду на тестовій території – **1 720 000 грн.**

Література

1. Довгий, С.О. Інформатизація аерокосмічного землезнавства: моногр. /С.О. Довгий, В.І. Лялько, О.М. Трофимчук, Л.Д. Греков та інші. – К.: Наукова думка, 2001.-606 с.
2. Греков, Л.Д. Космічний моніторинг забруднення земель техногеннім пилом: моногр. /Л.Д. Греков, Г.Я. Красовський, О.М. Трофимчук. – К.: Наук. Думка, 2007. – 123 с.
3. Греков, Л.Д Георасределенные производственные системы часть 2 Размещение на земной поверхности, оптимизация магистральных систем, космический мониторинг: моногр./ Л.Д Греков, В.М. Илюшко, О.Е Федорович. – К. Изд. Сергея Пантюка, 2014. – 205 с.
4. Илюшко, В.М. Георасределенные производственные системы часть 1 Анализ, моделирование, проектирование: моногр./В.М. Илюшко, О.Ф. Федорович, О.Н. Замирец, Л.Д. Греков. – Харьков. ХАИ, 2011. – 250 с.

Геомоделі в завданнях еколого – економічних оцінок земель та моніторингу їх використання

Красовський Г.Я.
(Національний аерокосмічний університет ім. Жуковського М.Є. «ХАІ»)

Земельні ресурси їх природно-історичним ландшафтом є одним з найважливіших компонентів національного багатства України. Ефективне використання цього ресурсу в економічному обігу можливе за умови його достовірного еколого-економічного оцінювання. Проблематика об'єктивної такої оцінки земельних ресурсів передбачає застосування спеціальних системних заходів щодо раціонального природокористування, що мають спрямовуватися на мінімізацію інтегральних техногенних впливів на земельний покрив, на планування площ посівів сільськогосподарських культур у відповідності до графіків сівозмін та на збалансування ступеня оброблення земель з їх якістю. Треба мати на увазі, що в розвинених державах світу в сільському господарстві в останні роки високі темпи впровадження отримали технології точного землекористування. Один із їх головних принципів полягає в індивідуальному підході до основних характеристик окремих земельних масивів - рельєф, просторовий розподіл ґрунтового та агрохімічного складу, просторово- часова динаміка вологості та температури грунту, графік сівозмін. Особливої практичної ваги в рамках означеної проблематики набувають технології визначення та моніторингу первинних даних, які використовують в процедурах еколого-економічної паспортизації земельних ресурсів та управління ефективним землекористуванням. У сучасному землеробстві, з поглибленням процесів спеціалізації виробництва, зростає роль сівозмін. Ні добрива, ні зрошення, ні пестициди, які застосовуються при вирощуванні сільськогосподарських культур, не дають можливості повністю позбутися від бур'янів, шкідників і хвороб. Більше того, чим краще вгноюється або зрошується земля, тим більше сприятливі умови створюються для розвитку бур'янів і хвороб. Сівозміни є основою стабільності землеробства, оскільки вони позитивно впливають на ґрунтові режими - поживний, водний, повітряний і тепловий, сприяють активній детоксикації шкідливих речовин, визначаючи, таким чином, весь комплекс умов розвитку складного агробіоценозу, найважливішою складовою якого є рослини. Наукові принципи побудови сівозмін передбачають правильний підбір попередників і оптимальне об'єднання одновидових культур з дотриманням припустимої періодичності їхнього повернення на те саме поле. При такому підході сівозміни насамперед виконують основну біологічну функцію - фітосанітарну й дозволяють максимально зменшити обсяги застосовуваних хімічних засобів захисту рослин. Порушення і знищення сівозмін стали причинами

нераціонального та неефективного використання земель та їх охорони. Недотримання заходів охорони земель, збільшення антропогенного негативного впливу на сільськогосподарські землі, скорочення обсягів меліоративних, культурно-технічних робіт, порушення системи землеробства призводять до погіршення якості земель.

Як свідчить аналіз ситуації щодо забезпечення ефективної охорони родючості ґрунтів в Україні, в сучасних умовах господарювання переважною більшістю землевласників і землекористувачів ігноруються основні закони землеробства, насамперед з повернення у ґрунт поживних речовин, які були винесені з урожаєм. Практично повсюдно порушуються науково обґрунтовані сівозміни, не витримується структура посівних площ, які перевантажені посівами соняшника й іншими енергоспоживаючими культурами.

Для забезпечення раціонального використання та охорони земель, здійснення завдань сівозмін з одночасним отриманням землекористувачем максимуму прибутку від господарської діяльності на земельних ділянках, згідно з главою 33 Земельного Кодексу України здійснюється моніторинг земель. Його основним завданням є «прогноз еколого-економічних наслідків деградації земельних ділянок з метою запобігання або усунення дії негативних процесів». Можливості традиційних технологій моніторингу сівозмін, раціонального землекористування, планування заходів по охороні сільськогосподарських земель, особливо на регіональному та національному рівнях, можуть бути суттєво розширені шляхом залучення сучасних методів дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) та інструментарію геоінформаційних систем (ГІС). Тематичне дешифрування космічних знімків у середовищі сучасних ГІС- платформ зокрема дозволяє:

- проводити інвентаризацію сільськогосподарських земель, планувати земельні ділянки, визначати геодезичні параметри земельних масивів;
- здійснювати моніторинг сівозмін, виявляти землі, що не використовуються, контролювати раціональне використання сільськогосподарських угідь;
- виявляти і прогнозувати ареали проявів та інтенсивності процесів вітрової і водної ерозії, а також впливу на сільськогосподарські культури несприятливих метеорологічних чинників - вимерзання, посуха;
- визначати локалізацію незаконного перепрофілювання сільськогосподарських земель;
- здійснювати сезонний моніторинг сільськогосподарських земель у завданнях підвищення ефективності виробництва сільськогосподарської продукції - визначення динаміки меж

снігового покриву, зеленої хвилі, оцінок площ вимерзання озимих культур, ступеню вологості, температури поверхні ґрунтів, т. і;
- оцінювати реальний стан земель с/г призначення;
- оптимізувати співвідношення земельних угідь;
- оптимально планувати відновлювальні роботи (зрошування та осушування, вапнування та гіпсування);
- формувати екологічно безпечні агроландшафти;
- підвищувати відновлювальний потенціал земель і відтворення родючості ґрунтів;
- оптимізувати норми і площі внесення добрив.

Отриману інформацію, у формі геомоделей, доцільно якомога ширше залучати до завдань еколого-екомічних оцінок земель, моніторингу землекористування і охорони родючості ґрунтів.

Фахівцями Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, Національного аерокосмічного університету ім. Жуковського М.Є. «ХАІ» і Центру прийому і обробки спеціальної інформації і контролю навігаційного поля НЦУІКС Державного космічного агентства України розроблені технології синтезу геомоделей для завдань еколого-економічної оцінки земель та моніторингу їх використання і охорони. Технології базуються на методах тематичного дешифрування космічних знімків і інструментарію сучасних ГІС - платформ. Сутність цих технологій докладно розгянута в підготовленій до публікації в наступному році монографії «**Геомоделі в завданнях еколого-економічних оцінок земель та моніторингу їх використання**». В монографії розглянуто традиційні і запропоновано нові технології інформаційної підтримки рішень з питань управління сільськогосподарською діяльністю.

Монографія орієнтована на фахівців з питань охорони і раціонального використання земельних ресурсів, цифрової обробки і тематичної інтерпретації космічних знімків, розробки предметно орієнтованих геоінформаційних систем, аспірантів і студентів навчальних закладів зі спеціальностей охорони навколишнього природного середовища, землекористування, екологічної безпеки.

Кооперативна ресурсна модель збалансованого розвитку та практичні проблеми її реалізації

Полумієнко С.К., Рибаков Л.О.
(Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, serge_pol@ukr.net)

В [1, 2] були розглянуті основи теоретико-ігрового підходу до вирішення проблеми сталого розвитку. В першій з цих робіт розглядалася стратегічна теоретико-ігрова модель, що включала

традиційні відокремлені соціальні, економічні та екологічні фактори сталого розвитку, які відображалися в підмоделях вихідної моделі. Значна складність цієї моделі та необхідність знаходження конструктивного вирішення проблеми призвели до побудови на основі цієї моделі ресурсної моделі збалансованого технологічного розвитку [2], яка утворюється як кооперативна гра різних учасників системи, що споживають та створюють її ресурси, та не розподіляються по її соціальній, екологічній та економічній підсистемах.

Також не розглядаються стратегії, тобто різноманітні дії учасників (гравців) та їх коаліцій, спрямовані на одержання виграшів та досягнення своїх інтересів, а аналізується результат їх виконання виходячи з взаємного узгодження стратегій. Реалізація такого узгодження відповідає меті сталого розвитку та не є обмежуючим припущенням. Крім цього, воно має виходити з визначення спільного інтересу гравців та коаліцій, яким є примноження спільних ресурсів за умови збереження їх балансу.

Такий підхід дозволив сформувати значно простішу кооперативну ресурсну модель збалансованого розвитку [2], рішення якої й має надавити сукупну стратегію розвитку одночасно для всіх учасників системи та реалізує компроміс їх інтересів Зупинимося на основних положеннях цієї моделі.

Нехай $vol_{m,l}$ та $pr_{m,l}$ – обсяг та вартість m-го виду ресурсів у регіоні країни l (надалі індекс опускається). Тоді величина

$$rs_{m,l}(t_k) = vol_{m,l}\, pr_{m,l}(t_k) \Big/ \sum_l vol_{m,l}(t_k) pr_{m,l}(t_k)$$

є відносним в порівнянні з іншими регіонами країни обсягом ресурсу m в момент часу t_k, $t_k \in [t_0, T]$, $0 \le rs_{m,l}(t_k) \le 1$. Таке визначення дозволяє уніфікувати змістовно різні ресурси, наприклад, кількість населення, площа території обсяг питної води тощо.

Стан компонент ресурсів $rs_m(t_k)$ залежить від всіх коаліцій $c \in C$ та видів їх діяльності, які будемо позначати через w, $w = 1,...,W$. Тоді необхідний баланс є узгодженням руйнівних та відновлювальних стратегій коаліцій по деталізованих по c та w компонентах ресурсів $rs_{m,c,w}(t_k)$.

Покладемо, що в ситуації $sit(t_k)$, тобто при певному наборі стратегій, обраному всіма коаліціями, стан компоненти ресурсів $rs_l(sit(t_k))$ визначається співвідношеннями

$$rs_{m,c,w}(sit(t_k)) = Ars_{m,c,w}(sit(t_k)) - Drs_{m,c,w}(sit(t_k)) + rs_m(t_k\text{-}1),$$

$$rs_m(sit(t_k)) = \sum_{w=1}^{W} \sum_{c \in C} rs_{m,c,w}(sit(t_k) + rs_m(sit(t_{k\text{-}1})$$

де $Ars_{m,l,c,w}(sit(t_k))$ та $Drs_{m,l,c,w}(sit(t_k))$ – додані та витрачені коаліцією с величини ресурсів за компонентою m за видом діяльності w, а $rs_m(t_k\text{-}1)$ – величина $rs_m(sit(t))$ в попередній момент часу t_k-1. Тоді сума

$$rs_c(sit(t_k)) = \sum_{m=1}^{M}\sum_{w=1}^{W} rs_{m,c,w}(sit(t_k))$$

підсумкові зміни, зроблені коаліцією $c \in C$ по всьому вектору ресурсів.

Визначимо характеристичну функцію [3], що ставить у відповідність кожній коаліції $c \in C$ найбільший виграш $v(c)$ (поділ), який вона впевнено одержує в ситуації $sit(t_k)$, тобто в результаті певної домовленості коаліцій щодо набору своїх стратегій,

$$v(c, t_k) = \max_{Sit(t_k)} \min(rs_c(sit(t_k))$$

Таким чином, маємо кооперативну гру

$$\Gamma R_l(t_k) = < rs_l(t_k), C, Sit(t_k), v_l(c,t_k)$$

з характеристичною функцією $v_l(c,t_k)$, $Sit(t_k)$ - множина всіх допустимих ситуацій.

Рішення гри визначається на основі вектору Шеплі [3 - 4], відповідний йому поділ й є необхідним балансом ресурсів у взаємодії учасників системи. При цьому найбільш ефективними будуть збалансовані стратегії, які дають максимальний обсяг ресурсів. Його збільшення веде до поліпшення стану та зростання потенціалу регіону. Стратегії гравців та коаліцій при цьому є різнобічними технологіями, що використовуються в процесі споживання та створення ресурсів.

Гру контролює гравець вищого рівня, який представляє владу регіону, його законодавство, норми поведінки, традиції тощо. Метою цього гравця є збільшення сукупного обсягу ресурсів регіону, що відповідає завданням його розвитку за умови конкуренції з іншими регіонами, та, водночас, забезпечення балансу ресурсів системи та інтересів коаліцій.

Але цей баланс, вимагаючи спільного підходу учасників системи до узгодженого як індивідуального, так і колективного, до того ж збалансованого, розвитку стикається з багатьма проблемами, які суперечать збалансованим стратегіям, знайденим в побудованій кооперативній ресурсній моделі.

Іншими словами, за допомогою моделі можуть бути знайдені оптимальні стратегії розвитку, які суперечать звичній поведінці учасників системи в її вихідному стані. Причому цей стан, швидше за все, не є збалансованим з точки зору і поточної практики, і побудованої моделі. Саме стратегії розвитку повинні перевести систему в такий стан і

зберігати баланс у перспективі. Таким чином, приходимо до проблеми визначення не тільки стратегій збалансованого розвитку, а й обсягів споживання та створення ресурсів, які мають бути прийнятними для учасників системи, узгодженими між ними та задовольняючими їх інтереси.

В зв’язку з цим варто згадати ламу Оле Нідала, що сказав: «Будь-які старання досягти тривалого щастя за допомогою обумовлених причин просто не дають ефект. Особливо в момент смерті стає зовсім очевидно, що в останній сорочці немає кишень, як кажуть датчани... При погляді на заводи, вулиці, будинки та машини стає очевидно, що все це було створено тому, що люди хочуть відчувати щось приємне. Лікарні й в'язниці, з іншої сторони, були побудовані, щоб уникнути певних видів страждань. Насправді люди постійно намагаються змінити зовнішні умови з метою одержання гарної віддачі» [5].

Також цікаві рядки з Будди: «Моє та ваше розуміння щастя різні. Ви розглядаєте щастя з погляду обставин одного вашого життя, а я - не тільки з точки зору цього життя, але й з точки зору всіх своїх втілень і втілень всіх живих істот, що перебувають у втіленні на планеті Земля або очікують свого втілення. Тому наше з вами розуміння щастя буде різним. Але ми зможемо наблизити наші розуміння щастя друг до друга, якщо ви дозволите собі вийти за рамки ваших уявлень про навколишню дійсність» [6].

Подібні судження є й в інших релігіях, вони дуже близькі до концепції сталого розвитку, але разом з ними в реальному житті успішно співіснують прагнення до збагачення, жадібність та ін., втім, як і... золочені храми. Концепція сталого розвитку, практично порушена в буддизмі, сама претендує на те, щоб стати якщо не релігією, то нормами поведінки, що випливають із необхідності подальшого виживання цивілізації.

Категорія щастя тут згадана як, мабуть, ключовий приклад протиріччя між теоретичними концепціями та реальними потребами й діями людей, але ж саме цей дисбаланс треба змінити в результаті досягнення збалансованого розвитку. Також слід додати, що розуміння балансу відрізняється в різних країнах, регіонах, соціальних групах у рівні їх життя, звичках, традиціях тощо. Людині важко визначити верхню межу задоволення. Достатньо згадати відомий розподіл багатства - 5% населення контролює його 95%. Як і раніше, щастя багатших людей забезпечено низькими доходами людей бідних. Звучить як комуністичний маніфест...

Але, крім цього, знайденому балансу інтересів суперечить детермінована ринком необхідність стабільного зростання компаній, курсу їх акцій, забезпечення підвищення доходів співробітників та добробуту населення в цілому. Зміна таких традиційних норм вимагає,

перш за все, інших підходів до оцінок рівня економічного розвитку та стабільності, виховання усвідомленого обмеження обсягів споживання та накопичення, чого не було раніше. Реалізація ж балансу вимагає заміни інтересів корпоративного та індивідуального накопичення пріоритетами створення довготривалих корисностей спочатку суспільного, а вже потім індивідуального значення. Також необхідно відійти від використання суто ринкової вартості ресурсів до їх оцінки як підґрунтя сукупного збалансованого розвитку. Стан розвитку суспільства, країни, регіону має вимірюватися рівнем забезпеченості сукупними ресурсами.

До них, крім природних, сьогодні відносять людей, фінанси, засоби виробництва, технології, інформацію, - тобто все, що створило суспільство на основі природних ресурсів і може використовувати або не використовувати у своїх цілях, робити це правильно або неправильно, ефективно, на основі балансу інтересів нинішнього та майбутнього поколінь або ні. У цілому людство не може відтворювати природні ресурси, хоча витрачає їх у зростаючих обсягах. Загальноприйнятого балансу необхідних людині ресурсів теж не знайдено.

Вочевидь, з точки зору досягнення балансу першим кроком є зміна поняття ефективності життєдіяльності людей. Сьогодні існує багато її визначень, пов'язаних, насамперед, з економічними системами. Зокрема [7], економічно ефективним прийнято вважати такий спосіб виробництва, при якому підприємство не може збільшити випуск продукції без збільшення витрат на ресурси й одночасно не може забезпечити той же обсяг випуску, використовуючи меншу кількість ресурсів одного типу, не збільшуючи при цьому витрати на інші ресурси. Соціально-економічною ефективністю володіє та економічна система, що найбільшою мірою забезпечує задоволення різноманітних потреб людей: матеріальних, соціальних, духовних, гарантує високий рівень і якість життя. Інше близьке визначення - функціонування фірми називається Х ефективним, якщо вона виробляє при наявному наборі ресурсів і найкращій з доступних технологій максимальний можливий обсяг продукції [8] .

В обох випадках ефективність спирається на ресурси, причому, якщо це - природні ресурси, то ми приходимо до поточної проблеми найбільш ефективного знищення навколишнього середовища. Саме ефективність можна вважати підгрунтям проблеми збереження природи й сталого розвитку. Про протиріччя ефективності зі збалансованістю розвитку взагалі не треба говорити, особливо, якщо додати зростаючі корпоративні та індивідуальні потреби.

Розповсюдженим є принцип оптимальності за Парето, який є частковим випадком принципу оптимальності за вектором Шеплі та визначає, що добробут суспільства досягає максимуму, а розподіл

ресурсів стає оптимальним, якщо будь-яка зміна цього розподілу погіршує добробут хоча б одного суб'єкта економічної системи. Але тут знову виникає проблема порівняльної оцінки рівня добробуту - забезпеченості необхідними для життя матеріальними, соціальними й духовними благами. Суб'єкти системи продовжуватимуть прагнути поліпшити свій добробут, неминуче порушуючи знайдений оптимальний за Парето стан системи.

Тобто, від проблеми побудови моделі збалансованого розвитку приходимо до проблеми порівняльного аналізу різноманітних ресурсів, співвідношення та балансу рівнів забезпечення ними, справедливості їх розподілу, а також балансу інтересів учасників системи.

Такі оцінки відображають тільки кількісну сторону проблеми, та недостатні у визначенні індивідуального та колективного сприйняття й розуміння, що таке є оптимальне використання ресурсів, його достатності, що є «добре» у наявності та використанні ресурсів і що є - «погано». Таке сприйняття вимагає певного, мабуть, досить тривалого виховання, а також певних державних норм, обмежень і штрафів, які також вимагають законодавчого прийняття. Відпрацювання відповідних формальних оцінок використання ресурсів та їх оптимальності саме повинно становити основу таких документів і одночасно бути їх наслідком.

Домінуючий вплив технологічного розвитку на стан країни, її позиції в світовій економіці, рівень життя населення, стан навколишнього середовища підказує додаткові можливості вирішення зазначених проблем - визначення та застосування найбільш відповідних певному регіону, спільноті сучасних технологій для ефективної збалансованої корпоративної стратегії створення сукупних ресурсів, які до того ж користуються попитом на світовому та національному ринках.

Література

1. Полумієнко С.К., Рибаков Л.О. Основні концепції теоретико-ігрової моделі сталого розвитку // 13 Міжнародна конференція «Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях. Київ-Пуща-Водиця, 2014. С. 233 - 244.
2. Полумієнко С.К., Рибаков Л.О. Теоретико-ігрова ресурсна модель збалансованого технологічного розвитку Математичне моделювання в економіці, Київ, 2015, №1, с. 53 – 61.
3. Данилов В.И. Лекции по теории игр. – М.: Российская экономическая школа, 2002. - 141 с.
4. Ауман Р., Шепли Л. Значения для неатомических игр. - М.: Мир, 1977. - 357 с.

5. Оле Нидал. О счастье. Речь на семинаре по психологии в Базеле, Швейцария. - http://www.buddhism.ru/lama-ole-nidal-o-schaste.
6. Будда и счастье. - http://www.cecsi.ru/coach/happiness_buddha.html.
7. Эффективность. // Экономический словарь. - http://dic.academic.ru/dic.nsf/econ_dict/16954.
8. Leibenstein, H. Allocative Efficiency and X-Efficiency // The American Economic Review, 56 (1966), pp. 392–415.

Радіаційна стійкість та механізми метаміктного розпаду структури мінералів під впливом автоопромінення

*Радчук В.В., **Брик О.Б.
(*Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України; **Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України)*

Дослідження радіаційної стійкості мінералів та гірських порід, а також механізмів розпаду структури мінералів під впливом радіаційного опромінення, має велике значення для вирішення проблем радіаційної мінералогії, радіаційного матеріалознавства, фізики нанорозмірних систем, а також проблем, пов’язаних з ізоляцією радіоактивних відходів [1,2]. Відомо, що під впливом радіаційного опромінення має місце руйнування кристалічної структури мінералів, яке має назву метаміктного розпаду. Під метаміктним станом мінералів розуміють такий стан, при якому мінерал, зберігаючи зовнішні морфологічні ознаки кристалу, не має регулярної кристалічної решітки, що є першопричиною цих морфологічних ознак. Найбільш типовим представником мінералів, які схильні до перетворення на метаміктній стан, є циркон.

Метаміктний циркон і процеси, що ведуть до руйнування кристалографічного порядку в структурі цього мінералу, є предметом інтенсивних досліджень впродовж багатьох років. За цей час накопичений величезний об’єм інформації як про процеси метаміктизації, так і про внутрішню структуру метаміктних цирконів. Огляд досягнень в цій області мінералогії можна знайти в роботах [1, 2]. Незважаючи на великі успіхи в розв’язанні проблем, пов’язаних з метаміктними мінералами, багато важливих питань в цій області досліджень залишаються вивченими недостатньо. Це пов’язано з тим, що на процеси метаміктного розпаду мінералів одночасно можуть впливати багато чинників.

Нами досліджено особливості структурі метаміктних цирконів, а також механізми аморфізації цирконів під впливом автоопромінення за допомогою електроного парамагнітного резонансу, ядерного магнітного

резонансу, рентгеноструктурного аналізу, а також комп'ютерного моделювання.

Структура циркону (просторова група $I4_1/amd$) визначається ланцюжками тетраедрів $[SiO_4]$ і додекаедрів $[ZrO_8]$. Хімічний склад циркону не постійний. В значних кількостях в ньому можуть знаходитися такі елементи, як U, Th, Hf, рідкоземельні елементи, вода та інші домішки. Високі концентрації Hf в цирконі (до одиниць відсотків) і радіоактивних елементів (до 10 %) зазвичай пояснюють ізовалентним ізоморфним заміщенням цирконію елементами Hf, U та Th.

Першопричиною метаміктизації природних цирконів є альфа-розпад актиноїдів ^{235}U та ^{232}Th, в результаті якого утворюються альфа-частинка та ядро віддачі. У випадку атома урану альфа-частинка має енергію 4,5–5,5 МеВ, в той час, як ядро віддачі має енергію 70–100 кеВ. При оцінці радіаційного пошкодження, що формується різними частинками з різними енергіями, важливо оцінити, чи витрачається їх енергія на пружні процеси (зміщення атомів) або на непружні процеси (іонізація). Це визначається відносною швидкістю бомбардуючої частинки і швидкістю орбітальних електронів атома-мішені. Якщо швидкість частинки нижча за швидкість орбітальних електронів, то вірогідність збудження електронної оболонки мала і велика частина енергії передається ядру атома. Проте, якщо швидкість частинки вища, ніж швидкість орбітальних електронів, то домінуватиме збудження електронної оболонки. Завдяки перерахованому вище, альфа -частинка витрачає свою енергію в основному на іонізацію, в той час, як ядро віддачі витрачає енергію на пружні взаємодії.

Під дією авторадіації, окрім зміни ступеню досконалості кристалічної решітки, змінюється багато інших характеристик циркону. Параметри елементарної комірки, густина та оптичні характеристики кристалічних та метаміктних цирконів істотно неоднакові. Під дією авторадіації параметри елементарної ґратки циркону збільшуються, а густина зменшується і, крім того, має місце значне зниження механічних характеристик циркону.

При великих дозах авторадіації ($D > 6\times10^{18}$ розпадів/г) кристалічна структура циркону пошкоджується та переходить в суміш аморфних та кристалічних фаз $ZrSiO_4$, ZrO_2 та SiO_2. Процеси відновлення кристалічної структури циркону, що стимулюються лабораторним відпалом зразків, істотно залежать від поглиненої дози авторадіації. При $D < 2\times10^{18}$ розпадів/г відпал в температурному інтервалі 950 – 1100 ºС призводить до повного відновлення структури циркону. При $D > 6\times10^{18}$ розпадів/г відпал при вказаних значеннях температури не призводить до відновлення структури циркону, оскільки синтез циркону з ZrO_2 та SiO_2 не відбувається.

Дослідження, що виконані за допомогою різних методів, показують, що залежність ступеню метаміктності, властивостей та фазового складу циркону від дози авторадіації мають складний та неоднозначний характер. Ця неоднозначність обумовлена багатьма факторами. Ефективність процесів метаміктизації цирконів під дією авторадіації може залежати від інших (нерадіоактивних) домішок в його структурі. Ці домішки, як правило, знижують стійкість кристалічної решітки і сприяють процесам метаміктизації. Інший істотний фактор, який утруднює встановлення зв'язку між дозою авторадіації і властивостями цирконів, обумовлений наступним. Метаміктні циркони через погіршення механічних властивостей і формування тріщин значною мірою піддаються дії вторинних геохімічних процесів. Ці процеси, та нерівномірність розподілу U та Th в структурі ускладнюють опис процесів метаміктизації цирконів.

Склад, кількість, та місця локалізації домішок в різних фазах метаміктних цирконів можуть бути вивчені за допомогою електронного парамагнітного резонансу (ЕПР). Методом ЕПР можна досліджувати різного роду радіаційні дефекти, які формуються в процесі метаміктного розпаду, визначати місця локалізації цих дефектів та досліджувати вплив відпалу на радіаційні дефекти, локалізовані в різних мінеральних фазах метаміктних цирконів. При вивченні метаміктних цирконів особливий інтерес мають сигнали ЕПР, обумовлені не домішковими, а власними дефектами кристалічної структури цирконів. До таких власних дефектів відносяться радикали SiO_m^n, пов'язані з SiO_4-тетраедрами різного ступеню дефектності. Визначаючи кількість, місця локалізації і механізми формування вказаних власних дефектів кристалічної решітки, можна отримати детальну інформацію про процеси метаміктного розпаду і про властивості метаміктних цирконів.

Одним з найпродуктивніших методів дослідження процесів формування різних мінеральних фаз, що виникають при метаміктному розпаді циркону, є ядерний магнітний резонанс (ЯМР). Основними ядрами, які можуть бути досліджені методом ЯМР в цирконі, є ядра ізотопу ^{29}Si (поширеність 4,7 %, ядерний спін ½) і протони ^{1}H, які присутні у формі води і гідроксильних груп. Ефективність ЯМР досліджень метаміктних цирконів полягає у наступному. Сигнали ЯМР від ядер, локалізованих в різних кристалічних решітках і в однакових решітках з різним ступенем кристалічності, вдається зареєструвати окремо. Відповідно, на підставі даних ЯМР можна зробити висновки про фазовий склад зразків, що досліджуються, та про ступінь кристалічності цих фаз. Крім того, використовуючи методику крос-поляризації, можна визначити, в різних або в одних і тих же фазах локалізовані ядра, що досліджуються. Можливості ЯМР досліджень суттєво зростають при

використанні цього методу спільно з іншими методами, такими як рентгеноструктурний аналіз та ЕПР. Дані ЯМР показали ефективність цього методу у визначенні ступеню кристалічності циркону, типів води і її кількості в кристалічній і аморфній фазах мінералу. Перевага ЯМР перед рентгеноструктурним аналізом у визначенні ступеню кристалічності полягає в тому, що в спектрах ЯМР окремо проявляється як кристалічна, так і метаміктна фази.

Нами була розроблена модель дискретної аморфізації циркону, яка дозволяє описувати результати експериментальних досліджень, виконаних за допомогою рентгеноструктурного аналізу. Експериментальні дослідження проведені для зразків акцесорних цирконів з різним ступенем метаміктності. Рентгенографічні дослідження виконані на дифрактометрі ДРОН-3М із Co K_α-випромінюванням. Склад кристалічної фази в досліджених зразках визначений методом внутрішнього стандарту, в якості якого використана кам'яна сіль. Виходячи з приведених експериментальних даних, механізм метаміктного розпаду цирконів можна представити таким чином. При розпаді домішкових радіоактивних елементів під дією ядер віддачі утворюються аморфні області з шириною δ, які охоплюють кристаліти з різних боків . При цьому розмір областей когерентного розсіяння Λ зі збільшенням кількості аморфних областей зменшується. В рамках розглянутої моделі механізм утворення метаміктних мінералів носить істотно дискретний характер. При цьому метаміктний зразок можна представити як аморфну матрицю, в якій присутні кристалічні острівки (кристаліти) з досить правильною структурою. Орієнтація кристалічних осей кристалітів відповідає зовнішній огранці кристалу. Останнє сприяє ефективній рекристалізації зразку при його прогріванні, оскільки кристаліти грають роль центрів рекристалізації.

Ефективність розглянутого механізму визначається величиною δ, яку можна назвати параметром дискретної аморфізації (ПДА). Величина ПДА визначається особливостями хімічних зв'язків в мінералі, загальною дефектністю матриці, наявністю в ній сторонніх домішок та іншими генетичними чинниками. Зменшення величини δ веде до збільшення радіаційної стійкості мінералів та призводить до неможливості переходу мінералу в метаміктний стан. На основі отриманих даних можна зробити висновок, що для досягнення того ж ступеню метаміктності зменшення δ в 10 разів вимагає (при однаковому віці мінералів) збільшення кількості радіоактивних домішок в 10^3 разів. Тому залежно від величини параметра δ одні зразки можуть, а інші (до складу яких навіть входять радіоактивні елементи) не можуть перейти в метаміктний стан.

Отримані результати є важливими для розв'язання мінералогічних, геохронологічних і матеріалознавчих проблем. Вони можуть бути

корисні для опису особливостей механізмів дифузії іонів в метаміктному цирконі та, відповідно, для вдосконалення методів датування геологічних об’єктів. Приведені результати є важливими також для радіаційного матеріалознавства і для вирішення проблем, пов’язаних з ізоляцією радіоактивних відходів. Крім того, оскільки процеси метаміктного розпаду циркону відбуваються з формуванням нанорозмірних систем, що володіють особливими властивостями,то метаміктний циркон можна розглядати як зручний об’єкт для вирішення завдань наномінералогії і нанофізики.

Література

1. Радчук В.В., Гречановский А.Е.. Брик А.Б., Шабалин Б.Г. Компьютерное моделирование радиационно-стимулированных процессов в минералах в святи с решением минералогических, материаловедческих и экологических задач (часть первая) // Збірник наукових праць «Екологічна безпека та природокористування». 2013, випуск 13, С. 143 – 171.
2. Радчук В.В., Гречановский А.Е.. Брик А.Б., Шабалин Б.Г. Компьютерное моделирование радиационно-стимулированных процессов в минералах в святи с решением минералогических, материаловедческих и экологических задач (часть вторая) // Збірник наукових праць «Екологічна безпека та природокористування». 2014, випуск 14, С. 206 – 223.

Гідроекологічні дослідження на основі комплексної оцінки

Томченко О.В., Хижняк А.В., Федоровський О.Д.
(ДУ «Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України», AVSokolovska@i.ua, tomch@i.ua, adfedorovsky@ukr.net)

Водні об'єкти являють собою складні системи, аналіз яких відбувається на різних рівнях абстрактного опису з урахуванням ієрархії їх складових: ландшафтних комплексів, гідрологічних, геологічних, гідробіологічних та гідрохімічних характеристик. При цьому оцінка екостану водного об'єкта відбувається на основі узагальненого критерію, фактично інтегруючого результати досліджень, отриманих в різних наукових напрямках [1, 2]. В цій публікації ми використовуємо поняття «гідроекологія» − як наука, що вивчає водні екосистеми, їхні структури і закономірності функціонування, зумовлені взаємодією гідробіонтів як між собою, так і з навколишнім водним середовищем [3]. Яка в свою чергу, тісно пов'язана з гідрологією, гідрохімією, гідробіологією та ін. науками.

Використання інформації космічного геомоніторингу дозволяє не тільки оперативно отримувати зображення водних об'єктів, що займають великі площі, а й фіксувати зміни їх характеристик у часі та просторі.

Так, дешифрування космічних знімків водних об'єктів дозволяє за рядом ознак визначити особливості гідрографічної мережі та гідрологічного режиму, тип біотопів, аквальні ландшафти та їх структуру. За супутниковими знімками можна досить впевнено виділити ділянки заболочування і заростання, обчислювати площі, зайняті вищою водною рослинністю (ВВР) і незарослі акваторії, відслідковувати розвиток явищ "цвітіння води" [4, 5].

Для дистанційних аерокосмічних досліджень в гідроекології пропонується [6] процес інтеграції наукових знань називати: «мультидисциплінарний науковий напрямок» з визначенням методичної основи, як: інтеграція теоретичних положень, методів і моделей, інформаційних матеріалів та експериментальних результатів з різних наукових дисциплін на основі методів системного аналізу (рис.1).

Методи системного аналізу. Розробка та впровадження методів й моделей системного аналізу в технологію використання матеріалів аерокосмічної зйомки сприяють розширенню функціональних можливостей космічного моніторингу і створюють методичну основу для формування нового науково-методичного напрямку вирішення завдань природокористування – інтеграції наукових результатів, отриманих у суміжних наукових дисциплінах. За допомогою методів системного аналізу обґрунтовуються найбільш раціональні математичні моделі використання космічної інформації при вирішенні тематичних завдань природокористування, моделюється та прогнозується розвиток процесів, що досліджуються.

Гідрологія. Функціонування водних екосистем багато в чому пов'язано з впливом гідрологічних умов на складові компоненти екосистем. Як показали дослідження, рівень і ступінь проточності водойм є факторами, що найбільш істотно впливають на стан водної екосистеми як середовища існування біоти, а також на якісні характеристики води. Змінюючи внутрішній і зовнішній водообмін, рівень води, швидкість течії, можна регулювати самоочисну здатність і біопродуктивність водойм.

Описані в роботі [10] методика і розроблена в ЦАКДЗ програма були випробувані на прикладі класифікації водної рослинності і визначення якості води в гирловій зоні ріки Прип’яті [11].

У результаті обчислень досліджувані ділянки були віднесені до 12 типів ПТК. За розподілом останніх у гирловій зоні ріки було дано якісну оцінку хімічного складу води. Віднесення досліджуваної ділянки до конкретного типу гідрологічних параметрів проводиться за максимальним значенням функції приналежності. На основі розроблених математичних моделей для мезокомбінацій, гідрологічних умов, типів зарослих водною рослинністю ПТК і гідрохімічних параметрів створено алгоритм, який дозволить в автоматичному режимі класифікувати

сукупність гідрологічних умов і аналізувати екологічний стан різних водних екосистем.

Рис. 1. Концептуальна схема мультидисциплінарного аналізу аерокосмічної і наземної інформації методами системного аналізу при гідроекологічних дослідженнях.

Гідробіологія. Основним компонентом біоти більшості водних екосистем та їх найбільш чуттєвою ланкою є вища водна рослинність, як представник базового трофічного й середовище формуючого рівнів.

При дистанційних аерокосмічних дослідженнях ряду водних об'єктів для оцінки їх екологічного стану були обрані найбільш репрезентативні і надійно дешифровані за космічними знімками біологічні складові, на основі яких сформовані індикаторні критерії. Так, при дослідженні ресурсного потенціалу гідроекосистеми озера Світязь за період 1988-

2009 рр. [7] у його зарослевій зоні були виділені наступні складові-індикатори: прибережні чагарниково-болотні комплекси; водно-болотні комплекси; непорушені прибережні піщані мілководдя; літоральні комплекси "водних" очеретів; літоральні комплекси рдесників; деградовані прибережні піщані мілководдя. Додатково були проаналізовані показники середньої температури води за літній період та рівень води по роках. На основі вибраних складових і проведених мультифрактальних досліджень матеріалів дешифрування космічних знімків як критерій оцінки екологічного стану озера Світязь було прийнято фрактальна розмірність D_q при q = –4, коефіцієнт кореляції якої з експертними оцінками по роках дорівнював r = 0,78 [8].

Виконані дослідження, як у випадку озера Світязь, так і Київського водосховища [9], свідчать про наявність статистичної залежності між наземними, в тому числі, експертними оцінками екологічного стану водних об’єктів та оцінками, здійсненими за космічними знімками з подальшою обробкою отриманих даних методами фрактального аналізу та багатокритеріальної оптимізації.

Гідрохімія. Формування гідрохімічного режиму вод Київського водосховища відбувається під впливом багатьох факторів, основними з яких є гідрометеорологічні умови (температура, вітер, освітлення), гідрологічний режим (наявність або відсутність водообміну, рівневий режим), типи ґрунтів та життєдіяльність водних організмів. За період існування Київського водосховища у його гідрохімічному режимі відбулося ряд змін, приміром, середньорічна температура води в ньому зросла на 1,2-1,5°С, а водообмін послабився на 7% [12].

Загалом нами було проаналізовано 25-річну динаміку 38 гідрохімічних показників наземних статистичних спостережень держгідрометслужби стану якості води Київського водосховища. При цьому розрахунки коефіцієнтів кореляції з метою оцінки впливу процесів ландшафтоперетворень та перерозподілу площ зарослих мілководь на гідрохімічний режим водосховища показали наявність взаємозв'язків зміни площ зарослих акваторій із значеннями лише ряду гідрохімічних чинників: концентраціями розчиненого у воді діоксиду вуглецю, хлору (висока кореляція) та показниками вмісту іонів міді, біхроматної окислюваності, кольоровості води, вмістом завислих речовин (значна кореляція). Для інтегральної оцінки забруднення води був обраний критерій на основі методу багатокритеріальної оптимізації – $F_{назем.}$, який може бути використаним на рівні з показниками інтегральних індексів розрахованими загальноприйнятими методами.

Гідрогеологія. Відомо, що важливу роль в накопиченні донних відкладів водоймищ відіграє рельєф дна, який визначається переважно сучасними вертикальними рухами по розломах. Крім того, по зонам розломів відбувається інтенсивна фільтрація води з розчинними у неї

компонентами на глибину. Ці явища мають особливо значення для дослідження стану донних відкладів Київського водоймища у якому накопичено багато радіонуклідів, пов’язаних з аварією на Чорнобильській АЕС.

З метою дослідження літоральної міграції донних відкладів та розподілу радіонуклідів були використані матеріали структурного дешифрування різночасових космічних знімків різної просторової розрізненності (“Океан-О”, “SPOT” і “Landsat”). Враховуючи порівняно невелику ширину водоймища (середня – 8,4 км, максимальна – 12 км), виділені на берегах структури були екстрапольовані у межи дна водоймища. Крім того, було виконано аналіз морфології рельєфу по топографічним картам різних років, враховані матеріали наземних геофізичних досліджень навколишньої суші, а також дані гідробіологічних, гідроекологічних, радіоекологічних досліджень Київського водоймища і р. Прип'яті.

В результаті проведених досліджень була складена структурна схема району на якій показані розломи, блоки, кільцеві структури й вузли перетинання розломів, тобто всі структури, що впливають на латеральне переміщення відкладів та вертикальну проникність гірських порід і фільтрацію підземних вод.

Виходячи з проведених досліджень найбільш небезпечною структурою з погляду забруднення підземних вод радіонуклідами є північній частині водоймища, де сходяться Прип'ятський і Дніпровський відроги. У цьому місці перетинаються порушення Одесько-Тальновської, Південної прибортової, Тетерівскої зон розломів і одного із субширотних порушень Північно-Української горстової зони. Крім того, у цьому районі розташована кільцева структура, що активна на сучасному етапі розвитку.

Висновки

Результати застосування системного підходу на основі дистанційних і наземних гідроекологічних досліджень наглядно показали ефективність інтегральної оцінки стану водних екосистем із залученням знань з різних наукових дисциплін: екології, гідробіології, гідрології, гідрохімії, геології.

Набутий у ході досліджень Київського водосховища, понизових ділянок Дніпра, озера Світязь та досвід комплексного використання різнодисциплінарних матеріалів може бути використаний у якості методичної основи для оцінки інших територій України.

Література

1. Соколовська А. В. Використання системних методів аналізу космічної інформації ДЗЗ для визначення екологічного стану антропогенно змінених ландшафтів / А.В.Соколовська, О.В.Томченко

//: матеріали 13-ї Міжнародної конф. [«Геоінформатика – теоретичні і прикладні аспекти»], (Київ, Україна, 13–16 травня 2013). – К.: Наукова думка, 2013. – С. 1–6.
2. Федоровский А.Д. Оценка экологического состояния водоемов с использованием космической информации / А.Д.Федоровский, Л.А.Сиренко, Э.Л.Звенигородский, И.Ю.Иванова, К.Ю.Суханов, В.Г.Якимчук // Космічна наука і технологія. – 1996. – №5-6. – С.103–106.
3. Романенко В.Д. Основи гідроекології: Підручник для студентів екологічних і біологічних спеціальностей вищих навчальних закладів / В.Д.Романенко // К.: Обереги, 2001. – 728 с.
4. Пат. 104662 Україна, Спосіб дешифрування оптичних аномалій на аерокосмічних знімках / О.Д.Федоровський, В.Г.Якимчук, А.В.Соколовська, О.В.Томченко; власник патенту ДУ "Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук НАН України". – № а 2012 09156; заявл. 25.07.2012; опубл. 25.02.14, Бюл. № 16–1 с.
5. Fedorovsky A.D. Use of the remote control for revealing sites of danube with various speed of water stream on the basis of phytoindication / Fedorovsky A.D., Dychenko T.N, Sirenko L.A. // 32. Konferenz der IAD. Wien / Osterreich. – 1997. – С. 211 – 215.
6. Соколовская А.В. Методические основы дистанционных аэрокосмических исследований в природопользовании, как мульти-междисциплинарное научное направление / А.В.Соколовская, А.Д.Федоровский // Український журнал дистанційного зондування Землі – 2015. – № 4. – С. 10–25. http://ujrs.org.ua/ujrs/index
7. Артюшенко М.В. Мультифрактальный анализ биоразнообразия и ценотической структуры сообщества растений по данным дистанционного зондирования / М.В.Артюшенко, Л.Н.Зуб, Л.В.Подгородецкая, А.Д.Федоровский // Доповіді Національної академії наук. – 2011. – № 9. – С. 132-141.
8. Підгородецька Л.В. Використання інформації космічного геомоніторингу для оцінки екологічного стану водойм на прикладі озера Світязь / Л.В.Підгородецька, Л.М.Зуб, О.Д.Федоровський // Космічна наука і технологія. 2010. – Т.16 № 4. – С. 51-56.
9. Томченко О.В. Використання методу багатокритеріальної оптимізації матеріалів ДЗЗ та наземних даних для оцінки екологічного стану Київського водосховища // Екологічна безпека та природокористування: Зб. наук. праць. – К., 2014. – Вип. 15. – С. 31-39. наука 2015.– №8.– С.27-39.
10. Федоровський О.Д., Суханов К.Ю. Якимчук В.Г. Д’яченко Т.Н. Методичні аспекти класифікації аквальних ландшафтів в зоні шельфу

// Глобальная система наблюдений Черного моря. МГИ НАН України, Севастополь, 2000. С. 24-29.
11. Fedorovsky A.D., Suhanov K.Yu., Yakimchuk V.G. The estimation of ecological condition of natural water systems with use of system approach / International Archives of Photogrammetry and Remote Sensung. Vol. XXXII, Part 7, Budapest, 1998, P. 706-707.
12. Абіотичні компоненти екосистеми Київського водосховища / за ред. В.М. Тімченко. – Київ: Логос, 2013. – 60 с.

Информационные технологии поддержки принятия решений в коммуникационных сетях с дискретными потоками

Трофимчук А.Н., Васянин В.А.
(Институт телекоммуникаций и глобального информационного пространства НАН Украины, Киев, Украина, itelua@kv.ukrtel.net)

Рассматривается концептуальный подход к построению автоматизированной информационно-аналитической системы поддержки принятия решений (АИАС ППР) для управления процессами обработки и распределения мелкопартионных дискретных потоков в иерархических коммуни-кационных сетях с использованием технологий инфраструктуры пространственных данных (ИПД) и геоинформационных систем (ГИС) [1]. Обсуждаются вопросы создания инструментария и информационной платформы (портала) для автоматизации процессов принятия решений в задачах оперативного управления, текущего планирования и перспектив-ного развития для магистральных транспортных сетей и опорных сетей передачи данных.

Целью создания АИАС ППР является повышение эффективности функционирования коммуникационных сетей за счет снижения дефицитных материальных, сырьевых, энергетических, финансовых и трудовых ресурсов на основе предложенной методологии математического моделирования процессов обработки и распределения дискретных потоков и комплекса мер информационно-аналитического обеспечения и автоматизации процедур принятия решений в управлении потоками [2-19].

Сетевая структура представлена тремя уровнями иерархии и включает четыре типа узлов (рис. 1). Приводятся принципы функционирования иерархической структуры и технология обработки и транспортировки потоков для всех типов узлов. АИАС функционирует в масштабе реального времени и позволяет эффективно управлять нелинейными и нестационарными процессами обработки и распределения потоков на всех уровнях сети. Обосновывается использование группы задач текущего планирования как методологической основы-ядра для решения задач оперативного

управления процессами обработки и распределения потоков, а также для решения задач перспективного развития сети.

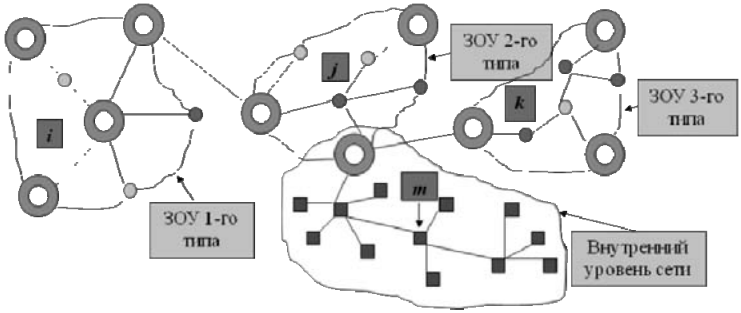


Рис. 1. Где i, j, k, m — соответственно узлы 1-го, 2-го, 3-го и 4-го типов, ЗОУ— зона обслуживания узла

На рис. 2 показана примерная структурная схема АИАС ППР для транспортной сети, которая представляет собой информационно-картографическую систему на базе ИПД, ГИС и распределенной вычислительной сети. В главном узле управления размещаются центральный геопортал, распределенная база данных и метаданных, база знаний, специализированное программное обеспечение, ГИС- сервер, веб-сервер, прикладное программное обеспечение магистрального уровня. Во всех магистральных узлах размещаются локальные (зональные и внутренние) базы данных, специализированное и прикладное программное обеспечение.

АИАС включает глобальную сеть передачи данных, соединяющую все узлы магистральной сети и локальные вычислительные сети (ЛВС) в магистральных узлах.

Для транспортной сети ИПД и ГИС обеспечивают всем диспетчерским службам интерактивный картографический доступ к наборам пространственных данных, характеризующих состояние узлов и транспортных магистралей в реальном времени, а также к решению различных задач прогнозирования, анализа, перспективного развития, текущего планирования и оперативного управления на всех уровнях иерархии сети перевозок. Доступ может осуществляться через ведомственные каналы связи или Интернет посредством веб-серверов и обычного веб-браузера (например, Internet Explorer).

Информационно-картографическая система предоставляет возможность работать с многослойной электронной картой узлов и транспортных магистралей сети перевозок. На карте можно одновременно или в любой комбинации видеть узлы, их зоны обслуживания (ЗОУ), транспортные магистрали, выделенные фрагменты сети (полигоны), маршруты движения транспортных средств, плановую

и текущую загрузку узлов и транспортных средств на маршрутах движения, объемы неотправленных вовремя грузов в узлах сети и множество другой информации, характеризующей сеть перевозок. При этом можно изменять масштаб изображения, переключаться на разные слои электронной карты, вызывать различные прикладные программы.

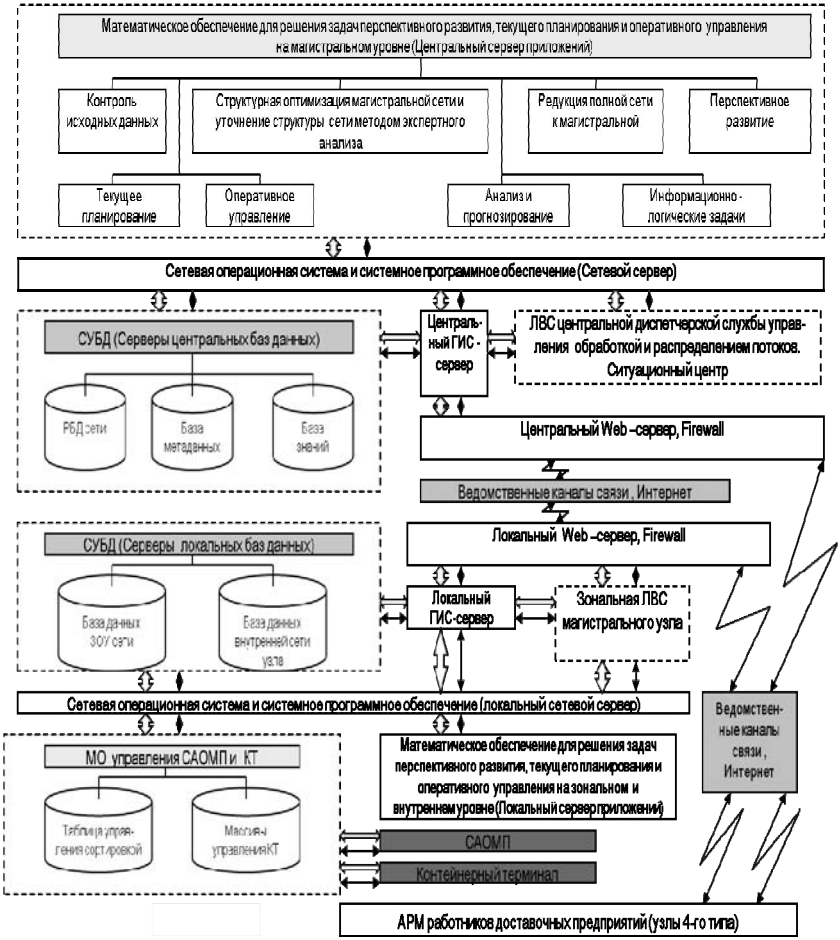


Рис. 2. Примерная структурная схема АИАС ППР для транспортной сети

В магистральных узлах первого типа могут размещаться автоматизированные системы управления технологическими процессами сортировки мелкопартионных грузов (САОМГ) и обработки контейнеров на контейнерном терминале (КТ), работающие в реальном масштабе времени. Для управления САОМГ и КТ используются

таблицы управления сортировкой и информационные массивы управления контейнерным терминалом. Эта управляющая информация является результатом решения задач текущего планирования и оперативного управления обработкой и распределением потоков грузов на магистральном и зональном уровнях транспортной сети.

Вся необходимая оперативная информация о сети (объемы суточных потоков в узлах сети, маршруты и провозные возможности магистрального транспорта, пропускные способности узлов и множество другой текущей информации) поступает в распределенную базу данных (РБД) через аппаратуру передачи данных и ведомственные каналы связи или Интернет от магистральных узлов и доставочных предприятий (узлов четвертого типа). В РБД хранится и обновляется с определенной периодичностью вся информация, необходимая для решения задач управления системой перевозок на магистральном уровне. Назначение базы данных заключается не только в поддержании в актуальном состоянии исходных информационных массивов, но и в хранении результатов решения всех задач управления на магистральном уровне. База метаданных содержит стандартизованный набор сведений — каталог обо всех существующих информационных ресурсах сети и их расположении в АИАС. В базе знаний располагается и накапливается информация для оперативного реагирования и принятия решений в случае возникновения внештатных ситуаций. База знаний и ситуационный центр используется в экспертно-обучающей системе диспетчеров при анализе и выборе альтернативных вариантов выхода из критических состояний сети (перегрузках маршрутов и узлов, отказов сортировочного оборудования и контейнерных терминалов и т. п.).

Центральный ГИС сервер осуществляет требуемую функциональную геообработку и визуализацию данных на рабочих местах ЛВС центральной диспетчерской службы магистральных перевозок и экране ситуационного центра. Управление базами данных осуществляется системами управления базами данных (СУБД). Web-серверы с межсетевой защитой (Firewall) обеспечивают разграниченный доступ различных пользователей к ресурсам системы управления перевозками.

Создание АИАС ППР и ее внедрение в деятельность государственных и коммерческих транспортных предприятий позволит:

– рассчитать основные технико-эксплуатационные и экономические показатели функционирования транспортной сети;
– повысить эффективность функционирования сети в реальном масштабе времени за счет оптимизации схем обработки и перевозки грузов;
– оперативно управлять процессами обработки и перевозки грузов в случаях возникновения внештатных ситуаций за счет своевременного их обнаружения и перераспределения потоков;

– планировать поэтапное развитие сети с учетом коммерческого риска вложения инвестиций в условиях нестабильности экономики и девальвации ресурсов;
– снизить затраты на проектирование, моделируя различные варианты транспортной сети в интерактивном режиме оптимизации, изменяя топологию, иерархическую структуру, потоки, маршруты транспортных средств, всевозможные параметры и ограничения транспортной модели, и из семейства полученных результатов выбрать наилучший вариант с учетом выбранной функции цели и принятых ограничений.

Литература

1. Андрианов В.Ю. Инфраструктура пространственных данных // ArcReview. — 2006. — № 2. — http://www.datap.ru/Arcrev/Number_37/1_SDI.html.
2. Трофимчук А.Н., Васянин В.А. Моделирование упаковки, распределения и маршрутизации мелкопартионных потоков в многопродуктовой сети // Проблемы управления и информатики. — 2015. — № 4. — С. 132-146.
3. Трофимчук А.Н., Васянин В.А. Методика решения задачи оптимизации упаковок для управления перспективным развитием узлов коммуникационной сети // Кибернетика и системный анализ. — 2014. — № 4. — С. 88-99.
4. Васянин В.А., Трофимчук А.Н. Линейные целочисленные модели распределения потоков в задачах проектирования и анализа многопродуктовых коммуникационных сетей // Екологічна безпека та природокористування: Зб. наук. праць. — Київ, 2013. — Вип. 12. — С. 147-165.
5. Васянин В.А., Трофимчук А.Н. Задача выбора иерархической структуры многопродуктовой коммуникационной сети с мелкопартионными дискретными потоками // Екологічна безпека та природокористування: Зб. наук. праць. — Київ, 2012. — Вип. 10. — С. 182-204.
6. Васянин В.А., Трофимчук А.Н. Выбор пропускных способностей дуг при оптимизации упаковок мелкопартионных потоков в многопродуктовых коммуникационных сетях // Екологічна безпека та природокористування: Зб. наук. праць. — Київ, 2012. — Вип. 9. — С. 181-200.
7. Васянин В.А., Трофимчук А.Н. Автоматизация процессов принятия решений в многопродуктовых коммуникационных сетях с мелкопартионными дискретными потоками // Екологічна безпека та природокористування: Зб. наук. праць. — Київ, 2010. —Вип. 5. — С. 172-213.

8. Trofymchuk O., Ushakova L., Vasyanin V. On complexity of one variety of the packing problem // VI International Conference on Optimization Methods and Applications «Optimization and applications» (OPTIMA-2015) held in Petrovac, Montenegro, September 27 - October 3, 2015, Petrovac, Montenegro: Proceedings. — Moscow, Russia: ESC Dorodnicyn Computing Centre of RAS, Russia, 2015. — P. 175-176.
9. Трофимчук А.Н., Ушакова Л.П., Васянин В.А. О вычислительной эффективности алгоритма Краскала со списочной и древовидной структурой данных // Інформатика та системні науки (ІСН-2015): матеріали VI Всеукраїнської науково-практичної конференції за міжнародною участю, (м. Полтава, 19-21 берез. 2015 р.). — Полтава: ПУЕТ, 2015. http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/2458
10. Трофимчук А.Н., Васянин В.А. Задачи текущего планирования процессов обработки и распределения мелкопартионных потоков в коммуникационных сетях в автоматизированной информационно-аналитической системе поддержки принятия решений // VIII Всероссийская научная конференция с международным участием «Математическое моделирование развивающейся экономики, экологии и технологий (ЭКОМОД-2014)», посвященная 80-летию академика А.А. Петрова и 100-летию академика Г.С. Поспелова, 21-24 октября 2014 г., Москва, ВЦ РАН: тезисы докладов, 2014. — С. 84.
11. Trofimchuk A.N., Ushakova L.P., Vasjanin V.A. Management and decision making in hierarchical communication networks with discrete flows // V International Conference on Optimization Methods and Applications «Optimization and applications» (OPTIMA-2014) held in Petrovac, Montenegro, September 28 - October 4, 2014, Petrovac, Montenegro: Proceedings. — Moscow, Russia: ESC Dorodnicyn Computing Centre of RAS, Russia, 2014. — P. 187-188.
12. Трофимчук А.Н., Васянин В.А. Линейные модели распределения целочисленных многопродуктовых потоков в коммуникационных сетях // Materials of the International Scientific - Practical Conference «Information Control Systems and Technologies» (ICST-ODESSA-2014), September 23-25, 2014, Odessa: Proceedings. — Odessa, Ukraine: ESC “ONMU”, 2014. — P. 207-210.
13. Трофимчук А.Н., Васянин В.А. Об одном подходе к декомпозиции задачи распределения и маршрутизации мелкопартионных потоков в многопродуктовой сети // 16-th International conference on System Analysis and Information Technologies (SAIT2014), May 26 - 30, 2014, Kyiv: Proceedings. — Kyiv, Ukraine: ESC “IASA” NTUU “KPI”, 2014. — P. 162.
14. Трофимчук А.Н., Васянин В.А. О перспективном развитии узлов и оперативном перераспределении потоков в многопродуктовой транспортной сети // Modelare matematică, optimizare şi tehnologii

informaționale: Materialele Conferinței Internaționale, Chişinău, 25-28 martie 2014 / red. resp.: Dumitru Solomon; col. red.: Dumitru Gortolomei [et al.]. — Chişinău: Evrica, ATIC, 2014 (Tipogr. AŞM). — P. 472-484. — Antetit.: Academia de Transporturi, Informatică şi Comunicații.

15. Трофимчук А.Н., Васянин В.А. Оптимизация процессов обработки и распределения потоков мелкопартионных грузов в иерархической многопродуктовой транспортной сети // Sisteme de transport şi logistică: Materialele Conferinței Internaționale, Chişinău, 11-13 decembrie 2013 / red. resp.: Dumitru Solomon; col. red.: Dumitru Gortolomei [et al.]. — Chişinău: Evrica, ATIC, 2013 (Tipogr. AŞM). — P. 317-331. — Antetit.: Academia de Transporturi, Informatică şi Comunicații.
16. Трофимчук А.Н., Васянин В.А. Организация управления и принятия решений в распределенных иерархических многопродуктовых сетях с мелкопартионными дискретными потоками // XI міжнародна науково-практична конференція (MPZIS-2013), 20-22 Листопад 2013 р., Дніпропетровськ: тези доповідей - Дніпропетровськ, Україна: Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара, 2013. — С. 248-249.
17. Трофимчук А.Н., Васянин В.А. Задача оптимизации упаковок мелкопартионных грузов в многопродуктовой транспортной сети с дискретными пропускными способностями дуг // Materials of the International Scientific - Practical Conference «Information Control Systems and Technologies» (ICST - ODESSA - 2013), October 8 - 10, 2013, Odessa: Proceedings. — Odessa, Ukraine: ESC “ONMU”, 2013. — P. 269-272.
18. Трофимчук А.Н., Васянин В.А. Оптимизация схемы сортировки мелкопартионных потоков в узлах многопродуктовой сети [Электронный ресурс]: 7.14 // Информационные технологии в управлении сложными системами - 2013 [Электронный ресурс]: научная конференция (19-20 июня 2013 г.): сборник докладов. Секция 7 / под редакцией академика НАН Украины В.В. Пилипенко. — Днепропетровск: Институт технической механики Национальной академии наук Украины и Государственного космического агентства Украины, 2013. — Режим доступа к сборнику http://www.itm.dp.ua/.
19. Трофимчук А.Н., Васянин В.А. Оптимизация структуры многопродуктовой сети с дискретними мелкопартионными потоками // 15-th International conference on System Analysis and Information Technologies (SAIT2013), May 27-31, 2013, Kyiv: Proceedings. — Kyiv, Ukraine: ESC “IASA” NTUU “KPI”, 2013. — P. 205-206.

УДК 502.63

Екологічна безпека техноприродних геосистем регіону

Трофимчук О.М., Триснюк В.М.
(Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, trysnyuk@ukr.net)

Розглянуто просторово-часові методи регіональної системи моніторингу. Побудова системи комплексного моніторингу природного стану, а також ренатуралізаційних та деградаційних трансформацій екосистем, на основі кореляційного синтезу даних дистанційного зондування є результатами наземних лабораторно-польових вимірювань і перевірки адекватності розроблених методів і моделей.

Модель оцінювання впливу екологічного стану навколишнього середовища на здоров'я населення є завершенням моніторингових досліджень і прийняттям управлінських рішень щодо оптимізації заходів для поліпшення медико-екологічних умов.

Ключові слова: *екологічна безпека. здоров'я населення, екологічний моніторинг, інструментально-лабораторний контроль, природно-техногенні загрози.*

Актуальність проблеми. Одним з пріоритетних напрямків національної безпеки України є забезпечення екологічно та техногенно-безпечних умов життєдіяльності громадян і суспільства, збереження навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів. В техногенні, тобто в період коли діяльність людини є вирішальним фактором в процесі трансформації геологічного і суміжних середовищ, на чільне місце виходять методологічні засади екологічної безпеки в межах системи „людина – техносфера".

Механізм прогнозування припускає використання великої кількості змінних і чинників, що відповідно приводить до стрімкого нагромадження експериментальних даних у розглянутій прикладній сфері й ускладнює комплексну інтеграцію [1]. Побудова прогнозу динаміки аномалій й одержання на його основі оцінки можливих наслідків потребує не тільки регулярного виконання серії спостережень, але й наявності ефективних способів їхнього оброблення.

Мета роботи нашого дослідження розроблення теоретичних основ екологічної безпеки техноприродних геосистем у межах регіональних територій та її вплив на здоров'я населення.

Ретроспективний аналіз літературних джерел забезпечує виділення найвагоміших науково-практичних результатів покомпонентного вивчення територій Тернопілля. В останній час поглиблюються та деталізуються знання з різних наукових напрямків: техніко-економічного (О.М.Трофимчук, Є.О.Яковлєв, В.І.Мокрий), природничого (Г.І Рудько, В.І.Лялька, А.Б.Качинський, О.М.Адаменко, В.В.Радчук, В.Б.Мокін, Я.М.Семчук). Наукометричний огляд

підтверджує, що сучасна практика управління екологічної безпеки територіями Тернопільської області не достатньо використовує інформаційні технології для прийняття управлінських рішень забезпечення екологічної безпеки.

Виклад основного матеріалу. Результати моніторингу якості водних екосистем фізико-хімічними методами, виконано з метою формування тестових полігонів контролю якості природних поверхневих вод Тернопільської області. ДЗЗ/ГІС технології та наземні полігонно-калібрувальні роботи, є важливою складовою формування інформаційної бази даних впливу антропогенних навантажень на еколого-відновний потенціал природних та штучно створених водойм [2]. Найбільш достовірні і точні результати реалізації завдання отримуються при використанні як первинних даних багатозональних космічних знімків високої просторової роздільної здатності. Ідентифіковані розробленими алгоритмами аномалії космічних зображень лімносистем Дністровського каньйону використано як екологічний індикатор процесів евтрофікації та стану і динаміки змін техногенних водних комплексів гідромеліоративних систем, рибогосподарських ставів, озерних екосистем рекреаційно-господарського та природо-заповідного фонду (Рис. 1).

Згідно з нашими дослідженнями кількісне співвідношення важких металів у воді можна подати такими рядами: квітень – Pd<Cd<Cu<Co; травень – Pb<Cd<Co<Cu; липень – Cd<Cu<Co<Pb; серпень – Cd<Cu<Co<Pb; вересень – Cd<Co< Pb<Cu; листопад – Co<Cd<Cu<Pb; лютий – Cd<Co<Cu<Pb [3].

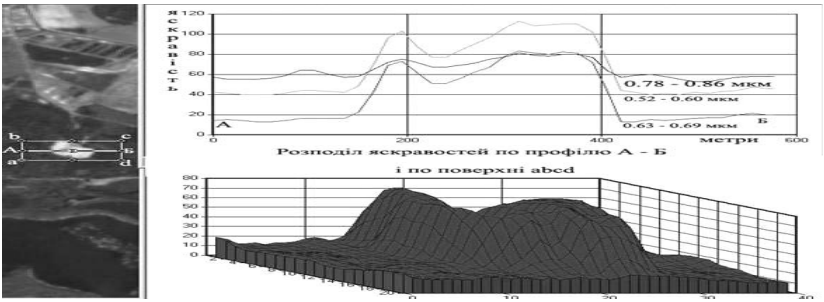


Рис. 1. Ідентифікація аномалії (річкове угруповання водної рослинності) на водному дзеркалі р. Дністер

Водойма є своєрідною лотично-лентичною екосистемою, що представлена взаємопов'язаними елементами: водосховище – основне русло річки – придаткові водойми (комплекс невеликих водойм). При виконанні комплексної оцінки забруднення в межах техноприродних геосистем, досліджена спеціалізація забруднення регіону,

охарактеризовані медико-екологічні параметри забруднення території та встановлено статистичну залежність між концентраціями мікроелементів у ґрунтах, водних ресурсах і захворюваністю та смертністю населення, знайдено функціональні залежності, що адекватно моделюють ці зв'язки на основі створеної математичної моделі.

Знайдену залежність використаємо для прогнозування зміни здоров'я органів кровообігу в залежності від концентрацій цинку в поверхневих водах територій проживання. Виявлену залежність змодельовано аналітичною функцією (Рис. 2). Таке прогнозування можливе тільки в межах досліджених концентрацій, які складають для цинку [0,03; 0,266] мг/кг.

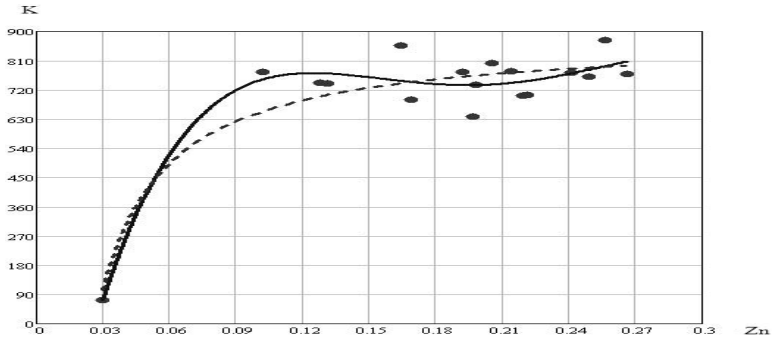


Рис. 2. Залежність захворювань органів кровообігу від концентрації цинку в поверхневих водах: точки – значення, що моделюються; пунктир – функція y2; суцільна лінія – поліном.

На основі обробки й аналізу дистанційних і лабораторно-польових вимірювань, запропоновано карту забруднення екологічного стану ґрунтів Тернопільської області та інструментів управління екологічною безпекою природоохоронних об'єктів (Рис. 3). Карти, побудовані на основі індексів екологічного стану педосфери, дають найбільш цілісне й інтегроване уявлення про стан досліджуваної території, оскільки одночасно враховуються особливо небезпечні показники.

Вихідними матеріалами для проведення класифікації лісів Тернопільської області були космічні знімки, отримані оптико-електронними знімальними системами із супутників QuickBird (червень 2010 р. – літній період) та Ikonos (березень 2012 р. – зимовий період).

Різниця площ, одержаних із завіркової інформації та обчислених за методом максимальної вірогідності, для хвойних лісів становить 1–2%, листяних та мішаних 3–5%. Комплексний моніторинг рослинного покриву реалізується на основі кореляційного синтезу геоінформаційними системами даних наземного моніторингу з даними дистанційних досліджень.

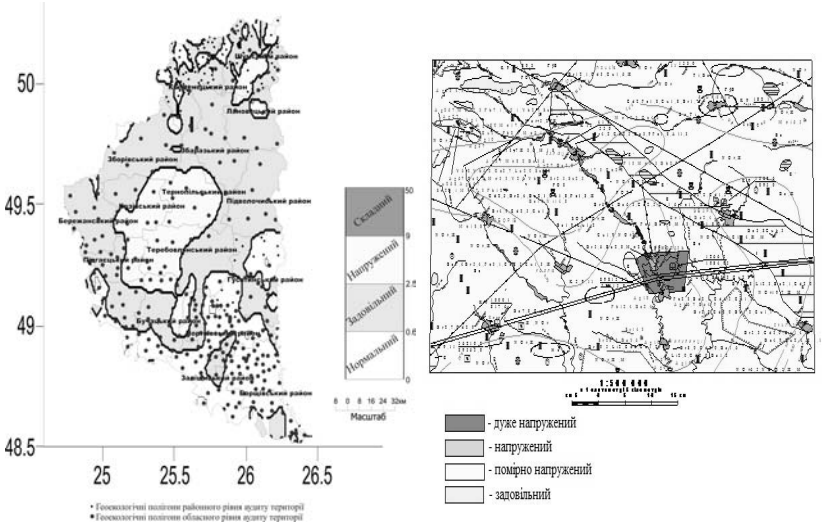


Рис. 3. Сумарна карта забруднення ґрунтів Тернопільської області

Структурно-функціональна схема моделі для прогнозу лісорослинних ресурсів (Рис. 4) розроблено на основі аналізу функціонування природних територіальних лісорослинних комплексів.

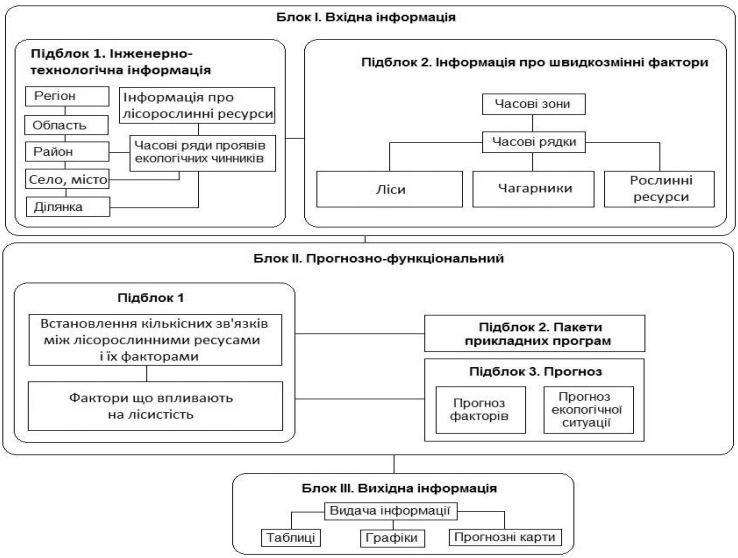


Рис. 4. Структурно-функціональна схема моделі для прогнозу лісорослинних ресурсів.

Оцінка суми часових факторів, які ініціюють ризик зменшення лісистості, визначається по функції комплексного показника часових факторів:

$$\Phi_i = \sum_{j=1}^{m} X_{ij}^{норм} \times V_j \qquad (1)$$

де m – кількість часових факторів; i – рік спостереження; $X_{ij}^{норм}$ – нормалізоване значення j-го фактора в i-му році; V_j – ваговий коефіцієнт інформативності j-го фактора.

Результуюча формула, що характеризує ймовірність збільшення або зменшення лісистості $P(x,y,t)$ у просторі (точка досліджуваної території з координатами x,y) і в часі t буде виглядати так:

$$P(x,y,t) = P_1(x,y) \times P_2(t) = (\Pi_{\Sigma i}) \times P_2(\Phi_t) \qquad (2)$$

Вивчення лісових ресурсів за допомогою дистанційного зондування дає змогу зробити підрахунок площ лісів, визначити породи, що належать до лісів (типи лісонасаджень і домінуючі породи), вік дерев, підрахувати обсяги в біомаси, оцінити запаси лісоматеріалів, розрахувати обсяги поглинання вуглекислого газу і виробництва кисню, дослідити особливості водного режиму лісових масивів, провести картографування лісів, контроль за знищенням лісів (збезлісення), стежити за діяльністю комах-шкідників, контролювати кордони водоохоронних зон тощо. Серед важких металів свинець, що забруднює зелену масу рослин, розподіляється так: у траві, що росте між дорожнім полотном і чагарником зосереджено 55,1% загальної маси забруднень, у листках чагарнику – 43%, у траві, що росте за чагарниковою смугою – лише 1,9%. Цілий ряд еліпсоподібних смуг, створених забрудненнями від Pb і Cu, розпадається на дрібні контури. Але для Pb, Cu і Zn характерні не значні вмісти забруднювальних елементів (фон і нижче фону) і лише іноді вони досягають аномальних значень (м. Чортків, сс. Шумбар, Новостав, Мирове, Боложівка).

Прогнозно-функціональа інформація про прогнозні фактори, є комплексною моніторинговою інформацією процесів антропогенізації та ренатуралізації територій. Найбільш прийнятним методом такого прогнозування є математичне моделювання динаміки стану заліснення території на основі екологічноємнісних параметрів.

Комплексність системи забезпечується різноманіттям підходів до екологічного картографування району: ландшафтного, ресурсного, адміністративного та ін. Вся екологічна інформація накопичується в комп’ютерній базі даних, що дозволяє оперативно вносити зміни в комплексні показники екологічного стану відповідно з динамікою

природно-антропогенних геосферо – біотосферно – соціосферних процесів.

Системність підвищення екологічної безпеки полягає в комплектуванні заходів, що: 1) знижують транскордонні переноси, регіональні та локальні впливи; 2) обмежують шкідливу для довкілля і здоров'я людини діяльність конкретних об'єктів з джерелами забруднення; 3) враховують районування досліджуваної території на геоекологічні смуги з різними екологічними станами.

Приймаючи до уваги специфіку та масштаби поточного техногенного навантаження на довкілля, органи державної влади зацікавлені в розробці і впровадженні нових технологій управління господарською діяльністю, які враховували б як прямі, так і непрямі чинники впливу на навколишнє природне середовище.

Для вирішення проблем, пов’язаних з показниками екологічної стійкості територій, необхідне застосування системного підходу, при якому враховуються наявність багатьох чинників антропогенного походження, що впливають на екологічну ситуацію в регіоні. Значну частину екологічних проблем регіонів складають саме ті, що пов’язані з неефективним механізмом прийняття рішень, недостатньою інформативністю екологічних показників, дискретністю підрозділів системи моніторингу довкілля тощо.

Висновки. Важливим чинником, що зумовлює нормальне функціонування регіональної системи управління природокористуванням, є виявлення системи причинно-наслідкових взаємозв’язків між техносферою та екосферою. Структура та характер таких взаємозв’язків, що визначаються шляхом екологічного районування території, відображають унікальність природних умов та соціально-економічних особливостей розвитку суспільства на певній ділянці досліджуваної території.

Література

1. Адаменко О.М., Міщенко Л.В. Екологічний аудит територій: Підручник. – Івано-Франківськ: Факел, 2010. - 342 с.
2. Красовський Г.Я., Трофимчук О.М. Інформаційні системи тематичної обробки геоданих в завданнях моніторингу довкілля і природних ресурсів на регіональному рівні // Матеріали наради «Можливості супутникових технологій і сприянні вирішення проблем Харківщини» Харків, 2009, с. 65-68.
3. Триснюк В.М. Екологія Гусятинського району. Тернопіль. Тернограф, 2004. - 219 с.

Дослідження процесів підтоплення в окремих регіонах України

Волошкіна О.С.
(Київський національний університет будівництва та архітектури, stf@knuba.edu.ua)

Для забезпечення відповідних умов проживання населення на підтоплених територіях та підвищення рівня екологічної безпеки цих територій необхідно вчасно визначити масштаби впливу процесів підтоплення, що надає можливість швидкого реагування на них шляхом прийняття відповідних управлінських рішень. За останні 30 років площа підтоплених земель території України збільшилась майже в 9 разів і на цей час складає 20% території нашої держави. Одним із завдань по забезпеченню достатнім рівнем екологічної безпеки територій є запобігання підтопленню територій сільськогосподарського призначення та населених пунктів і ліквідації його наслідків. Для оцінки та прогнозування стану екологічної безпеки підтоплених територій на даний час використовується багато моделей та методів.

Останнім часом поширюється досвід використання проблемно-орієнтованих ГІС [1, 2, 4 та ін.], який продемонстрував їх високу ефективність в управлінні природокористуванням на регіональному рівні.

Синтез ГІС-підтримки рішень управління екологічною безпекою для Херсонської області вперше здійснено на базі програмного пакету ArcGIS 9.1 в рамках реалізації проекту, виконаного за гранти Президента України в 2007 році, до виконання якого було залучено велику кількість організацій та фахівців. Основний обсяг інформації, що використовувався для наповнення тематичного змісту ГІС був наданий Херсонською Регіональною Південно-Дніпровською філією Державного екологічного інституту при Міністерстві охорони охорони навколишнього природного середовища, Херсонським державним аграрним університетом, Державним управлінням екоресурсів Херсонської області. Також для отримання інформації про перезволожені ділянки Херсонської області в даному проекті використовувалися матеріали космічних зйомок; залучення ряду просторових даних з інформацією про розташування потенційно-небезпечних об’єктів відбувалось за допомогою інформації, завантаженою з GPS- приймачів. Технічна підтримка щодо включення наявної інформації до структури ГІС здійснювалася на базі підтримки Державного науково-виробничого центру «Природа».

Особливий наголос при формуванні тематичних шарів робився на стан компонентів геологічного середовища та рівня грунтових вод в умовах техногенного навантаження, оскільки вони були визначальними при управлінні екологічною безпекою Херсонської області. Також

окремими тематичними шарами були включені ступінь небезпеки забруднення підземних водоносних горизонтів області з урахуванням процесів підтоплення та зон санітарної охорони підземних водозаборів. Поєднання цих шарів має важливе практичне значення при визначенні термінів експлуатації підземних водозаборів з огляду на темпи зростання кількості несанкціонованих сміттєзвалищ, в тому числі в межах II та III зон санітарної охорони підземних водозаборів (ЗСО). На даний час ряд водозаборів підземних вод перебуває в експлуатації у змінених гідрологічних умовах. Що стосується конкретної продуктивності водозабору з урахуванням розвитку системи на перспективу, то умови закладаються, як правило, при розрахунку границь ЗСО. Здійснення оцінки впливу підтоплення на гідрологічні умови території розташування підземних водозаборів було здійснено на прикладі розрахунку ЗСО Цюрупінського водозабору підземних вод Херсонської області [3]. На кокретному прикладі діючого водозабору розраховано час просування хімічного забруднення в межах III поясу границі СЗО в складних умовах експлуатації, які викликані процесами підтоплення і доведено, що час просування хімічного забруднення відрізняється від нормативного внаслідок утворення поблизу несанкціонованого сміттєзвалища.

Створена ГІС знайшла практичне використання в діяльності ряду організацій та органів управління Херсонської області, що дозволило поліпшити якість управління екологічною безпекою данного регіону , здійснювати картографічне забезпечення науково-дослідних робіт та природоохоронної діяльності.

Динаміка процесів підтоплення території області була використана в тематичному шарі в розрізі 1982 – 2005 років. Тому постає питання в оцінці стану підтоплення Херсонської області в сучасних умовах господарювання.

В 2015 році в Київському національному університеті будівництва та архітектури були проведені дослідження динаміки рівня грунтових вод в розрізі останніх 10 років по свердловинам Херсонської області на базі моніторингових даних Державної геологічної служби України.

Розглянемо графічно виражену статистичну інформацію, що відображає показники зміни рівня ґрунтових вод, отриманих з певних свердловин, територіальне місцезнаходження яких зображено на рис.1.

Не дивлячись на різні діапазони коливань рівня ґрунтових вод, спостерігається незначне, але стійке підвищення рівня грунтових вод (рис. 2)

Порівняємо динаміку зміни значення рівня ґрунтових вод з кількісними середньорічними показниками опадів у такому ж часовому діапазоні (рис. 3)

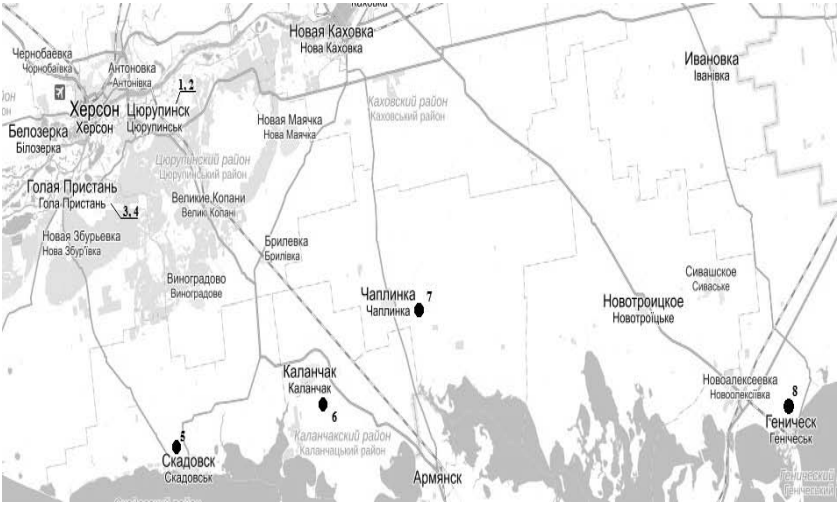


Рис.1. Територіальне місцезнаходження свердловин.

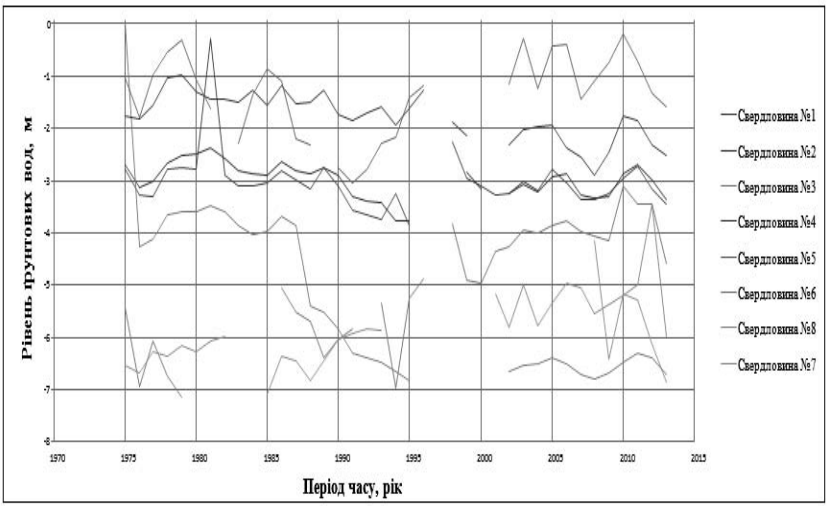


Рис.2 Зведений графік рівнів ґрунтових вод Херсонського регіону по свердловинах № 1-8

Наочний порівняльний аналіз свідчить про наочну кореляцію між середньорічними показниками опадів і динамікою зміни значення рівня ґрунтових вод.

Таким чином, розглянута вище ситуація потребує більш глибокого, диференційованого, багатошарового і багатоформатного дослідження факторів впливу на гідрогеологічне середовище Херсонської області.

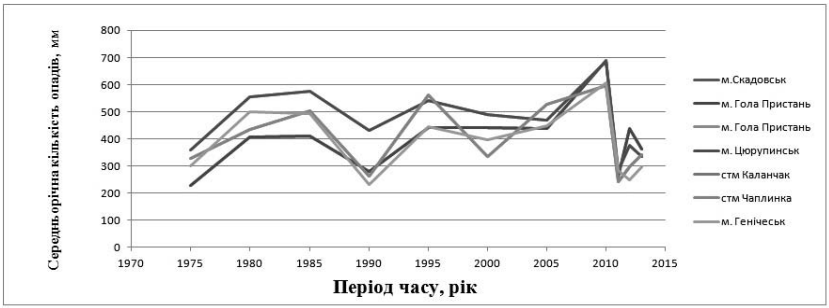


Рис.3. Середньорічні показники опадів за досліджувальний період

Слід зазначити, отримані статистичні дані підтверджують прогноз розвитку процесів підтоплення грунтовими водами окремих районів області до 2015 року, які були розраховані фахівцями Інституту гідромеханіки НАНУ[5].

Література

1. Перспективи практичного застосування технологій космічного моніторингу підтоплення земель / Греков Л.Д., Красовський Г.Я., Тимохин В.М., Пермінова С.Ю. – Екологія і ресурси, зб. Наук. праць Інституту проблем національної безпеки. – К.:ІПНБ, 2006.- №9 – С.68-83.
2. Пермінова С.Ю., Волошкіна О.С., Романенко Г.М. ГІС-підтримка рішень управління екологічною безпекою Херсонської області / Матеріали наради «Можливості сучасних ГІС/ДЗЗ-технологій у сприянні вирішення проблем Херсонщини» 19-20 вересня 2007 року, Херсон – 2007, - с.16-20.
3. Волошкіна О.С., Пермінова С.Ю., Романенко Г.М. До питання розрахунку міграції забруднюючих речовин в межах зон санітарної охорони підземних водозаборів// Екологія і ресурси: Зб.наук.праць Інституту національної безпеки.- К.:ІПНБ,2007.-№16- С
4. Моніторинг навколишнього середовища з використанням космічних знімків супутника NOAA/ Пащенко Р.Е., Радчук В.В., Красовський Г.Я. та ін.// Під ред.. С.О.Довгогою- Київ: ФОП Пономвренко Є.В., 2013.-316с.
5. Звіт про науково-дослідну роботу «Аналіз впливу водогосподарчих технологій на екологічний стан потенційно-небезпечних об»єктів Херсонської області», СКТБ ІГМ НАНУ, 2004.- 101с.

ГИС-технологии в задачах управления экологической безопасностью водоснабжения

Василенко С.Л.
(КП «Харьковводоканал», texvater@rambler.ru)

Целью работы является развитие методологических основ в применении информационно-управляющих систем и ГИС-технологий для мониторинга и прогнозирования экологически опасных процессов, связанных с питьевым водоснабжением.

Функционально информационная система создается, прежде всего, для удовлетворения информационных потребностей лиц, принимающих решения по вопросам управления ЭБВ. Средствами обеспечения выступают программные, технические, лингвистические и другие формы. Составной частью управления водной безопасностью является экологический и водохозяйственный менеджмент.

Информатизация управления предполагает единообразное, структурированное и унифицированное описание предметной области. Для повышения оперативности управления экологической безопасностью водоснабжения (ЭБВ) внедряется система поддержки принятия решений (рис. 1).

Рис. 1. Базовые блоки информационных технологий управления ЭБВ

В организационно-техническом плане информационное обеспечение ЭБВ и соответствующие технологии могут быть составной частью интегрированной информационной системы, создаваемой для поддержки деятельности органов государственного управления. Специфика информационного обеспечения водной безопасности находит свое выражение в уточнении состава информационных ресурсов

и особенностях аналитической обработки данных с акцентированием на моделирование и прогнозирование.

Создание информационно-моделирующих систем является важным компонентом формирования экологически безопасных условий централизованного водоснабжения и водоотведения. Они необходимы для комплексной оценки состояния главных элементов системы и влияющих факторов по направлениям: источники загрязнения поверхностных вод, качество питьевой воды, распределительные сети и т.п. Эффективный мониторинг процессов необходим не только для управления ЧС (как это было при аварии на очистных сооружениях г. Харькова в 1995 г.), но и выбора стратегии водоснабжения, обеспечивающей сбалансированное развитие регионов.

ГИС включает две основные подсистемы.

Лицензионные электронно-топографические карты образуют различные базовые слои: математические элементы, компоненты плановой и высотной основы, рельеф суши, населенные пункты, гидрография и гидротехнические сооружения, промышленные и сельскохозяйственные объекты, транспортная сеть и дорожные сооружения, растительный покров и грунты, административно-территориальное устройство территорий, природные явления и объекты.

Тематические слои совокупно характеризуют экосистему поверхностных вод и различные среды, с которыми она взаимодействует (рис. 2).

Рис.2. Структура основных тематических слоев ГИС-технологий ЭБВ

При формировании баз данных региональных ГИС вводится первоочередная информация: карта речной сети с населенными пунктами, текущая гидрометеорологическая и гидрохимическая информация, включая режим водного стока на имеющихся створах, данные о локализации источников загрязнений: их местоположение, объем и режим сбросов, показатели свойств и состава возвратной воды.

Разработанные электронные карты пригодны для ситуационного моделирования, планирования режимов водопользования, мониторинга техногенной нагрузки на водные объекты и других задач.

Целесообразным представляется увязка программ ЭБВ, регулирования санитарного состояния источников водоснабжения, развития водохозяйственных предприятий, коммунального водоснабжения.

На базе внесенных в компьютер данных о водопользователях и другой графической информации по территории решается большой комплекс задач:

- Зонирование территорий, подготовка интегрированной информации о состоянии окружающей природной среды для разных уровней управления.
- Разработка экологических прогнозов и программ развития, оценка масштабных проектов.
- Накопление и обработка информации об изменяющихся во времени параметрах водной среды с целью экологического прогнозирования.
- Отработка межгосударственных условий взаимодействия в пограничных зонах, в том числе. в режиме ЧС в случае актов международного терроризма.
- Моделирование качества воды на водозаборах, обусловленного трансграничным переносом загрязняющих веществ в водотоках.
- Расчет и картографирование зон возможного затопления при авариях на плотинах водохранилищ.
- Обмен информацией о состоянии водной среды с другими информационными системами.

Перспективным направлением становятся ГИМС-технологии (по формуле ГИС + Модель = ГИМС), которые ориентированы на сочетание эмпирических и теоретических компонентов экоинформатики. Они предполагают механизм совмещения ГИС-технологий с имитационным моделированием, что позволяет проектировать оболочки с широким набором функций, обладающих адаптивными свойствами с настройкой на предметную область (табл. 1).

Таблица 1. *Информационное сопровождение ЭБВ и водохозяйственной деятельности на основе ГИМС-технологий*

Выполняемые задачи и функции	Характер применения
Выявление проблемных ситуаций	Дополнительный углубленный анализ с выполнением регулирующих мер
Информационно-аналитическая оценка возникающих экстремальных ситуаций	Принятие немедленных и долгосрочных решений по локализации и ликвидации ущерба, наносимого водным объектам и системам водоснабжения
Оценка риска и запасов устойчивости водохозяйственных систем	Отработка мероприятий предупреждающего характера
Систематизация водохозяйственной и технико-экономической информации	Управление текущей и перспективной обстановкой в регионе
Вариантное прогнозирование и комплексный анализ состояния ЭБВ	Проведение водохозяйственной диагностики, аудита, менеджмента и др.
Моделирование качества воды с набором приоритетных показателей	Оценка и прогнозирования состояния вод в источниках водоснабжения
Моделирование гидрографов и гидрологических ситуаций	Оптимизация режимов эксплуатации водохранилищ для обеспечения питьевого водоснабжения
Моделирование отклика биосистемы водопроводной сети на повреждающие воздействия	Оценка бактериологической устойчивости сети в условиях её "вторичного" микробиологического загрязнения

Применение методов математического моделирования и прогнозирования с использованием ГИМС-технологий анализа урбанизированных территорий позволяет спрогнозировать массоперенос в системе «водосбор – водоем» и выйти на расчетные параметры по оптимизации режима водоотведения.

Параметры диффузных источников можно получать тематическим дешифрированием космических снимков. Это позволяет осуществлять картографическое моделирование поверхностного стока с его влиянием на питьевые водозаборы, оценивать пространственно-временные

характеристики химического состава природных вод и диффузных источников.

В состав ГИМС-технологий водохозяйственной деятельности входят: базы данных, математические модели, компьютерное обеспечение в виде диалоговых средств визуализации результатов для создания систем оповещения об аварийных ситуациях и передачи данных мониторинга экологической обстановки и объектов водоснабжения, регулирования водно-экологического режима водохранилищ, улучшения санитарно-экологического состояния водозаборов.

Про один підхід до прогнозування станів гідроспоруд за даними моніторингу

Стефанишин Д.В.
(Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, dvstefanyshyn@yahoo.com)

Аварії на гідроспорудах, як показує історія гідротехнічного та гідроенергетичного будівництва, можуть призводити до тяжких, непередбачуваних соціально-економічних та екологічних наслідків, в тому числі і катастрофічного характеру. Тому проблемам забезпечення надійності і безпеки гідроспоруд в усьому світі приділяється значна увага.

Серед найважливіших завдань, які в останній час вирішуються інженерами, зокрема і в Україні, є створення ефективних автоматизованих систем контролю (АСК) стану гідроспоруд. Про важливість таких систем для забезпечення надійності і безпеки гребель вказувалося давно. Зокрема в Бюлетені 59 ICOLD («Dam safety – Guidelines» [1]) відзначалось, що більшість зруйнованих гребель не мали моніторингу та систем попередження, або ж якщо і мали ці системи, то вони були недосконалими.

Проблема забезпечення належного контролю і моніторингу стану гідроспоруд є складною задачею, вирішення якої не зводиться до запровадження новітніх засобів автоматизації та комп’ютеризації [2]. Найсучасніша АСК не здатна безпосередньо виконувати функції системи контролю надійності і безпеки гідроспоруд в процесі експлуатації. Без можливості забезпечувати належне моделювання і прогнозування поведінки досліджуваного об’єкта, процесу, явища за даними спостережень на основі математичних моделей, які б дозволяли прогнозувати майбутню поведінку гідроспоруди, в повній мірі АСК може виконувати лише функції бази даних, підтримувати збір і зберігання актуальних даних, і, певною мірою, контролювати стан контрольно-вимірювальної апаратури (КВА) та поточний стан окремих об’єктів діагностування.

Постає нова задача, яка полягає у включенні у склад АСК відповідних аналітичних блоків, які здатні забезпечити процеси моделювання і прогнозування стану гідроспоруд за даними інструментальних спостережень в нових умовах, коли даних може бути значно більше ніж це потребувалося раніше, коли збір даних здійснювався вручну і їх кількість завжди вважалася обмеженою, недостатньою для побудови адекватних математичних моделей.

В той же час багаторічний досвід моніторингу стану гідроспоруд Київського гідровузла показує, що завдяки АСК можна зібрати надзвичайно великі об'єми даних, але велика їх кількість не завжди сприяє підвищенню якості традиційних моделей, зокрема регресійних, що використовувалися з метою контролю та прогнозування стану гідроспоруд.

При цьому, як показує практика, навіть у найпростіших випадках моделювання за даними спостережень, можуть виникати проблеми, пов'язані зі стійкістю рішення оптимізаційних задач.

Зокрема збільшення інтервалу спостережень може практично унеможливлювати виконання граничних умов адекватного моделювання.

В той же час на коротких, у порівнянні із загальною тривалістю спостережень, інтервалах часу граничні умови адекватного моделювання у більшості випадків забезпечуються. В першу чергу – це однорідність вибіркових даних та незалежність ендогенної змінної від менш значущих факторів [3], які можуть не враховуватися при моделюванні.

Аналіз показує, що окремим періодам часу, на яких забезпечується однорідність вибіркових даних, зокрема відповідні ряди динаміки залежної і незалежних змінних моделі є монотонними, можуть відповідати цілком адекватні регресійні моделі, які можна назвати ситуаційними.

Такими ситуаційними регресійними моделями можуть бути прості, однофакторні моделі, в яких встановлюється залежність ендогенної змінної від однієї, найбільш важливої екзогенної змінної. Наприклад, в якості незалежної змінної для ситуаційних моделей якнайкраще може підходити рівень води у верхньому б'єфі (рис. 1 б). Це змінна, якою, при необхідності, можна управляти. Головне щоб при ситуаційному моделюванні кожна ситуаційна модель якнайкраще адаптувалася до відповідної ситуації (ми її називатимемо прогнозним фоном), що розгортається протягом обмеженого часового періоду, і була адекватною.

Окремі ситуаційні моделі, побудовані за вибірковими даними, по суті, є портретами фазових станів гідроспоруди як складної динамічної системи на відповідних інтервалах часу [4].

За результатами ситуаційного моделювання можна отримати сімейство (ансамбль) адекватних ситуаційних моделей, що відповідним чином еволюціонують (змінюються) в часі (рис. 1 б).

При цьому перехід від однієї ситуаційної регресійної моделі до іншої, які визначають сусідні фазові стани, може відбуватися і немонотонно (стрибкоподібно).

Врахування фактору часу і, відповідно, прогнозування поведінки гідроспоруди надалі може здійснюватися на основі контролю еволюцій ситуаційних моделей – модельних значень залежної змінної, які встановлюються при ситуаційному моделюванні при одних і тих же значеннях незалежної змінної на різних часових інтервалах.

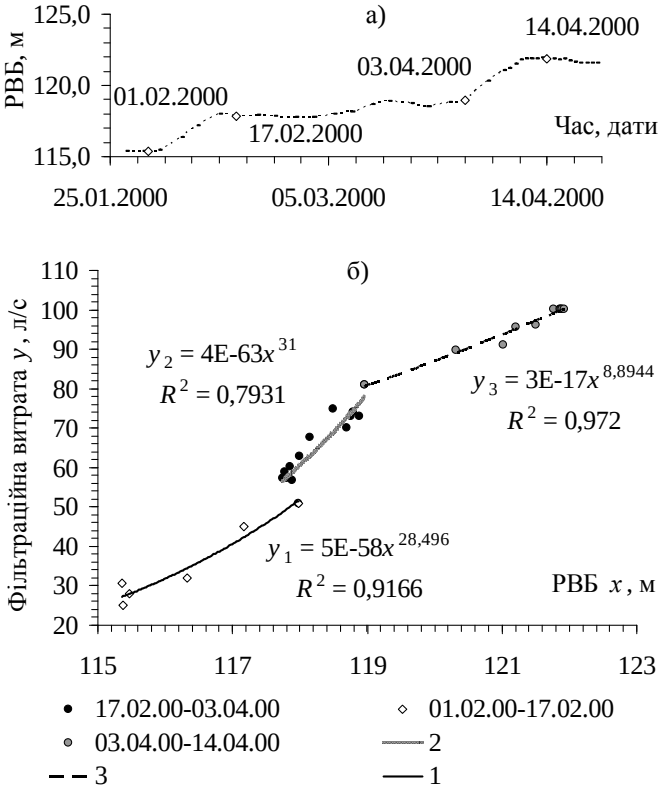


Рис. 1. Ряди спостережень за рівнем води у верхньому б'єфі (РВБ) (а) та ситуаційні регресійні моделі для фільтраційних витрат в залежності від РВБ (б)

Відповідну модель, отриману з узагальнення (ансамблю) кількох ситуаційних моделей, можна назвати індуктивною моделлю.

Індуктивні моделі, в найбільш загальному випадку, є моделями «рівнів» (рис. 2), тобто за їх допомогою моделюється поведінка результуючої (ендогенної) змінної як модельної величини при певному стабільному значенні пояснюючої (незалежної) змінної. Індуктивні моделі будуються на основі вибірок модельних даних як результатів ситуаційного моделювання на окремих (ситуативних) часових інтервалах, які в сумі можуть складати весь період інструментальних спостережень [4].

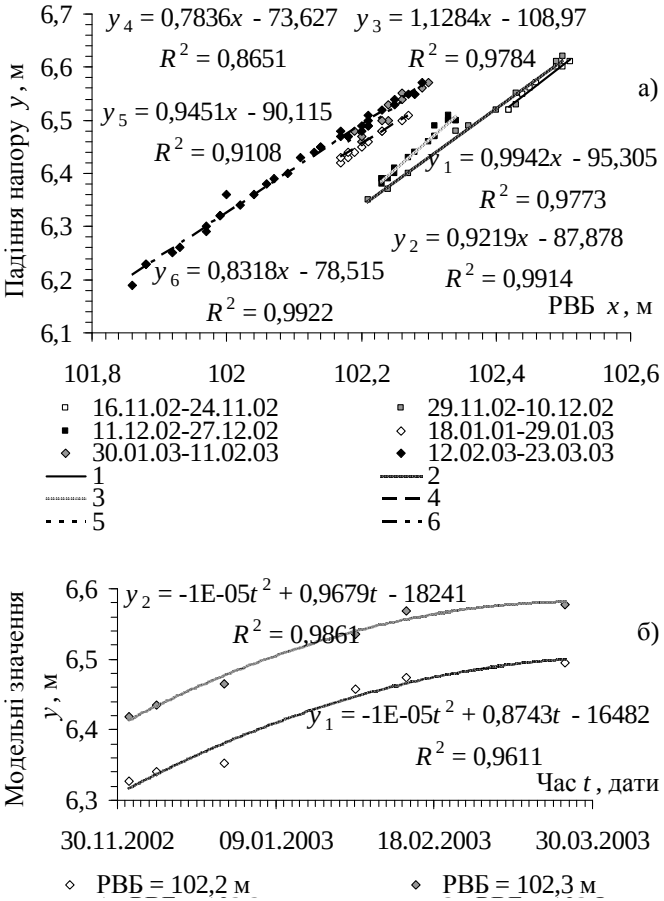


Рис. 2. Ситуаційні (а) та відповідні їм індуктивні (б) моделі

При цьому структура індуктивних моделей визначається особливостями поведінки рядів динаміки модельних даних, отриманих за допомогою ситуаційних моделей.

В загальному випадку модельні дані можуть представляти собою нестаціонарні або стаціонарні (квазістаціонарні) ряди динаміки, з наявністю або практичною відсутністю тренду, відповідно.

При наявності тренду з достатньо високим коефіцієнтом детермінації індуктивна модель може описуватися цим трендом. Загальна індуктивна модель складатиметься з тренду та його модельних «залишків».

У випадку, коли модельні значення формують стаціонарні (квазістаціонарні) ряди динаміки (тренд відсутній) індуктивна модель може бути представлена у вигляді регресії. Загальна індуктивна модель при цьому складатиметься з регресії та її модельних «залишків».

При наявності тренду в ряді динаміки модельних значень залежної змінної з порівняно невеликим коефіцієнтом детермінації індуктивна модель кожного рівня може представлятися у вигляді композиції підібраного тренду та деякої регресійної моделі для його «залишків» як залежної змінної. При цьому, при необхідності, може підбиратися нова пояснююча змінна для регресії «залишків» модельної величини, може враховуватися лаг між «залишками» вилучення тренду та відповідною пояснюючою змінною тощо. У більш складних випадках в індуктивній моделі можуть також враховуватися циклічна складова та додаткова детермінована складова, яка враховує автокореляцію членів ряду динаміки модельних значень залежної змінної.

Прогнозування стану й поведінки гідроспоруд на основі як ситуаційних, так і індуктивних моделей, здійснюється на основі методу екстраполяції.

Встановлюються два основні види прогнозів з використанням діагностичних моделей: оперативні прогнози і строкові прогнози (рис. 3).

Оперативні прогнози виконуються з метою оперативної оцінки майбутнього стану гідроспоруди в ситуації, що змінилася. Здійснюються ці прогнози на основі ситуаційних моделей, з екстраполяцією в область очікуваних значень незалежних змінних. Прогнозування зводиться до побудови нової ситуаційної моделі (рис. 3 а) на основі нових даних, що поступають в АСК, і які зумовлюють необхідність корегування попередньої ситуаційної діагностичної моделі (моделі минулого періоду). При цьому може виконуватися серія оперативних прогнозів по мірі надходження нових даних.

Строкові прогнози, зазвичай, виконуються на основі індуктивних, інколи, ситуаційних, моделей. Результатом строкового прогнозування є ситуаційна модель (рис. 3 б), що відповідає очікуваній ситуації в майбутньому, або серія (множина можливих варіантів) ситуаційних моделей, які відповідають кільком можливим ситуаціям на майбутніх періодах.

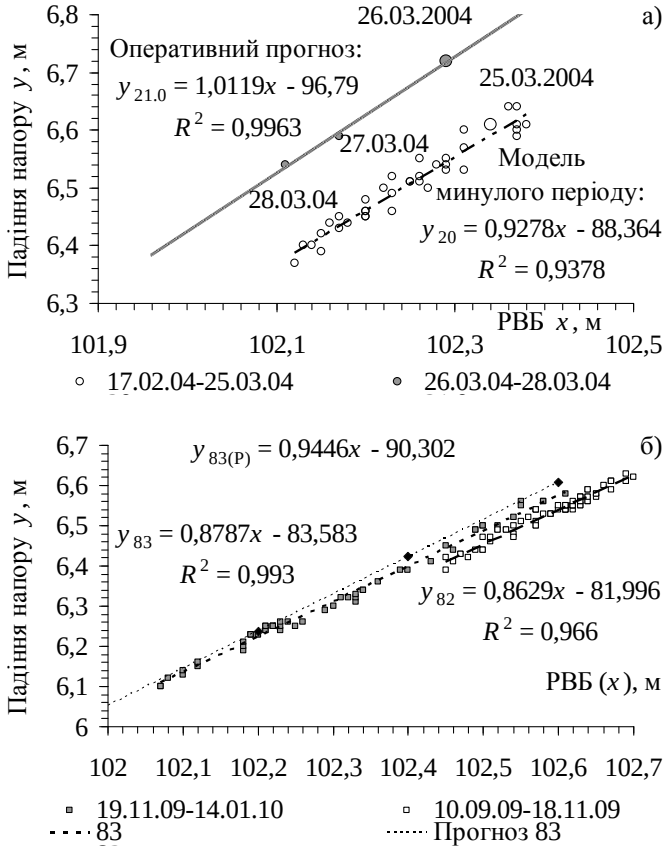


Рис. 3. Оперативний прогноз (а) та строковий прогноз (б) майбутніх періодів

При прогнозуванні на віддалену перспективу з використанням індуктивних моделей, з періодом упередження ситуаційної моделі, що перевищує величину транспортного лагу між даними попереднього періоду та періодом, для якого здійснюється прогнозування (або за відсутності транспортних лагів), строкові прогнози являють сімейство варіантів або поле варіантів ситуаційних моделей, які встановлюються в залежності від можливих (очікуваних) значень підібраної відповідним чином пояснюючої змінної (наприклад, середнього значення рівня води у верхньому б’єфі на інтервалі, швидкості зміни РВБ тощо), що контролює залежну змінну. При цьому точність строкових прогнозів, що виконуються на основі індуктивних моделей, значно підвищується, якщо індуктивні моделі будуються на основі ситуаційних моделей минулих періодів, яким відповідають однорідні і споріднені кластери актуальних

даних (з розділенням актуальних даних на окремі сезони, з врахуванням характеру поведінки незалежної змінної тощо).

Література

1. Dam safety – Guidelines. ICOLD. Bull. No. 59, 1989.
2. Collacott R.A. Structural Integrity Monitoring / R.A. Collacott. London - New York, 1985. – 455 p.
3. Стефанишин Д.В. Про один підхід до оцінки стану земляної греблі, що перебуває в постійній експлуатації, за даними регулярних п'єзометричних спостережень / Д.В. Стефанишин // Гідроенергетика України. – № 3. – 2012. – С. 27-32.
4. Stefanyshyn D.V. A Method of Forecasting of Indexes of Dynamic System that evolves slowly, based on Time Series Analysis / D.V. Stefanyshyn // ICIM 2013. Proc. of 4th Int. Conf. on Inductive Modelling. Kyiv, Ukraine, September 16-20, 2013. – P.P. 221-224.

Коливання фундаментів на складних основах

Савицький О.А., д. т. н., с. н. с.

(Інститут гідромеханіки НАН України)

До наукових досягнень працівників інституту належить внесок в розробку методів математичного моделювання взаємодії фундамен-тів споруд з ґрунтовою основою. Для розрахунків напружено-деформованого стану споруд, їх фундаментів та основ при динамічних впливах необхідно враховувати інженерно-геологічні особливості, шаруватість та насиченість водою ґрунту основи.

Розглядається динаміка системи "незаглиблений фундамент - ґрунтова основа" з використанням просторової моделі "жорсткий штамп - піддатлива основа". Моделями основи є: пружний півпростір, в'язкопружне горизонтально шарувате середовище, пористопружний насичений рідиною півпростір (модель М. Біо). Виконано постановку просторових динамічних контактних задач для круглого и прямокутного в плані штампів, що взаємодіють з вказаними моделями основи. Розглядаються вертикальні, горизонтальні та горизонтально - обертальні коливання штампів. Контактні умови для вертикальних коливань полягають в рівності вертикальних переміщень штампа і поверхні основи при відсутності дотичних напружень. Для горизонтальних коливань прийнято умову рівності горизонтальних переміщень штампа і основи. Використовуються інтегральні перетворення в часі і по просторовим координатам. При виконанні контактних умов в області зображень використовуються трансформанти аналітичних виразів для динамічних переміщень границі моделей основ при дії на заданій дільниці невідомих розподілених навантажень. Для основи, яка моделюється пористопружним насиченим рідиною півпростором ефективних

напружень і поровий тиск під штампом представлено у вигляді інтегродиференційних співвідношень з використанням функцій у вигляді рядів по поліномам Чебишова першого та другого роду. Отримані інтегральні рівняння для визначення контактних напружень методом ортогональних поліномів зводяться до нескінчених систем лінійних алгебраїчних рівнянь відносно коефіцієнтів рядів розкладань по ортогональним поліномам контактних напружень (для в'язкопружної основи) чи допоміжних функцій (для пористопружного насиченого ріди-ною півпростору). З наближеного розв'язку цих систем методом реду-кції визначаються реакції основи під штампом, переміщення штампа, контактні напруження та інші функції частоти і часу. Числовий аналіз виявляє ефекти врахування резонансних явищ в шаруватій основі, взаємодії твердої та рідинної фаз у пористопружній водонасиченій основі.

Для динамічних розрахунків споруд додаються відповідні моделі надфундаментної будівлі і водного середовища. Результати досліджень застосовувались для розрахунків коливань відповідальних споруд морських гравітаційних платформ та АЕС при сейсмічних діях.

Інформаційні технології управління екологічною безпекою Західного Полісся

Мокрий В.І.
(Національний університет "Львівська політехніка", mokriy@ukr.net)

Екологічна безпека унікальних екосистем Західного Полісся має стратегічне значення для обмеження природно-техногенних впливів на ландшафти, збереження біорізноманіття, забезпечення стабільності мікроклімату Поліської зони України, Польщі і Білорусі. Тому розроблення методології функціонування автоматизованих систем управління екологічною безпекою заповідних і природно-техногенних комплексів, з використанням даних екологічного моніторингу, є актуальним.

Закон України «Про загальнодержавну Програму формування національної екологічної мережі України на 2002-2015», визначає інтеграцію національної екологічної мережі з європейською. На основі природоохоронних територій України, Польщі та Білорусі створено Транскордонний біосферний резерват (ТБР) «Західне Полісся» площею 2 600 км2. Проект отримав підтримку на багатьох міжнародних форумах з проблем охорони природи Полісся, у чисельних публікаціях українських, польських і білоруських науковців, у рішеннях Міністерств охорони навколишнього середовища трьох держав. Функціонування ТБР «Західне Полісся» у складі глобальної мережі біосферних резерватів сприяє поглибленню міжнародної співпраці на транскордонних територіях в різних сферах –екологічна безпека, природокористування,

заходи в надзвичайних ситуаціях. Євроінтеграційні процеси вимагають виконання міжнародних стандартів функціонування і управління транскордонними природоохоронними територіями, на основі мережевого доступу до розподілених відомчих та інтегрованих баз даних, комплексного опрацювання й використання інформації.

З метою підвищення інформативності даних, необхідних для забезпечення управління екологічною безпекою природних і антропогенізованих екосистем, застосовано комплексне використання сучасних методів, інформаційно-аналітичних технологій та інструментальних засобів.

Результати виконаних досліджень та відпрацьовані інформаційні технології управління екологічною безпекою [1-9], забезпечують формування масштабної маркетингово-інформаційної та інфраструктурно-інвестиційної стратегії охорони, відновлення та збереження природно-ресурсного потенціалу Західного Полісся. Розроблені теоретичні основи створення системи екологічного моніторингу природно-заповідного фонду Західного Полісся, доцільні для практичного розв'язку задач побудови інформаційно-діагностичних систем та автоматизації технологій управління екологічною безпекою територій.

Визначені основні принципи побудови системи управління екологічною безпекою природно-заповідних об'єктів Західного Полісся, на основі яких розроблений евристичний алгоритм. Розроблена концепція системи моніторингу, є основою продукційних правил для побудови автоматизованих інформаційних систем, розроблення ГІС-додатків або окремих програмних модулів для стикування і узгодження з ГІС-системами, пов'язаних із прийняттям оперативних рішень при управлінні ресурсокористуванням і забезпечення екологічної безпеки територій.

Ієрархічна схема моніторингових об'єктів передбачає визначення як наявних зв'язків між її частинами, так і прогнозованих, що забезпечує повноцінне функціонування елементів екомережі Західного Полісся. Екосистемний аналіз вказує на те, що це відкриті субекосистеми різного рівня з особливими структурою і функціями та сформованими зв'язками. Функціональні зв'язки між екосистемами об'єднують їх в екологічну мережу Західного Полісся, яка створює біотичний каркас Пан-Європейської екологічної мережі. Комплексний моніторинг цієї території забезпечує розробку еколого-інформаційних ресурсів, необхідних усім рівням споживачів – від локального до національного.

Базуючись на загальнонаціональній концепції екомережі, побудовано інформаційно-аналітичну систему моніторингу природоохоронними комплексами Західного Полісся, призначену для систематизації інвентаризаційних обстежень об'єктів, інформаційно-аналітичного

оброблення результатів досліджень, структуризації, стандартизації та подання інформації в оптимальному для прийняття рішень вигляді, створення засобів тривалого збереження інформації та розширення її емпіричного базису. Моніторинг конкретних територій реалізується за схемою: ідентифікація об'єктів спостережень (вибір екологічних індикаторів – види, біогеоценотичні угруповання); еколого-картографічне моделювання; програма дотримання вітчизняних і міжнародних стандартів якості довкілля; оперативний контроль на базі геоінформаційних систем. Використання системи екологічного моніторингу полягає в науковому обґрунтуванні проектів, рішень та вимог щодо управління екологічною безпекою територій Західного Полісся.

За результатами систематизації розроблених методів, моделей, комплексу процесів оброблення й аналізу даних, запропоновано систему оперативного і стратегічного управління територіями Західного Полісся, яка за рахунок розширення функціональних можливостей, інтеграції міждисциплінарних підходів до аналізу даних моніторингу та науково обґрунтованої оцінки стану екосистем, дозволяє прогнозувати вплив природних та антропогенних факторів на екосистемну динаміку та еколого-економічну базу для попередження і відвернення загроз біорізноманіттю та забезпечення екологічної безпеки природних комплексів.

Доцільне розроблення концепції формування програмно-апаратного геопорталу «Західне Полісся», з можливостями віддаленого роботизованого моніторингу. Пропонується інтеграція у геопортальну інформаційну систему, аналогічну до запропонованої в [10], засобів моніторингу, використання для віддаленого моніторингу роботизованих мобільних платформ — роботів телеприсутності з можливістю як повітряного (на базі квадрокоптерів), так і наземного, і в окремих випадках — водного моніторингу з двостороннім аудіо-відео контролем та додатковими елементами штучного інтелекту для запобігання критичних ситуацій, поломки апаратури а також автономного патрулювання по заданих маршрутах. Передбачається використання віртуальних симуляторів як додаткового елемента на етапі навчання. Представлення інформації та її архівування відбувається у 2D та 3D форматах для формування еколого-економічних моделей ресурсного потенціалу територій.

Література

1. Трофимчук О.М. Інформаційне забезпечення гідроакустичного моніторингу озер Західного Полісся / Трофимчук О.М., Мокрий В. І., Радчук В.В., Радчук І.В., Загородня С.А. // Екологічна безпека та природокористування: зб. наук. праць Ін-ту телекомунікацій і глобал.

інформ. простору НАНУ і Київ. нац. ун-ту буд-ва і архіт. – Вип.1(17). – К., 2015. – С.5-14.
2. Трофимчук О. М. Гідроакустичний моніторинг озер Світязь (Шацький НПП) і Нобель (проектований Нобельський НПП) / О. М. Трофимчук, Г. Я. Красовський, В. В. Радчук, В. І. Мокрий, І. В. Радчук, В. О. Охарєв, В. Ю. Вишняков, О. В. Атрасевич, В. О. Шумейко, С. А. Загородня, М. А. Попова, П. В. Юрчук, Н. В. Хомік, В. І. Матейчик // Національні природні парки – минуле сьогодення, майбутнє: мат. міжнар. наук.-практ. конф. до 30-річчя Шацького НПП. – К.: ЦП «Компринт», –2014. –С. 165-167.
3. Трофимчук О.М. Інформаційно-аналітичні технології моніторингу екосистем Західного Полісся / О.М. Трофимчук, В.І. Мокрий // Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях: зб. наук. праць 12 Міжнар. наук.-практ. конф. – Київ – Харків – АР Крим, 2013. – С.10-17.
4. Мокрий В. І. Моніторинг, моделювання і прогнозування впливу Хотиславського кар'єру на гідрогеологічні і лісоекологічні умови природно-заповідних об'єктів Західного Полісся / В. І. Мокрий // Природа Західного Полісся та прилеглих територій: зб. наук. праць. – № 9. – Л.: ВНУ ім. Лесі Українки, 2012. – С. 284-288.
5. Мокрий В. І. Моделі фазових переходів сукцесійних процесів лісових угруповань Західного Полісся / В. І. Мокрий, В. Б. Капустяник, П. Г. Хомюк // Екологічна безпека та природокористування: зб. наук. праць Ін-ту телекомунікацій і глобал. інформ. простору НАНУ і Київ. нац. ун-ту буд-ва і архіт. – Вип. 8. – К., 2011. – С.94-118.
6. Мокрий В. І. Біофізика математико-флуоресцентних моделей рослин Шацького НПП / В.І. Мокрий, В.Б. Капустяник, Ю.М. Корчак // IV Міжн. конф. «Фізичні методи в екології, біології та медицині»: тези доп. – Львів, 2011, – С. 38-40.
7. Мокрий В. І. Інформаційне забезпечення формування транскордонного біосферного резервату «Західне Полісся» / В. І. Мокрий, О. М. Трофимчук, Р. Ф. Федорів // Екологія і ресурси: зб. наук. праць Ін-ту проблем національної безпеки. – Вип. 17. – К., 2007. – С. 66-73.
8. Мокрий В. І. Ідентифікація космознімків для моніторингу лісових екосистем Шацького НПП / В. І. Мокрий, Р. Ф. Федорів // Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях: зб. наук. праць VI Міжнар. наук.-практ. конф. – Київ – Харків – Крим, 2007. – С.249-253.
9. Красовський Г. Я. Актуальність інформаційно-технічного забезпечення управління Шацьким національним природним парком

/ Г. Я. Красовський, В. І. Мокрий // Екологія і ресурси: зб. наук. праць Ін-ту проблем національної безпеки. – Вип. 13. – К., 2006. – С. 101-111.
10. Мокрий В. І. Концепція формування геопорталу «Розточчя» / В.І. Мокрий, Гасько Р.Т., О.М. Трофимчук, В.В. Радчук, І.В. Радчук, С.А. Загородня, Ю.В. Рудий // Проблеми та перспективи розвитку економіки і підприємництва та комп'ютерних технологій в Україні: збірник тез XI наук.-практ. конф. ННІППТ НУ "Львівська політехніка". – Л.., 2015. – С.16-20.

Аналіз геодинамічної взаємодії споруд і грунтів методом наближених суперелементів

Січкаренко С.В.

Однією з актуальних задач практики проектування є розрахунок та оптимізація споруд як просторових систем з урахуванням їх фізичної та геометричної нелінійності. Катастрофічні наслідки ряду землетрусів, аварій споруд та інших надзвичайних ситуацій підтверджують актуальність проблеми забезпечення розрахункової міцності та надійності несучих конструкцій споруд в умовах природних і техногенних впливів як при проектуванні, так і при експлуатації.

До сучасних і перспективних методів розв'язку таких задач відноситься метод наближених суперелементів (МНСЕ), який при реалізації його в програмних комплексах (ПК) дозволяє порівняно швидко і з малими працезатратами розраховувати складні нерегулярні будівлі і споруди на статичні, динамічні та сейсмічні впливи і залишається ефективним, незважаючи на розвиток інших обчислювальних методів і зростання кількості комп'ютерних програм.

До моменту початку досліджень МНСЕ було реалізовано в двох програмних комплексах – "СТАРТ" і "РАПИД", проте область застосування ПК "СТАРТ" була досить обмеженою розглядались лише будівлі в'язевої системи, а представлення результатів розрахунків в ПК "РАПИД" було явно неефективним.

Як показали теоретичні дослідження, збіжність в переміщеннях в методі наближених суперелементів (СЕ) має більш високий порядок, чим збіжність в зусиллях в окремих скінченних елементах, однак саме зусилля в першу чергу цікавлять розраховувачів. Тому виникла необхідність в проведенні додаткових досліджень, в розробці нових алгоритмів і процедур, які дозволили різко поліпшити експлуатаційні якості цих програм, а також стали вкладом в розвиток методу наближених суперелементів.

В результаті цих досліджень розроблено уточнену схему наближеного суперелемента в плоскій задачі теорії пружності,

запропоновано принципи формування і розроблено систему узагальнених зусиль в СЕ, чисельними експериментами підтверджено збіжність та ефективність МНСЕ, виявлено нетривіальні особливості роботи несучих систем будівель.

Практичне значення одержаних результатів полягає у впровадженні запропонованих алгоритмів для формування системи узагальнених зусиль для СЕ в плоскій задачі теорії пружності в ПК “СТАРТ” і “РАПИД” та програмно-обчислювальному комплексі “SCAD” і застосуванні їх при розв’язку важливих прикладних задач. [1-4].

Останній був застосований при розрахунках споруд ядерних об’єктів. Розглянуто будівлю та реакторне відділення дослідницького реактора ВВЕР-М Інституту ядерних досліджень НАН України. При цьому враховані геодинамічні аспекти взаємодії споруди з грунтовою основою.В скінченоелементних моделях розглядалося кілька тисяч елементів різного типу, включаючи елементи пружної основи. Розрахунки проводились на дію власної ваги, ваги покриття, технологічного, вітрового та корисного навантажень і декількох варіантів розрахункового сейсмічного навантаження. Виконано оцінки напружено-деформованого стану і перевірки міцності конструкцій, побудовано спектри відповіді на сейсмічне навантаження. Було встановлено, що елементи покриття головного корпусу працюють за межею пружності, подано пропозиції по їх зміцненню.

Проведено чисельне моделювання руйнування та оцінки міцності конструкцій об’єкта "Укриття", для якого не існує повної вихідної інформації, що не дозволяє використовувати стандартні методи розрахунків. Натурні обстеження та прямі вимірювання в значній частині об’єкта малоефективні через їх фрагментарність. Обстеження об’єкта, проведені в початковий період спорудження укриття, показали, що значна частина його несучих залізобетонних конструкцій чи повністю зруйнована, чи має суттєві ушкодження. Аналіз відомих даних дозволив наближено екстраполювати імовірнісний стан недосяжних для прямих обстежень внутрішніх конструкцій 4-го енергоблока. Використано методи математичного моделювання, включаючи розробку методів и програм розрахунку на ЕОМ, створення моделей поведінки об’єкта і основи, проведення обчислювальних експериментів, оцінку напружено-деформованого стану, тріщиностійкості і т. п.

Відому інформацію натурних обстежень доповнено чисельними даними про стан конструкцій в недоступних місцях.

ЛІТЕРАТУРА

1. Загальні принципи побудови моделі об’єкта "Укриття", особливості проведення його чисельних досліджень та їх основні результати / М.В.Сидоренко, Л.Ф.Вознесенський, І.Р.Сазонова, Р.В.Васягін,

Л.Г.Лукіна, В.Л.Гавриш, О.В.Шимановський, О.М.Трофимчук, С.В.Січкаренко // Будівництво України. – 1998. – № 3. – С. 25-29.
2. Шимановский А.В., Трофимчук А.Н., Сичкаренко С.В. Исследования сейсмостойкости реакторного отделения и здания исследовательского реактора ВВЭР-М ИЯИ НАН Украины // Сейсмостойкое стр-во. - 1998. - № 5. - С. 31-35.
3. Дорошенко В.Б., Січкаренко С. В., Трофимчук О. Методика розв'язку задач надійності споруд на основі створення інформаційних систем // Будівництво України. – 2002. – № 3. – С. 37-41.
4. Січкаренко С.В. Розробка системи узагальнених зусиль для варіанта наближеного суперелемента у програмному комплексі "СТАРТ" // Будівництво України. – 2004. – № 3. – С. 36-40.

Формування наукового інтересу молоді в екологічному напрямку

Клименко В.І.
(Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, klimenko_vika@ukr.net)

Важливим аспектом розвитку держави є збереження і якість кадрового потенціалу держави. Для вирішення цього питання необхідні рішучіші і вагомі заходи з боку держави. Вирішення існуючих кадрових проблем, не лише в науково-технічній сфері, але і у всіх без виключення сферах суспільного життя, безпосередньо пов'язано із справжньою інтеграцією науки і освіти. Президент Національної академії наук України Б.Е. Патон відзначає, що важливим чинником подальшого розвитку є широке вживання науки для вирішення найважливіших проблем держави, інтенсифікації наукової і науково-технічної діяльності. Саме ставку на науку, здатну сприяти втіленню в стислі терміни реальної стратегії інноваційного розвитку, зробили провідні країни світу в умовах фінансової і економічної кризи. В цілому роботі з молоддю приділяється велика увага в діяльності Національної академії наук України. За ініціативою НАН України в країні створена розгалужена система державної адресної допомоги підтримки талановитій молоді, яку складають премії, гранти і стипендії Президента України, Верховної Ради, Кабінету Міністрів [1].

Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору Національної академії наук України (ІТГІП НАНУ) також важливе місце приділяє роботі з науковою молоддю. Він знаходиться в числі перших інститутів Національної академії наук України по кількості працюючої молоді, яка постійно бере участь у різних конкурсах для молодих учених. Систематично ІТГІП НАНУ приймає на практику студентів вищих учбових закладів для підвищення рівня знань практичними напрацюваннями.

Одним з основних напрямків професійної орієнтації молоді є екологічна освіта, де розглядається збереження коштовних природних і історико-культурних комплексів і об'єктів; створення умов для організованого туризму, відпочинку і інших видів рекреаційної діяльності в природних умовах, з підтримкою режиму охорони заповідних природних комплексів і об'єктів; проведення наукових досліджень природних комплексів і їх змін в умовах рекреаційного використання, розробка наукових рекомендацій в питаннях охорони природного довкілля і ефективного використання природних ресурсів; проведення екологічної освітньо-виховної роботи і так далі [2].

Також важливим моментом мотивації студентів і молодих наукових співробітників для участі в науково-дослідних роботах є участь в експедиційних дослідженнях, які щорічно проводяться інститутом на озерах України. Там проводяться дослідження по розробці еталону якості поверхневих вод, будується карта глибин озера, використовуються дистанційне зондування Землі з космосу, цифрові технології обробки космічних знімків, геоінформаційні системи і технології а також натурні виміри [3]. Завдяки тому, що до складу експедиційної групи входить професорський склад ІТГІП НАНУ і інших вищих учбових закладів студенти і молоді учені мають можливість опанувати практичні навики роботи в різних галузях знань, отримати досвід роботи з новими технологіями і приладами, познайомитися і поспілкуватися з цікавими людьми. Досвід показує, що після відповідних заходів молодь вступає до аспірантури і активно виявляє цікавість до наукової діяльності.

Питанням екологічної безпеки приділяється немало уваги. Ведуться дослідження з оцінювання негативного впливу на ґрунти, водні ресурси і повітря внаслідок техногенного навантаження. А саме під керівництвом чл.-к. НАН України О.М. Трофимчука і професора Г.Я. Красовського проводяться роботи з оцінки техногенного навантаження на ґрунти з використанням методів ДЗЗ, оцінюється шкідливий вплив від автомобільних доріг, міських агломерацій тощо[4-7].

ІТГІП НАНУ регулярно бере активну участь у виконанні ряду національних і регіональних програм інформатизації органів державної влади. При цьому накопичений значний практичний досвід у виховних і освітніх заходах із студентами і аспірантами по збереженню природного довкілля, методів розробки і використання сучасних інформаційних технологій збору, обробки і тематичної інтерпретації природно-ресурсних даних і знань, створено спеціалізовані бази даних і інформаційно-аналітичні системи підтримки природоохоронних рішень, екологічні і природно-ресурсні карти і атласи.

Зрозуміло, що любов до природи необхідно прививати з дитинства, щоб населення з турботою відносилось до оточуючого середовища. Саме

тому приймається участь в інноваційному освітньому проекті Малої академії наук України «РОЗКВІТ» серія «Зростаймо дослідниками», де є можливість пояснити наймолодшим школярам і продемонструвати на практиці наскільки є цікаве навколишнє середовище, величне і, в той же час, крихке. Для дітей проводяться наукові досліди по чотирьом напрямах: сонячне світло, вода, повітря і ґрунти, щоб ближче їх познайомити із цими компонентами середовища і на практиці відчути важливість кожного з них. За розробленими матеріалами діти проходять навчання і займаються у 16 навчальних закладах України, затверджених наказом Міністерства освіти і науки України, відповідно до Списку базових навчальних закладів з експериментального впровадження інноваційного експериментального проекту «Створення науково-методичних засад формування у дітей навчально-дослідницьких умінь» [8-9].

Сподіваємось, що комплексний підхід у вирішенні питання екологічної освіти і культури, який існує і ІТГІП НАНУ у майбутньому призведе до позитивних змін у екології навколишнього середовища України.

Список використаних джерел

1. Звіт про діяльність Національної академії наук України у 2010 році у двох частинах. Частина 1. Відповідальний за випуск А.Г. Загородній / Видавничий дім „Академперіодика” НАН України, 329 с.
2. Статья 20 Закону України «Про природно-заповідний фонд України».
3. Трофимчук О.М., Красовський Г.Я., Радчук В.В. Мокрий В.І. Інформаційно-аналітичні технології дослідження озер Шацького НПП. // III-й Всеукраїнський з’їзд екологів з міжнародною участю. Зб.наук.статей. Том 1. – Вінниця: ВНТУ, 2011. С.-130-133.
4. Л.Д.Греков, Г.Я.Красовський, О.М.Трофимчук. Космічний моніторинг забруднення земель техногенним пилом. – К.: Наук.думка, 2007. – 123с.
5. В.І.Клименко, Д.Л.Крета, Г.Я.Красовський, О.М.Трофимчук. Оцінка території забруднених ґрунтів від зосереджених об’єктів за різними методами // Екологія і ресурси. Зб.наук.праць Українського інституту досліджень навколишнього середовища і ресурсів при РНБО України, №19, Київ, 2008. – с.79-89.
6. С.О.Довгий, Г.Я.Красовський, О.М.Трофимчук, В.І.Клименко, Д.Л.Крета, О.О.Суходубов. Моніторинг забруднення земель уздовж доріг викидами автотранспорту засобами ДЗЗ/ГІС технологій // Екологія і ресурси. Зб.наук.праць Інституту проблем національної безпеки, №14, Київ, 2006.-с.43-49.
7. Клименко В.І Сучасні інформаційні технології для екологічної безпеки грунтів. – К.: «Азимут-Україна». – 2012. – 120 с.+іл.

8. Клименко Вікторія. Царство сонечка: навчально-розвивальний посібник для дітей молодшого шкільного віку / Вікторія Клименко. – К.: ТОВ «Праймдрук», 2012. – 70 с.: іл. (серія «Зростаємо дослідниками»).
9. Клименко Вікторія. Царство водограйчика: навчально-розвивальний посібник для дітей молодшого шкільного віку / Вікторія Клименко. – К.: ТОВ «СІТІПРІНТ», 2013. – 70 с.: іл. (серія «Зростаємо дослідниками»).

Геопросторове моделювання поширення забруднень поверхневих вод методами ГІС та ДЗЗ

Анпілова Є.С.
(ІТГІП НАН України, anpilova@ukr.net)

Останнім часом особливого значення набувають дослідження проблем, пов'язаних з оцінкою антропогенних впливів на навколишнє середовище, викликаних, насамперед, діяльністю людини, а також динамічними процесами, що протікають в екосистемі.

Одним з найуразливіших компонентів навколишнього середовища є гідросфера. Постає необхідність в розробці стратегії використання технічного потенціалу для вдосконалення відносин людей з гідросферою. Ця стратегія багато в чому повинна носити характер адаптації людської діяльності до природних умов проживання і їх спрямованому поліпшенню. Вона вимагає всебічних знань, що об'єднують природні, суспільні і технічні науки [1].

Складовою частиною водного господарства України є поверхневі води. З одного боку, вони є поновлюваним ресурсом, але з іншого боку, їх можливості обмежені та схильні до змін, як в кількісному, так і якісному відношенні. Багаторічні спостереження за динамікою якості поверхневих вод України виявляють тенденцію до збільшення їх забрудненості. Щорічно фіксується велика кількість створів річок з високим рівнем забрудненості (більше 10 ГДК) і число випадків з екстремально високим забрудненням водних об'єктів (понад 100 ГДК). Проблема забезпечення населення та народногосподарського комплексу України водою нормативної якості з кожним роком все більше загострюється. Тому необхідне створення добре формалізованих моделей живої та неживої природи, що дають підставу не тільки для кількісного аналізу процесів, що відбуваються в ній, але і для вирішення практичних завдань.

Нижче розглянуто метод оцінки якості поверхневих вод, що відрізняється від існуючих, використанням геостатистичних методів інтерполяції даних моніторингу поверхневих вод і вдосконаленим методом обробки даних якості за класами і категоріями, що був

розроблений автором під керівництвом члена-кореспондента НАНУ, доктора технічних наук О.М. Трофимчука [3,4].

Треба зазначити, що з 1993 – 2001 рр. О.М. Трофимчук, в рамках виконання Програми українсько-канадського співробітництва «Розвиток управління навколишнім середовищем в Україні (район басейну р. Дніпро)» на основі космічних досліджень та ГІС-технологій, працював над створенням типової регіональної інформаційної системи екологічного менеджменту.

Картографічне моделювання, здійснене на основі геоінформаційного інструментарію дозволяє не тільки відображати вже відомі просторові закономірності, а й проводити аналіз, виявляти і візуалізувати взаємозв'язок між джерелами забруднення та якістю поверхневих вод, визначати достовірність щодо джерел забруднень, виконувати районування за факторами забруднення, здійснювати оцінку якості поверхневих вод, зокрема при недостатньому обсязі гідрохімічних даних [3,4].

Було створено базу геоданих для прийняття рішень з управління водними ресурсами на прикладі басейну річки Сіверський Донець, як одного з найбільш антропогенно-навантажених річкових басейнів України. Окрім статистичних даних для оцінки стану поверхневих вод використовувалися матеріали космічної зйомки, отримані з різних джерел: TERRA / MODIS, NOAA, QuckBird, LANDSAT, SPOT, ICONOS.

На підставі наявних геоданих були побудовані картографічні моделі динаміки забруднень поверхневих вод басейну р. Сіверський Донець.

В результаті були розраховані і відображені класи якості води в кожному з пунктів спостереження.

Потрібно відзначити, що за стандартними методиками [2], оцінку стану поверхневих водних об'єктів за класами та категоріями якості, виконують тільки в місцях відбору проб. В умовах постійного скорочення кількості пунктів спостереження та періодичності відбору проб, складно оцінити і прийняти рішення, але важливо знати рівень забруднення в будь-якій точці річкового басейну. Для побудови моделей просторового розподілу якості поверхневих вод використані геостатистичного методи, включені до складу додаткового модуля ArcGIS Geostatistical Analyst.

Вихідними даними була інформація щодо якості поверхневих вод в місцях відбору проб постів Українського гідрометеорологічного центру та даних підприємств, що звітують відповідно державної статистичної формою 2-ТП-водгосп.

За допомогою модуля Geostatistical Analyst, був проведений геостатистичного аналіз, в результаті якого отримано інтерполяційну поверхню значень рівня забруднення поверхневих вод всього басейну р. Сіверський Донець (рис.1).

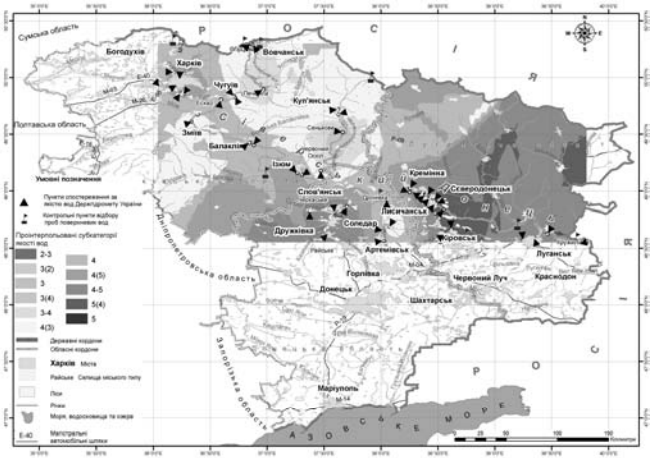


Рис. 1 Карта інтерпольованих значень рівня забруднення басейну р. Сіверський Донець

Значення якості води розраховане традиційними методами, згідно із затвердженою методикою на державному рівні у контрольних створах [2], і значення якості води в цих же пунктах, але отримане в результаті інтерполяції за допомогою модуля Geostatistical Analyst програми ArcGis, відхиляється не більше ніж на 5-7%.

Результати у повному обсязі дозволяють підтвердити достовірність побудованої інтерпольованої поверхні якісних характеристик поверхневих вод басейну р. Сіверський Донець в повному обсязі [4].

Отримані в результаті просторового аналізу дані, були використані для побудови картографічних моделей нового рівня якості моніторингу об'єктів гідрографії, оскільки існує нагальна потреба посиленого контролю основних джерел забруднення водотоків для упередження та недопущення виникнення надзвичайних ситуацій. Відповідно ці картографічні моделі слугували важливою складовою при розробці макетів предметно - орієнтованих підсистем інформаційної підтримки управління сталим розвитком територій ряду областей в середовищі корпоративних ГІС обласних державних адміністрацій.

Ці системи здатні інтегрувати, накопичувати, систематизувати інформацію з різних первинних джерел, і в кінцевому рахунку відтворювати цілісну картину існуючого природокористування та виявляти тенденції його розвитку.

Літературні джерела.

1. Directive 200/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field

of water policy // Official Journal of the European Communities - Official Journal L 327. 22.12.2000. – 72 pp.
2. Методика по розрахунку антропогенного навантаження і класифікації екологічного стану басейнів малих річок України / УНДІВЕП, 2-ге видання перепоблене та доповнене. – К.: Полімед, 2007. – 71с/
3. Трофимчук О.М. Використання ГІС-технологій для інвентаризації джерел забруднення поверхневих вод транскордонних об’єктів/ Анпілова Є.С., Волошкіна О.С., Трофимчук О.М., Цибульській А.І. // Екологія і ресурси : Зб. наук. праць. Інституту проблем національної безпеки . – К. : ІПНБ, 2007. - №16. – с. 46-51.
4. Трофимчук О.М. Просторовий аналіз розповсюдження забруднень поверхневих вод і ґрунтів засобами ДЗЗ та ГІС / Є. С. Анпілова, В.І. Клименко, Д.Л. Крета, О.М. Трофимчук.// Екологічна безпека т природокористування. – 2014. - Вип. 14. – с. 59-68.

Побудова інформаційної системи комп’ютерної підтримки рішень (на прикладі системи моніторингу температурних явищ підстильної поверхні України)

Вишняков В.Ю., к.т.н.
(Центр прийому і обробки спеціальної інформації та контролю навігаційного поля, wishnya_dzz@ukr.net)

Створення системи моніторингу небезпечних природних явищ і техногенно-небезпечних об’єктів є найбільш актуальною в усіх країнах світу [1]. Наприклад в Україні невід’ємною умовою сталого економічного та соціального розвитку є охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки життєдіяльності людини [2]. Однією з умов, які забезпечують виконання цих вимог є наявність сучасної інфраструктури моніторингу поточних станів елементів навколиш-нього природного середовища і антропогенних чин-ників впливу на них. Своєчасне забезпечення достовірними, точними даними екологічної ситуації за результатами моніторингу стану довкілля є вимогою законодавства України [3,4].

Виходячи з існуючих проблем природно-техногенної безпеки [5], особливої уваги для моніторингу довкілля потребують об'єкти з високою витратою енергії (водойми й річки, пожежі, техногенно-небезпечні об’єкти). Всі вони характеризуються підвищеною тепловіддачею в навколишнє середовище, що надає можливість здійснювати їх моніторинг з використанням методів дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) [6] з залучен-ням програмних інструментів сучасних геоінфор-маційних систем (ГІС) (Рис.1) [8].

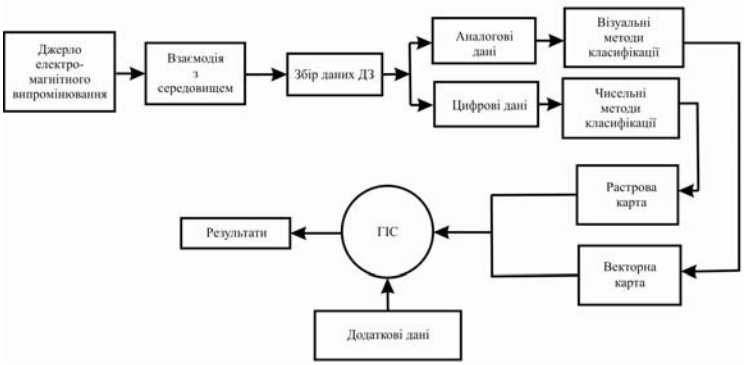


Рисунок 1 – Інтеграція даних дистанційного зондування в ГІС

Таким чином, однією з актуальних проблем сьогодення є створення досконалої інформаційної системи комп'ютерної підтримки рішень (ІСКПР) з питань управління екологічною безпекою на базі сучасних інформаційних моделей моніторингу температурних аномальних явищ за даними ДЗЗ.

Вище зазначені явища передбачають роботу з великою кількістю табличних даних, пов'язаних з використанням растрової та географічної інформації [9]. Це вимагає здійснення ефективного оброблення даних та семантики водночас. Вирішити це завдання виявилося можливим шляхом створення моделей предметної області (ПдО) із застосуванням онтологічних методів визначення взаємодії класів об'єктів [10].

Для побудови онтології автоматизованого визначення можливості застосування даних ДЗЗ та використання їх для виконання тематичних завдань було застосовано загальноприйняту форму опису онтології (1) стосовно задачі, що вирішується [11]:

$$O = \langle X, R, F, A(D, G) \rangle, \qquad (1)$$

де:

X – множина понять, які використовуються для опису тематичного завдання $ТЗ_i$ та відповідних даних ДЗЗ $ДД_j$, де i – кількість тематичних завдань, j– кількість КА;

R – кінцева множина відношень між поняттями X:

F – множина функції інтерпретації, яка задається на поняттях із множини X та на відношеннях із множини R.

A – скінченна множина аксіом, яка складається з множини визначень D_k і множини обмежень G_k для поняття X, та визначає відношення функцій інтерпретації F до визначеного завдання.

Отриманий перетин множин понять та кінцевих відношень між ними призвів до зв'язку їх елементів, який визначив відповідну функцію у

вигляді алгоритму оброблення, який має відношення до множини інформаційних процесів загальної системи.

Для подальшого створення ІСКПР обрані вершини були інтерпретовані та реалізовані шляхом експертної оцінки субмножин та супермножин. Аналіз останніх дозволив прийняти рішення стосовно отриманої семантики та побудувати відповідні онтологічні графи з означеним термом-об’єктом (як приклад рис.2)

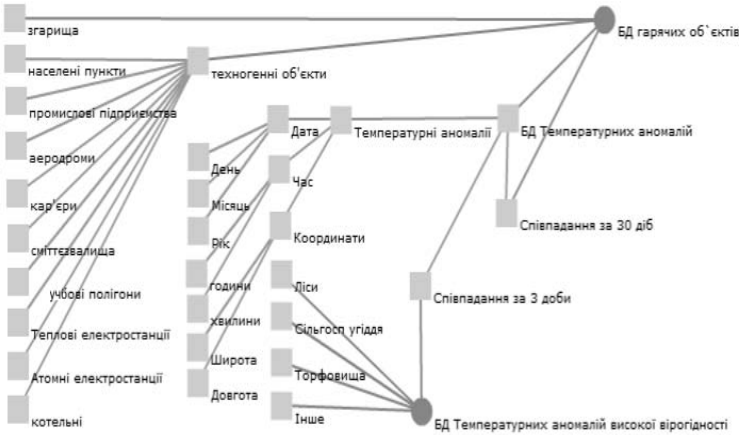


Рисунок 2 – Онтологічний граф з означеним термом-об’єктом – «Програма визначення «гарячих» об'єктів»

Подальша реалізація створеного операційного середовища в ІСКПР здійснюється шляхом послідов-ного створення інформаційної та функціональної моделі з використанням загальноприйнятих стандартних методологій і мов функціонального моделювання, таких як IDEF (Integrated Definition Function Modeling), DFD (Data Flow Diagrams), UML (Unified Modeling Language).

На основі функціональних та інформаційних моделей створюються програми, які реалізуються в загальне операційне середовище ІСКПР. На рис. 3 представлено схему ІСКПР температурних явищ підстильної поверхні України.

Запропонований метод створення ІСКПР дозволяє при вирішенні завдань проектування та реалізації визначати нові концепти онтологічної моделі («слабкі» місця системи) та надає можливість їх вирішення.

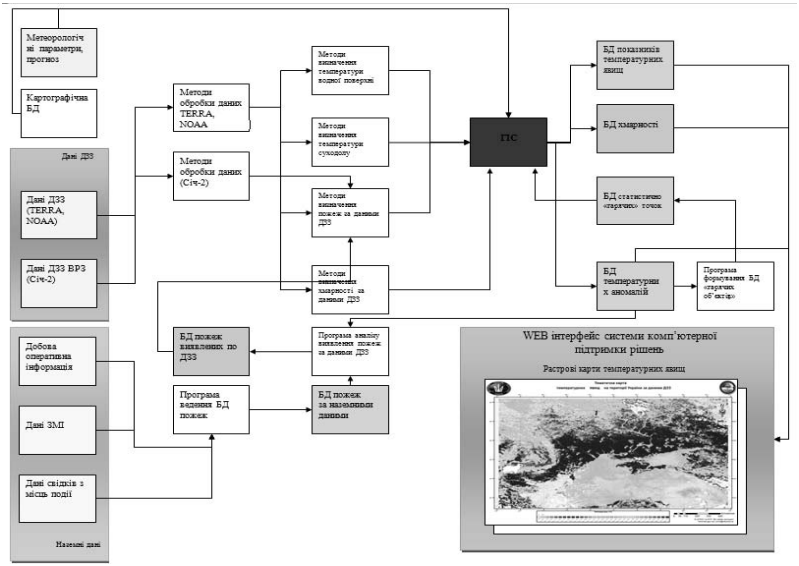


Рисунок 3 Структура ІСКПР

Літературні посилання

1. С.О.Довгий, О.М.Трофимчук, Л.Д.Греков. Основні підходи щодо побудови системи моніторингу небезпечних природних явищ і техногенно-небезпечних об’єктів України // Проблеми природокористування, сталого розвитку та техногенної безпеки регіонів. Матеріали 3 Міжнар. Наук.-практ.конф., Дніпропетровськ, 2005 – с.193-195.
2. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» (1264-12 редакція від 12.08.2003 ВВР), 1991, N 41, ст.546;
3. Закон України "Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року" від 21.12.2010 №2818-VI
4. Закон України "Про загальнодержавну цільову програму захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру на 2013-2017 роки" від 7.06.2012 року № 4909-VI.
5. М. М.Биченок, О.М.Трофимчук. Проблеми природно-техногенної безпеки в Україні. – К.: УІНСіР, 2002. – 153с.
6. С.О.Довгий, П.Е.Пащенко, В.В.Радчук, Г.Я.Красовський, О.М.Трофимчук, О.О.Дмитрієва, В.К.Іванов, С.М.Андреєв, А.В.Попов, В.О.Слободян, І.В.Радчук, О.М.Брашеван, В.Ю.Вишняков, Д.Л.Крета, А.С.Нечаусов, В.М.Тимохін. Моніторинг

навколишнього середовища з використанням космічних знімків супутників NOAA. – Київ: ФОП Пономаренко Є.В., 2013. – 316с.
7. Л.Д.Греков, О.М.Трофимчук, В.Г.Черний. Перспективи використання ГІС-технологій у системі геотехнічної безпеки територій // Сб.научн.тр. Национальной горной академии Украины, Днепропетровск, 2001, № 12, том 1. - с.77-82.
8. Г.Я.Красовський, О.М.Трофимчук. Досвід реалізації картографічного забезпечення управління природокористуванням, ресурсами та заходами у надзвичайних ситуаціях на обласному і районному рівнях // Регіональна нарада "Можливості дистанційного зондування землі та геоінформаційних технологій у вирішенні проблем Полісся". Тези доповідей. – Київ – Луцьк, 2002. – с.72-73.
9. Чандра А. М. Дистанционное зондирование и географические информационные системы / А. М. Чандра, С. К. Гош. – Техносфера, 2008. - 312 с.
10. В.Ю.Вишняков, О.Є.Стрижак, О.М.Трофимчук. Застосування онтологічного підходу при створенні інструментів геоінформаційних систем (на прикладі визначення температурних процесів на території України за даними космічної зйомки)// Екологічна безпека та природокористування. Зб. наук. праць, вип.13, Київ, 2013. – С. 188 – 195.
11. Вишняков В.Ю. Тематична онтологія процесів застосування даних дистанційного зондування для моніторингу Землі з космосу / В.Ю. Вишняков // Екологічна безпека та природокористування: зб. наук. праць / Міністерство освіти і науки України, Київський національний університет будівництва і архітектури [та ін.]. – 2013. – № 12. – С. 135–140.

Застосування сучасних методів моніторингу для дослідження лімнологічних систем

Радчук І.В.
(Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, igor.radchuk.v@gmail.com)

Сучасний стан водних об'єктів України є досить складним і потребує усестороннього моніторингу. В процесі розгляду проблем екологічної безпеки гідроекосистем на регіональному рівні проявляються важливі показники їх деградації – порушення природного стоку та циклу кругообігу води, погіршення якості водних ресурсів і як наслідок – суттєве підвищення ризику водокористування, як з кількісної так і з якісної точки зору.

Проведення постійного та системного моніторингу в першу чергу на основі методів ДЗЗ та ГІС – технологій дозволить своєчасно зафіксувати

виникнення джерела забруднення та прийняти необхідні рішення щодо проведення заходів з його ліквідації. Таким чином, виникає необхідність моніторингу об'єктів навколишнього середовища шляхом інтеграції міждисциплінарних методів аналізу даних дешифрування космознімків і лабораторно-польових вимірювань, встановлення причинно-наслідкових зв'язків виникнення потенційних загроз для екологічно безпечного управління водними екосистемами.

Розроблені технології отримання екологічної інформації зі супутникових знімків різних параметрів дають представлення про температурні, гідрохімічні, гідробіологічні характеристики водних об’єктів [1]. Поєднання отриманих даних з результатами польових досліджень акваторій та прибережної зони надало можливість сформувати базу просторово-розподілених даних для оптимізації прийняття рішень в сфері екологічного управління.

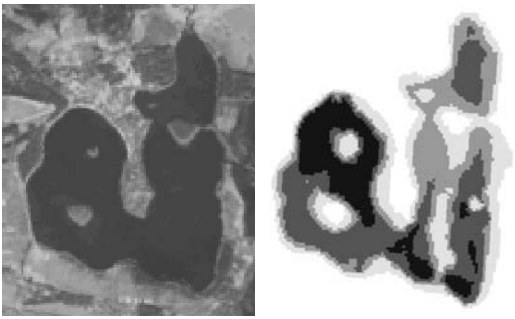
Методами дистанційного зондування землі (ДЗЗ) з використанням геоінформаційних систем (ГІС) вирішено задачі, пов’язані з формуванням бази даних системи екологічного моніторингу лімносистем.

В рамках досліджень лімнологічних систем в якості прикладу комплексного застосування можливостей ДЗЗ розглядалася лімнологічна система озера Нобель (Рівненська область). Довжина озера Нобель – 3,2 км, ширина до 2,5 км, площа 4,99 км², глибина понад 10 м. Прозорість води – до 2 м. Озеро розділене на дві половини півостровом, який простягається з півночі на південь. Береги і дно піщані, дуже розчленовані. На озері є чотири острови. Озеро Нобель живиться за рахунок водообміну з річкою Прип'ять, яка впадає в його східну частину з півночі і випливає з нього зі східного боку. Взимку озеро замерзає [2].

Для оцінки техногенного навантаження на лімнологічну систему оз. Нобель використовувались космічні знімки з відкритих джерел – зокрема, знімки високої роздільної здатності Spot, GeoEye та Digital Globe (оптичний діапазон). Ареали техногенного забруднення можна детермінувати за допомогою виявлення температурних аномалій. Ідентифікацію антропогенного навантаження на лімносистеми Нобельського ландшафту виконано шляхом реєстрації інтенсивності евтрофікації озера. Ідентифікація процесів евтрофікації методами обробки космічних знімків для моніторингу евтрофування водойм, базується на аналізі варіацій коефіцієнта дифузного відбивання світла поверхневими і підповерхневими шарами води при збільшенні в них концентрації фітопланктону. Збільшення фітопланктону спричинює зростання дифузного відбивання світла внаслідок підвищення розсіювання світла назад на мікроводоростях [3]. З іншого боку, цей процес супроводжується збільшенням вмісту у фітопланктоні пігментів, які інтенсивно поглинають світло в специфічних інтервалах, що

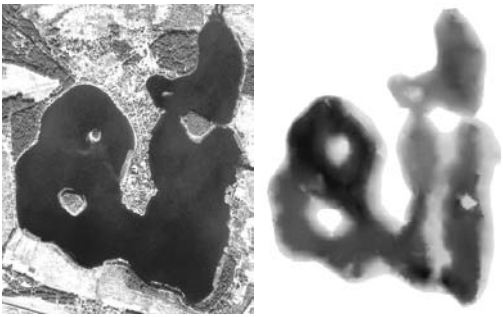
призводить до зменшення дифузного відбивання світла в певних зонах спектру, що слід обов'язково враховувати при моніторингу водних екосистем методами ДЗЗ за різних періодів року.

Визначення глибин проводилось за космічним знімком «Landsat-8» з використанням 1 каналу – 0.45-0.52 (блакитний спектральний діапазон), який найбільше підходить для дослідження водних об'єктів через те, що сонячне світло проникає в цьому спектральному діапазоні на більшу глибину (рис.1) та «WorldView-2» – 1,84 м в блакитному діапазоні (0,43–0,45 нм), який дозволяє визначати глибини до 20 м (рис.2).



а) б)

Рис. 1. Карта відносних глибин оз. Нобель (б), яка розрахована по космічному знімку «Landsat-8» (а)



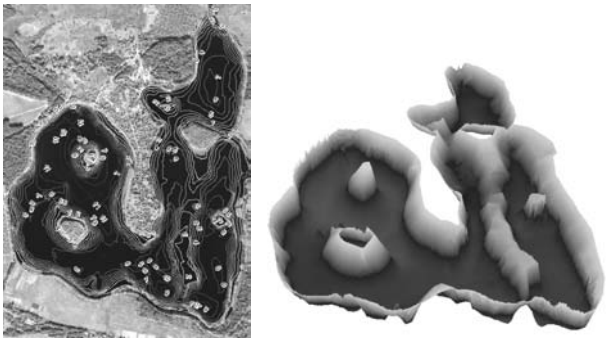
а) б)

Рис. 2. Карта відносних глибин оз. Нобель (б), яка розрахована за космічним знімком «WorldView-2» (а)

Як видно з представлених рисунків, при використанні космічного знімка з КА «WorldView-2» можливо отримати більш детальну карту глибин.

Для оцінки точності моделі, яка була побудована з використанням даних ДЗЗ, були організовані польові роботи по заміру глибин оз.

Нобель, дослідницькою групою з використанням ехолота Lowrance: «LMS-527CDF IGPS». На основі даних, отриманих з допомогою ехолота, були побудовані карта глибин і тривимірна модель оз. Нобель (рис. 3).



а) б)

Рис. 3. Карта глибин(а) та 3D-модель оз. Нобель(б)

Ефективне функціонування синтезованої засобами ДЗЗ/ГІС-технологій еколого-інформаційної моделі евтрофікації озерних екосистем, інформаційну основу яких становлять постійно оновлювані результати моніторингу розробленими уніфікованими гідроекологічними та гідроакустичними методами, забезпечує комплексну оцінку екологічного потенціалу лімносистем. Доцільним є використання характеристик стану водойм та їх ресурсного потенціалу в якості інформаційної бази системи територіального гідроекологічного моніторингу. Інформаційно-аналітична база формується для розробки управлінських рішень та системи конструктивних оперативних заходів охорони і раціонального використання досліджених водойм. Все зазначене шляхом інтеграції може бути покладене в перспективі до створення електронних паспортів всіх лімнологічних систем України.

Література:

1. Красовський Г. Я. Космічний моніторинг безпеки водних екосистем з застосуванням геоінформаційних технологій / Г. Я. Красовський. — К. : Наук. думка, 2007. — 493 с.
2. Ільїн Л.В. Озера Волині: Лімно-географічна характеристика / Л.В. Ільїн, Я. О. Мольчак. — Луцьк : Надстир’я, 2000. — 140 с.
3. Інформаційно-аналітичні технології дослідження озер Шацького НПП / О. М. Трофимчук, Г. Я. Красовський, В. В. Радчук, В. І. Мокрий // III Всеукраїнський з’їзд екологів з міжнародною участю : зб. наук. ст. (Вінниця, 21—24 верес. 2011 р.). — Вінниця, 2011. — Т. 1. — С.130—133.

Система контролю за станом довкілля у зоні впливу сміттєзвалищ

Новохацька Н.А.
(ІТГІП НАН України, novokhatska.natalia@gmail.com)

Аналіз сучасного стану поводження з твердими побутовими відходами (ТПВ) та огляд нормативно-правової бази показує, що в Україні система моніторингу недосконала, вона не забезпечує інформацією про кількість сміттєзвалищ та про якість довкілля навколо місць видалення відходів. Моніторинг несанкціонованих сміттєзвалищ, стихійних місць накопичення відходів (безхазяйних) та їх інвентаризація не проводиться. Тому неконтрольовано відбувається негативний вплив процесів забруднення на біоту, атмосферу, ґрунтовий покрив, поверхневі та підземні водні джерела. Окрім значної потреби в площі для розміщення сміттєзвалищ, відходи є загрозою здоров'ю населення, яке мешкає поблизу звалища, викликаючи епідеміологічну небезпеку та біологічне забруднення.

Таким чином сміттєзвалища утворюють так званий структурний центр в природно-техногенній системі, тобто елемент системи. Тому при вивчені сміттєзвалищ доцільно виявляти прямі та зворотні зв'язки, аналізувати явища саморегуляції, оцінювати цілісність, впорядкованість та централізацію інформаційних показників формування потенційної екологічної небезпеки природно-техногенних систем. Для ефективного контролю за станом навколишнього природного середовища в зоні впливу сміттєзвалищ запропоновано вирішувати питання, виділені у наступні блоки (рис. 1.): ідентифікація джерела впливу та обстеження місцевості; визначення напрямку розповсюдження впливу, шляху міграції забруднюючих елементів; обґрунтування негативного впливу на рецептор.

Рис. 1 - Схема методології контролю впливу сміттєзвалищ на складові довкілля

Отримана інформація сприятиме визначенню відповідних завдань та заходів для ефективного контролю щодо поліпшення екологічної ситуації в природно - техногенній системі. При вирішенні зазначених питань доцільним є використання комплексу методів оцінки стану природно-техногенної системи та прогнозування екологічного впливу

складованих відходів на основні компоненти навколишнього природного середовища.

Для ідентифікації джерела впливу та обстеження місцевості залучено методи дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) та безпосередні спостереження на відповідних створах [1]. Для візуалізації екологічної ситуації в природно - техногенній системі, упорядкування і опрацювання бази отриманих даних та всієї наявної інформації запропоновано використання програмного комплексу ArcGIS, що передбачає побудову просторової моделі рельєфу місцевості на основі даних геодезичних вимірювань та накладання космічного знімку з прив'язкою по координатах. Окрім візуалізації зображення така модель дає змогу спрогнозувати можливе забруднення та окреслити зону впливу сміттєзвалища.

Використання космічних знімків і цифрових карт дозволяє проаналізувати розміщення полігонів захоронення побутових відходів, причому не тільки відносно населених пунктів – міст, селищ та сіл, дачних масивів тощо, а враховуючи також особливості природно-техногенних систем у зонах розташування полігонів [2]. Ці особливості визначають умови, у яких відбувається складування відходів, а саме умови міграції забруднюючих речовин, які утворюються в процесі експлуатації звалищ.

В результаті проведеного автором дослідження розроблено перелік першочергових завдань для ефективного контролю за станом довкілля у зоні впливу сміттєзвалищ. Враховуючи складний стан в галузі поводження з ТПВ, критичне накопичення сміття та нагромадження великої кількості несанкціонованих сміттєзвалищ на території України, необхідно:

- скласти актуальний реєстр місць видалення відходів із відповідною дозвільною документацією та несанкціонованих сміттєзвалищ;
- визначити полігони ТПВ з критичним впливом на поверхневі водні джерела, підземні води, приземну атмосферу та на безпеку життєдіяльності населення;
- визначити перелік полігонів ТПВ, які потребують рекультивації;
- скласти схему санітарної очистки населених пунктів від несанкціонованих стихійних сміттєзвалищ;
- визначити перелік полігонів ТПВ, які потребують модернізації та визначитись із перспективними системами захисту ґрунтових вод, вилучення та знешкодження біогазу і фільтрату;
- визначити кількість полігонів, які необхідно побудувати, та підготувати відповідні проектні пропозиції за стандартами.

Рис. 2 - Концептуальна схема державної інформаційно-аналітичної системи поводження з відходами

За результатами отриманого реєстру, переліків та відповідних пропозицій можливо запланувати подальші заходи щодо реалізації наміченої стратегії поводження з відходами.

Контроль за станом довкілля у зоні впливу сміттєзвалищ запропоновано проводити за концептуальною схемою державної інформаційно-аналітичної системи поводження з відходами (рис. 2), яка враховує міжнародні стандарти та включає в себе програмні засоби первинного збору інформації та узагальнення і аналітичне оброблення інформації.

Запропонована система контролю представляє собою відкриту інформаційну систему, яка ґрунтується на наступних принципах: узгодженості нормативно-правового та організаційно-методичного забезпечення, сумісності технічного і програмного забезпечення її складових; системності спостереження за станом довкілля та техногенними об’єктами (місця видалення відходів), що впливають на нього; своєчасності отримання, комплексності оброблення та використання екологічної інформації, що надходить і зберігається в системі моніторингу; об’єктивності первинної, аналітичної і прогнозної екологічної інформації та оперативності її доведення до органів державної влади, органів місцевого самоврядування, громадських організацій, засобів масової інформації, населення [3].

Загалом система контролю спрямована на підвищення рівня вивчення і знань про екологічний стан довкілля, підвищення оперативності та якості інформаційного обслуговування користувачів на всіх рівнях, підвищення якості обґрунтування природоохоронних заходів та ефективності їх здійснення, а також сприяння розвитку міжнародного співробітництва у галузі охорони довкілля, раціонального використання природних ресурсів та екологічної безпеки. Зазначена система забезпечить формування і послідовну реалізацію державної екологічної політики в галузі поводження з ТПВ.

Література

1. Новохацька Н. А. Технологія інвентаризації місць видалення відходів методами дистанційного зондування Землі / Н. А. Новохацька, О. М. Трофимчук // Екологічна безпека та природокористування. – 2014. – № 14. – С. 31-40.
2. Космічний моніторинг забруднення земель техногенним пилом /Л.Д. Греков, Г.Я. Красовский, О.М. Трофимчук. – К.: Наук.думка, 2007. – 123 с.;
3. Geoinformation Technologies in decision issues of municipal solid waste / [O. Trofymchuk, V. Trysnyuk, N. Novokhatska, I. Radchuk] // Journal of Environmental Science and Engineering. – 2014. – A 3. – P. 183-187.

Формалізація розподіленої моделігідрологічних процесів «TOPKAPI-IPMMS» («опади-стік»)у геоінформаційному просторі її параметрів

Варчук І.В., Мокін В.Б.
(Вінннницький національний технічний університет,
ilona-varchuk@mail.ru)

Математичні моделі формування річкового стоку (або моделі гідрологічних процесів типу “опади-стік”) є надзвичайно важливими для вивчення, оскільки дають можливість проведення розрахунків стоку з водозборів, й, відповідно,розробки та запровадження ефективних протипаводкових заходів, у разі потреби.

Математичні моделі «опади-стік» поділяють на два типи: моделі із зосередженими параметрами і моделі з розподіленими параметрами[1]. Перевага моделей з розподіленими параметрами у тому, що, як елемент моделювання, використовуються карти з ландшафтами водозбору, що дозволяють врахувати фізико-географічну неоднорідність території водозбору.

Особливо цікавою є розподілена модель гідрологічних процесів типу «опади-стік» на заданому водозборі «TOPKAPI-IPMMS» (чи «ТОПКАПІ-ІПММС»), розроблена Інститутом проблем математичних машин і системНАН України [1]. В основу даної моделі закладено рівняння моделі «TOPKAPI». Модель базується на головній вхідній ГІС-інформації моделі – цифровій карті висот території, а водозбір представляє собою сукупність комірок,що утворюють розрахункову сітку моделі. Кожен елемент сітки являє собою розрахунковий вузол моделі і має свій набір характеристик.Модель розраховує такі компоненти стоку з водозбору [1]:

– стік у верхньому шарі ґрунтів;
– поверхневий стік по схилах водозбору;
– стік у руслах річок та природних водотоках.

Модуль ґрунтового стоку описується наступними рівняннями [1, 2]:

$$\begin{cases} \dfrac{\partial \eta}{\partial t} = r - \dfrac{\partial q}{\partial x}, \\ q = \dfrac{L k_s \tan(\beta)}{(\vartheta_s - \vartheta_r)^{\alpha} L^{\alpha}} \eta^{\alpha} = C \eta^{\alpha} \end{cases}, \qquad (1)$$

де x – напрямок руху води в елементі водозбору (просторовий розмір елемента); η – вміст води у шарі ґрунту уздовж вертикального перерізу, м; r – інтенсивність надходження води в елемент водозбору у вигляді опадів та бічного припливу з сусідніх елементів, q – горизонтальний потік у ґрунті (витрати на одиницю ширини), L – глибина шару ґрунту, в

якому відбувається горизонтальний стік, k_S – коефіцієнт гідравлічної провідності ґрунту у стані насичення, β – кут нахилу поверхні елемента (комірки) розрахункової сітки водозбору, ϑ_r – кількість води як частка від товщини шару, що не піддається фільтрації капілярами та силами гравітації, ϑ_s – максимально можлива кількість води як частка від товщини шару ґрунту, α – певний емпіричний гідравлічний параметр ґрунту елемента водозбору.

Рівняння водного балансу має вигляд[1]:

$$Q_{S_i}^d = \left(r_i x^2 + q_{O_i}^u + q_{S_i}^u\right) - \frac{\hat{V}_{S_i}\left(t_0 + T\right) - V_{S_i}\left(t_0\right)}{T} \qquad (2)$$

де $Q_{S_i}^d$ – стік з *i*-го елемента водозбору за проміжок часу $t_0 \sim t_0 + T$, м^3/с, що не може бути інфільтрований у ґрунт у результаті насичення верхнього шару, внаслідок цього виникає процес поверхневого стоку і ця величина передається як гранична умова для модуля поверхневого стоку; t_O – початковий момент часу кроку обчислення; $q_{O_i}^u$ – приплив води *i*-ого елемента через поверхневий стік, м^3/с; $q_{S_i}^u$ – приплив води *i*-ого елемента через грунтовий стік, м^3/с; T – розрахунковий крок моделі; $\hat{V}_{S_i}\left(t_0 + T\right)$ – об'єм води у верхньому шарі ґрунту *i*-ого елемента водозбору в момент $\left(t_0 + T\right)$, м^3.

Модуль поверхневого стоку описується рівняннями[1]:

$$\begin{cases} \dfrac{\partial h_O}{\partial t} = e_O - \dfrac{\partial q_O}{\partial x} \\ q_O = \dfrac{1}{n_O\left[\tan\left(\beta\right)\right]^{1/2} h_O^{5/3}} = C_O h_O \alpha^{5/3} \end{cases} \qquad (3)$$

де h_O - глибина шару води поверхневого стоку, м; q_O - горизонтальний потік по поверхні елемента водозбору (витрати), м3/с; e_O – сума надлишкових опадів та ексфільтрованої води з ґрунту, м/с; n_O - коефіцієнт шорсткості поверхні елемента водозбору (коефіцієнт Маннінга); $C_{O_i} = \tan\left(\beta_i\right)^{1/2} / n_{O_i}$ - коефіцієнт, отриманий шляхом застосування формули Маннінга; $\tan\left(\beta\right)$ - тангенс кута нахилу поверхні розрахункового елемента *i*; $\alpha_0 = 5/3$ – параметр, що отримується з формули Маннінга [2].

Вираз для розрахунку поверхневого стоку елемента водостоку має вигляд[1]:

$$Q_{O_i}^d = \left(e_{O_i} x^2\right) - \frac{V_{O_i}\left(t_0 + T\right) - V_{O_i}\left(t_0\right)}{T}, \tag{4}$$

де $Q_{O_i}^d$ - стік з *i*-го елемента водозбору за проміжок $t_0 \sim t_0 + T$, м^3/с.

Наявність русла і його ширина у модулі стоку у руслах річок та природних водотоків визначаються наступним чином[1]:

$$A_{dr} > A_{th} \tag{5}$$

$$w_i = w_{\max} + \left[\frac{\omega_{\max} - \omega_{\min}}{\sqrt{A_{tot}} - \sqrt{A_{th}}}\right]\left(\sqrt{A_{dr}} - \sqrt{A_{tot}}\right) \tag{6}$$

де перший вираз є перевіркою на наявність русла в елементі, а саме, якщо A_{dr} – площа території, що дренується в елемент водозбору, більше за певне порогове значення площі дренажу A_{th}, яке задане в залежності від гідрологічних особливостей водозбору, то елемент є руслом; w_i – ширина русла в *i*-ому елементі; $w_{\max}$ та $w_{\min}$ – максимально та мінімально можлива ширина русла, відповідно, що задається в залежності від гідроморфологічних особливостей водозбору; A_{tot} – загальна площа водозбору як сума площ всіх елементів водозбору, з яких побудоване “дерево стоку”.

Процес руслового стоку для довільного русла прямокутної форми може бути записаний у вигляді [1]:

$$\begin{cases} \dfrac{dh_C}{dt} = r - \dfrac{dq_C}{dx}, \\ q_C = \dfrac{1}{n_C} s_0^{1/2} h_C^{5/3} = C_C \eta_C^{\alpha_C} \end{cases}, \tag{7}$$

де h_C – глибина води у руслі, r_C – бічний приплив елемента, що формується внаслідок поверхневого стоку, s_0 – тангенс нахилу дна русла до координатної вісі x вважається рівним $\tan\left(\beta_i\right)$ для *i*-го елемента русла, n_C – коефіцієнт шорсткості дна русла (коефіцієнт Маннінга), $\alpha_0 = 5/3$ – параметр, що отримується з формули Маннінга.

Стік *i*-го елемента русла дорівнює [1]:

$$Q_{C_i}^d = \left(r_{C_i} x w_i + q_{C_i}^u\right) - \frac{V_{C_i}\left(t_0 + T\right) - V_{C_i}\left(t_0\right)}{T} \tag{8}$$

В результаті розв’язання рівнянь, наведених вище модулів, отримують стік з водозбору у замикаючому створі.

Отже, дані для проведення розрахунку за моделлю «TOPKAPI-IPMMS» можна умовно поділити на три групи[1]: параметри водозбору, ГІС-карта водозбору, метеорологічні дані. Метеорологічні дані для проведення розрахунків беруться або з даних спостережень гідрометеорологічних станцій, або з сіток опадів, подібних тим, що на рис. 1.

Рис. 1 – Карта опадів у водозборі

Як відомо, оптимальною формалізацією параметрів багатозв'язних просторово-розподілених систем (БПРС), які складаються з багатьох підсистем та ділянок з різними характеристиками, є геоінформаційні системі (ГІС)[3]. Мокіним В. Б. та Гавенком О.В. запропоновано метод формалізації моделі БПРС у вигляді графа у геоінформаційному просторі параметрів (ГПП), який є просторово-логічно пов'язаним з об'єктами ГІС БПРС. Модель, формалізовану у ГПП, запропонований метод дозволяє зберігати у системному шарі цієї ж ГІС [3].

Аналіз моделі (1)–(8) показує, що вона відповідає необхідним вимогам і до неї теж можна застосувати цей метод. Доведемо це.

Оскільки при оцінювання необхідності протипаводкових заходів головним показником є об'єм стоку з водозабору, тому з вищеописаних залежностей для побудови ГПП використаємо співвідношення, що обраховують об'єми стоків, – а саме вирази:(2), (4), (8). До ГПП моделі «TOPKAPI-IPMMS»увійдуть наступні параметри та змінні [1]: V_S, r, q_O^u, q_S^u, e_O, V_O, r_C, V_C, q_C^u, w_i, Q_S^d, Q_O^d, Q_C^d. Результат формалізації розподіленої моделі гідрологічних процесів «TOPKAPI-IPMMS» («опади-стік») у геоінформаційному просторі її параметрівподано на рис. 2.

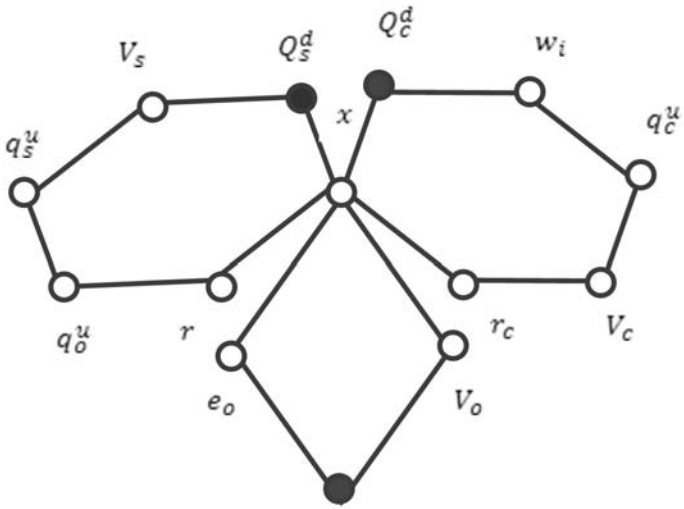


Рис. 2 –Геоінформаційний простір параметрів моделі «TOPKAPI-IPMMS» («опади-стік»)

Відповідно до вищеописаних залежностей необхідним є створення ГІС, що міститиме окремий шар з гідрометеорологічними даними, необхідними для розрахунку, що пришвидшить проведення обчислень. Також раціональним є створення ГПП даної моделі двохтипів: для випадку насичення ґрунту вологою та у режимі ненасичення.

Подальша формалізації моделі«TOPKAPI-IPMMS» («опади-стік») у її ГПП шляхом перетворення в інший біхроматичний граф дасть можливість аналізувати та оптимізувати топологічну спостережуваність даної БПРС.

Література

1. Бойко О. В. Оцінка ефективності протипаводкових заходів на малих річкових водозборах Закарпаття на основі розрахунків розподіленої моделі «опади-стік» / О. В. Бойко,
2. М. Й. Железняк // Математичні машини і системи. – 2011. – С. 149–160.
3. Кюнж Ж.А. Численныеметоды в задачах речнойгидравлики / Кюнж Ж.А., Холли Ф.М., Вервей А.– М.: Энергоатомиздат, 1985. – 252 с.
4. Мокін В. Б. Інформаційні технології автоматизації обробки параметрів геоінформаційних систем з геометричними мережами : монографія / В. Б. Мокін, В. Г. Сторчак, Є. М. Крижановський, О. В. Гавенко, В. Ю. Балачук. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 196 с.

Побудова геоінформаційної моделі природних шкідливих факторів, які впливають на стан здоров'я людей, на основі просторово-хронологічної моделі даних у циліндричній системі координат

*Вуж Т.Є., **Мокін В.Б.
(*Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова, tasya_v@inbox.ru; **Вінницький національний технічний університет vbmokin@gmail.com)

Застосування інформаційних технологій для аналізу інформації про просторово-розподілені природні шкідливі фактори має велике значення в розвитку сучасної науки [1-3]. У більшості випадків вищезазначені фактори впливають не постійно, а лише у певний час та у певних місцях на певні категорії людей. Такі випадки є найбільш цікавими для дослідження. Як приклад, можна навести вплив алергенного пилка рослин на здоров'я людей, що проживають, навчаються або працюють у зоні цього впливу [3, 4].

Метою даного дослідження є розвиток методу побудови геоінформаційної моделі просторово-розподілених природних шкідливих факторів, які впливають на стан здоров'я людей, що знаходяться у зоні цього впливу, з урахуванням просторово-часових закономірностей змін цих факторів на основі просторово-хронологічних моделей даних, а також удосконалення методу оцінювання цього впливу. А більш деталізовано – розвиток технології формалізації та обробки даних про ареали розташування карантинних рослин на прикладі амброзії, про місця перебування населення та осіб, які відносяться до групи риску щодо захворювань на алергію та бронхіальну астму, у т.ч. на основі даних ДЗЗ.

Для прикладу розглянемо задачу, коли у певному мікрорайоні міста знаходиться будинок, навколо якого у певних ареалах розповсюджена амброзія полинолиста, пилок якої викликає у вразливих верств населення алергічну реакцію та бронхіальну астму (БА) (рис. 1) [5].

На рис.1а зображений результат картування поширення амброзії полинолистої на території

м. Вінниці за допомогою ГІС. Дане картування проводилось згідно статистичних даних, наданих Державною фітосанітарною інспекцією у Вінницької області та проведених натурних спостережень станом на 2014 рік. Далі на сайті http://vin3d.net/ на 3D моделі міста Вінниці були знайдені відповідні об'єкти (див. рис.1б). А на рис.1в подано аерофотознімок дев'ятиповерхового будинку, на мешканців якого (згідно рис.1 а) може впливати пилок амброзії з конкретних ареалів, розміщених на сусідніх вулицях.

а) б) в)

Рис. 1. Схема вулиць і будинків міста: карта ареалів поширення амброзії (а); дані аерофотозйомки для визначення багатоповерховості мікрорайону (б); один з найбільших будинків мікрорайону (в)

Припустимо, що в даний момент має місце схема розташування ареалів поширення амброзії, як на рис. 2 (вважається, що вітер дує в бік будинку).

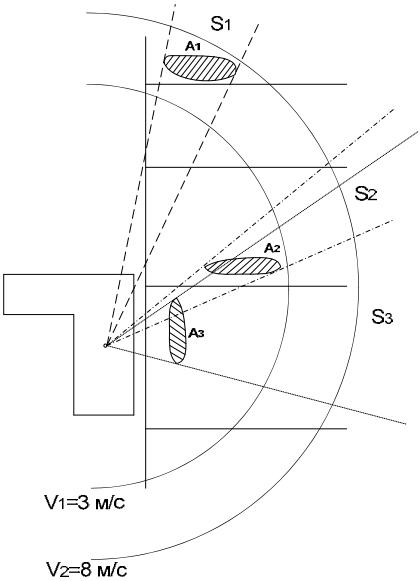


Рис. 2. Приклад схеми розташування ареалів амброзії (заштриховані зони) відносно будинку (полігон) та вулиць (суцільні лінії) деякого міста (у полярних координатах відносно жителя будинку)

Формалізуємо задачу. По-перше, потрібно врахувати період часу, коли рослина-алерген продукує пилок (період цвітіння). Саме в цей період і провокуються у населення алергічні реакції та бронхіальна астма. Для амброзії початок пилкування це – перша декада серпня, закінчення пилкування – перша декада жовтня. По-друге, необхідно врахувати, що населення (у т.ч. діти, які є найбільш вразливими до алергій) знаходиться в будинку не увесь час, а тільки в певні періоди часу. По-третє, враховуємо, що на поширення у повітрі пилка амброзії впливають ще й метеоумови, основним з них є вітер, що переносить пилок. Існують ще й інші фактори такі, як опади, вологість повітря тощо, але зупинимось тільки на основному. Вчетверте, також потрібно врахувати поверх будинку, на якому проживає особа, та яка потенційно може захворіти на бронхіальну астму. Як відомо, пилок алергенних рослин може розповсюджуватись на порівняно обмежену висоту. Тому при створенні інформаційної моделі для визначення ризику захворювання населення на бронхіальну астму необхідно аналізувати відстань між зонами умовного розсіювання пилку від ареалів амброзії до будинку не тільки на площині координат (X, Y), а й по висоті (H) відносно кожного поверху будинку, на якому проживає людина, окремо (рис. 3).

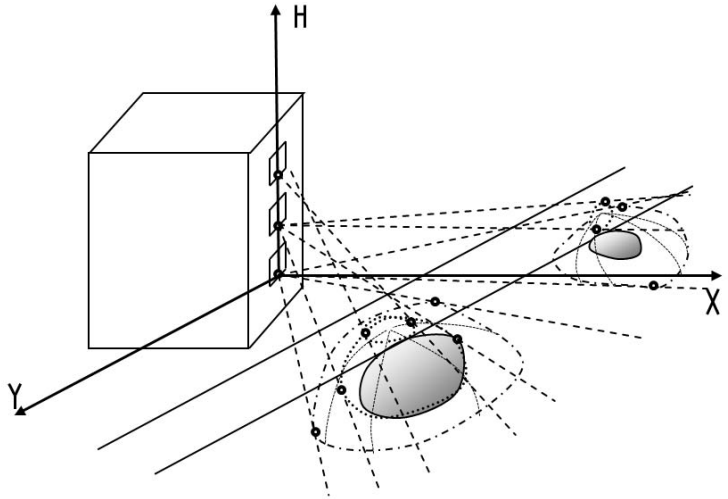


Рис. 3. Приклад схеми розташування ареалів амброзії (суцільно заштриховані зони) з їх умовними зонами розсіювання пилку (вважається, що вітер дує в бік будинку) як по ширині, так і по висоті, відносно різних поверхів будинку та вулиць деякого міста

Отже, пропонується формалізацію даних для жителів багатоповерхового будинку, на мешканців якого може впливати пилок

амброзії, здійснювати не у полярній чи прямокутній системі координат, а – у циліндричній системі координат, що дозволить врахувати поверх будинку та для кожного поверху побудувати свою окрему модель, яка буде зазнавати змін при зміні метеофакторів та ін.

Для спрощення формалізації параметрів у часі пропонуємо узагальнювати усі їх значення до певних періодів часу протягом доби. Оскільки пилок амброзії продукується тільки у денний час, наприклад, з 8.00 до 20.00, то пропонуємо виділяти 6 періодів по 2 години:

t_1 = [8.00-10.00), t_2 = [10.00-12.00), … t_6 = [18.00-20.00].

Параметри усіх вище зазначених факторів були сформовані у чотирьох таблицях із прикладами значень вхідних даних для двох різних осіб – для підлітка та для дорослого: 1. Ареал розташування амброзії полинолистої (*A*); 2. Інформація про кожну людину (*P*) з урахуванням поверху проживання; 3. Розпорядок дня осіб *P* – перебування їх у будинку (T_p); 4. Напрямок і сила вітру (*U*).

Якщо кожну таблицю 1-4 розглядати як множину даних із відповідним позначенням, зазначеним у її назві, тоді можна записати інформаційну модель, яка дозволить знайти величину *W*, що характеризує наявність впливу пилку рослин-алергенів на людей:

$$\begin{aligned} W &= F(T_P, A, U), \\ I &= [P, T_P] \end{aligned} \tag{1}$$

де *F* – функція (чи алгоритм), яка визначає вплив пилку рослин-алергенів на людей, що знаходяться у зоні дії цього пилка у будинку; *L* – характеристики людей, потенційний вплив на які досліджується.

Співвідношення (1) є основою інформаційної моделі просторово-часових даних (ПЧД), за яким можна формалізувати та проаналізувати вплив алергенних рослин на здоров’я дітей чи дорослих за одним із відомих методів, наприклад за basket-методом обробки просторово-часових даних, запропонованим Г.Гідофалфі. У методі «кошиків» Г.Гідофалфі усі змінні групуються по «кошиках» і порівнюються між собою для виявлення збігів між ними, що мають місце в один і той самий момент часу та в одному місці простору [3, 6].

Згідно алгоритму basket-метода було визначено наявність у секторах навколо будинку ареалів розповсюдження амброзії, з’ясовано період її цвітіння і визначено чи переносить вітер пилок у кожний сектор у характерні періоди часу. Проаналізовано кількість повторень викидів пилку у секторах і формуємо «кошики» даних.

Для розв’язання поставленої задачі застосовували basket-метод у три етапи. На першому етапі визначено збіг дії просторово-розподілених шкідливих природних факторів продукування пилку та вітру. На другому етапі – визначено для яких саме пацієнтів дійсно мав місце

вплив цих просторово-розподілених шкідливих факторів за відповідних метеоумов. На третьому етапі – здійснено співставлення поверху, на якому мешкають вищевизначені пацієнти, з відстанню, на якій знаходяться виявлені ареали амброзії та силою вітру.

В результаті застосування удосконаленого методу «кошиків» до запропонованої інформаційної моделі було визначено наступне:

1) ареали поширення амброзії, які найбільш негативно впливають на здоров'я дітей і які слід знищувати в першу чергу;

2) за яким розпорядком краще жити та по яких маршрутах рухатись дітям чи дорослим, щоб не зазнати негативного впливу (чи мінімізувати) вплив амброзії на них.

Результати цього аналізу, також, можуть бути основою для прийняття рішень з поліпшення та підвищення ефективності діагностування захворювання на бронхіальну астму у дітей та дорослих.

Література

1. Parametric database approach integration for handling temporal data in GIS / Sugam S.,
2. Shashi G., Udoyara Sunday T. // Geo-Spatial Information Science. – 2013. – Volume 16, Issue 2. – Pages 91-99.
3. The geographical pattern of thyroid cancer mortality between 1980 and 2009 in Italy /
4. Minelli G., Conti S., Manno V., Olivieri A., Ascoli V. // Thyroid. – 2013. – Volume 23, Issue 12. – Pages 1609-1618.
5. Мокін В. Б. Аналіз ризику впливу алергенних рослин на здоров'я дітей чи дорослих у населених пунктах на основі просторово-хронологічної моделі даних / Т. Є. Вуж, В. Б. Мокін // Екологічна безпека та природокористування: Зб. наук. праць. — К., 2014. – Вип. 16. – С. 57-67.
6. Вуж Т. Є. Контроль та мінімізація впливу алергенних рослин на стан захворюваності населення на бронхіальну астму на основі просторово-хронологічної моделі / Т. Є. Вуж,
7. В. Б. Мокін : збірник тез доповідей XII Міжнародної конференції [Контроль і управління в складних системах «КУСС-2014»], Вінниця, 14-16 жовтня 2014 р. – Вінниця: ВНТУ, 2014. – С. 205.
8. Мокін В. Б., Цимбалюк В. А. Визначення та картування ареалів поширення карантинних рослин у Вінницький області // Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції "Наука. Молодь. Екологія" в межах І Всеукраїнського молодіжного з'їзду екологів з міжнародною участю, 21-23 травня 2014 року. — С. 242-248.
9. Guozo Gidofalvi. Spatio-Temporal Data Mining for Location-Based Services // Daisy Associate. — Dec. 17, 2007. — Pages: 104-109.

Технологія оперативного екологічного моніторингу стану повітряного середовища та пересувних джерел його забруднення

Мокін В.Б., Дзюняк Д.Ю., Бондалєтов К.О.
(Вінницький національний технічний університет, Громадська рада при Мінприроди України, vbmokin@gmail.com)

Важливими елементами екологічної безпеки на є чистота атмосферного повітря: моніторинг його стану, оцінка негативного впливу пересувних та стаціонарних джерел викидів, оперативність прийняття рішень щодо покращення екологічної ситуації, особливо в густонаселених спальних частинах міста.

Для вирішення цієї проблеми авторами розроблено універсальну мобільну аналітичну комп'ютерну систему оперативного експрес-моніторингу (УМАКСОЕМ), яка дозволяє здійснювати оперативний контроль атмосферного повітря міста [1, 2]. Система містить такі складові: датчики-газоаналізатори: GPS-датчик, апаратне і програмне забезпечення для зберігання, обробки, аналізу та візуалізації даних на базі ARDUINO [3].

Систему рекомендується використовувати спільно з автомобільним чи стаціонарними дорожніми відеореєстраторами або камерами спостереження за станом дорожнього руху для підрахунку цільності транспортного потоку, який є основним забруднювачем повітря на дорогах міст.

Створено спеціалізований програмний продукт, який розв'язує задачі прийому, обробки та зберігання даних спостережень з використанням ГІС-технологій [1, 2].

Розроблена технологія проведення експерименту: алгоритми і рекомендації щодо синхронізації та агрегування окремих ділянок вулиць міста за просторово-часовими характеристиками.

Структура системи УМАКСОЕМ (рис. 1) складається з таких елементів:

1. Транспортний засіб (ТЗ) – це пристрій, призначений для забезпечення мобільності встановленої системи.

2. Інформаційно-вимірювальна система (ІВС), встановлена на ТЗ, складається із:

– системи сенсорів;
– GPS-датчика;
– аналого-цифрового перетворювача (АЦП);
– пристрою та програмного забезпечення (ПЗ) для зберігання та первинної обробки даних стану навколишнього середовища.

3. Веб-частина – комплекс модулів та сервісів, що складається із серверної частини (БД, GUI, ПЗ для обробки даних моніторингу та для доступу до них та ГІС місцевості), ПЗ для автоматизованого робочого

місця (АРМ) користувачів, сервісів для візуалізації результатів роботи системи УМАКСОЕМ.

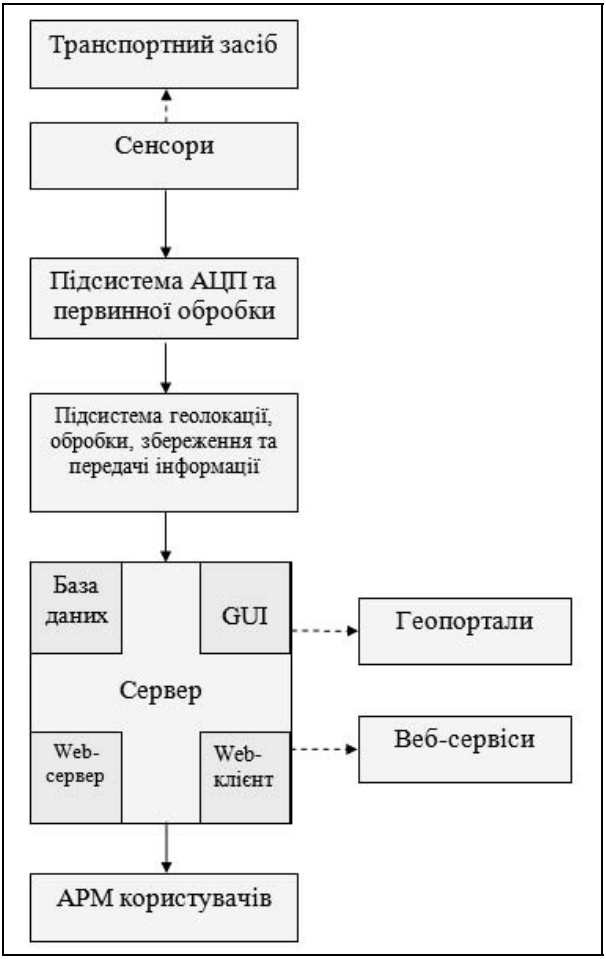


Рис. 1 – Технологія оперативного екологічного моніторингу стану повітряного середовища та пересувних джерел його забруднення

Зазначена структура дозволяє реалізувати систему з великою кількістю ТЗ з ІВС, які збирають дані та направляють їх на єдиний сервер.

При обробці результатів з ділянки заміру за даними відеореєстратора, встановленого на кожне ТЗ з ІВС, оператором системи мають підраховуватися тільки ті джерела забруднення, що належать до вимірювальної ділянки (рис. 2).

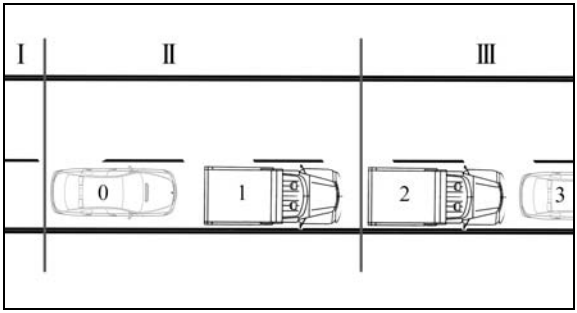


Рис. 2 – Схематичне зображення принципів заміру СО на ділянці розповсюдження забруднення

Окремо слід підраховувати ТЗ, що їдуть за різними напрямками руху. ТЗ з ІВС до цієї кількості не враховується, оскільки усі сенсори розташовані попереду ТЗ, а викиди здійснюються позаду (принаймні, саме так слід планувати експеримент та підбирати відповідне ТЗ).

З використанням відеокамер спостереження процес підрахунку ТЗ на ділянках дороги можна автоматизувати з використанням типового для цієї задачі ПЗ, наприклад пакету програм Matlab.

Для вирішення задач візуалізації, мережевого доступу та подальшого математичного аналізу розроблено серверне програмне забезпечення. Використано мови програмування PHP і MySQL, розроблено базу даних на сервері з операційною системою CentOS. Для багатокористувацького доступу до результатів замірів стану атмосферного повітря використовується синхронізація даних користувачів із серверної базою даних за допомогою файлів KML та геопорталу Google Earth (рис. 3).

Рис. 3 – Графічне відображення значень СО на Google Earth

Було успішно проведено апробацію програмно-апаратної частини розробленої системи на дорогах м. Вінниці.

Був обраний маршрут (рис. 4), який проходив біля найбільш вразливих до забруднення місць (об′єкти природно-заповідного фонду різного рівня, парки, лікарні, школи, дитсадки).

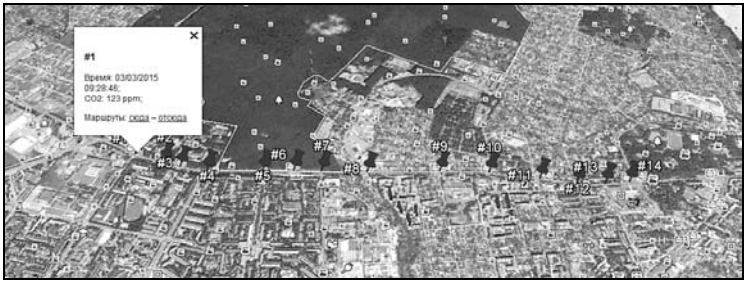


Рис. 4 – Графічне відображення значень СО на Google Earth після первинної обробки результатів експерименту

Маршрут включав у себе рух по вул. Хмельницьке шосе (від вул. Воїнів-Інтернаціоналістів до вул. Першотравнева), а також навколо Центрального парку культури і відпочинку м. Вінниці – по вул. Першотравнева та вул. Театральна. Час проведення експерименту був обраний з урахуванням метеоумов: вітер північно-західного напрямку, до 2–3 м/с, відсутність опадів. Під час експерименту за допомогою відеореєстратора фіксувалась кількість автомобілів на магістралях (рис. 5), що дозволило врахувати вплив автотранспорту на ступінь забруднення атмосферного повітря.

Рис. 5 – Відеоматеріали з автомобільного відеореєстратора для оцінювання кількості ТЗ, які могли бути джерелом СО на кожній ділянці вулиць міста Вінниці

Для підвищення екологічної безпеки міста пропонується забезпечувати постійний розвиток системи моніторингу шляхом збільшення кількості мобільних та стаціонарних постів спостереження, запровадження камер відеоспостереження, що дозволить виконувати контроль стану повітря міста з більш високою точністю та меншими затратами часу. Передбачається використання даної системи моніторингу навколишнього середовища для задач громадського та державного контролю якості атмосферного повітря.

Література

1. Мокін В. Б. Мобільна аналітична комп'ютерна система для оперативного моніторингу стану атмосферного повітря міста [Електронний ресурс] / В. Б. Мокін, Д. Ю. Дзюняк,
2. К. О. Бондалєтов // Міжнар. конф. "Молодь в технічних науках: дослідження, проблеми, перспективи" : тези доповіді, – 2015 – Режим доступу: http://conf.inmad.vntu.edu.ua/fm/files/bondaletovkostyantinolegovich_materials_1429010538.doc.
3. Бондалєтов К. О. Практична реалізація сучасної мобільної системи веб-моніторінгу та експрес-аналізу стану повітряного середовища [Електронний ресурс] / К. О. Бондалєтов, В. Б. Мокін, Г. В. Горячев, Д. Ю. Дзюняк // XLIV регіональна науково-технічна конференція професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів університету з участю працівників науково-дослідних організацій та інженерно-технічних працівників підприємств м. Вінниці та області: тези доповіді – 2015. – Режим доступу: http://conf.vntu.edu.ua/allvntu/2015/ineek/txt/bondaletov.pdf.
4. Al-Dahoud A. Monitoring Metropolitan City Air-quality Using Wireless Sensor Nodes based on ARDUINO and XBEE [Електронний ресурс] / A. Al-Dahoud, M. Fezari, I. Jannoud, T. AL-Rawashdeh – 2015 – Режим доступу: http://www.inase.org/library/2015/vienna/bypaper/CSSCC/CSSCC-17.pdf – Monitoring Metropolitan City Air-quality Using Wireless Sensor Nodes based on ARDUINO and XBEE.

Технологія оптимізації управління водними ресурсами басейну р. Дністер шляхом автоматизації складання його водогосподарського балансу

*Мокін В.Б., *Крижановський Є.М., *Скорина Л.М., **Гребінь В.В.
(*Вінницький національний технічний університет, vbmokin@gmail.com; ** Київський національний університет імені Тараса Шевченка, greben_v_v@mail.ru)

Планування та оптимізація управління водними ресурсами основане на формуванні водного балансу регіону з метою з'ясування резервів води на заданий період. Для таких же малозабезпечених водою країн, як Україна, розробляють ще й водогосподарський баланс, який має вищу точність та враховує не тільки природний водообіг, а й процеси водокористування. Водогосподарський баланс – це співвідношення між надходженням та витратою води на будь-якій частині земної поверхні за певний час з урахуванням господарської діяльності людини [1]. Баланси складаються не тільки по цілих районах річкових басейнів, а й по водогосподарських ділянках (ВГД) цих басейнів. При складанні таких балансів повинне враховуватись чинне гідрографічне та водогосподарське районування. Наприклад, в Україні, таке районування викладене у роботі [2].

Для розрахунку водогосподарського балансу ВГД використовується наступне рівняння (в одиницях об'єму води за розрахунковий період) [2]:

$$B = W_{вх} + W_{біч} + W_{пзв} + W_{зв} + W_{дот} \pm \Delta V \pm \Delta W_{л} - W_{вип} - \\ - W_{ф} - W_{з} - W_{пер} - W_{вкр} - W_{кп}, \quad (1)$$

де B – водогосподарський баланс; $W_{вх}$ – об'єм стоку, що надходить за розрахунковий період з вище розташованих ВГД; $W_{біч}$ – об'єм стоку, що формується на розрахунковій ВГД (бічна приточність); $W_{пзв}$ – об'єм водозабору із підземних водних об'єктів, який здійснюється згідно чинного законодавства; $W_{зв}$ – об'єм зворотних вод на розрахунковій ВГД; $W_{дот}$ – дотаційний об'єм води на ВГД (зовнішні та внутрішньобасейнові перекидання); $\pm\Delta V$ – спрацювання (+), наповнення (–) ставків та водосховищ; $\pm\Delta W_{л}$ – втрати води при осіданні льоду на берегах при зимовому спрацюванні і/або повернення води в результаті танення льоду весною; $W_{вип}$ – втрати на додаткове випаровування та льодоутворення з водосховищ (з урахуванням повернення води від розтавання льоду); $W_{ф}$ – фільтраційні втрати з водосховищ; $W_{з}$ – зменшення стоку річки, викликане забором гідравлічно-зв'язаних з нею підземних вод; $W_{пер}$ – перекидання частини стоку за межі розрахункової ВГД; $W_{вкр}$ – забір поверхневих вод; $W_{кп}$ – вимоги до стоку в замикаючому створі ВГД (комплексний попуск).

У роботі [1] детально описано методологію та алгоритми розрахунку усіх складових балансу (1) для заданої річки, успішно апробовані на прикладі басейну р. Південний Буг [3], яка, однак, не є транскордонною. Протягом 2014-2015 рр. ця методологія була адаптована до транскордонної річки Дністер (у межах проекту ENVSEC та ОБСЄ «Зміна клімату та безпека у басейні річки Дністер»). Зокрема, за методиками [2] проведено водогосподарське районування Молдови, з урахуванням їх географічно-економічних особливостей, та проведена його адаптація до районування польської та української частин басейну (рис. 1).

Рис. 1 – Водогосподарське районування басейну р. Дністер (у проекті ОБСЄ)

За допомогою експертів з України та з Гідрометцентру Молдови, Апеле Молдовей та АН Молдови зібрано дані про усі складові балансу (1) станом на 2010 р. У 2014 році нами розроблено комп'ютерну програму, яка дозволяє вибирати на геоінформаційній системі басейну задану ВГД та, з урахуванням усієї інформації із бази даних, розраховує водогосподарський баланс за кожний місяць заданого року 95%, 75% та 50% рівня водозабезпеченості, зокрема визначає такі інтегральні параметри як середньомісячні резерв та дефіцит води на кожній ВГД (рис. 2).

Було проведено тестування цієї розробленої авторами комп'ютерної програми для автоматизованої побудови водогосподарського балансу на заданих ділянках у заданий рік у басейні р. Дністер з метою оптимізації процесу водокористування у басейні (рис. 3, 4).

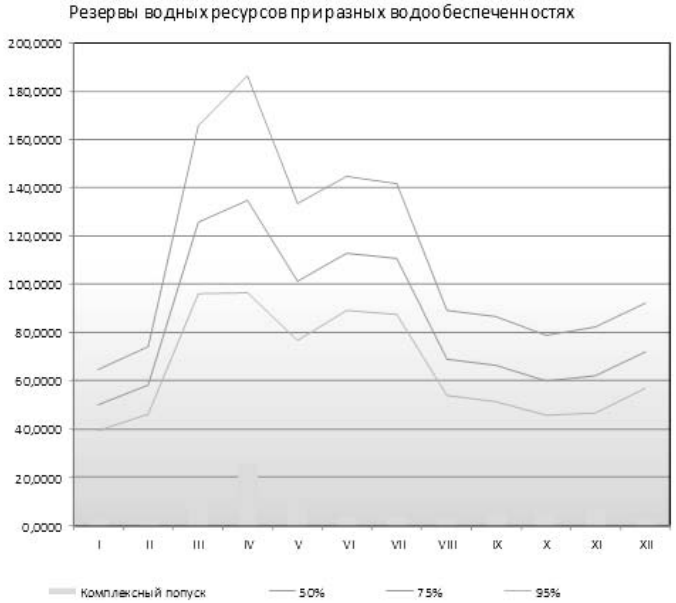


Рис. 2 – Візуалізація обчислених середньомісячні резерви води на задану ВГД для різних рівнів водозабезпеченості, з урахуванням вимог санітарно-екологічних попусків на цій ВГД (у проекті ОБСЄ)

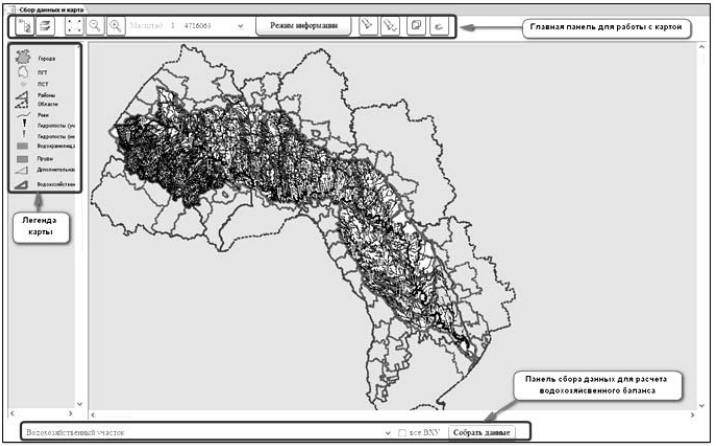


Рис. 3 – Елементи інтерфейсу ГІС-модуля комп'ютерної програми для автоматизованої побудови ВГД басейну р. Дністер (у проекті ОБСЄ)

Весь минулий рік Україна, Молдова та Польща (польська ділянка є у витоку Дністра) збирали дані для цієї програми.

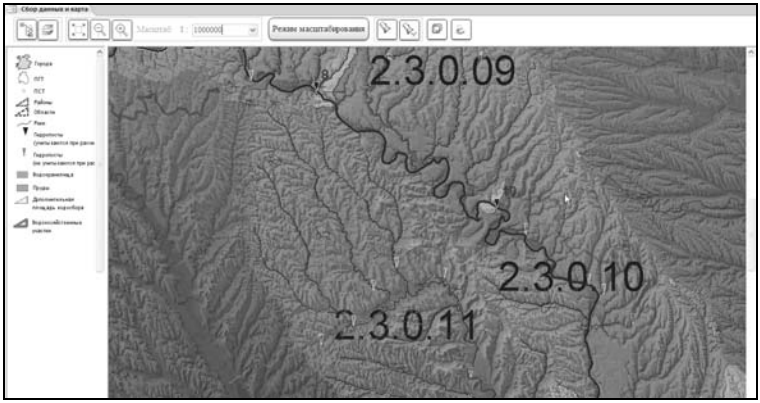


Рис. 4 – ГІС-візуалізація окремих даних у комп'ютерній програмі для автоматизованої побудови ВГД басейну р. Дністер (у проекті ОБСЄ)

Ми їх обробили і запрограмували алгоритми, частина яких була відпрацьована у 2012 році на басейні р. Південний Буг. Цей проект складніший через транскордонність басейну. Все літо 2015 року програму тестували в Україні та Молдові. Результати тестування були викладені на семінарі ОБСЄ з представниками Молдови (Гідрометцентру Молдови та Апеле Молдовей (це – аналог Держводагентства України у Молдові) за нашої участі. Та в офіційних листах з управлінь водних ресурсів України з Вінниці, Львова, Івано-Франківська, Одеси Тернополю, Хмельницького, Чернівців (до речі, саме у Чернівцях знаходиться Дністровсько-Прутське басейнове управління водних ресурсів (ДП БУВР), яке буде відповідати в подальшому за усю українську частину системи в цілому). В цілому результати тестування є позитивними – вони підтвердили цінність та працездатність програми, але було внесено ряд пропозицій щодо удосконалення її інтерфейсу та мультиплатформенності, які будуть враховані та опрацьовані до кінця вересня 2015 р. Адже, Молдова планує її впровадити не тільки в столичних управліннях, а й у районних.

До кінця 2015 року планується удосконалити алгоритм та комп'ютерну програму розрахунку ВГБ для забезпечення прогнозування цього балансу для різних сценаріїв на період 2021-2050 рр., з урахуванням змін клімату в басейні р. Дністер.

Література

1. Наукові засади раціонального використання водних ресурсів України за басейновим принципом : монографія / За редакцією В. А. Сташука; [В. А. Сташук, В. Б. Мокін, В. В. Гребінь, О. В. Чунарьов]. — Херсон : Грінь Д. С., 2014. — 320 с.

2. Гребінь В. В., Мокін В. Б., Сташук В. А., Чунарьов О. В., Крижановський Є. М. та ін. Методики гідрографічного та водогосподарського районування території України відповідно до вимог Водної рамкової директиви Європейського Союзу. — К.: 2013. — 63 с. — Фінансування за підтримки проекту ЄС «Додаткова підтримка Міністерства екології та природних ресурсів у впровадженні Секторальної бюджетної підтримки».
3. Розробка моделі водогосподарського балансу району річкового басейну Південного Бугу: Звіт про НДР / В.Б. Мокін, Є.М. Крижановський та ін. / Вінниц. нац. техн. ун-т. — Київ, 2013.— 88 с. — 2845 (№ ДР 0113U005101) — Інв. № 0213U004246.

Розробка імітаційної моделі та комп'ютерної програми для автоматизації процесу еколого-економічного планування управління природокористуванням у регіоні із дотриманням вимог екологічної безпеки

Мокін В.Б., Ящолт А.Р., Крилик О.В, Собко Б.Ю., Довгополюк С.О.
(Вінницький національний технічний університет, Громадська рада при Мінприроди України vbmokin@gmail.com)

В умовах сьогодення, у зв'язку з протиріччями між господарською діяльністю та навколишнім середовищем, постає проблема еколого-економічного управління. Це вимагає всебічного аналізу функціонування еколого-економічної системи та дослідження процесів і взаємодій, що відбуваються в її межах.

Задача еколого-економічного планування на сьогоднішній день дуже актуальна. Перед побудовою великих підприємств важливо знати, яку шкоду вони принесуть навколишньому середовищу і який може очікуватись прибуток від відповідних об'єктів державної, комунальної чи приватної власності. Подібні задачі можуть стояти перед обласною чи міською владою, перед сільрадами, перед профільним відомством та ін. Часто, при розгляді довгострокової перспективи планування здійснюється одразу для багатьох об'єктів одного класу на досить великій території, з урахуванням багатьох факторів. Для розв'язання подібних задач та візуалізації проміжних та кінцевих результатів розрахунку варто створити використовувати ГІС-технології. Доцільно розробити математичний апарат еколого-економічної імітаційної моделі для кожного класу подібних об'єктів (заводів, електростанцій, ферм тощо), відпрацювати алгоритм ідентифікації їх параметрів та автоматизувати його та візуалізацію результатів у комп'ютерній програмі ігрового типу (типу «стратегія») для програвання різних сценаріїв розвитку регіону на основі цієї моделі.

На рис. 1-3 наведені приклади імітаційних моделей відомих програм «Озеро», «Річка» та «Острів», але всі вони мають ряд недоліків, основними з яких є:

– Обмежений функціонал;
– Незручний та застарілий інтерфейс;
– Складність удосконалення та доповнення інструментарію програм.

По суті, еколого-економічними з них є тільки системи «Озеро» та «Річка», а система «Острів» враховує тільки екологічні аспекти процесів.

Для створення подібної системи було взято за основу ГІС «Рідна природа» (освітня версія ГІС моніторингу довкілля Вінницької області), створену у Вінницькому національному технічному університеті (ВНТУ).

Рис. 1 – Імітаційна модель «Озеро»

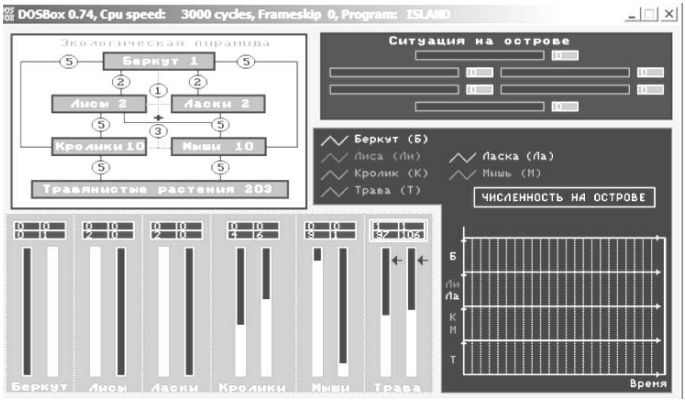


Рис. 2 – Імітаційна модель «Острів»

Рис. 3 – Імітаційна модель «Річка»

Для системи «Рідна природа» авторами створено новий інструментарій для аналітичного забезпечення прийняття управлінських рішень. Він використовує територіально розподілений апаратно-програмний комплекс, що виконує функції автоматизації процесів роботи з відомостями про створення нових підприємств та впливу цих підприємств на навколишнє середовище, зберігання та візуалізації даних, формування аналітичних матеріалів.

Розроблена імітаційна модель дає можливість здійснити системний підхід при дослідженні проблеми взаємодії виробничої діяльності з навколишнім середовищем і забезпечує:

– Можливість побудови будь-якого підприємства із заданих у класифікаторі ГІС;
– Можливість введення та зміни його параметрів роботи, у т.ч. встановлення на підприємстві заданої кількості очисних споруд заданого типу;
– Можливість видалення підприємства з ГІС;
– Можливість формування еколого-економічного прогнозу на один або на вказану кількість років;
– Зручний та простий в роботі інтерфейс.

Новий інструментарій було випробувано на такому об’єкті як теплоелектростанції. Для управління даним підприємством було використано розроблено спеціальний еколого-економічний математичний апарат.

При побудові імітаційної моделі використовуються як постійні, так і змінні величини.

До постійних величин було віднесено такі:

K – питомий обсяг викидів, т/(рік×(тис. кВт×год));

g – тариф вироблення електроенергії, тис. грн./(тис. кВт×год);

r – коефіцієнт витрат на обслуговування ТЕС на рік, тис. грн./(тис. кВт×год);

k_s – коефіцієнт штрафних санкцій за наднормативний викид, тис. грн./т.

Основні залежності при моделюванні роботи ТЕС і впливові на регіон задані наступними рівняннями на наступними змінними величинами:

$$L = 0.001\sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \quad (1)$$

$$k_{VL} = \exp(-0.116L) \quad (2)$$

$$k_{EL} = 1 + 0.007L^2 \quad (3)$$

$$E = g \times I \times 0.01I_{\max} \quad (4)$$

$$R_s = r \times I \times 0.01I_{\max} \times k_{EL} \times L + c \quad (5)$$

$$V = k \times I \times 0.01I_{\max} \times k_{VL} \times L \times h \times 0.01 \quad (6)$$

$$S_p = ks(V - L_{\max}) \quad (7)$$

$$J = E - R_s \quad (8)$$

де: x_1, y_1 – координати умовного центра міста;

x_2, y_2 – координати умовного центра ТЕС;

L – відстань до ТЕС по прямій, км ;

I_{max} – максимально можлива інтенсивність роботи, тис. кВт год;

I – інтенсивність роботи, %;

h – відсотки викидів, що залишилися (обчислюється програмою), %;

c – вартість усіх очисних споруд, встановлених на ТЕС, тис. грн.;

k_{VL} – коефіцієнт, що характеризує зменшення викидів з відстанню, 1/км;

k_{EL} – коефіцієнт, що характеризує збільшення вартості обслуговування ТЕС з відстанню, 1/км;

V – об’єм викидів для ТЕС, т/рік;

S_p – штрафні санкції для ТЕС, тис. грн.;

E – вартість виробленої електроенергії ТЕС, тис. грн.;

R – вартість обслуговування ТЕС, тис. грн.;

J – прибуток від ТЕС, тис. грн.

Модель може бути значно удосконалена. Наприклад, відстань L при розрахунку коефіцієнта k_{EL} логічніше було б відраховувати не по прямій, а по автодорогах (чи залізницях), по яких возять, в першу чергу, паливо для ТЕС. Можна врахувати ще багато інших факторів, але задача стояла не у підвищенні адекватності моделі (1)–(8), а у перевірці працездатності самої технології та комп’ютерної програми для автоматизації процесу

еколого-економічного планування управління природокористуванням у регіоні із дотриманням вимог екологічної безпеки.

На рис. 4-6 зображено приклад роботи програми «Рідна природа» для імітації моделі для еколого-економічного планування управління регіоном при будівництві та роботі різних ТЕС.

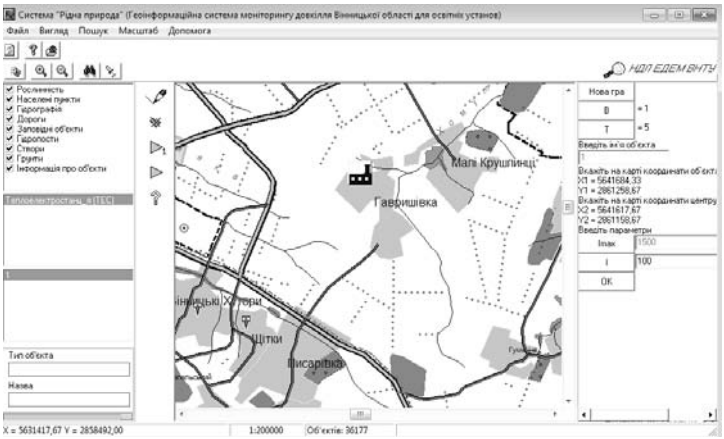


Рис. 4 – Приклад побудованого підприємства

Модель оформлена у вигляді навчальної гри з метою спростити і зробити приємнішою взаємодію з нею.

Використовуючи дану технологію, можливо зімітувати роботу будь-якого об’єкта, що дає перспективи для подальших досліджень та практичного використання.

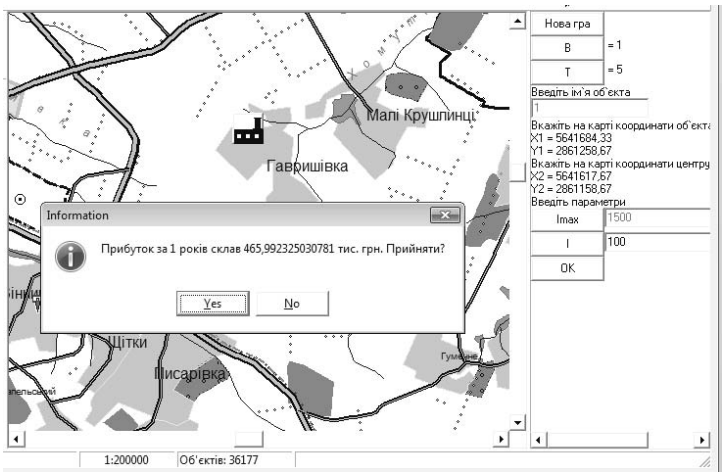


Рис. 5 – Прогноз на 1 рік

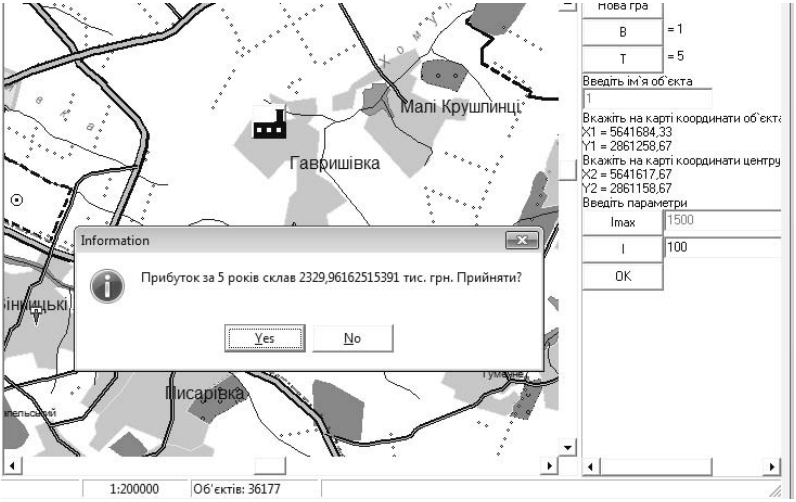


Рис. 6 – Прогноз на 5 років

Інформаційне забезпечення системи моніторингу лісових масивів на базі впровадження аерокосмічних та краудсорсінгових технологій

**Чумаченко С.М., *Тесленко О.М., **Азімов О.Т.*
*(*Український науково-дослідний інститут цивільного захисту ДСНС України, s_chum@ukr.net; **Науковий Центр аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН Укріїни, azimov@casre.kiev.ua)*

У зв'язку з екологічними проблемами в Україні ускладнюються економічні аспекти розвитку держави. Такий стан потребує комплексного аналізу актуальних природно-техногенних загроз, здійснення їх постійного моніторингу та розроблення на цій основі обґрунтованих запобіжних заходів, спрямованих на попередження та зменшення негативних наслідків надзвичайних ситуацій (НС).

Метою нашого дослідження є аналіз світового досвіду в галузі розроблення інформаційно-аналітичної системи (ІАС) для прогнозування та моніторингу НС (насамперед лісових і торф'яних пожеж) із використанням краудсорсінгових та геоінформаційних (зокрема географічних інформаційних систем – ГІС, дистанційних аерокосмічних методів) технологій. Один із способів виявлення вражаючих чинників НС, що загрожують життю людей, є аналіз інформації, отриманої з різних джерел за допомогою технічних засобів, а саме: різноманітних датчиків (дозиметрів, газових датчиків, датчиків землетрусів, димових датчиків, теплових датчиків), безпровідних сенсорних мереж, відеореєстраторів, мобільних пристроїв (відправлення

SMS, запис відео- і фотографування з місця виникнення ситуації за допомогою прикладних програм тощо).

Краудсорсінг на сьогоднішній день активно розвивається як модель для вирішення будь-якого типу проблем і завдань, що стоять як перед бізнесом, так і перед державою та суспільством загалом. У рамках парадигми краудсорсінгу вирішення завдання передається розподіленій і численній групі людей, за рахунок чого вартість і час досягнення результату радикально знижуються.

Зокрема, у Російській федерації наразі існує розвинута система оперативного моніторингу пожеж інженерно-технологічного центру (ІТЦ) «Сканекс» (проект «Космоснимки–Пожары»). Система оперативного моніторингу природних пожеж підтримується на основі мережі прийомних центрів російської компанії «Сканекс». Головна мета сервісу − доведення результатів моніторингу до широкого кола користувачів. Проект орієнтований як на широку аудиторію інтернет-користувачів, так і на фахівців. Як базова компонента сервісу застосовується технологія, заснована на алгоритмі автоматичного детектування пожеж за тепловими каналами космічної зйомки сенсором MODIS, встановленим на борту супутників Terra і Aqua. Область моніторингу включає в себе всю територію Росії, а також охоплює і регіони сусідніх країн, що потрапляють в зону видимості мережі приймальних станцій ІТЦ «Сканекс».

Основними завданнями зазначеного сервісу є оперативність донесення інформації про пожежі та її широка доступність. З цією метою всі дані викладаються на геопортал, що забезпечує зручний їх перегляд спільно з пов’язаною з ними тематичною інформацією. Додаткова інформація включає: прогноз погоди, межі торфовищ, межі вигорілих територій, межі заповідників і національних парків тощо. Стратегічним завданням проекту є подальше поліпшення детальності та достовірності оперативних даних і створення інструментів громадського моніторингу, проведеного силами широкого кола користувачів, на основі матеріалів супутникової зйомки та інших джерел спостережень.

Програма NASA щодо супутникового моніторингу Землі дозволяє вільно використовувати дані оперативної зйомки, що здійснюється за допомогою камери MODIS. ІТЦ «Сканекс» веде прямий прийом цих даних на станції в прийомних центрах у Москві, Іркутську і Магадані. Прийняті дані надходять в автоматичний ланцюжок обробки та підготовки продуктів, яка включає стадію обробки первинних даних, створення на основі базових матеріалів MODIS тематичних продуктів більш високого рівня (таких як маски льодового і снігового покривів, маска хмарності, температура поверхні, пожежі й теплові аномалії тощо), оптимізацію похідних продуктів для інтернет-доступу і публікацію в порталі. У сервісі моніторингу пожеж SFMS дані MODIS

застосовуються для детектування ймовірних вогнищ горіння та для підготовки щоденного оглядового покриття (шар «космознімки»).

Дані автоматичного детектування пожеж на основі продуктів MODIS носять імовірнісний і вибірковий характер. Тому для отримання більш точного і повного результату необхідно використовувати інструменти верифікації, засновані на додаткових джерелах інформації. Такими джерелами, що можуть бути інтегровані в сервіс або застосовані при аналізі даних, є: інформація від користувачів, зображення з відеокамер, автоматична або ручна обробка супутникових матеріалів високої розрізнювальної (спектральної, просторової) здатності тощо.

Основним джерелом перевірки служать оперативні космічні знімки високої роздільної здатності, на яких можна на власні очі побачити пожежі. Крім того, малогабаритні осередки пожеж та низькотемпературні вогнища, що характеризуються слабкою інтенсивністю теплового випромінювання (такі як торф'яні пожежі), можуть бути виявлені в інфрачервоному діапазоні електромагнітних хвиль сканерами більш високого розрізнення. Власне дані SPOT-4 розповсюджуються на комерційній основі, але результати верифікації, отримані з їх використанням, плануються до викладання на публічний сервіс. З застосуванням платформи GeoMixer Web-GIS сервіс може бути перенесений в локальну мережу підприємства, що має виділений сервер з доступом по протоколу HTTP.

Інформаційна система моніторингу пожеж оптимізована для доступу багатьма користувачами і може без зміни архітектури працювати в мережах Інтернет. Серверна частина підсистеми розрахована на високі навантаження і може бути масштабована на керований кластер серверів. Система дозволяє інтегрувати в неї зовнішні геосервіси з метою доступу до оперативних даних з зовнішніх джерел.

Завдяки впровадженню такого сервісу дистанційні знімки будуть відігравати важливу роль. Їх планується застосовувати для перевірки і підтвердження надісланих повідомлень про загрозу НС, а також для виявлення нових джерел небезпеки та оперативного відстеження ситуації для моніторингу НС природного характеру, таких як повені, лісові та торф'яні пожежі, для оцінки наслідків НС, моніторингу різноманітних геологічних процесів, підрахунків вегетаційних індексів, для цілей нафтогазової галузі, природокористування, екологічної експертизи та багато іншого.

На теперішній час розглядається ще більш цікавий аспект моніторингу НС з використанням безпілотних літальних апаратів (БПЛА), що значно прискорює оперативне прийняття рішення в екстремальних умовах. На прикладі БПЛА «ZALA» в Росії вирішують найскладніші завдання в умовах лісової пожежі. Завдяки вдосконаленим цільовим навантаженням проводять високоякісну відео- та тепловізійну

розвідку, передають інформацію про вогнища займання на ранніх стадіях. БПЛА також застосовуються для пошуку людей, що потрапили у скрутне становище в умовах НС. Під час моніторингу лісових пожеж БПЛА, оснащені тепловізорами, визначають місця горіння торфовищ, які неможливо і вкрай небезпечно виявляти при обстеженні території безпосередньо людиною. Крім цього, БПЛА здатні отримувати важливу інформацію з місця пожежі навіть крізь димову завісу. Також БПЛА регулярно доводять ефективність їх залучення при виконанні рятувальних та пошукових робіт. Інформація, що одержується і передається в режимі реального часу, допомагає наземним загонам в найкоротші терміни оцінювати і аналізувати ситуацію, приймати оперативні управлінські рішення. Основна функція БПЛА при цьому − якісне й об'єктивне інформування.

Аналіз досвіду розвинених країн світу дозволяє зробити висновок, що в Україні також є можливість створення краудсорсінгової ІАС моніторингу НС, їх подальшого аналізу, прогнозування розвитку чинників, що ведуть до зростання природної та техногенної небезпеки в державі. Це сприятиме підвищенню ефективності дій підрозділів оперативно-рятувальної служби цивільного захисту Державної служби України з надзвичайних ситуацій (ДСНС України) під час ліквідування наслідків аварій та НС. Також завдяки отриманим даним є можливість проводити аналіз тенденцій розвитку і застосування інформаційно-моделюючих комплексів на базі геоінформаційних технологій для моделювання НС природного та техногенного характеру.

Застосування сучасних інформаційно-телекомунікаційних технологій для моніторингу лісових пожеж на територіях радіоактивного забруднення

Чумаченко С.М., Нікулін О.Ф., Новіков О.В.
(Науковий парк "Центр трансферу технологій цивільного захисту", s_chum@ukr.net)

Використання сучасних інноваційних інформаційно-телекомунікаційних технологій на основі безпровідних сенсорних мереж та безпілотних літальних апаратів створило передумови для розробки інтегральної системи моніторингу лісових пожеж на територіях радіоактивного забруднення в зоні відчуження.

На сьогодні, за оцінками європейських експертів, галузь використання БПЛА для моніторингу лісових пожеж охоплює до 12% в загальному розподілі сфер застосування БПЛА на період до 2020 року. У прогнозі консалтингової компанії Teal Group (США), яка займається прогнозами розвитку ринку науково-ємних технологій,зазначено, що в найближче десятиліття найбільшими ринками для цивільної безпілотної

авіації будуть прикордонна охорона і лісове господарство, сфери людської діяльності, де потрібно регулярний огляд лінійних і площинних об'єктів. В останньому прес-релізі від 19 серпня 2015 року про розвиток ринку БПЛА, експерти компанії Teal Group (США) стверджують, що ріст виробництва БПЛА в наступні 10 років складе $93 млрд (від $4 млрд у рік до $14 млрд).

Зараз цілий ряд українських компаній та стартапів успішно розробляють комплекси БПЛА міні та мікро класів як на основі власних розробок, так і з використанням компонентів технологічно розвинутих країн. Слід зазначити, що ідея використання недорогої безпілотної авіації в лісовому господарстві з'явилася одночасно в декількох країнах. Вперше, у червні 2006 р. Лісова служба США (US ForestService) і національне аерокосмічне агентство (NASA) провели серію експериментів по застосуванню БПЛА наземними пожежними командами. Відпрацьовувалися завдання виявлення лісових пожеж, здійснено огляд кромки діючих пожеж.

У Росії перший подібний експеримент був здійснений 7 серпня 2006 року на аеродромі м. Володимира фахівцями ФДМ «Авіалесоохрана» (м. Пушкіно) і ЗАТ «Енікс» (м Казань). Використовувався 3-кілограмовий апарат «Елерон», здатний літати на висоті до 3 км зі швидкістю до 100 км / год.

На сьогоднішній день існує певний перелік завдань Державної служби України з надзвичайних ситуацій, який певним чином пов'язаний з гасінням лісових пожеж:

1) оцінка масштабів лісових пожеж, підготовка пропозицій до центральних органів виконавчої влади з метою прийняття рішення щодо їх ліквідації;

2) повітряне спостереження із застосуванням спеціальних пристроїв з метою виявлення, аналізу, запобігання виникнення лісових пожеж;

3) оцінка та документування масштабів лісових пожеж шляхом аерофотозйомок, відеоспостереження, дозиметричного та хімічного контролю.

В зв’язку з останніми тенденціями у розвитку інноваційних технологій у галузі побудови систем раннього виявлення, моніторингу та ліквідації лісових пожеж у Науковому парку "Центр трансферу технологій цивільного захисту" ведуться роботи зі створення інноваційного проекту системи раннього виявлення і моніторингу лісових пожеж на територіях радіоактивного забруднення.

Пропонується інноваційний проект, який покликаний вирішити проблему високо оперативного, надійного й низько бюджетного виявлення вогнищ загоряння лісових і степових пожеж на ранніх стадіях з одночасним визначенням координат їхнього місця розташування, а також телекомунікаційного обміну цією актуалізованою інформацією із

центром управління надзвичайною ситуацією й відповідних аварійно-рятувальних служб з патрульно-транспортними засобами. Крім цього, проект повинен вирішити завдання забезпечення повітряною підтримкою процесу пожежогасіння шляхом локалізації пожежі відеоспостереженням у режимі реального часу й координування взаємодії всіх аварійно-рятувальних сил і служб.

Саме відносно невелика ціна мобільних комплексів дозволяє розраховувати на їхнє широкомасштабне застосування в Україні, що радикально підвищить ефективність боротьби з лісовими й степовими пожежами.

Інноваційний проект виконаний на рівні винаходів - за технологіями проводиться патентування семи технічних і програмно-алгоритмічних рішень.

Проект припускає забезпечення високо оперативним протипожежним моніторингом лісових і степових територій будь-якої географії й розмірності здійснювати шляхом розгортання мобільної інтегральної системи, сформованої з мобільних комплексів висотного відеоспостереження й моніторингу за принципом інтегральної системи мобільних вишок спостереження, які представляють собою гібридні літальні апарати з аеростатичною підтримкою та прив’язні мультикоптерні платформи з комплектом ракет для здійснення оперативного відеоспостереження. Кожний такий комплекс здатний автономно виконати завдання раннього виявлення, позиціонування вогнища загоряння й оповіщення про нього, але саме в інтегральному об'єднанні система таких комплексів радикально підвищує ефективність тотального охвату протипожежним моніторингом будь-яких територій.

Розробка такої системи, заснованої на оригінальній технології широкодоступного висотного відеоспостереження площ і акваторій за допомогою двох режимних малорозмірних дистанційно керованих літальних апаратів, припускає інтеграцію із сучасними технологіями, такими як IP-відеоспостереження, Wi-Fi, мобільні додатки, ГІС-технології, комп'ютерний зір, бездротовий високошвидкісний зв'язок і клієнт-серверні Інтернет технології. Але на відміну від аналогів, інтегральна система не вимагає високо затратних технологій, тому що прийнятна точність визначення місця розташування вогнищ загоряння забезпечується використанням загальнодоступного GPS сигналу й застосуванням оригінальних алгоритмів і програмного забезпечення з обробки цієї інформації.

Гібридні безпілотні літальні апарати виконані з можливістю прив'язного й вільного режимів польоту, що можуть здійснювати політ по ходу руху патрульних транспортних засобів будь-якого виду, на яких базується легко змінне обладнання мобільних комплексів. У прив’язному варіанті гібридні БПЛА забезпечують високу стійкість до

засобів радіоелектронної боротьби та мають енергозалежне забезпечення від наземних систем керування, що дозволить збільшити бортове корисне навантаження.

Оперативне розгортання мобільної інтегральної системи протипожежного моніторингу лісових і степових територій забезпечить високоефективну альтернативу будівництву мережі стаціонарних вишок відеоспостереження з максимально можливою висотою всього 40 м, що не забезпечує ефективного моніторингу необхідних територій, але вимагає більших капітальних витрат на будівництво, прокладку комунікацій і експлуатацію. Основним недоліком існуючих систем є те, що для виявлення й пеленгації вогнища загоряння потрібно його одночасна видимість не менш як з двох вишок, висота яких не забезпечує висотного спостереження навіть при наявності дорогої оптики високої розрізнювальної здатності.

Інформаційний інструментарій ГІС-оцінки еколого-економічних збитків від аварій на ХНО

Рогожин О.Г., Кодацький М.Б., Васинюк А.В.
(Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, olexarog@gmail.com)

Вступні зауваження

На початку 2000-х рр. колишннє МНС України ініціювало створення Урядової інформаційно-аналітичної системи з надзвичайних ситуацій (УІАС НС). У складі цієї системи для реалізації групи функцій «Аналіз і прогнозування» було розроблено програмно-моделюючий комплекс надзвичайних ситуацій (ПМК НС). У дослідну експлуатацію ввели його блоки: «Прогнозування та оцінка наслідків повеней» (ПМК «Паводок»); «Прогнозування і оцінка наслідків викиду в атмосферу небезпечних хімічних речовин» (ПМК «Хімія»); «Прогнозування та оцінка наслідків селів» (ПМК «Селі»); «Прогнозування та оцінка наслідків карстових явищ» (ПМК «Карст»). Вони забезпечували просторовий аналіз зазначених типів НС у середовищі ГІС ArcGIS 8.2 (із додатками SpatialAnalist 2.0, 3D Analist, Network Analist). Змістовну основу ПМК «Хімія» становили методики, офіційно затверджені МНС [1] та Кабінетом міністрів України [2]. Як додаток до ПМК «Хімія», був також розроблений дослідний зразок підсистеми оцінки та прогнозування ризиків життєдіяльності (загибелі чи втрати здоров’я) і господарювання (матеріально-фінансових втрат) на територіях підвищеної природно-антропогенної безпеки (підсистема ІАПОР) [3, с. 112-121]. Однак згодом, у зв’язку з ліквідацією МНС України, все програмне забезпечення УІАС НС було втрачене. Зокрема й інструментарій для

оцінки еколого-економічних збитків від імовірних НС із викидом сильно діючих токсичних речовин (СДОР) в атмосферу.

Тому, коли виникла необхідність здійснити зазначену економічну оцінку, перед нами постала задача відтворити ті функції, які виконував ПМК «Хімія» у складі втраченої УІАС НС, а саме: просторове прогнозування зон імовірного хімічного забруднення, визначення можливих людських втрат, економічних збитків на об'єктовому та регіональному рівнях, врахування впливу на них природно-антропогенної активізації небезпечних екзогенних геологічних процесів (НЕГП) – підтолення, просадковості тощо.

Діючий прототип такого програмного комплексу створено нами як проект у середовищі ESRI ArcMap 9.3 (програмні модулі на Visual Basic) на методичному прикладі двох десятків ХНО, що загрожують викидом найпоширеніших в Україні СДОР – хлора і аміака.

Призначення цього програмного комплексу – оцінка можливих еколого-економічних збитків від НС на ХНО (хіміко-небезпечних об'єктах) із викидом СДОР на регіональному рівні. Здійснюється узагальнення результатів пооб'єктних оцінок в межах однієї або кількох адміністративних областей, що обумовлює дворівневу архітектуру програмного комплексу: базовий рівень об'єктових оцінок та додатковий рівень регіональних оцінок.

Пооб'єктні оцінки

Модуль пооб'єктних оцінок реалізує функції:

– вибору регіону розміщення ХНО,
– вибору ХНО та його характеристик,
– вибору параментрів НС на ХНО (речовина, обсяг викида, метеорологічні умови),
– визначення зони хімічного забруднення від НС,
– розрахунку людських втрат від НС,
– розрахунку економічних збитків від НС,
– візуалізації результатів розрахунків і їх збереження у базі даних,
– переходу до наступного ХНО.

Для визначення зони хімічного забруднення та оцінки людських втрат, як і в УІАС НС, використана методика МНС [1]. Вона проста алгоритмічно і має достатній рівень точності для орієнтовних прогнозних оцінок економічних збитків. Результатом прогнозування за такою методикою є:

– *геометричні характеристики зони можливого хімічного забруднення* за перші 4 години з часу аварії (радіус, кут, контур і площа сектора у км^2);

– *геометричні характеристики прогнозованої зони хімічного забруднення* (контур еліпса, його осі, площа за типами угідь – міста, села, ліси, водойми, у км^2);

– *чисельність населення* у зоні можливого хімічного забруднення: всього, міського, сільського (осіб), загальна і по населених пунктах;

– розподіл цього населення *за категоріями втрат*

– (незворотні, середньої тяжкості, легкі) згідно з орієнтовними нормативами методики МНС [1].

– *Джерелами даних* для прогнозування зони забруднення на об'єктовому рівні є:

– паспорти ХНО, офіційно зареєстрованих як потенційно небезпечні об'єкти, звідки імпортуються показники: просторові координати джерела викиду СДОР; вид СДОР; обсяг викиду СДОР (тонн); характер викиду (вільно, у піддон);

– інформація про метеоумови на час викиду: сезон, час дня, хмарність, стан атмосфери – ізотермія, інверсія, конвекція; темперетура повітря, оС; напрямок вітру із точністю до румба, 45о; швидкість вітру, м/сек);

– електронна топооснова М 1:100000 з шарами: контурів регіонів (областей), районів, населених пунктів із розподілом на сільські та міські; кількістю сільського і міського населення в цих контурах (за переписом 2001 р.); контурів лісових масивів та водойм;

– час здійснення розрахунків.

Для визначення економічних збитків від наслідків реальних НС в Україні практикують так званий «експертний» підхід, коли посадовці на свій розсуд оцінюють їх для основних реципієнтів негативного впливу (суб'єктів господарювання, персоналу і населення, об'єктів навколишнього середовища). Фактично не використовуючи призначену для цього методику, розроблену колишнім МНС і затверджену Кабінетом міністрів України (МНС-збитки [2]), мотивуючи це тим, що в багатьох випадках її необхідно додатково адаптовувати до конкретних ситуацій. Хоч необхідність застосування єдиної методики для об'єктивізації оцінки є очевидною.

Очевидною є й технологічна перевага застосування методики МНС-збитки, оскільки згідно з нею немає відмінності у техніці розрахунків для реальних і гіпотетичних аварій. Це особливо цінно при розробці програмного комплексу, де на основі ГІС-аналіза мають автоматично визначатися геометричні параметри зони забруднення на картографічній основі, кількість ураженого персоналу та населення, а також автоматично розраховуватися економічні збитки.

Розрахунок економічних втрат від НС за методикою МНС-збитки здійснюється покомпонентно для викиду якогось одного вида СДОР і окремо по кожному з основних *реципієнтів втрат*, що зазнають

ушкодження. Потім визначається загальна сума втрат. Основними компонентами економічних збитків від НС на ХНО із викидом СДОР в атмосферу є:

– втрати життя і здоров'я населення та персоналу;
– руйнування та пошкодження основних фондів;
– знищення майна, сировини та продукції;
– -невироблення продукції через припинення виробництва;
– втрати тваринництва;
– знищення не зібраної сільськогосподарської продукції (травень-вересень);
– забруднення атмосферного повітря.

Другорядними, але істотними, компонентами є втрати від пошкодження лісів та забруднення поверхневих вод. Алгоритми розрахунку зазначених втрат, наведені у методиці МНС-збитки, адаптовані нами відповідно до специфіки забезпечення даними в середовищі ГІС-системи.

Основним джерелом даних для розрахунку втрат є паспорти ХНО, звідки імпортуються і виводяться на екран-вкладку «Паспорт» такі показники:

– обсяг продукції, випущеної за рік, т. грн (таблиця паспрту «Продукція»);
– обсяг сировини (табл. «Небезпечна сировина»);
– балансова вартість трубопроводів із СДОР (табл. «Технологічні трубопроводи»), т. грн – для кожного;
– балансова вартість резервуарів СДОР (табл. «Ємності з небезпечними речовинами»), т. грн;
– балансова вартість складів СДОР (табл. «Склади небезпечних речовин»), т. грн – для кожного.

Для забезпечення порівнянності оцінок в часі балансова вартість, наведена т. грн, переводиться у поточний долар США (за курсом на час складання паспорту). Ціни втраченої сировини та продукції доцільно брати середньорічні в Україні або на світовому ринку (за рік, що передує розрахунку), токож в поточних доларах США.

Значення цін та інші економічні нормативи, використані в розрахунку збитків, вводяться і змінюються на вкладці «Параметри розрахунку збитків».

Крім того, імпортуються числові результати прогнозування зони забруднененя:

– обсяг викиду СДОР певного виду (відображений на екрані-вкладці «Сценарії»);
– площа прогнозованої зони хімічного забруднення за категоріями земель (всього, міста, села, ліси тощо) та

– кількість людських втрат за категоріями у прогнозованій зоні хімічного забруднення (всього, міське, сільське населення), відображені на екрані-вкладці «Результати розрахунку (території)».

На основі цих даних і нормативів розраховується таблиця обсягів економічних збитків всього і за категоріями, результати виводяться у вкладку «Результати розрахунку (збитки)». Зазначені вкладки активізуються з меню екранної форми «object». Результати розрахунків зберігаються в excel-файлі, окремо для кожного об'єкту і сеансу розрахунків. Ці файли, крім таблиці результатів розрахунку збитків, містять таблиці прогнозування зони забруднення та оцінки людських втрат, рисунок карти можливої і прогнозованої зон забруднення за обраним сценарієм розвитку НС.

Використання великого масиву недостатньо деталізованих даних паспортів ХНО викликає необхідність формалізувати і узагальнити сценарії розгортання НС із викидом СДОР. Це завдання розв'язується на основі ідеології ризик-орієнтованого підходу із використанням елементів аналізу «дерев відмов». Оскільки для всіх без винятку ХНО характерна наявність технологічних трубопроводів і/або ємностей із СДОР, ми пов'язали варіанти аварійних ситуацій із ризиком руйнування споруд ХНО, зокрема технологічного обладнання транспортування і зберігання СДОР.

На основі наявної в паспортах ХНО інформації про продукцію, технологічні трубопроводи, склади та ємності небезпечних речовин, для формалізації гіпотетичних наслідків НС із викидом в атмосферу доцільно розглядати щонайменше *три стандартні сценарії* розгортання такої аварії – залежно від обсягів викиду:

– *мінімальний* – викид СДОР в межах проммайданчика, викликаний розривами одного-двох технологічних трубопроводів;

– *середній* – (максимальна розрахункова аварія) викликаний розривами технологічних трубопроводів та одного з резервуарів-ємностей (найбільшого);

– *максимальний* – теоретично можлива гранична за масштабом аварія, супроводжувана руйнуванням всіх технологічних трубопроводів та ємностей, що містять СДОР.

Для запуску програмного модуля пооб'єктного розрахунку збитків виводиться екранна форма «object» з відкритою вкладкою «Сценарії», де у відповідних вікнах обирається: область, об'єкт, речовина, погодні умови, сценарій викиду СДОР. Розрахунок запускається відповідною кнопкою (в разі потреби попередньо вносяться зміни на вкладці «Параметри розрахунку збитків»). Результати розрахунку зберігаються натисканням кнопки «EXCEL».

Регіональні оцінки (рис.1)

Модуль регіональних оцінок забезпечує функції:

– вибору регіону дослідження,

– вибору параментрів НС на ХНО (типові сценарії НС та кліматичні дані),

– ітераційної процедури визначення сумарної зони забруднення (і фіксації її в картографічному шарі),

– розрахунку людських втрат,

– розрахунку економічних збитків,

– визначення зон природно-антропогенної активізації НЕГП в регіоні,

– визначення техногенного ризику життєдіяльності,

– визначення природного ризику життєдіяльності,

– визначення природно-техногенного ризику життєдіяльності в регіоні.

Для запуску модуля відкривається екранна форма «region» із вкладками: «Сценарії» (стартова вкладка), «Результати розрахунку (території)», «Параметри розрахунку збитків», «Результати розрахунку (збитки)», «НЕГП в регіоні», «Ризик життєдіяльності».

На вкладці «Сценарії» присутні ті ж елементи, що в модулі пооб'єктних оцінок, крім тих, які задають об'єктові характеристики (вибір об'єкта, обсяг викиду), виводять параметри зони забруднення від об'єкта та кнопки «вибір вручну». Друга, третя та четверта вкладки аналогічні таким у модулі пооб'єктних оцінок. Однак тут виводяться сумарні по регіону результати розрахунків. Крім того, для цих вкладок на екран виводиться картосхема регіона з сумарною зоною можливого і прогнозованого забруднення від усіх наявних там ХНО (шар електронної карти).

Вкладка «НЕГП в регіоні» виводить картосхему регіона з контурами активізації НЕГП за видами (шари, що відображають контури підтоплення і просадковості тощо). Вкладка «Ризик життєдіяльності» – картосхему регіона з сумарною зоною можливого і прогнозованого забруднення та контурами активізації НЕГП.

На вкладці «НЕГП в регіоні» виводяться результати розрахунку сумарної площі активізації НЕГП в регіоні (всього і по видам; відсоток від загальної площі регіону) та кількості населення, що потрапляє у зони активізації НЕГП (всього, міського, сільського, тис. осіб; відсоток від кількості населення регіона).

На вкладці «Ризик життєдіяльності» – результати розрахунку індивідуальних і колективних регіональних ризиків життєдіяльності згідно з [3, с. 72-75] за типами: техногенний, природний, природно-техногенний.

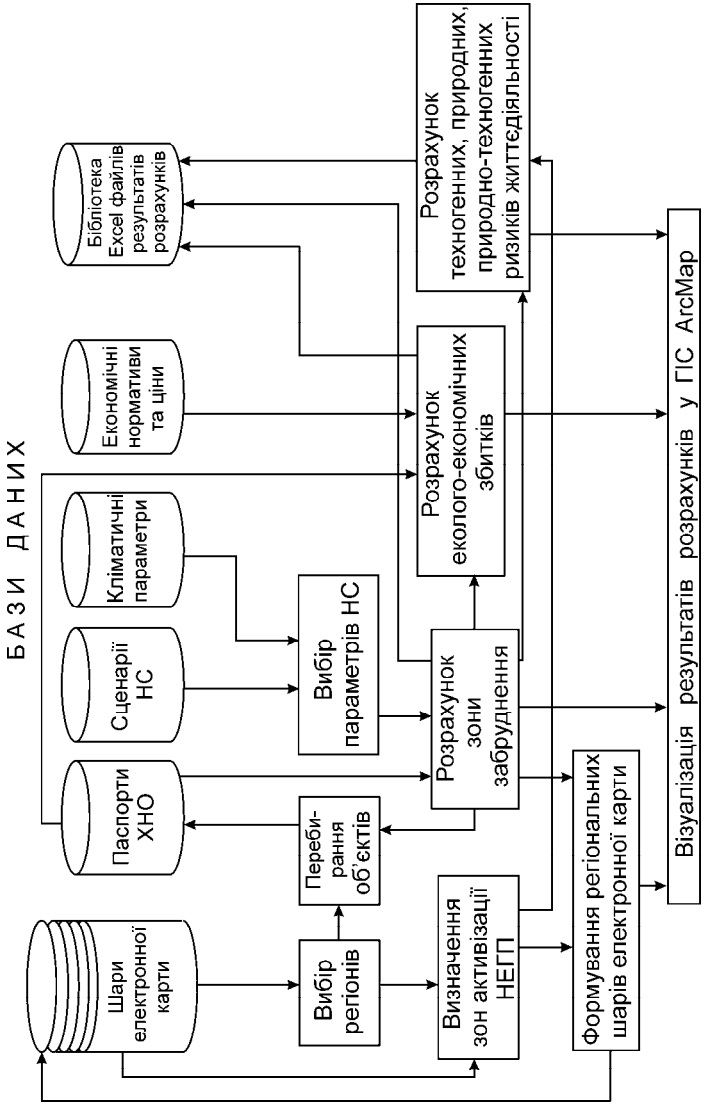


Рис. 1. Функціональна схема модуля регіональних оцінок

Результати розрахунку зберігаються натисканням кнопки «EXCEL» на вкладці «Сценарії» у excel-файлі, окремо для кожного регіону і сеансу розрахунків. Ці файли, крім таблиці результатів розрахунку збитків, містять: таблицю результатів прогнозування сумарної зони забруднення, таблицю оцінки людських втрат, таблицю результатів активізації НЕГП, таблицю ризиків життєдіяльності, рисунок карти регіона із контурами

сумарної зони забруднення (згідно із обраним сценарієм розвитку НС) та ареалів активізації НЕГП.

Для регіонального рівня оцінки збитків від імовірних викидів СДОР в атмосферу в процесі прогнозування можливих зон забруднення логічно використовувати не актуальні метеорологічні, а узагальнені кліматичні показники. Та обмежену кількість узагальнених (стандартних) сценаріїв розвитку таких НС. Необхідні такі кліматичні дані: середня денна і нічна температури, швидкість вітру, переважаючий напрям вітру у літній і зимовий сезони (або за липень і січень місяці).

Реалізоване ручне введення кліматичних показників, однакових для всього регіону в одному сеансі розрахунків. Проте доцільно їх диверсифікувати. Передбачено створити базу даних кліматичних параметрів для всіх метеостанцій України із прив'язкою до кожного ХНО. Для стартової версії такої бази припустимо використати оцифровки офіційних публікацій кліматичних параметрів, розроблених для потреб будівництва.

Деякі висновки

1) Розроблений нами прототип програмного комплексу дає можливість здійснювати приблизні регіональні оцінки імовірних економічних збитків та ризиків життєдіяльності від аварій з викидом СДОР в атмосферу, а також може використовуватися для виконання штатних задач довгострокового (оперативного) і аварійного прогнозування при НС на ХНО.

2) Провідним напрямом удосконалення роботи комплексу є поліпшення якості паспортів ХНО, уніфікація його показників та створення відповідної бази даних, оскільки така база колишнього МНС втрачена.

3) Другим напрямом є створення бази даних кліматичних параметрів, що відкриє можливість більш коректної реалізації ітераційної процедури розрахунку потенційних регіональних економічних збитків від НС на ХНО із викидом СДОР за стандартними сценаріями.

4) В програмному комплексі без змін реалізована методика МНС для прогнозування зон атмоферного забруднення залповими викидами СДОР, яка не передбачає розрахунку їх приземних концентрацій. Методика МНС-збитки потребує даних про концентрацію токсичних речовин для визначення саме еколого-економічних втрат від забруднення атмосфери, водойм, грунтових вод і земель. Тому нам довелося значно модифікувати і спростити зазначену методику.

5) Якісне поліпшення оцінки еколого-економічних втрат можливе лише із зміною методики визначення зони хімічного забруднення на таку, що передбачає розрахунок приземних концентрацій СДОР. Програмний комплекс «Хмара» дає змогу здійснювати такі розрахунки.

Список використаних джерел

1. Методика прогнозування наслідків виливу (викиду) небезпечних хімічних речовин при аваріях на промислових об'єктах і транспорті.- К.: Наказ МНС, Мінагрополітики, Мінекономіки, Мінекокогії України 27.03.2001 р. № 73/82/64/122.
2. Методика оцінки збитків від надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру (Затверджена Постановами Кабінету Міністрів України № 175 від 15.02.2002 р. та №862 від 04.06.2003 р.).
3. Биченок М.М., Іванюта С.П., Яковлев Є.О. Ризики життєдіяльності у природно-техногенному середовищі / М.М. Биченок, С.П. Іванюта, Є.О. Яковлев; Ін-т пробл. нац. безпеки РНБО України. – К.: ІПНБ, 2008. – 160 с.
4. Галушкіна Т.П. Економіка природокористування. Навчальний посібник. / Т.П. Галушкіна – Харків: Бурун Книга, 2009. – 480 с.

Про один підхід до обґрунтування проектних сейсмічних подій на основі оцінки залишкового ризику збитків

Романчук К.Г., Стефанишин Д.В.
(Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, c.romanchuk@mail.ru, dvstefanyshyn@yahoo.com)

При проектуванні відповідальних інженерних споруд та будівель виділяють клас екстраординарних подій, що рідко повторюються, які регламентуються нормативно-технічною документацією як проектні з метою забезпечення належних рівнів надійності та безпеки споруд при екстремальних навантаженнях. До таких подій, збитки від яких при розрахункових навантаженнях мають мінімізуватися практично до нуля, відносяться і проектні сейсмічні події – проектні землетруси (ПЗ).

На разі в Україні, згідно з чинними нормами будівництва в сейсмічних районах [1], під проектним землетрусом (ПЗ) розглядають розрахунковий рівень сейсмічних впливів від землетрусів, що викликають на майданчику будівництва струси максимальною інтенсивністю за період від 500 до 1000 років. При цьому вважається, що протягом служби споруди (зазвичай, для відповідальних споруд призначені строки служби встановлюються до 100 років) залишковий сейсмічний ризик буде припустимим і має толерантно сприйматися суспільством.

Такий підхід до регламентації сейсмічної небезпеки не в повній мірі узгоджується з мінімізацією ймовірних збитків (ризику збитків) при прийнятті рішень щодо антисейсмічних заходів [2] з врахуванням економічних можливостей в рамках концепції розумно досяжного низького рівня ризику (risk as low as reasonably practicable, ALARP). Згідно з цією концепцією [3] прийнятними рівні сейсмічного ризику

можуть вважатися у тих випадках, коли вони є меншими за встановлену межу терпимості (встановлюється, зазвичай, як допустима ймовірність летальних випадків тощо) і коли подальше їх зменшення стає або практично неможливим (за наявних економічних, технологічних та ін. умов), або коли ціна такого зменшення стає непропорційно великою порівняно з отриманим при цьому підвищенням надійності споруди і безпеки людей.

Нижче наведено деякі результати проведених нами досліджень, метою яких була демонстрація можливості формалізованого обґрунтування ПЗ на основі кількісної оцінки залишкового ризику збитків в рамках класичної моделі ризику збитків як добутку величини збитку на ймовірність його реалізації з врахуванням можливості виникнення протягом служби споруди з різною ймовірністю землетрусів різної максимальної інтенсивності, з якими можуть пов'язуватися різні наслідки. При цьому [2] покладається, що між сейсмічною інтенсивністю I (в балах шкали MSK-64) і максимальним сейсмічним прискоренням $a_{\max}$, що є основною розрахунковою характеристикою, яка характеризує рівень сейсмічної небезпеки, існує складна імовірнісна залежність, коли одні і ті ж $a_{\max}$ з різною ймовірністю можуть прогнозуватися на значному діапазоні зміни інтенсивності сейсмічних струшувань, в балах.

Загальна постановка задачі досліджень. Виділимо серед загального потоку сейсмічних подій в районі будівництва злічену групу (множину) відповідних подій $E = \{E_i\}$, $i = \overline{1,n}$, що потенційно можуть призводити до збитків внаслідок землетрусів, з відомими періодами повторення T_i, і, відповідно, ймовірностями реалізації $P(E_i) = 1/T_i$.

Нехай $\Psi(S)$ – відома структурна функція [4, 5] сейсмостійкості (надійності, безпеки) споруди, що відображає за ймовірністю множину сейсмічних подій E в множину збитків D:

$$\Psi(S) : E \to D \tag{1}$$

за якою можна оцінити повну ймовірність виникнення різних збитків на множині D.

Встановимо множину збитків D як злічену множину ідеалізованих подій-наслідків D_i, $i = \overline{1,n}$, виникнення кожної з яких пов'яжемо з однією із сейсмічних подій E_i з множини E, $i = \overline{1,n}$, відповідними структурними функціями $\Psi(S_i)$ сейсмостійкості (надійності, безпеки) споруди:

$$\Psi(S_i) : E_i \to D_i, \; i = \overline{1,n} \tag{2}$$

за якими можна оцінити ймовірності виникнення кожного з очікуваних збитків D_i, $i=\overline{1,n}$, на множині D як деяких модельних сценаріїв тощо [5]

Використаємо класичну модель узагальненого (сумарного) ризику збитків від кількох потенційно небезпечних сейсмічних подій у вигляді:

$$R(D)=\sum_{i=1}^{n}P(D_i)\cdot D_i \qquad (3)$$

де $R(D)$ – сумарний ризик збитків; $P(D_i)$ – безумовна (повна) ймовірність виникнення збитку D_i; n – загальна кількість сейсмічних подій, що враховуються і можуть призводити до різних збитків D_i, $i=\overline{1,n}$, з різною ймовірністю.

Розв'язання задачі досліджень. Як показано в [5, 6] модель (3) є правомірною лише у випадку рівноймовірних збитків або при несумісній реалізації збитків D_i, коли кожна окрема реалізація збитку виключає інші можливі реалізації на вибраному інтервалі часу. Оскільки, в загальному випадку, сейсмічні події, що можуть призводити до збитків, на заданому інтервалі часу можуть бути довільними, в тому числі і сумісними подіями, то для того щоб скористатися моделлю (3) сформуємо на множині D повну групу подій та здійснимо байєсівське перетворення ймовірностей [5, 6].

Покладемо, що збиток внаслідок землетрусу може виникнути внаслідок реалізації будь-якої з сейсмічних подій E_i, $i=\overline{1,n}$, а повна ймовірність збитку D_i буде:

$$P(D_i)=P(D)\cdot P(D_i\mid D) \qquad (4)$$

де $P(D)$ – ймовірність збитку внаслідок будь-якого з землетрусів з групи сейсмічних подій E, які можуть викликати збитки (встановлюється за структурною функцією $\Psi(S)$); $P(D_i\mid D)$ – умовна ймовірність реалізації збитку D_i за умови, що відбувається відповідний землетрус з групи $E=\{E_i\}$, $i=\overline{1,n}$.

Ймовірність $P(D_i\mid D)$ в (4) є байєсівською ймовірністю, яка згідно з формулою Байєса буде:

$$P(D_i\mid D)=\hat{P}(D_i)\cdot P(D\mid D_i)\Big/\sum_{i=1}^{n}\hat{P}(D_i)\cdot P(D\mid D_i), \qquad (5)$$

де $\hat{P}(D_i)$ – апріорна ймовірність виникнення збитку D_i, яка визначається за структурною функцією $\Psi(S_i)$; $P(D|D_i)$ – умовна ймовірність виникнення збитку D_i на множині збитків D, яка, з метою формування повної групи подій, представляється нормалізованою «вагою» апріорної ймовірності $\hat{P}(D_i)$ в системі відповідних ймовірностей на D:

Результати чисельного моделювання. В якості ілюстративного прикладу розглядалася група сейсмічних подій зі струшуваннями максимальною проектною інтенсивністю за періоди: 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000, 2000 і 5000 років. Оцінка залишкового ризику збитків здійснювалася для п'яти модельних випадків залежності очікуваних збитків від періоду повторення сейсмічних подій (рис. 1, 2).

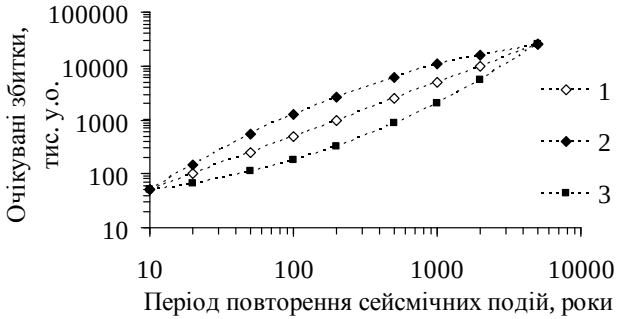


Рис. 1. Криві зв'язку між очікуваними збитками та періодом повторення землетрусів (випадки 1, 2, 3)

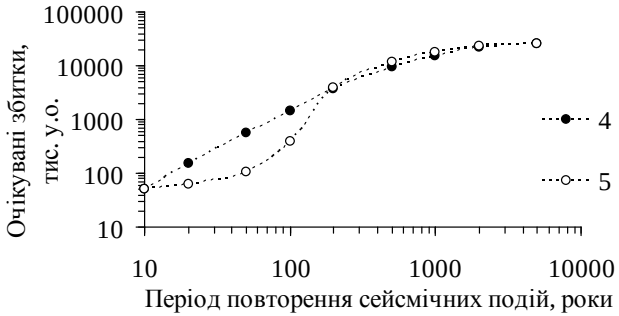


Рис. 2. Криві зв'язку між очікуваними збитками та періодом повторення землетрусів (випадки 4, 5)

Результати моделювання залишкового ризику збитків в залежності від періоду повторення землетрусів, що можуть перевищити рівень ПЗ, при якому збитки виключаються проектними рішеннями, представлено на рис. 3, 4.

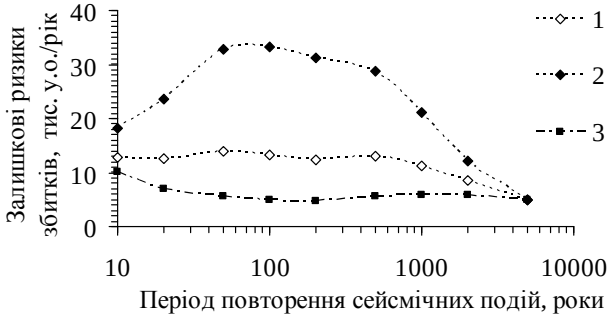


Рис. 3. Криві залишкового ризику збитків в залежності від періоду повторення землетрусів, що перевищують рівень ПЗ (випадки 1, 2, 3)

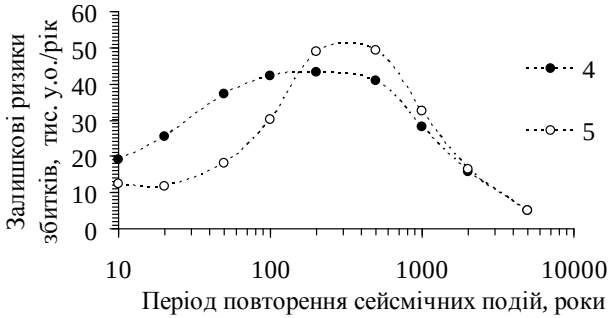


Рис. 4. Криві залишкового ризику збитків в залежності від періоду повторення землетрусів, що перевищують рівень ПЗ (випадки 4, 5)

При оцінці залишкового ризику збитків апріорні ймовірності виникнення збитків, з запасом ризику, прирівнювалися до ймовірностей виникнення відповідних сейсмічних подій: $\hat{P}(D_i) \; = = P(E_i) = 1/T_i$.

Повна ймовірність виникнення збитків внаслідок землетрусів, що за інтенсивністю можуть перевищити рівень ПЗ оцінювалася за формулою:

$$P(D) = 1 - \prod_{i=k}^{n} \left[1 - P(E_i)\right] \qquad (7)$$

де k – індекс, що присвоюється наступній сейсмічній події, що за інтенсивністю перевищує рівень ПЗ.

Висновки.

Отримані результати показують, що вибір ПЗ в значній мірі може залежати від характеру зв'язку між очікуваними збитками та періодом повторення сейсмічних подій. Оцінка сейсмічного ризику з рамках байєсівського підходу дозволяє проконтролювати вплив цього зв'язку на залишковий ризик збитків, виявити сейсмічні події, при впливах яких залишковий ризик максимізується і які можуть бути рекомендовані в якості ПЗ, щоб здійснити його мінімізацію за рахунок додаткових затрат на антисейсмічні заходи й формалізувати задачу вибору ПЗ як задачу оптимізації з врахуванням економічних можливостей в рамках концепції ALARP.

Література

1. Будівництво у сейсмічних районах України: ДБН В.1.1-12:2006. – [Чинний від 2007-01-02]. – К.: Мінбуд України, 2006. – 84 с. – (Національний стандарт України).
2. Стефанишин Д.В. Методологія оцінки та врахування сейсмічного ризику при прийнятті рішень (імовірнісний підхід) / Д.В. Стефанишин // Буді¬вельні конструкції. Вип. 76. «Будівництво в сейсмічних районах України». Збірник наукових праць. – К.: ДП НДІБК, 2012. –С. 199-204.
3. Маршалл В. Основные опасности химических производств / Маршалл В. – М.: Мир, 1989. – 672 с.
4. Рябинин И.А. Надёжность и безопасность структурно-сложных систем. – СПб.: Изд-во С-ПбУ, 2007. – 276 с.
5. Романчук К.Г. Про сценарний підхід при оцінці ризику системних аварій / К.Г. Романчук, Д.В. Стефанишин // Проблеми інформатики та комп'ютерної техніки (ПІКТ – 2015). Праці IV-ї міжнародної науково-практичної конференції. Тези доповідей. ЧНУ. 26-29 травня, 2015 р. – Чернівці: Видавничий дім «Родовід», 2015. – С. 65-67.
6. Stefanyshyn D.V. Use of the Bayes' approach for assessment of damage risks of system failures / D.V. Stefanyshyn, K.G. Romanchuk // Proc. of Int. Scientific School «Modelling and Analysis of Safety and Risk in Complex Sys¬tems». July 7-11, 2009. Saint-Petersburg, Russia. – P.P. 165-169.

Метод выделения пластов-коллекторов в обсаженных стальной колонной скважинах

Миронцов М.Л.

(Інститут телекомунікацій та глобального інформаційного простору НАН України, myrontsov@ukr.net)

В результате необходимости поддержания уровня добычи полезного флюида в уже эксплуатируемых скважинах возникает необходимость

перфорации новых продуктивных пластов. Особенность эксплуатируемых скважин – перфорации после обсадкой эксплуатационной (стальной) колонной подвергались только те пласты, содержание полезного флюида в которых обеспечивало необходимую рентабельность добычи. В первую очередь это высокопористые мощные пласты. В настоящее время такие пласты в основном истощены и дебит добычи в них значительно снизился. Поэтому возникает задача перфорации и последующей добычи полезного флюида из маломощных пластов. Для этого необходимо знать диаметр зоны проникновения каждого такого пласта для определения возможности его успешной перфорации (после обсадкой колонной, пространство между породой колонной и породой заполняется цементным раствором, в том числе проникая в зоны проникновения пластов), а перфорация эксплуатационной колоны и расположенного за ней цементного камня – задача технически сложная [1].

Определение геоэлектрических параметров пластов в скважине, обсаженной стальной колонной не представляется возможным классическими методами электрометрии (здесь не рассматривается внедряющийся в последнее время метод «электрического каротажа через колону» [2]). Соответственно в этом случае решаемая задача это определение диаметра зоны проникновения пласта по данным каротажа аппаратурой бокового каротажного зондирования (БКЗ), проведенного до обсадкой стальной колонной. Модель пласта можно считать трехслойной (см. рис. 1) [3], где $\rho_П$, $\rho_З$, $\rho_С$ – удельное электрическое сопротивление (УЭС) нетронутой буровым раствором части пласта, зоны проникновения бурового раствора и бурового раствора (скважины) соответственно; R, r – радиус зоны проникновения и скважины соответственно.

Предлагаемый метод заключается в определении параметров пласта $\rho_П$, $\rho_З$, R таких, для которых измеряемые кажущиеся удельные электрические сопротивления:

$$\rho_i = K_i \frac{U_i}{I},$$

где i – номер зонда, будут максимально близки числено рассчитанным для этой трехслойной модели, см. рис. 3 [4].

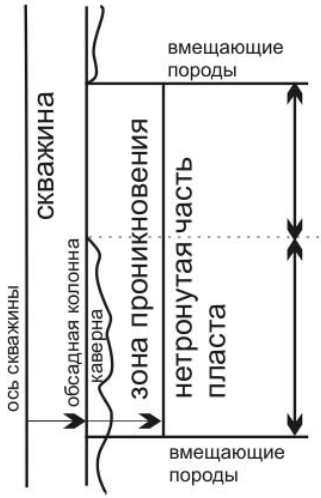


Рис.1. Трехслойная модель пласта

Другими словами для *n* зондов аппаратуры БКЗ будет минимизирован функционал:

$$P\left(\rho_{\Pi}^{T}, \rho_{З}^{T}, R\right) = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \frac{1}{K_I} \left(\frac{\rho_i - \rho_i^T\left(\rho_{\Pi}^T, \rho_{\#}^T, R_T\right)}{\rho_i} \right)^2} \ ,$$

где $\rho_{\Pi}^{T}, \rho_{З}^{T}, R$ – подбираемые параметры трехслойной модели, для полученных в процессе каротажа величин ρ_i; K_i – коэффициенты влияния каждого зонда на общий результат, определяемые величиной погрешности его измерения [4].

На рис. 2-3 представлены примеры применения такого метода. Для указанных интервалов, соответствующих продуктивным пластам, в местах где было определено, что $R < 0.3 \div 0.4$ – был получен приток полезного флюида. На интервалах с большим значением *R* – притока получено не было.

Привлечение данных микрометодов выявило значительное искажение результатов качественного характера. Это возможно объяснить малой глубиной исследования последних. Действительно, именно самая ближняя зона пласта, исследованная в открытом стволе, после обсадкой колонной может значительно поменять свои геоэлектрические параметры (буровой раствор перестает проникать в пласт, выравнивается гидродинамическое давление). Соответственно такие параметры, полученные до обсадки, уже не будут описывать действительное распределение УЭС в пространстве за колонной.

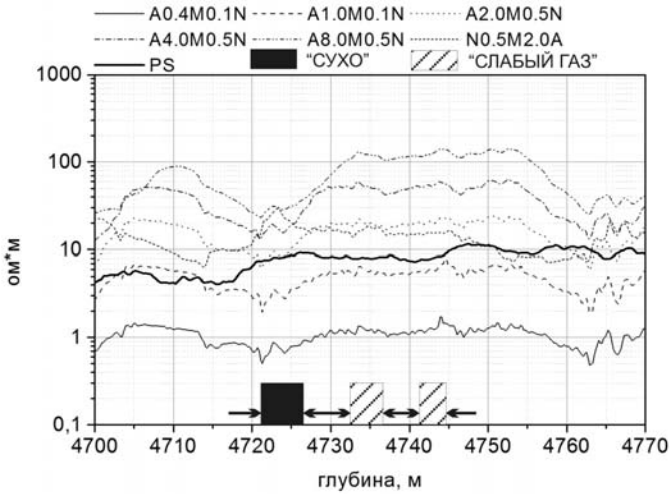


Рис. 2. Кривые БКЗ с указанием выделенных интервалов перфорации.

Очевидно, что предложенный метод позволяет не только выделять маломощные пласты коллекторы и определять параметры ближней зоны, для которых возможна успешная перфорация, но и решать традиционные задачи электрометрии [2, 3].

Недостатком этого метода является малая точность определения *R* при ее больших значениях (более 0.5÷0.7 м). Однако широко применяемые на практике методы перфорации ограничивают потенциально интересные пласты, где технически возможна перфорация через колону и слой цементного камня толщиной более 0.5÷0.7 м. Метод неприменим к данным каротажа, в которых отсутствует каротаж БКЗ, а только боковой электрический (аппаратурой бокового трехэлектродного) и индукционный (аппаратурой АИК-5) [5]. В основном это скважины, заполненные пресным буровым раствором. Кроме того БКЗ долгое время был единственным доступным многозондовым методом скважинной электрометрии при каротаже открытого ствола в эксплуатируемых в настоящее время скважинах.

Таким образом предложенный метод позволяет эффективно выделять продуктивные пласты (в эксплуатируемых скважинах обсаженных стальной колонной), перфорация которых позволит производить добычу полезного флюида.

Литература

1. Пирсон С.Д. Учение о нефтяном пласте. – Мегион: Издательство ЗСК «Тюменьпромгеофизика», 2006. – 147 с.

2. Anderson B.I. Modeling and inversion methods for the interpretation of resistivity lodding tool response. – Houston.: Schlumberger print. 2001. – p.p. 377.
3. Єгурнова М.Г., Зайковський М.Я., Заворотько Я.М., Цьоха О.Г., Кнішман О.Ш., П.М. Муляр, Дем'яненко І.І. Нафтогазоперспективні об'єкти України. Нафтогазоносність та особливості літогеофізичної будуви відкладів нижнього карбону і девону Дніпровсько–Донецької западини. – Київ: Наукова думка, 2005. – 196 с.
4. Миронцов Н.Л. Численное моделирование электрометрии скважин. – Київ.: Наукова Думка, 2012. – 224 с.
5. Техническая инструкция по проведению геофизических исследований и работ приборами на кабеле в нефтяных и газовых скважинах / под. Ред. Хаматдинова Р.Т., – Москва. Министерство Энергетики: «ГЕРС», 2002. – 270 с.

Визначення об'ємів ґрунтів, охоплених деформаціями та зміщеннями на схилах

Демчишин М.Г, Кріль Т.В.
(Інститут геологічних наук НАН України, enggeolog@yandex.ru)

Загальні положення.

Відхилення денної поверхні від еквіпотенціального рівня геоїда визначає розмаїття форм рельєфу, своєрідність ландшафтів, надає виразності краєвидам, разом з тим створює значні обмеження для використання таких ділянок під забудову. У межах літосфери нашої планети строго горизонтальні ділянки зустрічаються більше як виключення, перевагу мають схили різного ступеня крутості. У табл. 1 наведено дані за розподілом площ з різними нахилами для Євразії та України [1, 5, 6].

Таблиця 1. *Порівняльна характеристика поверхні Євразії та України на схилах.*

Євразія [1]			Україна [5]		
Кут нахилу, °	Площа, тис.км^2	% до загальної площі	Кут нахилу, °	Площа, тис.км^2	% до загальної площі
до 1	5400	10	0-1,5	471,2	78
1-10	32100	61	1,5-3	102,3	17
10-20	10600	19	3-6	5,4	0,9
20-35	4200	8	12-20	10,9	1,8
>35	1100	2	>20	1,2	0,2

Нормативні документи з містобудування [4] відносять території з певним нахилом (схили) до малосприятливих і несприятливих для

будівництва, проте, з об’єктивних причин, останнім часом їх необхідно ширше використовувати в цілях урбанізації з врахуванням функціонального зонування міських територій. При цьому потрібно досить надійно оцінювати і прогнозувати ризики, пов’язані з використанням схилів певної крутості й геологічної будови, що полягають у розвитку небезпечних геологічних процесів, виникнення надзвичайних ситуацій, аварій і катастроф.

Проектувальники в більшості випадків користуються розрахунками співвідношення сил на схилах – зрушуючих та утримуючих, тобто так званим коефіцієнтом стійкості схилу. До цього часу його визначення у більшості схем і програм ведеться в двовимірних варіантах і не задовольняє потреб проектування інженерної підготовки для схилів, інженерного захисту об’єктів на схилах.

Важливим є визначення схилів, на яких можливі процеси зрушення та деформацій, об’ємів породного матеріалу (ґрунтів), що можуть бути охоплені цими процесами, величин і швидкості зміщень, руйнівної енергії.

Для прогнозу зміщень порід на схилах в об’ємах і зі швидкостями руйнівного (катастрофічного) характеру, запобігання збитків від таких зміщень, своєчасного вжиття заходів щодо усунення основних причин, що призводять до зсувів, необхідно проводити постійні візуальні й інструментальні спостереження на схилах. Передусім на схилах з вираженими в рельєфі зсувними формами і на схилах, для яких такі форми відсутні, але на яких поширені пухкі породи, є умови для виникнення в масивах ослаблених поверхонь і зон, що визначають можливості розвитку зсувів.

Формування зсувних осередків на схилах.

Пухкі піщано-глинисті ґрунти на схилах з нахилом до 10% (5°40') практично не зазнають переміщень в об’ємах і з швидкостями, що можуть становити загрозу для об’єктів та людей. При нахилах поверхні від 10 до 20% (5°40'-11°20') можливі деформації і зміщення глинистих ґрунтів при зміні їх консистенції внаслідок зволоження від твердої до пластичної і текучо-пластичної (рис.1).

Такі зміни відбуваються через зволоження з поверхні атмосферними водами, техногенними витоками або в результаті підйому рівня ґрунтових вод, які розвантажуються на схилі. Якщо сучасні або давні форми рельєфу схилів не вказують на прояв зсувних зміщень, прогноз можливих деформацій ґрунтових мас виконується тільки на основі вивчення історії їх розвитку або при проведенні інструментальних геодезичних спостережень.

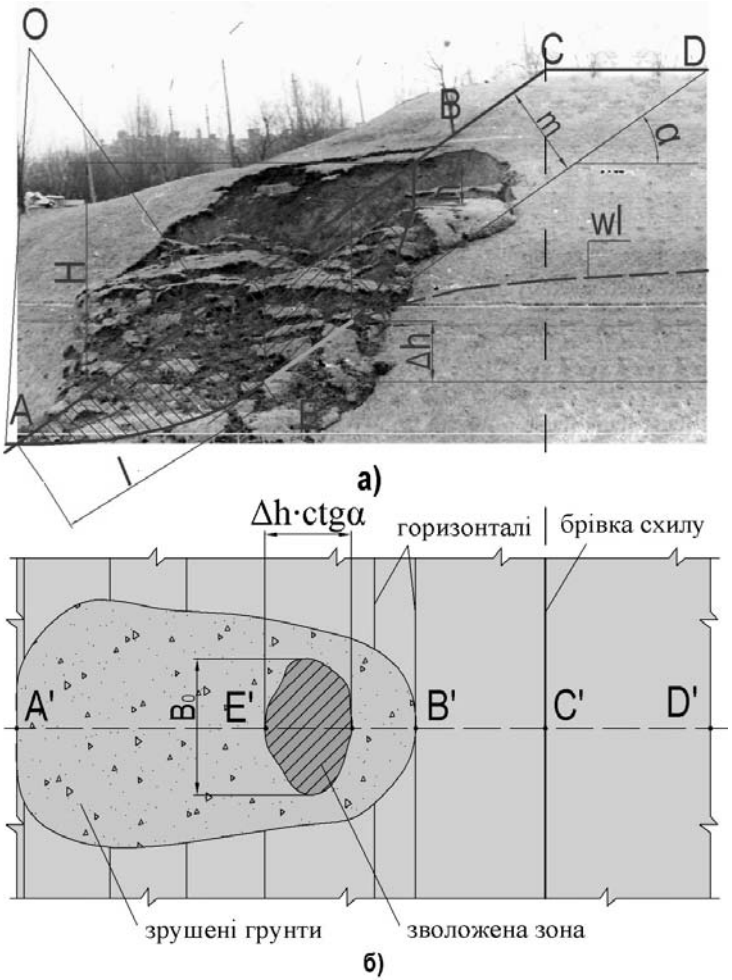


Рис. 1. Утворення зрушень при піднятті рівня ґрунтових вод (а), схил в плані (б).

Паралельні і концентричні траєкторії руху знаків на поверхні, що сходяться, рівні абсолютні величини векторів зміщень окремих точок денної поверхні схилу свідчать про формування загальної поверхні ковзання з одним глибоким осередком зсуву. Хаотична орієнтація траєкторій руху знаків і їх розбіжності в абсолютних величинах свідчать про неглибоке проникнення деформацій в присхиловий масив і про присутність окремих, часто незв'язаних між собою осередків зміщень.

Визначення об’ємів ґрунтів, охоплених зміщеннями на схилах.

Об'єми ґрунтів, які можуть перейти в рухомий стан можуть бути визначені, якщо відомі деформації поверхні схилу (рис. 2). Нами запропонований найпростіший спосіб для переходу до об'ємного завдання. Він здійснюється через поверхню, на якій відмічаються зміни, які передували зсувам.

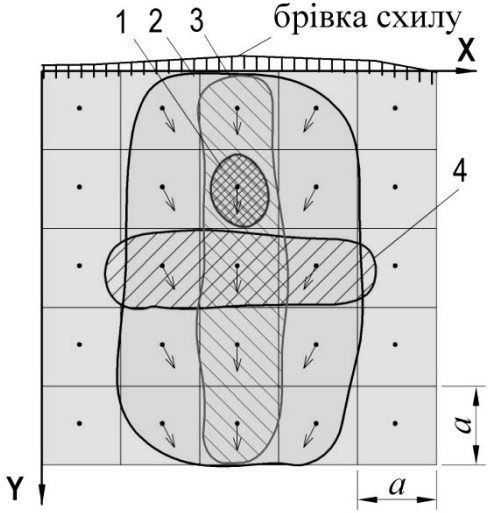


Рис. 2. Схема прояву деформацій поверхні схилу по спостереженню за зміщеннями знаків: 1 – контур зміщення при деформації одного знаку; 2 – зміщення більшого об’єму; 3 – неглибокі зміщення глетчерного типу (зсув-потік); 4 – неглибокі зміщення вздовж схилу.

Маса ґрунтів – основна рушійна сила, яка ініціює розвиток зміщень. Зсув порід починається після зменшення міцності порід по контуру маси, в якому сили зрушення перевищують утримуючі сили при даних морфометричних параметрах схилу. Очевидно, що наростання зрушуючих сил із збільшенням маси відбувається швидше, ніж збільшення площ опору зрушенню. При певних параметрах схилу і встановленому положенні в масиві ослаблених поверхонь в рух переходить так званий «критичний об'єм» [2, 8].

Об'єми порід, які переходять в рух, оцінюються в простих випадках при розвиненій квадратній мережі знаків спостереження (сторона квадрата дорівнює a, нахил схилу оцінюється кутом α), за кількістю знаків, що перейшли в рух. Максимальний об'єм порід, охоплених деформаціями, при одному рухомому знаку буде:

$$V = \frac{\pi a^3}{12\cos^3\alpha}.$$

Визначення площ і об'ємів порід, які переходять в рух по схилу, у разі зафіксованих зсувів *n* сусідніх знаків проводиться залежно від положення знаків на лініях, рівновіддалених від осей *X* або *Y*. При виведених з початкового положення *n* знаках з однаковими координатами максимальний об'єм порід обчислюється за формулою:

$$V = \frac{\pi \cdot a^3 \cdot n}{12 \cdot \cos^3\alpha}.$$

З урахуванням геометричних параметрів схилу, його конфігурації в плані і з урахуванням геологічної будови, а також площ визначених при геодезичних спостереженнях визначають об'єм порід зміщених по схилу

$$V = \frac{S \cdot c}{\gamma \cdot (\sin\alpha - \cos\alpha \cdot tg\varphi)}.$$

де S – площа, на якій розвиваються деформації (зміщення), c – зчеплення, γ – щільність ґрунту, φ – кут внутрішнього тертя, α – кут нахилу схилу.

Висновки.

При використанні територій з нахилом поверхні, що перевищує 10% (5°40'), масиви яких включають пухкі піщано-глинисті ґрунти, необхідно приймати до уваги ризики виникнення деформацій і зміщень зсувного типу. Оцінка стану таких ділянок потребує визначення площ, на яких можуть розвиватись зміщення, об’єми породного матеріалу, що можуть бути охоплені деформаціями і зміщенням, швидкості і шлях зміщення, руйнівної енергії, що виділяється при цьому. Визначати площу і об’єми зміщень пропонується на основі інструментальних геодезичних спостережень, які проводяться за системою марок (реперів), закладених за певною схемою.

Площа і характер зміщення порід в певний період, формування поверхонь зміщення (ковзання), маси ґрунтів, що зміщуються (можуть зміщуватися), визначаються за характером зміщення геодезичних спостережних знаків з врахуванням геологічної будови присхилового масиву, гідрогеологічних умов, техногенних впливів.

Виникнення гравітаційних процесів в межах схилів на урбанізованих територіях спричиняє пошкодження, деформації і руйнування штучних об'єктів, будівель і споруд, а також виникнення надзвичайних ситуацій – аварій, катастроф.

Ризик втрат при виникненні зсувів повинен бути оцінений як вже для забудованих територій, так і для таких, де планується нове будівництво.

Небезпека зсувів оцінюється по-різному для місць поселень розміщених на морських узбережжях, у межах річкових долинах, гірських схилах. Для оцінки ризику і ухвалення рішення про захист необхідно вирішити завдання у тривимірних варіантах, де перш за все визначити площі і об'єми ґрунтів, охоплених зміщеннями на схилах.

Література.

1. Воскресенський С.С. Динамическая геоморфология / Формирование склонов. – М.: И-во МГУ, 1971. – 222 с.
2. Демчишин М.Г., Колтунов І.І. Спостереження передзсувних деформацій і прогноз стійкості схилів. // Геологічний журнал. – 2015, – №3. – С. 23-29.
3. Демчишин М.Г. Современная динамика склонов на территории Украины. Киев: Наук. думка, 1992. 256 с.
4. Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень : ДБН 360-92. – [Чинний від 2007-01-02]. – К.: Мінбуд України, 2006. – 84 с. – (Держ. будів. норми України).
5. Статистичний довідник «Україна за 50 років» (1917-1967). К.: Політвидав УРСР, 1967. – 17 с.
6. Указания по выявлению, учету и оценке территорий, подверженных оползневым и абразионно-эрозионным процессам в населенных пунктах Украинской ССР. Киев, 1977. 54 с.
7. Demchyshyn M.G. Landslide triggering events and slopes stability. Proceeding of the 8th International IAEG Congress. Balkema. Rotterdam, 2000, pp. 3987-3992.
8. Demchyshyn M. Instability of different genetic slope types / M. Demchyshyn, T. Kril // 7th European Congress on Regional GEOscientific Cartography and Information System. Bologna, Italy, june 12th-15th 2012 – V. 1. P. 78-79.

Захист історичних ландшафтів біологічними методами

[*]Демчишин М.Г., [*]Анацький О.М., [**]Соковніна Н.Х., [**]Вдовиченко С.В.

([*]Інститут геологічних наук НАН України, enggeolog@yandex.ru;

[**]НДПІ містобудування Мінрегіонбуду України, sokovnina@ukr.net)

На забудованих територіях, які в даний час займають понад 10% площі суходолу, особливо в складі надзначних та значних міст виділяються ділянки, що зберегли ландшафти протягом століть і тисячоліть. Враховуючи те, що міста розташовуються переважно на берегах морів і рік, історичні ландшафти також в більшості випадків являють собою ділянки морських берегів або схили річкових долин. В більшості випадків це схили, як наприклад в історичних містах Києві, Чернігові, Каневі, Путивлі на яких розміщені об’єкти культурної спадщини.

На територіях надзначних та значних міст дедалі частіші активні антропогенні перетворення призводять до повного або часткового знищення цінних історичних ландшафтів. Тому актуальними є питання охорони, збереження та раціонального використання цих територій.

Одним із заходів збереження і консервації історичних ландшафтів є відновлення рослинного покрову як природного чинника, що відіграло велику роль в розвитку верхніх шарів земної кори. В наш час загальновизнаними є захисна роль рослинності по відношенню до елементів рельєфу – рослинний покров і ґрунтовий шар виступають захисною поверхнею перших від поверхні геологічних горизонтів від руйнівних факторів вивітрювання[3].

Рослинний шар значною мірою впливає на протікання денудаційних процесів в тому числі і на умови гравітаційного зносу, розвитку обвалів та зсувних явищ. Прямий вплив рослинності позначається в укріпленні кореневою системою трав, кущів, дерев рухомого матеріалу на схилах. Проникаючи глибоко в пухкі породи коренева система стає свого роду армуючим елементом, що придає міцності пухким ґрунтам – вона механічно утримує поверхневі шари ґрунтів у рівновазі (рис. 1).

Рис. 1. Коренева система дерев як формуючий чинник на земляних укосах

Відомо, що коренева система рослин за потужністю набагато перевищує їх наземні частини. Загальна довжина кореневої системи одного дерева може складати разом з тонким корінням десятки та сотні кілометрів, охоплюючи значні обсяги підземного простору[1].

Коренева система дерев разом з тим є розгалуженою системою природнього дренажу верхніх горизонтів ґрунтів. Особливо ефективним є осушення за допомогою рослинності глинистих порід. Дерева можуть осушити ті ділянки території, де практично неможливі для використання, або непридатні інші види дренажу.

Коренева система осушує породи в які вона проникає по всій глибині, однак, всмоктувальна сила кореневої системи, її можливості забирати воду із масиву грунта залежать від виду рослинності. В сукупності дерева, кущі, трави діють на ґрунти, захищаючи їх від перепаду температур, вітру, атмосферних опадів. Прямим ефектом цього є усунення різких змін вологості, і температури в приповерхневих шарах, що попереджує розвиток водної та вітрової ерозії.

Дерева з розгалуженою і глибоко проникаючою кореневою системою своєрідно впливають і на режим поверхневих та підземних стоків,забираючи вологу з ґрунтових шарів, через листя і відають вологу у атмосферу. Найбільш вологолюбними є широколистяні дерева. За споживанням вологи листяні дерева розташовуються у наступному порядку: тополя, вільха, осика, верба,в'яз, клен, береза, ясен, бук, дуб. Річна транспірація по Елькерсу для окремих дерев в мм складає: береза – 375, ясен – 244, дуб – 220, бук – 209, сосна – 214, ялина – 193.У вегетативний період за день дуб транспірує 0,5 – 0,8 мм вологи, ялина 0,5–1,1 мм[4].

Рослинність та різноманітні лісомеліоративні заходи широко застосовуються для зміцнення схилів і укосів. Вологорегулююча роль рослин на схилах описана у багатьох роботах вітчизняних та зарубіжних авторів. Крім перерахованих факторів позитивного впливу рослинності на схили відмічається, що в результаті зниження вологості порід розвивається негативний поровий тиск, що підвищує стійкість схилів.

Стан рослинного покриву на схилах може бути різним. На розвиток берегових абразійно-зсувних схилів на ділянках рівнинних територій що виходять до узбережжя Чорного та Азовського морів, рослинність впливає не суттєво так як на цих територіях вона розвинута недостатньо. Тільки в окремих місцях на терасованих схилах, у виходах джерел спостерігається скупчення вологолюбних рослин, що сприяє осушенню зсувних масивів.

Важливу зміцнюючи і водо регулюючу роль відіграє рослинний покров в Криму та Карпатах, де останнім часом відзначається активізація руйнівних ерозійних процесів і зсувних явищ в наслідок розвитку селів при різкому підвищенні чутливості схилів до кліматичних та антропогенних впливів.

Схожі функції рослинного покрову на схилах ерозійних долин в лісостеповій зоні, у долинах великих рівнинних рік України – Дніпра, Дністра, Південного Бугу, Сіверського Дінця, Десни, Пруту, що віддавна виступають як місця поселень. В долинах цих рік розташовані великі історичні міста України – Київ, Дніпропетровськ, Дніпродзержинськ, Запоріжжя, Херсон (Дніпро), Чернігів (Десна), Полтава (Ворскла), Чернівці (Прут), Лисичанськ (Сіверський Донець).

Зсувні зміщення ґрунтів по схилу в історичній частині правого берега долини Дніпра в межах м. Київ, довгий час відбувались на трьох рівнях і були пов'язані з виходами на схил водоносних горизонтів:

- зсуви в четвертинних відкладах (надморенних лесах та в підлесових глинах, суглинках) з проходженням поверхні ковзання значною частиною в бурих або строкатих (пістрявих, рябих) глинах;
- зсуви в делювіальних схилових відкладах;
- зміщення на контакті київських та харківських відкладів палеогену.

Зсуви на правобережжі Дніпра в Києві почали виникати систематично після освоєння територій на схилах, з активізацією у періоди аномальних синоптичних ситуацій. Часто зсувам передували ерозійні процеси, тому й ерозію і зсуви треба розглядати разом як парагенетичні комплекс де досить часто ерозійні промивини, що утворюються після злив провокують розвиток зсувних процесів[3].

В наш час кількість ерозійно-гравітаційних процесів на правобережжі Києва менша завдяки впливу рослинності (рис. 2).Стабілізація руху ґрунтових мас на всіх рівнях в коротких, розчленовуючих правий берег Дніпра ярах, на ділянці від Поштової площі до Наводницької балки була досягнута в результаті поновлення рослинного шару. На цій ділянці в 1951-52 р.р. методом народної будови на площі 187 га. було висаджено близько 800 тис. одиниць дерев та чагарників.

Рис. 2. Правобережний схил долини р. Дніпро в центральній частині м. Київ озеленений в 1950-1952 р.р.

Історичні ландшафти м. Дніпропетровськ, щорозташовані на підвищеному правому березі Дніпра в межах водорозділу Дніпра та його правої притоки – Мокрої Сурисильно розчленовані ярами та балками глибоко врізаними в осадові породи. Серед них виділяються яружно-балкові системи, що відкриваються в сторону Дніпра –

Червоноповстанська, Аптекарська, Рибальська, Сухий яр та в сторону Мокрої Сури – Попова, Берестова, Россохата, Червонополянська. Забудова схилів привела до підвищення рівня ґрунтових вод в окремих місцях зі швидкістю до 1,5 м/рік. Додаткове навантаження при забудові, порушення умов поверхневого та підземного стоку і, як наслідок, перезволоження лесових грунтів на схилах та розвиток зсувів. В окремих випадках зсуви пройшли раптово, що викликало руйнування легких споруд і загибель людей.

Загальний аналіз впливу рослинності на розвиток ерозійно-гравітаційних процесів показав, [4] що виведення лісу на схилах приводить до активізації зміщення ґрунтів і розвитку зсувів (рис. 3). При відновленні рослинного покрову на схилах в межах надзначних і значних міст слід враховувати їх функціональне зонування.

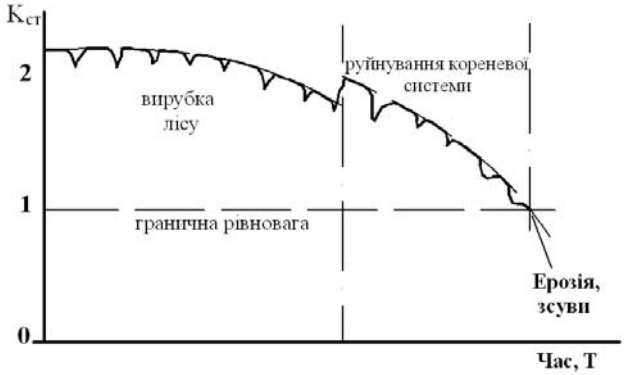


Рис. 3. Порушення рівноваги ґрунтів на схилі при зміні рослинного покрову

Найбільш ефективне застосування його в рекреаційних зонах. Це необхідно враховувати при розробці генеральних планів міст та містобудівної документації в цілому.

Останнім часом заплановано впорядкування рослинного покрову в Кагарлицькому парку-пам’ятнику садово-паркового мистецтва загальнодержавного значення,на площі 35,5 га, що оснований в 1808 р., Хоролському ботанічному саду –об’єкті природно-заповідного фонду загальнодержавного значення на площі 88 га. Сад створений в 2009 р. на території балки, по дну якої знаходиться каскад ставків. Крутосхили балки засаджені акацією та ясенем, передбачається терасування схилів, що дозволить розширити площі зелених насаджень. Запроектовано розширення зелених Рівненському природному заповіднику на площі 42 тис. га., який включає території порушені в результаті несанкціонованого видобутку бурштину. Потребує відновлення рослинного покрову на порушених територіях яворівського родовища сірки у Львівській області.

Література

1. Кузнецов С.Е.Опыт закрепления оползневых косогоров агролесомелиоративными посадками на железнодорожной линии Туапсе-Сухуми. Мат. Совещ. По вопросам изучения оползней и мер борьбы с ними. И-во КГУ., К., 1964 г. С. 301-303.
2. Леггет Р.Ф. Города и геология. «Мир», М., 1976. 558 с.
3. Романчук С.П. Історичне ландшафтознавство: Теоретико-ландшафтознавчі засади та методика антропогенних реконструкцій давнього природокористування. – К.: РВЦ «Київський університет», 1998. – 146 с.
4. Pradnini L., Guidicini G., Bottura J., Poncano W. Behavior of the vegetation in slope stability: a critical review / Bulleting of the Intern. Ass. Of Engineringgeology.,№16. 1977. – p. 51-55.

Типізація геологічного середовища урбанізованих територій при освоєнні підземного простору

[*]Гайко Г.І., [**]Кріль Т.В.

([*]НТУУ «Київський політехнічний інститут», gigayko27@meta.ua;
[**]Інститут геологічних наук НАН України, kotkotmag@mail.ru)

Розглянуто проблему оцінки геологічного середовища урбанізованих територій для будівництва комплексів підземних споруд. Розроблено методику типізації геологічного середовища мегаполісу та структуру бази даних для прогнозних оцінок сприятливості підземному будівництву. Наведено приклад побудови тематичних карт і схем сприятливості для виділеної ділянки м. Києва.

Вступ. Закономірністю еволюції великого міста в просторі та часі є те, що основним резервом його розвитку стає підземний простір. Ефективне та раціональне розміщення в ньому численних споруд транспортного, енергетичного, господарчого, комунального, соціального призначення і створення масштабної інженерної інфраструктури ставить завдання стратегічного планування розвитку підземного простору мегаполісів.

Проблему освоєння підземного простору сучасного міста слід розуміти, не як сукупність випадків разового будівництва окремих підземних споруд, а як реалізацію системного підходу й комплексного майстер-плану розвитку підземної урбаністики мегаполіса у відповідності до тенденцій розвитку міста в майбутньому [1, 3].

Методика типізації геологічного середовища. Для оцінки сприятливості геологічного середовища урбанізованих територій до будівництва комплексів підземних споруд доцільно розробити методику його типізації, яка на відміну від існуючих [2, 4] розглядала б змінність властивостей не тільки поверхневого шару на виділеній території (що є

нагальною потребою для планування наземного будівництва), а й усієї товщі геологічного середовища.

Системний підхід при розробці методики типізації передбачає урахування впливу природничих, природничо-техногенних і техногенних факторів на ефективність спорудження, стійкість, довговічність і безпеку підземних споруд та їх взаємодію із наземною забудовою.

До переліку природничих факторів слід віднести: тип геологічної будови (вік, генезис, літологічний склад відкладів, форми дислокацій); морфологію рельєфу (висоти поверхні, розчленованість, крутість схилів); тип і склад товщі ґрунтів та порід; їх механічні характеристики та властивості у відношенні до води; геологічну порушенність масиву; геодинамічну обстановку; гідродинамічні умови.

До техногенних (геоурбаністичних) факторів слід віднести: статичне навантаження (щільність і поверховість забудови); зовнішні динамічні впливи (інтенсивність руху транспорту, промислові вібрації, вибухові роботи тощо); наявність і параметри підземних споруд (тип за призначенням, конструкція, розміри, форма); способи ведення геобудівельних робіт; щільність і стан гідротехнічних і теплотехнічних споруд; наявність і характер техногенних відкладів.

Принцип типізації дозволяє простежити зміни властивостей геологічного середовища на території міста. Під типізацією геологічного середовища слід розуміти виділення таких його зон, які характеризуються різними умовами протікання геологічних і техногенних процесів і мають різну здатність реагувати на інженерно-господарське освоєння території, що розкривається специфікою взаємодії між природними й штучними елементами (спорудами). Виділення проводиться на основі суми балів прийнятих факторів впливу. Такий підхід є універсальним і дає можливість об’єднати за своїм значенням природничі та техногенні складові для оцінки сприятливості тих чи інших зон геологічного середовища підземному будівництву.

Показники основних факторів будемо оцінювати у балах (рейтингом) від 1 до 4 (чим кращі умови, тим менший бал) у відповідності до якісних станів геологічного середовища: 4 бали – геологічне середовище несприятливе для підземного будівництва (на більшій частині траси або місця розташування виробки спостерігаються загрозливі впливи природничих і техногенних факторів, або саме будівництво загрожує важливим об’єктам на поверхні чи провокує небезпечні геологічні процеси); 3 бали – недостатньо сприятливе (частина підземної виробки потрапляє на небезпечну ділянку, що потребує спеціальних способів її спорудження й додаткових витрат); 2 бали – сприятливе (відсутні найбільш загрозливі впливи й небезпечні явища, проте рівень будівельних витрат наближений до середнього); 1 бал – вельми

сприятливе (значна швидкість і економічність проведення виробки, мінімальні витрати на кріплення й підтримання споруди). З виділених якісних станів тільки перший виключає доцільність підземного будівництва й потребує «обходу» несприятливого середовища з боків чи з глибини або значних матеріальних витрат на покращення умов будівництва, технічну і економічну доцільність яких треба обраховувати окремо. Усі інші передбачають можливість освоєння підземного простору на розглянутій території, але з різними економічними показниками будівництва й різними ризиками щодо проектних помилок першого й другого роду. Введений вперше для подібних досліджень стан найбільшої сприятливості (бал дорівнює одиниці) дозволить запобігти проектним помилкам першого роду, коли сприятливі умови помилково вважають несприятливими, що веде до невиправданого збільшення матеріаломісткості кріплення, закладає більш потужні та енергоємні прохідницькі засоби ніж потрібно. При типовому прогнозному оперуванні лише двома, або навіть трьома станами запобігти помилці першого роду вдавалося не завжди.

Там, де є можливість кількісної оцінки фактора впливу (наприклад, фактор механічної міцності порід або щільності забудови), загальні межі можливої зміни кількісних характеристик параметра розбиваються на діапазони у відповідності до виділених станів, яким присвоюється відповідний бал. При цьому доцільно використовувати існуючі стандарти, нормативні документи, класифікації станів породних масивів та ін. Там де відсутня можливість кількісної характеристики фактора, декларується відсутність або прояв наявності його впливу, а рішення щодо сприятливості тієї чи іншої альтернативи визначається шляхом експертної оцінки.

Чим більшу кількість факторів впливу вдасться розглянути, тим більш обґрунтовану оцінку потенціалу інженерно-геологічного освоєння підземного простору буде отримано. Сумарні діапазони балів, наведені у таблиці, характеризують той чи інший стан сприятливості з урахуванням кількості факторів.

Таблиця 1. *Градація сприятливості геологічного середовища освоєнню підземного простору за сумарним значенням балів факторів*

Тип геологічного середовища	I_{sum}*	**Позначка у банку даних, Type_GS**
вельми сприятливе	$\leq 1{,}5n$**	1
сприятливе	$1{,}5n < I_{sum} \leq 2{,}5n$	2
недостатньо сприятливе	$2{,}5n \leq I_{sum} < 3{,}5n$	3
несприятливе середовище	$\geq 3{,}5n$	4

* I_{sum} – сумарна кількість балів за всіма факторами;

** n – кількість розглянутих факторів впливу.

Геоінформаційне забезпечення типізації. При проведені типізації геологічного середовища та візуалізації його результатів використовується геоінформаційний підхід, який передбачає створення у геоінформаційній системі банку даних. Умовно його можна поділити на природний та техногенний блоки (рис. 1).

Банк даних – це автоматизована інформаційна система централізованого зберігання й колективного використання баз даних. До складу банку даних може входити одна або декілька баз даних, довідники, словники, бібліотеки запитів і прикладних програм, а також система керування базами даних.

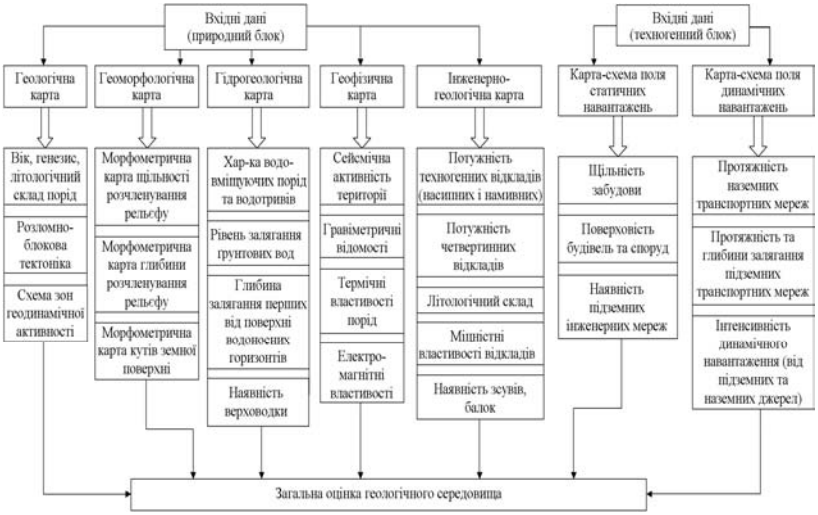


Рис. 1. Структура бази даних для оцінки геологічного середовища при освоєнні підземного простору.

При вирішенні задач, пов’язаних із визначенням змін інженерно-геологічних умов під впливом техногенних навантажень, банк даних повинен включати такі основні масиви інформації:

– матеріали дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) на площу, яка досліджується, результати їх обробки і аналізу;
– технічну інформацію (дані) про системи ДЗЗ та наземну вимірювальну апаратуру;
– схеми профілів, маршрутів, розташування свердловин, доріг, наземних орієнтирів, гідромережі тощо;
– дані про властивості породних (ґрунтових) масивів, у яких вже споруджені підземні виробки та інформація щодо їх стану;
– дані наземних та дистанційних фотометричних та спектральних вимірювань, результати їх статистичної обробки й аналізу;

– топографічні, геологічні та структурні карти різних масштабів та видів;
– науково-технічну, промислову та патентну інформацію про досліджувані об’єкти джерел динамічних навантажень.

Принципи формування банку даних із застосуванням геоінформаційного підходу такі [4]:

1. Принцип централізації, який є основою організації й функціонування банку даних. Процес інтеграції даних складається з об'єднання в єдине ціле різноманітних даних, які являють собою загальний інформаційний масив, що дає можливість полегшити пошук взаємозалежних даних і їх обробку.

2. Передача даних кінцевим користувачам здійснюється з єдиного банку даних.

3. Як інтерфейс кінцевого користувача виступає сервер. При цьому забезпечується вивантаження необхідних відібраних даних на робочі місця користувачів.

4. Інструментарії для перетворення й аналізу даних звертаються безпосередньо в єдиний банк даних зі збереженням у ньому результатів робіт.

Виходячи з того, що фактографічна геологічна інформація нерозривно пов’язана з просторовим положенням того чи іншого геологічного об’єкту, банк даних заснований на декількох базових модулях, один з яких – географічна інформаційна система (ГІС) на базі програмного продукту MapInfo, Excel та база даних науково-технічної інформації. В MapInfo для зберігання й подання географічних даних (векторних і растрових) використовується об’єктно-реляційна модель даних, названа базою геоданих (БГД).

Об'єкти, що зберігаються в базі геоданих є частиною фізичної моделі, також мають свій опис у логічній моделі даних. Тобто, при роботі із БГД користувач одночасно працює із двома моделями: фізичною й логічною, що дозволяє підтримувати не тільки геометричну зв'язаність об'єктів, але також їх зв'язаність на об'єктному рівні.

Дана модель – база геоданих є основною для зберігання всієї інформації й визначає структуру й правила зберігання різних видів об'єктів: просторових і растрових, результатів вібраційних вимірювань, геодезичних вимірів та ін. Використання бази геоданих забезпечує швидкий доступ й ефективну роботу з даними, що зберігаються за її допомогою. Дані в БГД зберігаються у вигляді файлів різного розширення. З ними також зв'язана атрибутивна інформація, але основою все-таки є векторні дані, які графічно описують місцевість на карті.

У даній моделі просторова інформація скомбінована з атрибутами. Графічні дані зберігаються в спеціальних індексованих двійкових

файлах, оптимізованих для швидкого відображення й доступу до них, а атрибутивні дані зберігаються в таблицях. Зв'язок між цими двома типами даних здійснюється за допомогою поля загального ідентифікатора. Також у даній моделі є можливість використання топологічних співвідносин між векторними об'єктами. Тим самим забезпечується зв’язаність між об'єктами.

Об'єкти в БГД зберігаються у реляційних таблицях. Деякі таблиці є сукупностями об'єктів, тоді як інші відповідають за відносини між цими об'єктами, а також за правила перевірки коректності й доменів атрибутів. MapInfo управляє цілісністю таблиць, і за допомогою об'єктів доступу до географічних даних надає об’єктно-орієнтовну модель даних.

Структура бази геоданих (набори класів об'єктів, класи просторових об'єктів, топологія й інші елементи) дозволяє проектувати географічні бази даних. Для проектування БГД в MapInfo використовується мова програмування SQL, і, як візуальне середовище розробки, використовується Visual Basic, Power Builder, Delphi. Усі вхідні дані мають бути адаптовані до системи координат Гауса-Крюгера, Пулково 1942, 6 зона або системи Довгота / Широта (WGS 84).

Результати та висновки. Методику типізації геологічного середовища для організації підземних об’єктів мілкого закладання було апробовано на ділянці в центрі міста Києва, у Шевченківському районі поряд з Повітрофлотським шляхопроводом, рис. 2. Розміри ділянки у плані 2х2 км, крок сітки 100м.

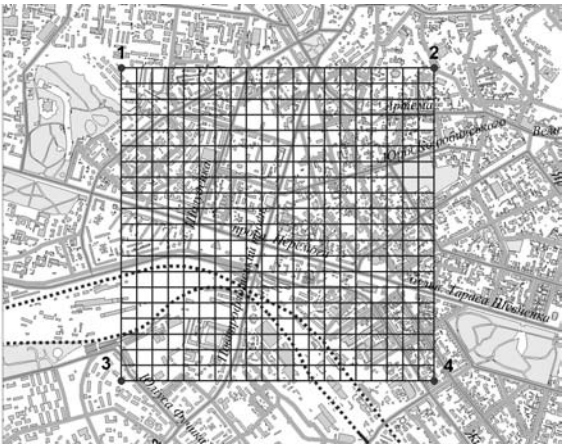


Рис. 2. Схема району досліджень.

Було оцінено шість факторів: тип ґрунтових відкладів (**N1**), потужність техногенних відкладів (**N2**), наявність водоносних горизонтів та верховодки (**N3**), рівень вібрацій від транспорту (**T1**), щільність забудови (**T2**), поверховість (**T3**).

Для кожного фактору з природного та техногенного блоку створювались тематичні шари (рис. 3). Для визначення типу геологічного середовища кожного з 400 квадратів ділянки (**Type_GS**) за визначеним діапазоном (див. табл. 1), з тематичних карт за допомогою SQL-запитів «MapInfo» відбиралось значення балу та проводилось їх сумування (рис.4).

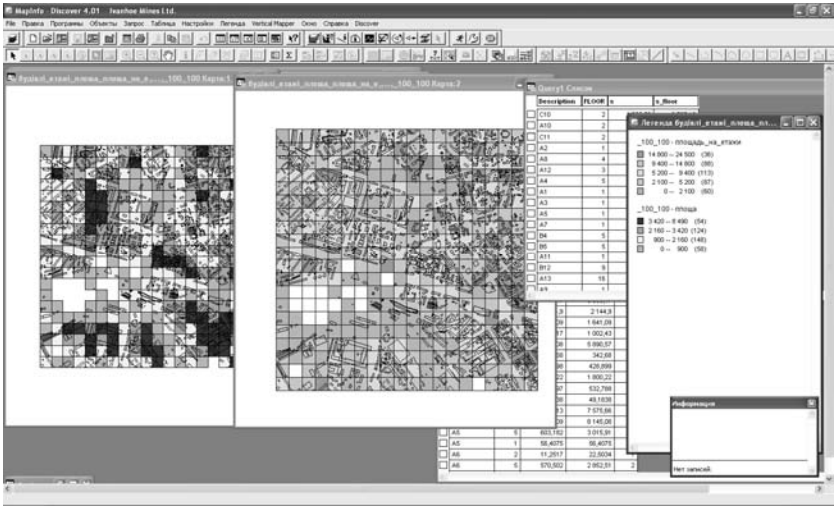


Рис. 3. Тематичні карти за факторами щільність забудови (Т2) та поверховість (Т3).

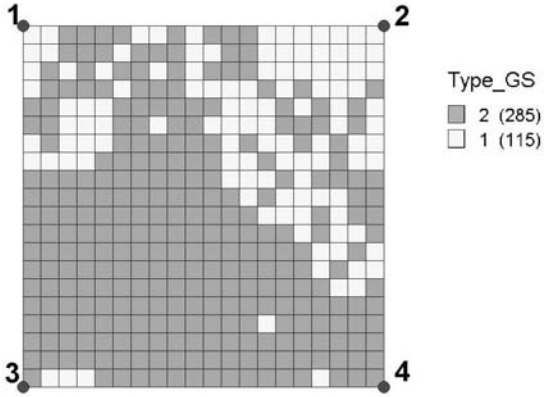


Рис. 4. Схема оцінки сприятливості геологічного середовища освоєнню підземного простору на виділеній ділянці м. Києва.

Аналіз даних таблиць і карт вказує, що на виділеній ділянці переважають умови сприятливі для підземного будівництва (71,25 % від

площі ділянки), або навіть вельми сприятливі в північній і північно-східній частині ділянки (28,75%), див. рис.4.

Це зумовлено здебільшого незначною щільністю (середнє значення в межах ділянки 20,7%) та поверховістю забудови (середня кількість поверхів – 3), допустимим рівнем транспортних вібрацій (53-73 дБ), відсутністю техногенних накопичень на більшій частині виділеної ділянки. З іншого боку, в межах виділеної площі майже 90% складають ґрунти, оцінені за властивостями балом 3 (пухкі типи водонасичених відкладів русла Либіді) і лише 10% складено сприятливими для будівництва ґрунтами – глинами та пісками середньої щільності, причому алювіальні необводнені відклади представлені різнозернистими пісками.

Слід зауважити, що техніко-економічні ризики від впливу різних факторів можуть суттєво відрізнятися, що в перспективі повинно бути враховано відповідними ваговими коефіцієнтами, прийнятими шляхом експертних оцінок. Зокрема, фактор «тип ґрунтових відкладів (**N1**)» повинен отримати більший вплив на загальну оцінку сприятливості підземному будівництву.

На сучасному етапі розвитку урбаністики стають усе більш актуальними проблеми освоєння підземного простору великих міст. Одним з основних етапів їх вирішення є планування підземного будівництва мегаполісів і оцінка стану та змін геологічного середовища міста, на що й спрямована розроблена методика типізації. Запропоновані схеми за сприятливістю геологічного середовища дозволять полегшити та пришвидшити вибір проектних рішень (наприклад, траси для лінійних протяжних підземних споруд, що оминають ділянки з високим значенням ***Type_GS***), оцінити вже на перших стадіях техніко-економічного обґрунтування складність та питому вартість очікуваних робіт, а також можливі ризики реалізації проектів.

Література.

1. Гайко Г.І. Проблеми системного планування підземного простору великих міст// Вісник НТУУ «КПІ». Серія «Гірництво». Вип. 25. – Київ: НТУУ «КПІ», 2014. – С. 35 – 40.
2. Горбатюк Н. В. Районування урбанізованих територій на основі інтегральних оцінок інженерно-геологічних умов (на прикладі м. Сімферополя): дисертація канд. геол. наук: 04.00.07 / НАН України; Інститут геологічних наук. - К., 2003.
3. Келемен Я., Вайда З. Город под землей: Пер. с венг. – М.: Стройиздат, 1985. – 248 с.
4. Кріль Т.В. Вплив техногенних динамічних навантажень на інженерно-геологічні умови урбанізованих територій (на прикладі м. Києва): Автореф. дис. канд. геол-минерал. – К., 2012. – 23 с.

Геоінформаційні системи як інструмент для виявлення регіональних закономірностей освоєння територій

Кріль Т.В., Дубосарський В.Р.
(Інститут геологічних наук НАН України,
enggeolog@yandex.ru, dvr2569@mail.ru)

Вступ. Будівництво міст з давніх-давен тяжіє до територій із особливими ландшафтними умовами, таких, що забезпечують соціальні функції – фортеці, порти, столиці, а також потреби для життя людей – питна вода, будівельні матеріали, мінеральні ресурси та ін.

Сучасна картина розселення населення в Україні склалася під впливом багатьох факторів: природних (агрокліматичних, водних та земельних ресурсів, що вплинули на розміщення сільського населення, мінерально-сировинних, які слугують передумовами розвитку промисловості); історико-географічних (перебування окремих регіонів або їх частин у складі різних держав); економічних (розвиток господарських комплексів та різна їх спеціалізація); політичних; демографічних (природний та механічний рух населення).

При цьому важливе значення належить кліматичним, геологічним, геоморфологічним, ландшафтним та іншим природним чинникам [3]. Населені пункти, а особливо міста за чисельністю населення вище середніх у більшості випадків засновані були у минулому на берегах рік і водоймищ. Нормальний розвиток міст час від часу переривався внаслідок воєнних дій, змін суспільних відносин та ін.

Серед природних регіональних факторів, які впливають на виникнення природно обумовлених місць поселення, виділяються наступні:

- Кліматичні умови.
- Гідрографічна мережа.
- Геоморфологічні умови.
- Гідрогеологічні умови.
- Корисні копалини.
- Геодинамічні умови.

Україна майже вся розташована в межах помірно континентального поясу. Середньосічневі температури на північному сході країни змінюються від -7 до -8 °С, а на півдні до +4 °С. Середньолипневі температури на заході України +18 °С, а на півдні – від +22 °С і вище. Екстремуми температур, зафіксованих на всій території в літній та зимовий період різняться на 4-8°С [5]. Середня річна кількість годин сонячного сяйва в Україні зростає з північного заходу на південний схід і південь від 1 700 до 2 400 год. Сумарна сонячна радіація в північних районах досягає 4 190 МДж/м^2, а в південних районах – 4 000-5 200 МДж/м^2 [4]. На більшій частині території кількість опадів у середньому

змінюється від 600-650 мм на заході до 400-450 мм на півдні і на південному сході. Загалом кліматичні умови та географічне розташування є сприятливими для сільськогосподарського виробництва, тваринництва, функціонування транспорту, галузей енергетики. Україна належить до територій з кліматичним комфортом.

Насиченість території водними об'єктами характеризується коефіцієнтами густоти річкової мережі, які виражаються відношенням довжини річок і струмків до площі басейну річки. Середня густота річкової мережі в Україні становить 0,34 км/км^2. Усі річки належать до басейнів Чорного, Азовського і Балтійського морів. Найбільшої густоти річкова мережа досягає в Українських Карпатах – 2,0 км/км^2. В басейні Дніпра коефіцієнти густоти річкової мережі зменшуються від витоків з 1,0-1,7 км/км^2 до 0,20-0,18 км/км^2 біля гирла. Найменша густота річкової мережі спостерігається на півдні степової зони, між Дністром і Південним Бугом та Дунаєм і Дністром: 0,09-0,17 км/км^2 [4]. В Україні нараховується більше 20 тисяч озер, загальною площею 4,0 тис. км^2. Водосховища і ставки займають площу 11730 км^2, найбільше їх в лісостеповій і степовій зонах. Близько 1,7 % території України займають болота. Щільність гідрографічної мережі на території України відносно постійна в різних районах та досить висока, тому не може суттєво впливати на скупчення поселень в одному окремому регіоні, виключення становлять степові райони.

Оскільки серед природних факторів клімат та гідрографія безперечно грають вагому роль та на території України мають сприятливі показники для утворення поселень у будь-якій точці цієї території, більш детально будемо розглядати фактор рельєфу, а саме відносні відмітки висот.

Метою досліджень є аналіз засобами ГІС значення фактору рельєфу у процесі освоєння території та роль таких факторів як наявність екзогенних геологічних процесів, корисних копалин, підземних вод та ін. Встановити на якому етапі розвитку та технічного прогресу людства фактор рельєфу втрачає свою вагомість, а в силу вступають інші геологічні фактори. Кліматичний фактор вважаємо сприятливим для утворення поселених місць на всій території України, виключаючи його з аналізу на першому етапі. Вплив фактору гідрографічної мережі є безсумнівнім. Щільність мережі річок різних рангів досить висока та рівномірна, тому не може суттєво вплинути на характер розміщення населених пунктів, а саме їх скупчення в окремих районах.

Для досягнення мети вирішувались задачі:

1. Побудова карти історичного освоєння території України за часом утворення поселених місць.

2. Побудова карт інтерпольованих поверхонь за значенням висоти рельєфу та часу утворення населених місць.

3. Співставлення висотних значень рельєфу із віком освоєння території, кореляційний аналіз.

Перераховані задачі були вирішені засобами інструментарію, реалізованого у картографічному пакеті «MapInfo», модуля тривимірного аналізу «Vertical Mapper» та програми аналізу функції 3-х змінних «Surfer».

Матеріали та методи. Вхідні дані: векторизована карта рельєфу України М 1 : 500 000 [1] у полілініях; карта історичного освоєння території (рис.1), для побудови якої використані дані із Списку історичних населених місць України [2], затвердженого Постановою Кабінету Міністрів від 26 липня 2001 року №878, до якого включені всі обласні центри України, а також багато інших великих і малих міст.

Рис.1 Карта-схема освоєння території України за часом, побудована засобами «Surfer».

Для вирішення першої задачі в програмі «Surfer» за допомогою digitize-технології було створено початковий файл ***city_400.dat*** з 400 точок та їх атрибутивної інформації: координати, дата заснування населеного місця та назва. Побудова контурної тематичної карти виконувалась методом просторової інтерполяції Крайгінга числових значень років з файлу ***city_400.dat*** при створенні сіткового файлу ***city_400.grd***. Дані адаптовані до системи координат Гауса-Крюгера, Пулково 1942.

Карта на рис. 1 добре ілюструє той факт, що поселення тяжіють до водних артерій – найбільш темні обриси близькі до крупних річок Дніпро, Дністер, Сіверський Донець та берегів Чорного та Азовського морів.

Наступні задачі вирішувались засобами «MapInfo». Для цього файл ***city_400.dat*** експортовано з програми «Surfer» у текстовому форматі.

Для обробки карти рельєфу, об'єктами якого є полілінії, були використані більш складні способи моделювання, реалізовані у «Vertical Mapper». У «Vertical Mapper» операції аналізу виконуються над так званими «сітками» (grid). Для роботи у даній програмі вихідним файлом слугує шар точок, який характеризує просторовий розподіл відображуваного параметру (у нашому випадку відносна висота рельєфу (м) та рік утворення міського поселення (роки). Проводилась конвертація вихідного шару поліліній рельєфу у шар точок за допомогою команди *Poly-to-Point* в меню «Vertical Mapper». При побудові карт задавались параметри сіткового файлу, представлені у програмі за базовими налаштуваннями. Проміжні значення висот рельєфу та віку міста були зкомпілійовані методом Natural Neighbour (Метод ближнього сусідства). Тематичні карти отримані непропорційної форми і командою *Vertical Mapper→Grid Manager→Tools→Trimmer* були обрізані за полігоном – державний кордон (Рис.2).

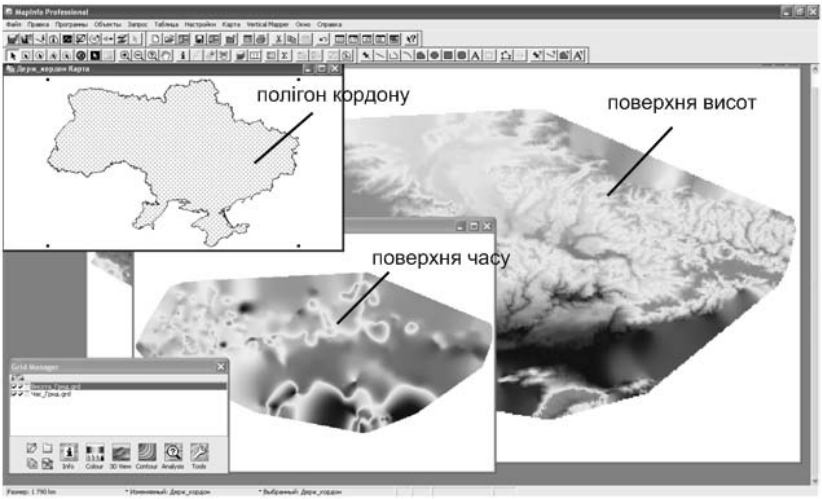


Рис. 2. Створення тематичних карт поверхонь за відносною висотою та віком поселень у «Vertical Mapper».

Масив точок з сіткового файлу інтерпольованого для висотних значень рельєфу був прийнятий за набір експериментальних точок, за якими буде проводитися наступний аналіз (рис.3). Командою *Grid Manager→Analysis→Point Inspection* для них були зняті значення віку утворення з інтерпольованої поверхні часу (файл ***x_y_h.TAB***). Надалі проводились підготовчі роботи з об'єднання атрибутивних даних таблиць за однаковою колонкою ***obj***.

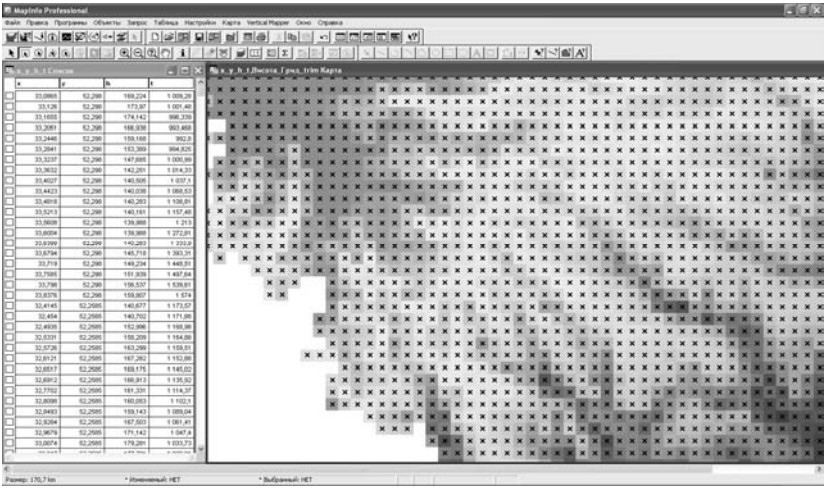


Рис. 3. Атрибутивна таблиця x_y_h_t.TAB та фрагмент тематичної карти, хрестиком позначені експериментальні точки.

Співставлення висотних значень із віком освоєння проводилось за допомогою побудови гістограм та SQL-запитів «MapInfo» на основі отриманого нами файлу ***x_y_h_t.TAB***, який складається з 47 186 точкових об'єктів – експериментальних точок, кожна точка таблиці має атрибутивну інформацію: координата ***x***, координата ***y***, відносна відмітка рельєфу ***h*** (м), час освоєння ***t*** (роки). Характерні значення експериментальних точок зведені у табл. 1.

Таблиця 1. *Характерні значення експериментальних точок.*

	h, м	***t***, роки
Мінімум	9,9	0
Максимум	1621,4	1939
Середнє	178,8	1446

Методика співставлення даних за рельєфом та віком полягає у наступному: масив даних за висотою та віком розбивається на інтервали відповідно табл. 2 та табл. 3; кожному інтервалу присвоюється код (тобто кожна точка масиву має подвійний код, перша цифра якого відповідає віковому інтервалу (**kod_t**), а друга – висотному (**kod_h**). Градація інтервалів ґрунтується на методах утворення статистичних вибірок, та корегується відсотковим співвідношенням значень висот та тим, що міста утворювались у часі поступово в залежності від науково-технічного прогресу (див. табл. 1).

Таблиця 2. *Градація висотних відміток.*

Kod_h	Діапазон групи **h**	Кількість точок, **n**	Відсоткове значення, %	Накопичення відсотку
1	0-50	4177	8,85	8,85
2	50-100	5947	12,60	21,45
3	100-150	13045	27,65	49,10
4	150-200	11287	23,92	73,02
5	200-300	8336	17,67	90,79
6	300-400	2561	5,43	96,22
7	400-1650	1833	3,88	100
	Сума	47186		

Таблиця 3. *Градація віку утворення місць поселень.*

Kod_t	Діапазон групи **t**	Кількість точок, **n**	Відсоткове значення, %	Накопичення відсотку
1	0-500	692	1,47	1,47
2	500-1000	2874	6,09	7,56
3	1000-1300	9551	20,24	27,80
4	1300-1600	14882	31,54	59,34
5	1600-2000	19187	40,66	100
	Сума	47186		

При обробці даних у SQL-запитах використовувались математичні оператори та *And*, *Like*, *Contains*, узагальнення *Count(*)*, *Min()*, *Max()* із сортуванням та групуванням по колонках.

Результати досліджень.

Для наочного виділення загальних тенденцій дані представлені у вигляді гістограм (рис. 4)

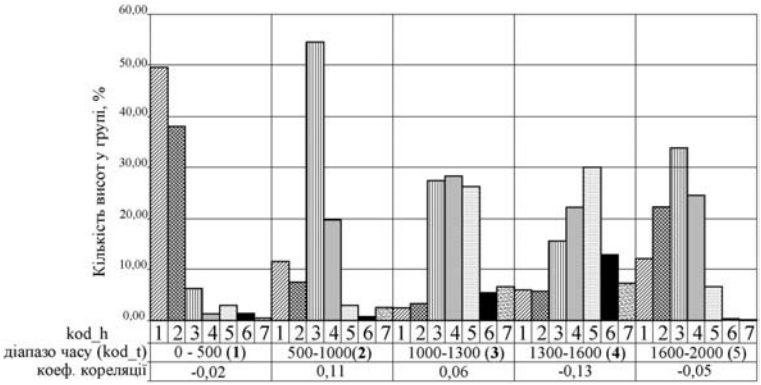


Рис. 4. Освоєння висот рельєфу за різні вікові періоди.

Найбільш інтенсивно та масштабно висоти від 0 до 100 заселялись у першому діапазоні часу 0-500 років (стовпчик **kod_h** = 1 досягає майже 50%, **kod_h** = 2 – 40%), що характерно для берегів водних артерій, та надавало змогу людині забезпечуватися харчуванням, та здійснювати торгівельно-транспортні функції. На цей період загальне освоєння території складало 1,47 % від площі в межах сучасних кордонів і найбільш інтенсивне освоєння прибережної території.

На наступному часовому проміжку 500-1000 років стрімко починають освоюються висоти 100-150 м (**kod_h** = 3, понад 50%) і 150-200 м (**kod_h** = 4 становить 20%), що свідчить про пошук нових споживчих ресурсів або прагнення розмаїття, також тут впливають соціальні фактори (наприклад, пошук нових торгівельних шляхів, політика та ін.).

Загалом, гістограма показує тенденцію до розширення освоєння середніх висот 100-300 м (70 % сучасної площі території країни) із часом.

Основне освоєння висот від 300 до 400 м припадає на третій та четвертий часові період (1000-1600 років) після якого нові міста на цих висотах майже відсутні.

Найбільший інтерес людства до гірських районів з відносними відмітками вище 400 м (**kod_h** = 7) з'явився у середньому інтервалі досліджуваного часу після 1000 року, що пов'язано з зацікавленістю у пошуках нових джерел мінеральних ресурсів, та технічною здатністю до них дістатись. Після 1600 року освоєння цих висот припиняється, про що свідчить відсутність нових населених пунктів.

Для кожної з п'яти вибірок за часом було проведено кореляційний аналіз, коефіцієнти кореляції приведені на рис. 4. Їх значення, близькі до нуля, вказують на те, що при дослідженні питань, пов'язаних із виникненням природно обумовлених місць поселень використовувати лише фактор рельєфу недостатньо. Найбільш вагомим фактор рельєфу виступає на другому та четвертому часових проміжках (0,11 та –0,13).

Зіставлення величини коефіцієнта кореляції та відсотка точок із певним **kod_h** у кожному часовому діапазоні, дає змогу зробити висновок, що на проміжку часу від 0 до 500 років більше значення має гідрографічна мережа (висоти з **kod_h** 1-2 притаманні берегам річок та моря), після 1000 року необхідно враховувати карти корисних копалин (найбільше освоєння висот з відмітками від 150 до 400м).

Тобто для обґрунтування вибору поселеного місця на різних часових етапах необхідно підключати різні природні фактори (табл. 4).

Таблиця 4. *Урахування природних факторів для вибору місця поселення у різних вікових діапазонах.*

Kod_t	Інтервал часу	Природні фактори						
		Рельєф	Клімат	Гідрографія	Небезпечні екзогенні процеси	Підземні води	Корисні копалини	Геодинамічні умови
1	0-500	×	×	×				
2	500-1000		×	×	×			
3	1000-1300				×		×	×
4	1300-1600				×	×	×	×
5	1600-2000					×	×	×

На нашу думку, для підвищення коефіцієнта кореляції на перших часових етапах (**kod_t =** 1-3) серед природних факторів першочергово доцільно ввести дані про розвиток екзогенних геологічних процесів. Він визначається активною силою гірських порід та потоків води, що залежать від відносного перевищення елементів рельєфу, уклонів та градієнтів [6]. Знання висотних відміток рельєфу не дають змогу достовірно оцінити наявність чи активізацію процесів та явищ. Урахування впливу екзогенних геологічних процесів на розселення може бути реалізовано шляхом введення у розрахунки значення відносної висоти через кінетичну та потенціальну енергію гірських порід, а за допомогою SQL-запитів дозволить будувати необхідні вибірки.

Висновки.

1.Геологічна будова території поряд з кліматичними умовами та рельєф в цілому визначають умови розселення людей через гідрографічну мережу. Функціональне освоєння територій (промислове, господарське, сельбіщне та ін.) залежить від гідрогеологічних умов, наявності корисних копалин, поширення екзогенних геологічних процесів.

2.У формуванні первісної урбосфери на території України вагома роль належить географічним умовам, а саме висотам рельєфу.

3.Ступінь та інтенсивність освоєння висотних відміток рельєфу безпосередньо пов’язано із розвитком технічного прогресу людства.

4.Порівняння тематичних карт території України за часом освоєння побудованих методом Крайгінга з «Surfer» (програма аналізу трьох

змінних) та Натуральної поверхні «Vertical Mapper» (модуль картографічного пакету «MapInfo») дають схожі результати, але в зв'язку з гнучкістю налаштування карт для візуального представлення перевагу надано варіанту з програми «Surfer».

5.Використання пакету «MapInfo» для обробки географічних даних із застосуванням вбудованих в пакет картографічних запитів, язика SQL надає можливості для широкого і швидкого аналізу та інтерпретації результатів.

Література

1. Топографічна цифрова карта України масштабу 1:500000 НВЦ «Геоінформатика», УкрАГП. Київ 1995 р.
2. Список історичних населених місць України (міста і селища міського типу) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: – http://www. http://zakon2.rada.gov.ua/
3. Демчишин М.Г. Техногенні впливи на геологічне середовище території України. К.: ТОВ «Гнозіс» 2004. – 156 с.
4. Масляк П.О., Шищенко П.Г. Географія України: Проб, підруч. для 8-9 кл. серед, шк. - К.: Зодіак-ЕКО, 2000. - 434 с.
5. Комплексний атлас України. / Державний комітет з природних ресурсів України; ДНВП «Картографія» – К.: Укргеодезкартографія; ДНВП «Картографія», 2005. – 96 с.
6. Адаменко О.М., Рудько Г.І. Основи екологічної геології (на прикладі екзогеодинамічних процесів Карпатського регіону України). – К., 1995. – 215 с.

Методика пошуку та локалізації ділянок незаконного видобутку бурштину за матеріалами багатозональної космічної зйомки

Філіпович В.Є., Крилова Г.Б., Лубський М.С.

(ДУ «Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України», a.krylova@casre.kiev.ua)

Вступ. В останні роки в Україні катастрофічно виріс незаконний видобуток бурштину. Найбільша активність спостерігається в межах Олевського і Овруцького районів Житомирської області, Рокитнівського, Дубровицького, Володимирецького, Зарічненського і Сарненського районів Рівненської області та Ратнівського і Любешівського районів Волинської області. Тобто, бурштиновою лихоманкою охоплена практично уся північно-західна частина України площею понад 14,6 тис. км2.[1]

Негативні наслідки від нелегального видобування бурштину несуть загрозу екологічним і соціально-економічним складовим безпеки північно-західних регіонів України, впливають на розвиток окремих галузей господарства (сільського, лісового, гірничодобувного та ін).

Головними проблемами, пов'язаними з незаконним видобутком бурштину, є:

- *в екологічній сфері* - порушення цілісності геологічних пластів, збіднення бурштиноносних товщ, порушення гідрогеологічних умов на прилеглих територіях, знищення трав'яного покриву і родючого шару ґрунту, вирубування дерев і порушення їхньої кореневої системи, зміна болотних біоценозів, провокування активізації водної та вітрової ерозії;
- *в економічній сфері* - збитки у лісовому та водному господарстві, деградація ґрунтів, втрата для держави значних обсягів бурштину-сирцю, що набагато перевищують обсяг законного видобування, недоотримання митних зборів, загальнодержавних та місцевих податків і зборів, зумовлює зростання «тіньового» сектору економіки;
- *в соціальній сфері* - підвищення рівню криміногенної обстановки в регіоні, високий рівень травматизму та смертності серед старателів через недотримання правил безпеки, зростання соціальної напруги через конфлікти між старателями та простими громадянами.

Незаконний видобуток бурштину здійснюється переважно помповим методом, який полягає в розмиванні водою під великим тиском шару ґрунту на 6-10 метрів в глибину [2-3]. Оскільки бурштин легший за воду він спливає на поверхню та виловлюється сітками. Коли вимивають до глини, яка залягає під покладами бурштину, розробку залишають. При видобутку таким способом повністю знищується родючий шар ґрунту, оскільки під час «розмивання» ґрунту тонкий гумусовий шар перемішується з основною масою піщаних і супіщаних ґрунтів. Відновлення родючого шару займає десятки років. Під час видобутку помповим методом повність руйнується коренева система дерев, що призводить до винищення сотень гектарів лісу (рис. 1).

Таким чином на місцях видобутку повністю порушується ґрунтовий профіль, разом із материнською породою. Земельна ділянка засмічується нетоксичними відходами виробництва, такими як, намитий з нижче лежачих горизонтів пісок. Під час видобутку, повітря забруднюється продуктами горіння паливно-мастильних матеріалів. В наслідок самовільного і не раціонального використання поверхневих і підземних вод порушується гідрологічний режим території, понижується рівень ґрунтових вод, активізуються ерозійні та еолові процеси. Варварські методи добування бурштину призводять до порушення геологічної будови території, завдяки чому, стає надалі неможливе використання родовищ, або істотно обмежується їх подальша експлуатація. [3]. Через це, окрім жахливого впливу на екологічну ситуацію на Українському Поліссі, держава ще зазнає значних фінансових втрат. По оцінкам начальника Житомирського обласного управління лісового та мисливського господарства Андрія Курінського тільки на Житомирщині незаконним видобуванням бурштину пошкоджено майже 200 га земель

лісогосподарського призначення, розмір шкоди, заподіяної лісу, становить фактично мільйон гривень, а для відновлення екосистеми на пошкоджених нелегальним видобутком бурштину лісових землях потрібно близько 400 тисяч гривень на кожен гектар. [4]

Рисунок 1 Наслідки незаконного видобутку бурштину. Винищення лісу і грунтово-рослинного шару

Постановка задачі. Для оцінки масштабів нелегального видобутку бурштину, визначення площ, що потребують заходів рекультивації і відтворення екологічного стану необхідно провести детальну інвентаризацію пошкоджених територій. Незаконний видобуток бурштину здійснюється, переважно, у закритій та напівзакритій місцевості. (рис.2). Це чагарники, ліси та лісосмуги віддалені від населених пунктів та проїзних частин. Через таку локалізацію бурштинних розробок, їх дуже важко вчасно і точно визначити на місцевості наземними методами. Для вирішення цієї проблеми пропонується методика застосування матеріалів багатозональних космічних зйомок, яка дозволяє, з великою достовірністю, визначити і локалізувати місця незаконного видобутку та реально оцінити масштаби екологічного лиха.

Вихідні матеріали та методика дослідження. Вихідним матеріалом при виявленні територій, на яких ведеться незаконний видобуток бурштину є зображення, отримані супутниками серії Landsat (регіональний рівень) та World Vew-2,3 (детальний рівень). Головним індикатором місць по видобутку бурштину на космічних зображеннях є наявність відвалів піску, що займають значну площу. В основі методики

визначення динаміки утворення відвалів піску впродовж тривалого періоду є оцінка температури поверхні зображення, оскільки пісок, маючи здатність до інтенсивного накопичення та випромінювання тепла створює значний температурний контраст із іншими поверхнями природного походження, такими як листяні і хвойні ліси, трав'яний покрив, вода та ін.

Рисунок 2. Наслідки нелегального видобутку бурштину на залісненій території

Розрахунок температури поверхні через спектральну густину випромінювання виконується на основі перерахунку значень, отриманих супутниковим сенсором у тепловому діапазоні за допомогою формули Планка, адаптованої до відповідних сенсорних систем:

$$T = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{CV_R} + 1\right)} \qquad (1)$$

де T – температура досліджуваної поверхні (К); CV_R – спектральна густина випромінювання на сенсорі, розрахована із урахуванням впливу атмосфери та широкосмугового коефіцієнта теплового випромінювання поверхні; K_1, K_2 – калібрувальні коефіцієнти перетворення випромінювання у температуру для даного сенсора, що наведені у таблиці 1:

Таблиця 1. *Калібрувальні коефіцієнти перетворення випромінювання у температуру [5]*

	Landsat TM	Landsat ETM	Landsat TIRS (Band-10)	Landsat TIRS (Band-11)
K_1	607,76	666,09	774.89	480.89
K_2	1260,56	1282.71	1321.08	1201.14

Обробка зображень і розрахунок температур виконується в програмному середовищі ENVI.

Розрахунок температур проводиться для кількох зображень, далі будується часовий ряд динаміки температур, за допомогою якого можливо ідентифікувати довготривалий процес утворення температурних аномалій, що значно контрастують із основним фоном, наприклад, відвали піску, вирубка лісу. Часовий ряд являє собою лінійну регресію, отриману на основі просторових зображень що дозволяє виділити окремі ділянки, де відбувався інтенсивний приріст температур. Розрахунок часових рядів виконуються у програмному середовищі SciLab.

Недоліком даного підходу є те, що прирости температур в межах теплових зображення можуть відбуватись не лише за рахунок процесів, які є індикаторами пошукових об’єктів. Дуже часто на температурні часові ряди впливає низка інших процесів, серед яких розвиток селитебних територій, вирубка лісів, осушення територій та ін. Тому для достовірного виділення ділянок незаконного видобутку бурштину необхідно залучати весь набір діапазонів багатоспектральних даних та наземні спектрометричні дослідження, що дає можливість сформувати спектральний образ пошукового об’єкта і з великим ступенем достовірності ідентифікувати його на космічному зображенні.

Польова спектрометрія виконувалась за допомогою спектрометра FieldSpec 3. Обробка даних велась у програмах ViewSpecPro та ENVI

Результати досліджень. Запропонована методика досліджень випробувалась на трьох ділянках Прип’ятського бурштиноносного басейну (рис.3).

На першому етапі за даними, отриманими при обробці супутникових теплових зображень на дослідних територіях за останні кілька років (рис.4) виявлена чітка тенденція формування територій із заміщенням лісової та чагарникової рослинності пісками, що свідчить про інтенсифікацію незаконного видобутку бурштину на досліджуваних ділянках. За даними Держприкордонслужби України в Олевському районі інтенсивний нелегальний видобуток бурштину розпочався з квітня 2014 р [1], що добре фіксується на представлених матеріалах. Так на рис.4 білими контурами обведені ділянки приросту поверхневої температури між селами Обище-Шебедиха-Замисловичі. Пік приросту

припадає саме на 2014-2015 рр., при відносно малих температурах у 2013 р. й практично відсутніх у 1995 р.

Рисунок 3 Дослідні ділянки у межах Прип'ятського бурштиноносного басейну: 1 - Володимирецька ділянка, 2 – Клесівська ділянка, 3 – Ділянка Обище-Шебедиха

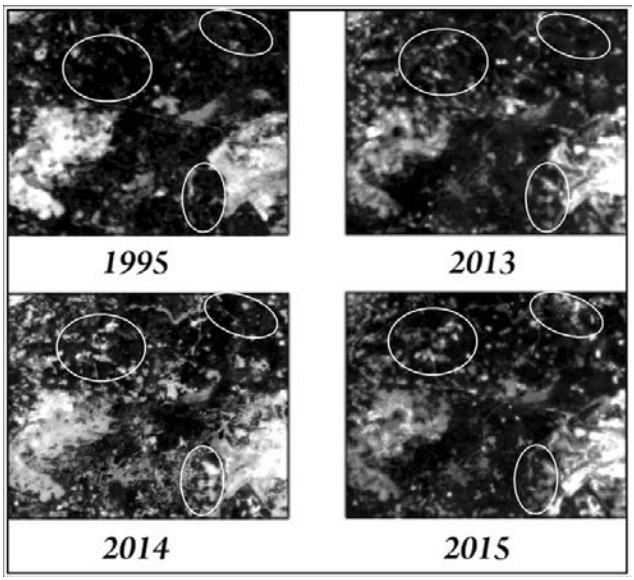


Рисунок 4 Приклад динаміки приросту температур на ділянці Обище-Шебедиха (Олевський район Житомирської області)

На другому етапі з метою відбракування на знімках «шумів» (даних не пов'язаних з відвалами) були задіяні спектральні діапазони космічних матеріалів у видимому та ближньому діапазонах спектру. При цьому головна увага приділялась польовим дослідженням спектральних

характеристик поверхневих відкладів на територіях нелегального видобутку. Для цього було задіяно прилад польової спектрометрії FieldSpec-3, який дозволяє оперативно отримати спектральні характеристики проб будь-яких матеріалів, в тому числі піску, зібраному на території відвалів, сформованих внаслідок видобування бурштину на Клесівський ділянці (рис. 5).

Спектральні характеристики є унікальними для кожного із типів поверхонь. Оскільки відвали займають значну площу, це спрощує не лише візуальне виявлення їх формування за допомогою супутникових зображень, а і отримання спектральних характеристик даних поверхонь при формуванні багатоканального зображення.

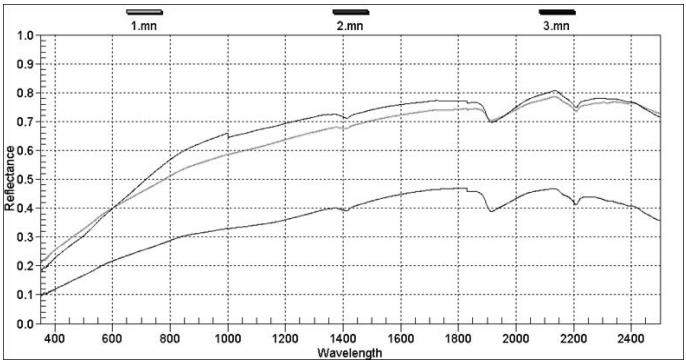


Рисунок 5 - Спектри проб поверхневого ґрунту на території незаконного видобутку бурштину біля Клесівського кар'єру: 1, 3 - кварцевий пісок на поверхні (рис.6), 2 – пісчано-алеврітова суміш на дні воронки (рис.7)

Рисунок 6 Перевідкладений кварцевий пісок на поверхні грунту в місцях незаконного видобутку бурштину

Рисунок 7 Піщано-алеврітова суміш на дні воронок в місцях незаконного видобутку бурштину

Програмне середовище ENVI дозволяє виявляти спектральні характеристики поверхонь на основі багатоканального знімання, сформувати власні спектральні бібліотеки на базі сформованих за допомогою приладу FieldSpec 3 та відфільтрувати території за спектральними ознаками, що найбільше відповідають спектральним характеристикам пошукового об’єкта (рис. 8).

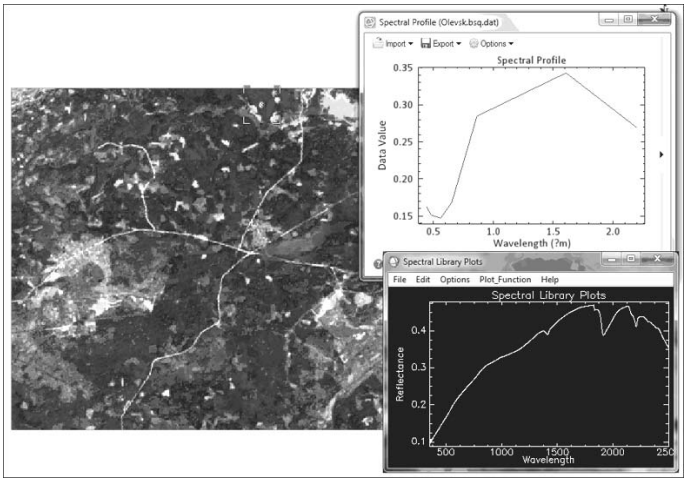


Рисунок 8 - Виявлення спектральних характеристик поверхонь в середовищі ENVI. Найбільш яскравими кольором фіксуються ділянки новостворених відвалів та польові дороги

Таким чином співставлення даних, отриманих при розрахунку часового ряду температурних зображень та фільтрація зображень за спектральними характеристиками дозволяють з високою вірогідністю виявити процеси формування відвалів піску, що є індикатором видобутку бурштину. Частота оновлення даних, отриманих супутниками Landsat складає 16 діб, що у разі відсутності хмарності на зображеннях дозволяє достатньо оперативно виявляти території із ознаками нелегального видобутку бурштину.

На детальному рівні, в зв'язку з відсутністю космічних даних у тепловому діапазоні рекомендується застосовувати зображення з комерційних супутників серії WorldView з роздільною здатністю на місцевості від 0,5 до 2 м, приклади яких наведено на рис 9-10.

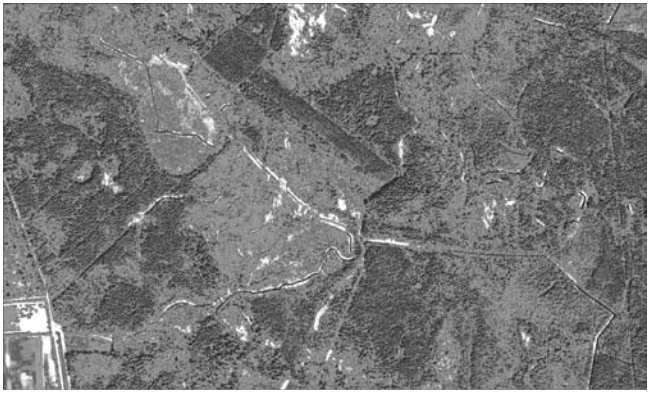


Рисунок 9 Фіксація ділянок нелегального видобутку бурштину у лісових масивах в районі смт Володимирець - с. Дубівка (Дубровицький район Рівненська область)

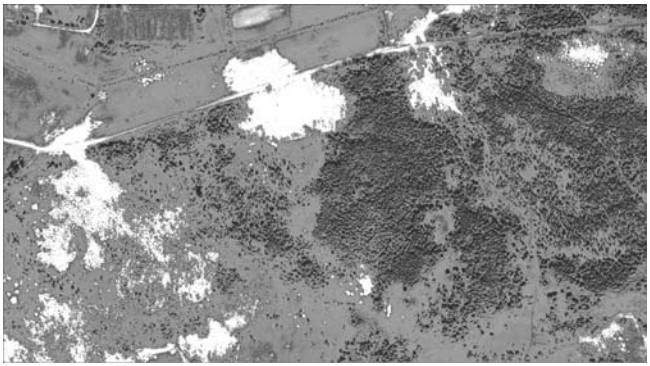


Рисунок 10 Фіксація ділянок нелегального видобутку бурштину у лісових масивах біля населених пунктів Жовкині - Дубівка (Володимирецький район Рівненська область)

Висновки. Проведені дослідження вказують на те, що за останні декілька років на дослідних ділянках сформувався ряд піщаних відвалів, площа яких варіюється в межах 0,01 – 0,5 км^2. Розповсюдження "білих плям" чітко вказує на інтенсивні протизаконні дії, з видобутку бурштину, які створюють загрозливу екологічну ситуацію для флори і фауни регіону. Антропогенне втручання із застосуванням важкої техніки і руйнівних підходів до видобувної діяльності вимагає оперативного втручання для активної протидії даній шкідливій активності. Описана вище методика дозволяє оперативно і з високою ймовірністю виявляти ділянки нелегального видобутку бурштину, як для застосування запобіжних дій, так і для оцінки економічних та екологічних збитків, завданих природному середовищу.

Література

1. Слободян О. Дещо про незаконний видобуток бурштину. // [Електронний ресурс]. − Режим доступу: http://ua.112.ua/mnenie/deshcho-pro-nezakonnyi-vydobutok-burshtynu-250536.html
2. Тимочко Т.В. Екологічні наслідки видобування бурштину та шляхи їхнього подолання. // Інформаційні матеріали до засідання круглого столу «Рекультивація територій, порушених в наслідок видобування бурштину» 4 вересня 2015 року м. Рівне. Всеукраїнська екологічна ліга, м. Рівне – 2015, С.4-5
3. Надточій П.П., Мислива Т.М. Екологічні наслідки незаконного видобування бурштину в Житомирський області. // Інформаційні матеріали до засідання круглого столу «Рекультивація територій, порушених в наслідок видобування бурштину» 4 вересня 2015 року м. Рівне. Всеукраїнська екологічна ліга, м. Рівне – 2015, С.6-10
4. Незаконний видобуток бурштину на Житомирщині пошкодив 200 га земель. Газета «День» 11 липня, 2015, [Електронний ресурс]. − Режим доступу: http://www.day.kiev.ua/uk/news/110715-nezakonnyy-vydobutok-burshtynu-na-zhytomyrshchyni-poshkodyv-200-ga-zemel
5. Chander G. Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors / G. Chander, B.L. Markham, D.L. Helder // Remote Sensing of Environment.– 2009.– Vol.113.– No.5.– P.893-903

Еколого-мікрокліматичне районування та моніторинг ландшафтно-функціональних зон Херсонської агломерації за матеріалами багатозональних космічних зйомок

Ліщенко Л.П., Теременко О.М.
(ДУ Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України, Lischenko.lp@gmail.com)

Ефективним методом досліджень стану довкілля в межах міських агломерацій є залучення матеріалів багатозональних космічних зйомок (БКЗ) останніх десятиріч. Херсонська міська агломерація, що розташована в Причорноморській низовині в гирлі Дніпра, зазнає в даний час різких кліматичних змін, це можна спостерігати аналізуючи БКЗ. Зміна ландшафтної структури внаслідок суттєвих перетворень викликає перебудову ландшафтно-функціональних зон (ЛФЗ).

В межах цієї території виділяються Правобережна плоско-хвиляста рівнина з численними ярами і балками та Лівобережна плоска рівнина – Нижньодіпровський плавневий район. До агломерації відноситься також північна частина розгалуження дельти Дніпра та значна частина території Нижньодніпровських (Олешківських) пісків.

На базі сучасних космічних знімків серії «Landsat» виконане районування даної території за еколого-мікрокліматичними ознаками [1]. Відзначається значний контраст ландшафтних особливостей та еколого-мікрокліматичних умов між правобережною та лівобережною частинами [2].

Вцілому ж, еколого-мікрокліматичне районування урботериторії базується на поєднанні кліматичних мезозон та мікрайонів, що виділені у приземному шарі атмосфери з ландшафно-екологічними особливостями території. Цілий ряд екологічних чинників впевнено встановлюється і фіксується за матеріалами БКЗ на ландшафно-функціональній основі - співвідношення водойм, лісів, орних та опустелених земель, промислових та селитебних зон, джерел забруднення, ділянок підтоплення та піщаних еолових масивів. Базового значення при цьому набули БКЗ середньої та високої розрізненості (Landsat-TM, Iconos, Ouick Bird). Комплексування різнобічної інформації стосовно мікрокліматичних відмінностей та екологічних факторів із застосуванням даних космічних знімань дали можливість виконати еколого-мікрокліматичне районування як обширної агломерації, так і міста Херсона, на детальному рівні, що показано на рис. 1.

Деякі з факторів формування еколого-мікрокліматичних характеристик, як то температура, рельєф, екзогенні процеси, розподіл забруднення, щільність забудови та виділення різноманітних функціональних зон міста встановлюються за допомогою тематичної обробки БКЗ.

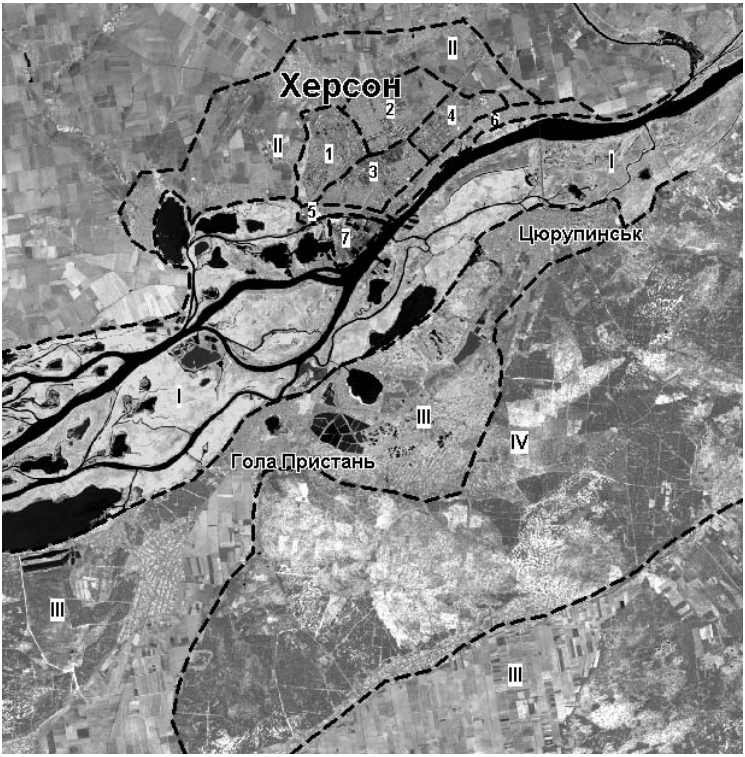


Рисунок 1. Еколого-мікрокліматичне районування Херсонської агломерації (БКЗ Landsat-TM).

Умовні позначення до рисунка:

Еколого-мікрокліматичні мезозони:

I. Заплавна (дельта Дніпра)

II. Правобережна урбанізована *(м. Херсон, селища Білозірка, Чорнобаєвка, Зеленовка, Антоновка) з еколого-мікрокліматичними районами: 1) лівий схил річки Верьовчина; 2) північний просадовий район; 3) центральна частина міста; 4 східна вододільна урбопромислова територія 5) промислові райони в долині р. Кошова; 6) круті схили Правобережжя Дніпра під історичною і сучасною забудовою та зонами відпочинку; 7) острів Карантинний, з житловою і промисловою забудовою на намивних ґрунтах.*

III. Лівобережна придолинна урбанізована *(міста Цюрупинськ, Гола Пристань і низка сіл)*

IV. Нижньодніпровська піщана *(Олешківські піски)*

Таким чином, були досліджені зміни геоекологічного стану ЛФЗ Херсонської міської агломерації за матеріалами КЗ Landsat-TM в трьох часових інтервалах другої половини серпня місяця 1984, 2003, 2011 років (протягом 27 років)

На території агломерації, площею біля 750 км2 виділено 10 класів ЛФЗ, виконана їх класифікація із застосуванням способу «нейронних мереж» з навчанням та поткласифікацією.

В результаті класифікації знімків отримані кількісні дані та процентне співвідношення площ різних ЛФЗ, що представлені в таблиці. Для моніторингу стану довкілля були побудовані графіки для кожного класу ЛФЗ, які дозволили зробити висновки, що зміни площ різних природних і антропогенних об'єктів і трансформація території відбувається постійно, але є еколого-мікрокліматичні райони і відповідні класи ЛФЗ, що найбільше змінюють як спектральний образ, так і площадні контури класів.

Таблиця 1. *Зміни ЛФЗ Херсонської агломерації за класифікованими знімками Landsat-TM*

№	ЛФЗ	1984 км^2	2003 км^2	2011 км^2.	1984 %	2003 %	2011 %
1	Селитебна багатоповерхова забудова	23,6	28,2	19,4	1,37	1,63	1,13
2	Селитебна мало-поверхова забудова	96,9	76,6	56,6	5,61	7,66	3,27
3	Садово-дачна забудова	10,1	5,94	9,39	0,58	0,34	0,54
4	Промислова забудова	14,7	6,15	6,66	0,9	0,35	0,38
5	Хвойні ліси	210	249	205	12,1	14,4	11,8
6	Широколистяні ліси	39,1	61,5	70,3	2,25	3,56	4,06
7	Піщані поверхні	306	227	282,	17,7	13,2	16,4
8	Сільгосп. угіддя	680	704	700	39,3	40,7	40,4
9	Водно-болотні плавні	218	214,	221,	12,6	12,4	12,8
10	Водні поверхні	112	133	115,	6,45	7,66	6,65
	Некласифіковані	19,1	23,0	42,9	1,10	1,33	2,48

Особливо значні трансформації за проаналізований часовий проміжок відбулися у найбільш вразливому еколого-мікрокліматичному районі - Олешківських пісках з насадженими лісовими ділянками, що зазнали значного впливу пірогенних факторів (пожеж), екзогенних процесів (дефляції, опустелювання) [3]. Тут відбувається значна

деградація ґрунтів під дією природно-техногенних факторів і практично кожен рік спостерігаються пожежі. Справжньою катастрофою стала пожежа в серпні 2007 року, під час якої на територіях Цюрупинського та Голопристанського лісгоспів було знищено 8500 га головним чином хвойних насаджень. В цілому, за представленими табличними даними та графіками простежуються зміни структури ЛФЗ території Олешківських пісків після 2003 року. Різке зменшення ділянок хвойних лісів (з 250 до 205 км^2) та збільшення піщаних ЛФЗ (з 228 до 283 км^2).

Зафіксовані зміни гідрологічного режиму всієї Нижньодніпровської екосистеми. Це привело до зменшення площ водних плес озер та мілких водойм, їх заболочуванню та заростанню. Саме останній фактор заміни водного плеса на вищу водну і водно-болотну рослинність, різні стадії заростання, позначились на вирахуваних показниках. За результатами наших спостережень водні поверхні зменшились на 5 км^2, а болота в свою чергу збільшились на 7 км^2. Незначні коливання площ виявлені у сільськогосподарських ландшафтах, тоді як міські забудови за даними знімками правильно відкласифікувати не вдалось і закономірності по цим результатам не виявлені. Найбільша похибка спостерігається при класифікації промислової зони, яка вийшла збільшеною у два рази у 1984 році. Ми вважаємо, що це пов’язано із недостатньою просторовою розрізненістю КЗ Landsat-TM для дослідження внутрішньо міських ландшафтів.

Таким чином аналіз еволюції ЛФЗ Херсонської агломерації дозволяє досліджувати динаміку змін екологічного стану та може розглядається з методичної точки зору як базова.

В цілому, така класифікація може успішно використовуватися при дослідженні ландшафтно-функціональної структури зі значними площами — урборегіони, агломерації, мегаполіси.

Література

1. Ліщенко Л.П., Теременко О.М. Еколого-мікрокліматичне районування Київської урботериторії (з використанням багатозональних аерокосмічних зйомок) // XII Міжнародна наук.-практ. конф. – Київ-Харків-АР Крим, 2013, С.130-134.
2. Бойко М.Ф., Чорний С.Г. Екологія Херсонщини. Навчальний посібник – Херсон: ПО «Терра», 2001, 156с.
3. Экология Херсона и области. Теория и практика / под ред. Е.Е. Купцовой - Херсон: ЧП «Комплект автодор», 2004, 120 с.

Структурні критерії пошуку покладів рідкісних та рідкісноземельних металів за матеріалами космічних зйомок (на прикладі Пержанського рудного поля)

Мичак А.Г., Філіпович В.Є.
(ДУ ЦАКДЗ ІГН НАН України, ant@casre.kiev.ua)

В сьогоднішніх умовах, при подоланні кризових явищ в економіці нашої держави і подальшому її розвитку, важливе місце належить забезпеченню промисловості країни власними мінерально-сировинними ресурсами. Особливе значення має розвідка та відкриття родовищ сировини яка на сьогодні імпортується, або видобувається в недостатній кількості. Саме до таких мінерально-сировинних ресурсів належать рідкісні і рідкісноземельні копалини, зокрема, ніобій, тантал, цирконій та інші. Метали цієї групи використовуються у таких, важливих для розвитку промисловості України, галузях, як ядерна та нетрадиційна енергетика, радіоелектроніка, металургія, аерокосмічна, хімічна, вугільна промисловість, сучасна медицина.

Відповідно до Загальнодержавної програми розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 року, ухваленої Законом України від 21.04.2011 № 3268-VI, ресурсний потенціал танталу та ніобію в Україні є найвищим в Європі. Однак, нині видобуток тантал-ніобієвої сировини в нашій державі не здійснюється!!! Разом з тим, Україна в змозі повністю забезпечити власні потреби у тантал-ніобієвій сировині, оскільки для цього є всі необхідні передумови. Поряд із відомим районом поширення танталу та ніобію в Приазов'ї, існує ще один перспективний регіон поширення цієї сировини метасоматити Сущано-Пержанської зони (Житомирське Полісся), де разом з ніобієм, танталом, міститься ще цілий ряд рідкісних металів, зокрема, , берилій, цирконій, вольфрам та інш. [1] Разом з тим, ресурсний потенціал Сущано-Пержанської зони, вивчено далеко не достатньо.

Таким чином, існує науково-практична актуальність і геологічна доцільність проведення дистанційних дослідних робіт саме в цьому районі з метою вирішення завдань пошуку покладів рідкісних та рідкісноземельних металів на основі принципів інформаційного інтегрування даних мультиспектрального космічного знімання, польової спектрометрії та геолого-геофізичних даних.

На матеріалах космічних зйомок відображаються, в першу чергу, структурні фактори контролю рудоносних об'єктів (таксонів) різних ієрархічних рівнів. Відповідно розробленої нами методичних принципів дистанційних мінералогічних досліджень оптимальним варіантом вивчення будь-якого регіону має проводитись мінімально на трьох рівнях генералізації. Матеріали регіонального рівня використовуються для виявлення субрегіональних та регіональних глибинних лінійних зон

розломів, відповідно, блоків різної глибинної будови, кільцевих утворень регіонального масштабу, з'ясування рудо контролюючої ролі цих структур. На локальному рівні уточняються структури регіонального плану, виявляються структури детального рівня, що характеризують рудоносні форми в межах рудних районів і вузлів.

Найбільш характерними ознаками локальних рудоносних блокових і кільцевих структур є їх приуроченість до регіональних лінійних структурних форм глибинного генезису, а також їх розташування у місцях перетину тектонічних розломів та їх систем регіонального масштабу. Вивчення цілого ряду відомих рудоносних територій ендогенного походження (родовищ золота, срібла, міді, олова, сурми, кімберлітів країн Азії (Росія), Африки (Ангола, Екваторіальна Гвінея, Конго), Латинської Америки (Чілі, Перу), дозволяє зробити висновок, що родовища закономірно приурочені до регіональних лінійних тектонічних структур, вузлів перетину систем глибинних розломів та лінеаментів різного простягання (Рис.1).

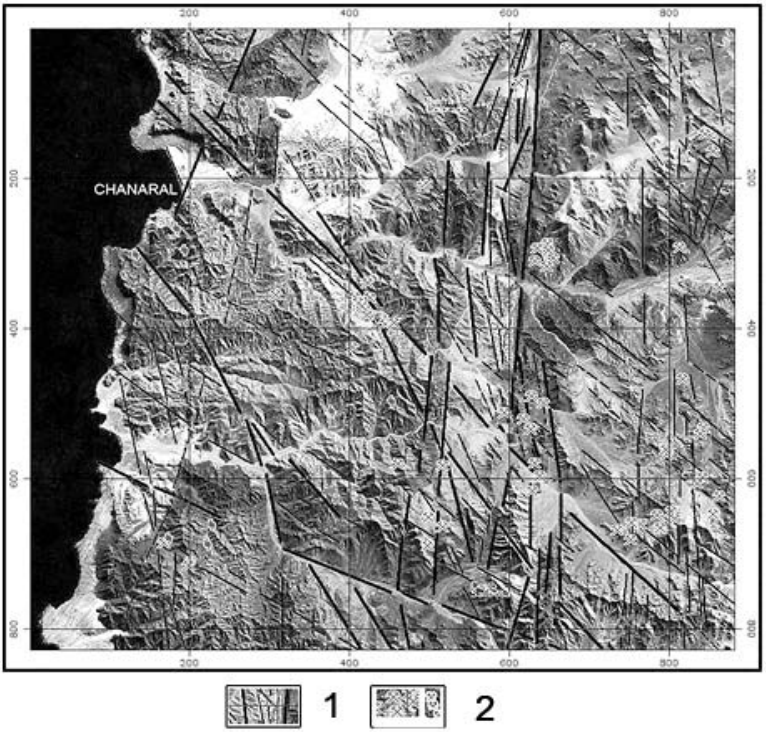


Рис. 1. Фрагмент схеми структурного дешифрування металогенічної провінції Копіапо (Анди, Чілі): 1- регіональні лінеаменти та їх зони; 2- відомі родовища ендогенного генезису (золота, срібла, міді)

Виходячи з приведених концептуальних передумов обґрунтування досліджень, матеріали космічного зондування є не тільки рівноправними учасниками прогнозного геолого-пошукового процесу, а її необхідною, обов’язковою складовою частиною.

Зазвичай, рудоносні площі, структури прямо не проявляються на дистанційних зображеннях і однозначно не сприймаються аномаліями. З відомого списку структурних, магматичних і геохімічних критеріїв, виявлених при традиційних геолого-геофізичних дослідженнях, при прямому аналізі зображень дешифрується лише їх незначна частина. Більша частина корисної інформації встановлюється за допомогою непрямих ознак, переважно, структурного характеру після спеціальної їх обробки та в поєднанні з наземними дослідженнями.

З геологічної точки зору Пержанське рудне поле представлено гранітоїдами однойменного комплексу, для яких характерний широкий розвиток процесів високотемпературного метасоматозу, що визначає металогенічну і геохімічну спеціалізацію території. В межах даного рудного поля розвідане та попередньо оцінене Ястребецьке родовище фтор-рідкісноземельно-цирконових руд, поруч відомі промислово-перспективні рудопрояви танталу, ніобію, олова, розвідано 8 просторово-наближених колумбіт-циркон-каситеритових розсипів [2-3].

В силу різноманітних причин на цих об'єктах геологорозвідувальні роботи сьогодні завершені пошуковими та пошуково-оцінювальними стадіями і подальші роботи поки що тут не проводяться.

Пержанське рудне поле, і зокрема, його центральна частина - Ястребецьке родовище рідкісноземельно-цирконієвих руд, в структурному відношенні знаходиться в межах центральної частини Сущано-Пержанської металогенічної зони і в генетичному відношенні пов'язане з сієнітовим масивом, який представлений слабо еродованим штокоподібним інтрузивним тілом практично ізометричної форми (Рис.2). Орієнтація рудних тіл Ястребецького родовища та його околиць контролюється кільцевими формами реліктової протоструктури масиву, а також системою тріщин, сприятливих для рудоутворення. При цьому переважає північно-західний, північний, в меншій мірі східний або північно-східний напрямок простягання рудних тіл [3]. Враховуючи приведену інформацію з локалізації інтрузивних підрозділів Ястребецького масиву, в якості основних рудоконтролюючих факторів, на наш погляд, варто вважати структурні та геодинамічні. Зупинимось, коротко на основних, структурних (геодинамічних) факторах контролю зруденіння, за результатами дешифрування матеріалів мультиспектральних космічних зйомок (Рис.3)

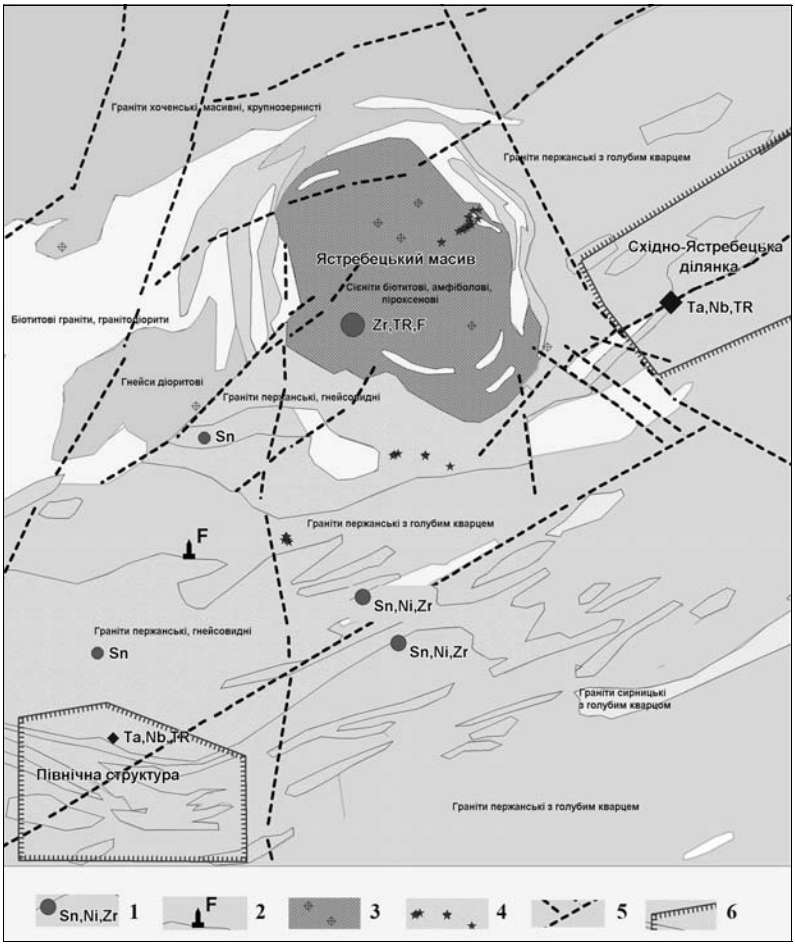


Рис.2 Фрагмент геологічної карти Ястребецького родовища *(за матеріалами Олевської геолого-розвідувальної партії, 2002р): 1 Рудні родовища; 2 Родовище флюориту; 3 Свердловини; 4 Точки польових досліджень (в т.ч. спектрометричних); 5 Ймовірні розломи; 6 Межі передбачуваних родовищ.*

Аналіз значення структурних факторів у розміщені Ястребецького родовища дозволяє розділити їх на три групи: субрегіональні (лінеаментні зони), регіональні та локальні. Субрегіональні структури визначають розміщення родовища, в цілому, по відношенню простягання основних геодинамічних структур регіону (Рис.3.I). До субрегіональних структур належать зона Сущано-Пержанського розлому та Хочинська зона, виявлена за результатами дешифрування, що перетинає Сущано-Пержанську з північного-заходу на південний схід.

Сущано-Пержанська лінеаментна зона є трансрегіональною структурою, що простягається далеко за межі Українського щита, маючи ширину (в різних місцях) від 5-10 і до 15-20 км. Це, по-суті, система регіональних та локальних розломів (лінеаментів), активних зон підвищеної тріщинуватості порід, переважно північно-західного простягання (Рис.3.II).

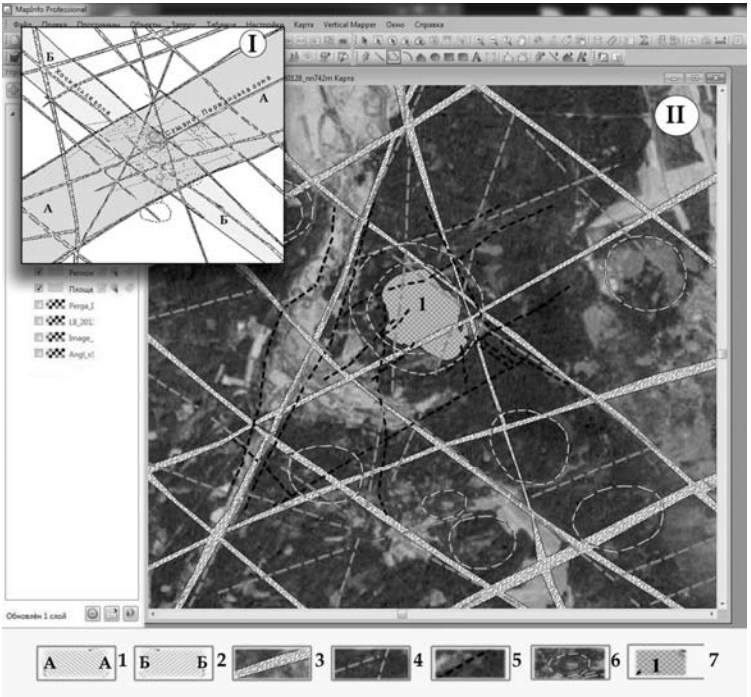


Рис.3 Фрагмент схеми структурного дешифрування Пержанського рудного поля (район Ястребецького масиву). *Фрагменти лінеаментних зон: 1 Сущано-Пержанської; 2 Хоченської; Лінеаменти: 3 Регіональні; 4 Локальні; 5 Розломи за даними геологічного знімання; 6 Кільцеві утворення. 7 Ястребецьке родовище*

Дана зона порушень, в поєднанні з лінійними тектонічними регіональними структурами, що входять до її складу (з північного-сходу на південний захід), пересікають її (з північного заходу на південний схід), субмеридіонального напрямку, розмежовують блоки з різною історією геологічного розвитку, і, відповідно, з різними процесами формування в них постмагматичних рудоносних розчинів. До перетину Сущано-Пержанської та Хочинської зони приурочено Пержанське рудне поле, зокрема, Ястребецький блок, який чітко фіксується на матеріалах космічних зйомок у вигляді кільцевої структури (дугових елементів

ландшафту) (Рис. 3. II) Структурне положення самого Ястребецького масиву, контролюється вузлом зчленування ряду регіональних та локальних, різноорієнтованих лінеаментів. Мережа лінеаментів відображає блокову структуру кристалічного фундаменту. При цьому, лінеаментам відповідають розривні порушення, які були активними на неотектонічному етапі. Серед них, за результатами аналізу, переважають древні розломи глибокого закладення, що виникли у нижньому протерозої і переживали етапи "омолодження" під час платформеного розвитку - лінійні зони тріщинуватості, дроблення, метасоматичних перетворень, динамометаморфізму.

Найбільш чітко на матеріалах космічних зйомок, виявляються північно-східні лінеаменти, які, в деякій мірі, корелюються з виділеними раніше тектонічними зонами за результатами геологічного знімання. Зазначені порушення, а також ті, що пов'язані з периферійними та центральними частинами кільцевих структур різних рангів, супроводжуються дрібнішою тріщинуватістю різних напрямків. Окрім лінеаментів за результатами досліджень дистанційних зйомок виявлено ряд кільцевих утворень різного розміру (від 0,5 до 10 км) (див Рис.3). Більша частина цих структур приурочена до Хочинської лінеаментної зони, та, переважно, вузлів перетину регіональних лінеаментів Сущано-Пержанської зони та лінеаментів субмеридіонального, північно-західного напрямків. Територіально, поки що, їх важко однозначно пов’язати з геологічною структурою фундаменту, очевидно, їх варто розглядати як накладені структурні форми, зумовлені процесами тектоно-магматичної активізації

Таким чином, використання сучасних матеріалів дистанційних зйомок для вивчення локальних структур рудних районів та полів дає додаткові структурні фактори рудоносності за рахунок виявлення значної частини лінійних та кільцевих структурних форм (лінеаментів та кільцевих утворень) наявність яких раніше не була відомою і які можуть розглядатись з позицій субрегіонального, регіонального та локального рівнів.

Враховуючи, що рудні тіла та рудопрояви приурочені, основним чином, до розломів, зон інтенсивної тріщинуватості та брекчування, то вважаємо, що в Пержанському рудному полю основним рудоконтролюючим фактором є вузол перетину зони Сущано-Пержанського розлому та Хочинської лінеаментної зони, і відповідно, пов’язані з ним - дугові, кільцеві утворення. Поблизу цього вузла знаходяться місця рудопроявів, які сьогодні доконало ще не вивченні, і які, також, приурочені до лінійних структур, зон підвищеної тріщинуватості гірських порід, регіонального та локального значень.

Варто відзначити, що в межах Пержанського рудного поля, намічається закономірний зв'язок між зруденінням та виявленими, за

результатами дешифрування, саме кільцевими утвореннями, пов'язаними з формуванням інтрузивно-купольних і інтрузивно-діапірових структур.

Література

1. Романюк Л. С. Геолого-структурна позиція Пержанського рідкіснометалевого району. Геол. журн. 2013. № 2. С.37-42
2. Глухов А. П. и др. Отчет о групповой геологической съемке м-ба 1:50 000 территории листов М-35-44-А-Б-В-Г, М-35-19-В (ю.п.); М-35-32-А(ю.п.); М-35-32-Г(ю.п.) за 1984 – 89г., Киев 1989, 380 с.
3. Ястребецьке родовище фтор – рідкісноземельно – цирконієвих руд. ДНВП «Геоінформ України» [Електронний ресурс] Режим доступу http://geoinf.kiev.ua/invest/FRZM01.pdf

УДК 530.3+550.344

Сейсмостійкість і надійність промислово-господарських споруд у районах з підвищеним сейсмічним ризиком

Бицань Є.М.

(Інститут геофізики ім С.І. Суботіна НАН України, Київ, Україна; byzan@ukr.net)

Вступ

Надійність великих промислово-господарських споруд у районах із підвищеним сейсмічним ризиком є однією з найважливіших прикладних задач будівельної механіки. Під надійністю розуміють здатність промислової споруди виконувати свої функції протягом певного часу при заданих умовах експлуатації [1]. Нездатність системи виконувати свої функції називають відмовою. Причиною відмови є вихід нормативних параметрів системи за визначені межі, що унеможливлює виконання системою своїх функцій. Таким чином, питання про надійність промислово-господарських споруд зводиться до аналізу їхніх нормативних параметрів, а задача про надійність промислової споруди зводиться до визначення ймовірності перевищення визначених критичних значень її нормативних параметрів.

Надійність

Надійність залежить від структури об'єкту і його параметрів. Найважливішою задачею надійності є дослідження довговічності (безаварійності) роботи системи. Для цього потрібно проаналізувати роботу всіх елементів системи і з'ясувати, від яких чинників залежить роботоздатність системи впродовж заданого (гарантованого) часу. Історично про надійність стали говорити в 50-х роках XX сторіччя, але ці питання були актуальними з давніх часів. Тоді мова йшла насамперед про довговічність споруд, що включала як технологічні питання,

пов'язані з властивостями матеріалів, з яких зводилися споруди, так і всі інші питання, що відносилися до техніки будівництва. Ще варто зауважити, що питання про довговічність споруд набуло особливого теоретичного аспекту після розробок основ теорії пружності і її прикладних варіантів – теорії опору матеріалів і будівельної механіки.

Надійність – це якісна абстрактна характеристика, яка не є фізичним параметром і не може бути замірена ніякими приладами. Вона може бути підрахована за допомогою певного алгоритму для визначення ймовірності досягнення критичних значень нормативних параметрів досліджуваного об'єкта, що приводить до відмови. Розробка цього алгоритму і є метою дослідження задачі про надійність промислового об'єкта.

Поняття безвідмовності, довговічності і надійності промислово-господарських споруд тісно пов'язані між собою. Перше з них – безвідмовність – пов'язана з поняттям відмови, яка є випадковою подією, що полягає у виході промислово-господарсько споруд з експлуатації. Безвідмовність і відмова є взаємодоповнюючими в тому сенсі, що ймовірність відмови γ_1 і ймовірність безвідмовної роботи γ_2 задовольняють такому співвідношенню:

$$\gamma_1 + \gamma_2 = 1.$$

Причиною відмови може бути цілий комплекс факторів (вектор стану системи), внаслідок яких система може вийти з ладу. Вимога щодо надійності полягає в тому, що повинні бути враховані всі можливі ситуації, які можуть привести до відмови. Відмови можуть бути випадковими або закономірними в залежності від того, чи прогнозовані вони умовами експлуатації промислово-господарських об'єктів і можуть бути підраховані технологічно, або вони мають випадковий непередбачуваний характер. У першому випадку відмова залежить від умов і режиму експлуатації, коли визначені елементи промислово-господарського об'єкту мають гарантійний термін роботи менший ніж термін роботи цієї споруди в цілому, що потребує планової заміни або планового ремонту цих елементів. Можуть статися непередбачені ситуації, що враховуються за допомогою теорії ризику шляхом введення коефіцієнтів запасу. Ще варто звернути увагу на необхідність постійного моніторингу зміщень, деформацій і напруг у найважливіших елементах споруди з метою передбачити небезпечну ситуацію внаслідок виникнення напруг, що можуть наближатися до критичних.

Промислові споруди ускладнюються зі збільшенням кількості їх складових, тож доцільно розбивати їх на окремі блоки, замінюючи зв'язок між ними визначеними зусиллями, і досліджувати надійність роботи кожного з цих блоків окремо. У цьому випадку для вивчення

надійності потрібно досліджувати ланцюжок – надійність, відмова, ризик, коефіцієнт запасу всіх блоків промислово-господарського об'єкта.

Сейсмостійкість і теорія ризику

Одним із найважливіших питань є сейсмостійкість споруди (об'єкту). Основною задачею сейсмостійкості є дослідження взаємодії механічних (хвильових) процесів з промислово-господарськими спорудами [2, 3] і отримання інформації про здатність промислово-господарської споруди виконувати свої функції, тобто про її надійність. Гарантія функціонування споруди дається за допомогою математичної моделі, яка дозволяє прогнозувати зміну нормативних параметрів протягом розрахункового терміну роботи споруди, для чого необхідно знати зміну механічних параметрів промислового об'єкта в часі. Механічні параметри споруди змінюються внаслідок механічного зносу, накопичення пластичних деформацій, деформацій повзучості і т.п. Параметри промислово-господарських об'єктів визначаються з похибками і носять випадковий характер, внаслідок чого межі для параметрів, що гарантують безвідмовну роботу споруди, підраховуються й оцінюються за допомогою ймовірносних методів. Вони мають визначену специфіку, а тому потрібно чітко знати можливості цих методів. Існує дві сторони застосування статистичних методів – переоцінка ролі статистичних методів і їхня недооцінка. Сутність проблеми в тому, що статистичні методи доцільно застосовувати у випадку масових подій. У задачах про сейсмостійкість маємо справу з конкретними об'єктами, а не з масовими подіями. Надійність визначається шляхом розробки кількісних характеристик безвідмовності, довговічності і ремонтоздатності промислово-господарських споруд. Врахування ймовірнісної природи нормативних параметрів промислово-господарських об'єктів потребує використання функції розподілу механічних і нормативних параметрів споруди. Звичайно застосовують нормальний розподіл, для чого потрібно визначити математичне очікування і дисперсію параметрів, що підлягають аналізу. Ще варто зауважити, що для того, щоб можна було говорити про достовірність отриманих результатів, що відносяться до подій із малою ймовірністю, необхідно мати великий експериментальний матеріал, що іноді значно перевищує можливості дослідника. Так, наприклад, число експериментів для того, щоб із достовірністю 90% довірчий інтервал становив 0.01, число експериментів повинно бути порядку одного мільйона [2].

Одним із основних елементів є визначення критичного розміру сейсмічного імпульсу, породженого сейсмічною хвилею, особливості якої залежать від властивостей середовища, у якому вона поширюється, та параметрами землетрусу (відстанню до епіцентра, поглинаючими властивостями середовища тощо). Інформація про величину і напрямок

сейсмічного імпульсу (удару) є одним із найважливіших елементів математичної моделі і визначається різноманітними методами. Головна складність проблеми в тому, що сейсмічні хвилі неможливо описати аналітично, що є необхідним при розв'язанні динамічної задачі будівельної механіки. Урахування випадкового характеру сейсмічної хвилі потребує застосування методів теорії імовірності. Складність проблеми викликана тим, що про природу землетрусів і механізм взаємодії сейсмічної хвилі зі спорудою маємо дуже мало достовірної інформації. Задача зводиться до статистичного аналізу дії сейсмічної хвилі на споруду і визначення можливості виходу споруди з експлуатації, чим і займається теорія надійності. Імпульс не повинен перевищувати критичних значень у тому плані, що викликані ним деформації і напруги повинні бути меншими від критичних значень, які викликають незворотні руйнування в елементах споруди. Взагалі потрібен моніторинг за станом споруди з метою уточнення її параметрів, зокрема зміщень, деформацій і напруг у критичних місцях з метою попередження недопущення аварійних ситуацій. Це дозволить отримати додаткову інформацію про дію сейсмічної хвилі на споруду і про необхідність підвищення запасу міцності.

Важливе значення має оцінка точності математичної моделі, що залежить від багатьох чинників. Насамперед, мова йде про урахування всіх моментів, від яких залежить розв'язок динамічної задачі теорії пружності – граничні умови, механічні параметри, нехтування похибками математичної моделі, які мають однаковий порядок із похибками механічних параметрів. Точність математичної моделі визначає точність визначення зміщень, напруг і деформацій, що є одними з найважливіших нормативних параметрів, за допомогою яких можна робити висновки про надійність промислово-господарської споруди.

Питання точності математичної моделі зводиться до оцінки розрахункових параметрів споруди порівняно з реальними. За допомогою цієї інформації можна зробити висновки про динаміку нормативних параметрів споруди і про ймовірність перевищення їхніх критичних значень. Ще варто зауважити, що питання точності розв'язку динамічної задачі будівельної механіки досить багатогранне. По-перше, можливі похибки внаслідок неточності механічних параметрів матеріалів. По-друге, існують похибки внаслідок спрощень у математичній моделі. Сумарні похибки можуть бути достатньо значними – наприклад, розрахункові власні частоти споруди можуть істотно відрізнятися від експериментально отриманих [4].

Ще зауважимо, що будь-яка конструкція в процесі експлуатації зазнає певних ризиків. Ризики включають велике коло питань, які можна розбити на три групи: ризики, викликані природними чинниками,

ризики, пов'язані із діяльністю людини – людський чинник, і ризики, викликані господарською діяльністю. До першої групи належать задачі сейсмостійкості. Друга група питань зводиться до побудови математичної моделі, за допомогою якої аналізуються всі ризики, що виникають при роботі промислово-господарських споруд і які враховуються при побудові інженерного рішення. Зауважимо, що розраховані за допомогою математичної моделі значення напруги і деформації не співпадають з реальними. Теорія ризику вивчає ризики для різноманітних варіантів розрахунків із тим, щоб вибрати оптимальний, для якого ризик буде мінімальним. Зовнішні сили оцінюються за своїми максимальними значеннями, і внаслідок цього конструкція стає більш габаритною і дорогою. Теорія ризику має на меті зменшити вартість споруди, не зменшуючи ні в якому разі її міцність. Це досягається шляхом зменшення механічних параметрів системи. Третя група пов'язана з господарською діяльністю і враховує можливість її негативного впливу на роботу споруди. Ризик підраховується для подій, що можуть відбутися з певною ймовірністю. Він залежить від великого комплексу причин, насамперед від призначення, умов роботи і часу експлуатації господарського комплексу. Ризик розраховується для випадкових подій, що впливають на роботу досліджуваного об'єкту, причому випадковою подією будемо вважати таку подію, що може наступити з певною ймовірністю, на відміну від події, що не розглядається як можлива.

Висновки

Найважливішим елементом задачі про надійність промислово-господарського об'єкта в районах із підвищеним сейсмічним ризиком є побудова його математичної моделі і розв’язання динамічної задачі будівельної механіки для нього. Це дає розрахункові значення нормативних параметрів, що характеризують споруду, і які можна порівняти з реальними, отриманими в результаті моніторингу споруди. Ще слід звернути увагу на те, що одним з головних елементів математичної моделі є аналіз взаємодії сейсмічної хвилі зі спорудою.

Список літератури

1. Половко А.М. Основы теории надежности / Половко А.М. – Москва: Наука, 1976. – 277 с.
2. Болотин В.В. Статистические методы в строительной механике / Болотин В.В. – Москва: Стройиздат, 1965. – 280 с.
3. Медведев С.В. Инженерная сейсмология / Медведев С.В. – Москва: Стройиздат, 1978. – 204 с.
4. Карапетян Б.К. Колебания сооружений, возведенных в Армении / Карапетян Б.К. – Ереван: Айастан, 1967, – 172 с.

Сейсмическая активность и ее динамика в 2015 году

Щербина С.В., Пигулевский П.И.
(Институт геофизики НАНУ, nohup@ukr.net, http://www.seismo.kiev.ua)

Хорошо известно, в каких сейсмически активных зонах нашей планеты наиболее часто происходят энергетически значительные землетрясения. Например, за последние двенадцать лет максимальные по магнитуде землетрясения произошли в следующих сейсмотектнических областях нашей планеты (Табл.1.)

Табл.1. *Максимальные землетрясения за каждый год*

N	YEAR	MAX MAGN	TERRITORY
1	2004	9.3	NORTHERN SUMATRA
2	2005	8.6	INDONESIA
3	2006	8.3	KURIL ISLANDS
4	2007	8.2 - 8.4	KURIL-INDONESIA
5	2008	7.9	SICHUAN CHINA
6	2009	8.1	SAMOA ISLANDS
7	2010	8.8	MAULE CHILE
8	2011	9.0	HONSHU JAPAN
9	2012	8.7 - 8.1	SUMATRA - PHILIPPINE
10	2013	8.2	SEA OF OKHOTSK
11	2014	8.0 - 8.3	CHILE - SOLOMON ISL
12	2015-09-12	***7.7***	***BONIN JAPAN REGION***

Табл 2. *Кол-во зем-ний за 2015 год (до 09-12). M>0.0*

N	Date	EQ quantity	Relation to max
1	2015 January	3075	0.92
2	2015 February	2652	0.79
3	2015 March	2970	0.88
4	2015 April	3238	0.97
5	2015 May	3351	1.00
6	2015 Juni	2881	0.86
7	2015 July	3213	0.96
8	2015 August	2928	0.87
9	2015 Septem 12	***1198***	***0.36***

При простом первоначальном анализе данных в таблицах 1 и 2 мы можем заметить достаточно нестандартную ситуацию состояния сейсмической активности нашей планеты, что достаточно хорошо отражается лишь только немаксимальным значением магнитуды землетрясения в Японии (7.7) по состоянию на 12-е сентября для текущего 2015 года и отношением количества землетрясений за сентябрь 2015 год (на 12-е число этого месяца) по отношению к максимальному

значению количеству землетрясений за этот же год (за май этого года), которое равно всего 0.36. Это значение отношений количества за разные периоды времени есть не более, чем треть максимального его значения за май месяц этого же года, тогда как половина месяца уже практически достигнута. При такой сложной ситуации дестабилицазии всемирной сейсмической активности полезно рассмотреть некоторые другие геофизические параметры, которые, возможно, помогут понять нам причины нестандартного поведения интенсивности сейсмической активности. При таком предлагаемом подходе полезно использовать для рассмотрения список количества максимальных землетрясений (M>7.0) с 2004 по 2015 год, который приведен ниже в Табл. 3. и график динамики уровня воды в скважине “Krivoy Rog” (рис.1).

Табл.3. *Кол-во землетрясенийний с 2004 по 2015. M>7.0*

N	Year	EQ quantity	Relation to max
1	2004	6	0.30
2	2005	10	0.50
3	2006	11	0.55
4	2007	18	0.90
5	2008	8	0.40
6	2009	15	0.75
7	2010	20	1.00
8	2011	16	0.80
9	2012	12	0.60
10	2013	14	0.70
11	2014	10	0.50
12	2015	***7***	***0.35***

По относительному количеству землетрясений для 2015-го года (до 09-12) с магнитудой более 7.0 (табл.3.) можно заметить его очень малое значение - 0.35, которое показывает наличие нестандартного отклонения относительного значения количества землетрясений с магнитудой более 7.0 за этот год по отношению к максимальному значению их количества с этой же магнитудой 2010 года.

Наиболее также значительным и важным явлением, вызывающим необходимсть более глубокого осмысления нестандартных отклонений последних временных значений сейсмической активности, является отсутствие снижения уровня воды в скважине “Krivoy Rog” после двух землетрясений – румынского и крымского (рис.1). В заключение этого небольшого и первоначального исследования наличия и причин нестандартных отклонений в некоторых геофизических параметрах, таких как временные вариации сейсмической активности и динамика параметров скважинного уровня воды в Украине можно предположить следующее:

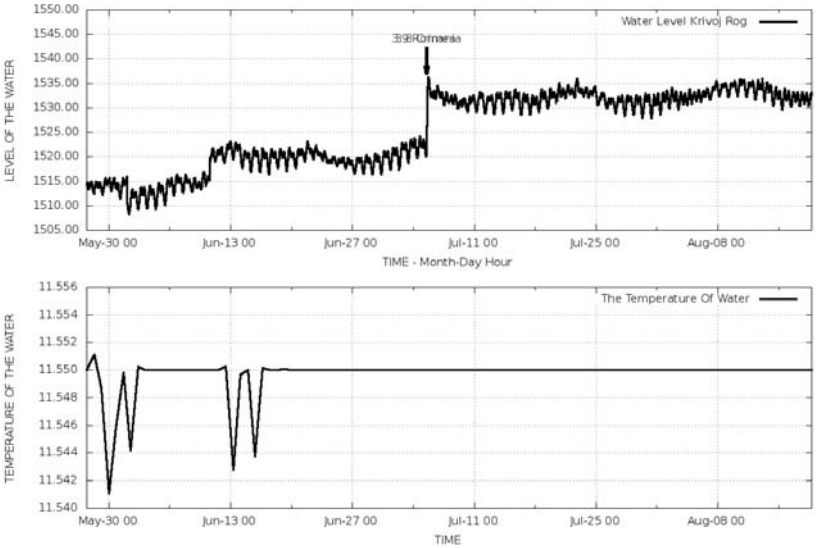


Рисунок 1. Динамика уровня воды и ее температуры в скважине "Krivoy Rog" с июня по август 2015 года

– судя по наличию резких изменений значений сейсмической интенсивности в виде их значительного уменьшения возможна реализация землетрясения с магнитудой 8.0 или более в период времени около полугода.

– дополнением к такому предположению может быть также наличие нестандартного поведения уровня воды после двух землетрясений (в Румынии и в Крыму), после которых этот уровень воды должен был снижаться.

Способ предупреждения взрывов в шахтах с учетом сейсмической активности Карпато-Балканского региона (зона ВРАНЧА)

[*]Осокина Н.П., [**]Несмянович Э.И.

([*]Институт геологических наук НАН Украины, N.Osokina@gmail.com;
[**]Международный институт соционики. Физическое отделение)

Анализ времени взрывов в шахтах Донбасского региона за последние 15 лет показал 80% сходимость их со временем динамических экстремумов и усилением сейсмической и геотектонической активности Крыма, акваторий Черного и Азовского морей, Кавказа, а также Карпато-Балканского региона.

По нашему мнению, на взрывоопасных шахтах Донбасского региона во время усиления сейсмической активности Карпато-Балканского

региона (зона Вранча), увеличиваются зоны расширения тектонических нарушений, по которым происходят дополнительные выбросы метана и других газов, в результате чего и происходит взрыв.

Статистическим методом анализа установлен наиболее опасный период времени для работы в шахтах Донбасского региона. Это период времени после землетрясения на территории Украины (например, г.Берегово и др.), когда происходят сейсмические толчки с М 3,5-6 баллов, то через сутки ± 16 часов (т.е. через 8-40 часов) надо ожидать выброс газов в какой-то из 18 шахт Донбасского региона (список шахт прилагается). **Следовательно, период 8-40 часов после сейсмических толчков с М 3,5-6 баллов на территории Украины нужно считать наиболее опасным для шахт Донбасского региона.**

Когда на территории Карпато-Балканского региона (горы Вранча, зап. Турция, Греция, Албания, побережье Средиземного, Черного, Азовского морей) происходят сейсмические толчки М 3,8-7 баллов, то через сутки ± 16 часов (т.е. через 8-40 часов) надо ожидать выбросы взрывоопасных газов в какой-то из 18 шахт Донбасского региона, (содержащих ацетиленонасыщенные угольные пласты) . **Следовательно, период 8-40 часов после землетрясений М 3.8-7 баллов на территории Карпато-Балканского региона нужно считать наиболее опасным для работы в шахтах.**

Для своевременного реагирования на ухудшение стабильной обстановки в шахтах необходимо **установить дополнительные приборы, регистрирующие не только поступление метана, но и его гомологов (этан C_2H_6, пропан C_3H_8, бутан C_4H_{10}, газа ацетилена C_2H_2, барометры для измерения атмосферного давления.**

Когда идут тяжелые углеводороды, возможно понижение атмосферного давления, понижение горного давления - повышается взрывоопасность.

Когда появляются непредельные углеводороды (компоненты и состав флюидов) этилен C_2H_4 и ацетилен C_2H_2, можно оконтурить **эпицентральную зону – место возможного взрыва.** В других местах могут быть другие флюиды.

В особо опасные периоды 8-40 часов после землетрясений на территории Украины с М 3.5-6 баллов и после землетрясений на территории Карпато-Балканского региона - сейсмические толчки с М 3,8-7 баллов за показаниями газоанализаторов в шахтах следить каждые 2 часа (особенно важны показания газоанализаторов через 2, 4, 6 часов после сейсмического толка. По этим трем показаниям газоанализаторов принимается **ответственное решение**: можно продолжать работы дальше, если содержание газов в воздухе рабочей зоны не увеличилось. Если начали выходить гомологи метана – этан, пропан, бутан, то срочно начинать эвакуацию шахтеров, В период времени, не связанный с

землетрясениями, следить за показаниями приборов, как обычно (2-3 раза в сутки).

При появлении тяжелых углеводородов, а также газа ацетилена, понижении атмосферного давления, понижении горного давления – все это указывает на приближение взрывоопасной обстановки (особенно в период 8-40 часов после сейсмических толчков) необходимо проводить срочную эвакуацию шахтеров и безлюдные работы до прекращения опасного периода времени.

Перед началом работы провести вентиляцию.

На существование обратной зависимости между атмосферным давлением и количеством выбросов угля обращалось внимание некоторых исследователей [1]. Т.е. с понижением атмосферного давления, количество выбросов угля увеличивается.

При значительном уменьшении в забоях горного давления [6,7], что вызывает интенсивную десорбцию газов из угля и вмещающих пород, метастабильные соединения углеводоров должны претерпевать не только количественные, а и качественные изменения и реагировать на изменение термодинамических параметров химическими превращениями активнее, чем насыщенные углеводороды – прежде всего наиболее распространенного метана.

Одним из главных мероприятий по борьбе с внезапными катастрофическими взрывами следует считать предупреждение накопления в атмосфере шахт взрывоопасных концентраций ацетилена (особенно в непроветриваемых полостях выработанного пространства).

Перечень графиков, необходимых для принятия решения о эвакуации шахтеров (наиболее важные показания газоанализаторов наносить на графики через 2, 4, 6 часов после сейсмического толчка, с указанной выше магнитудой, и до 40 часов после сейсмического толчка):

1) График теоретически возможного увеличения концентрации МЕТАНА в атмосфере шахты после сейсмического толчка в зависимости от времени [4];
2) График теоретически возможного увеличения концентрации ЭТАНА в атмосфере шахты после сейсмического толчка в зависимости от времени;
3) График теоретически возможного увеличения концентрации ПРОПАНА в атмосфере шахты после сейсмического толчка в зависимости от времени;
4) График теоретически возможного увеличения концентрации БУТАНА в атмосфере шахты после сейсмического толчка в зависимости от времени;
5) График теоретически возможного увеличения концентрации АЦЕТИЛЕНА в атмосфере шахты после сейсмического толчка в зависимости от времени;

6) График показаний атмосферного давления в зависимости от времени (возможно уменьшение).

7) График показаний горного давления (возможно уменьшение).

Таблица 1. *Взрывоопасность рудничных газов [4]*

№ п/п	Наименование газа	Взрывоопасное содержание газа в воздухе рабочей зоны, (%)	Допустимое содержание газа в рудничном воздухе, %	Температура, вызывающая воспламенение газа
1	Метан	5-16	0.5-0.75	650
2	Этан	3.2-12.5	0.5-0.75	530
3	Пропан	2.4-9.5	0.5-0.75	510
4	Бутан	1.9-8.4	0.5-0.75	490
5	Ацетилен	2.7	0.5	240-630*
6	Водород	4.0-74.2	0.5	510
7	Сероводород	4.3-45.5	0.00066	290
8	Окись углерода	13-75	0.0016	610
9	Аммиак	14.5-28.6	0.02(мг/л)	Нет данных

*в зависимости от давления, а также от присутствия различных веществ катализаторов

В Ы В О ДЫ:

1) Шахты (в забоях) оборудовать дополнительными приборами:

1)Газоанализатор по определению метана;
2)Газоанализатор по определению этана;
3)Газоанализатор по определению бутана;
4)Газоанализатор по определению ацетилена;
5)Барометр для определения атмосферного давления;
6) Определить горное давление.

2) После сейсмического толчка на территории Украины с М 3,5-6 баллов или Карпато-Балканского региона (горы Вранча) с М 3.8-7 баллов наступает **опасное время** 8-40 часов, в течение которого необходимо каждые 2 часа снимать показания приборов и строить графики в соответствии с этими показаниями.

Если в атмосфере шахт Донбасского региона наблюдается:

1)увеличение содержания метана;
2)увеличение содержания этана;
3)увеличение содержания бутана;
4)увеличение содержания ацетилена;
5)снижение атмосферного давления;
6)снижение горного давления,

то все это указывает на **взрывоопасную обстановку и нужно оперативно произвести эвакуацию шахтеров из шахт**.

Через 8-40 часов после сейсмического толчка может произойти взрыв.

3) Если в течение 6-8 часов после сейсмического толчка показатели метана и его гомологов, давления будут оставаться на том же уровне, что и до сейсмического толчка, то это говорит о том, что обстановка стабильная (не опасная) и работы в данной шахте можно продолжать.

Наблюдения за показаниями приборов продолжать 40 часов после сейсмического толчка - каждые 2-3 часа снимать показания приборов и результаты наносить на график, чтобы четко видеть динамику.

После окончания опасного времени (40 часов) после сейсмического толчка с указанной выше магнитудой (территория Украины, горы Вранча) наблюдения можно делать реже (2-3 раза в сутки) и результаты показаний приборов наносить на графики, чтобы вовремя успеть зафиксировать приближение взрывоопасной обстановки.

4) В шахтах Китая опасное время третьи-четвертые сутки (т.е. через 48 часов и до 96 часов) после сейсмического толчка М 3.8-7 баллов на территории Карпато-Балканского региона (горы Вранча, зап. Турция, Греция, Албания, побережье Средиземного, Черного, Азовского морей).

Рекомендуем выполнять работы, указанные в выводах (пункты 1, 2, 3).

В шахтах Польши опасное время 1-2 сутки (т.е. через 1-2 часа и до 48 часов) после сейсмического толчка М 3.8-7 баллов на территории Карпато-Балканского региона (горы Вранча, зап. Турция, Греция, Албания, побережье Средиземного, Черного, Азовского морей). А также после сейсмического толчка на территории Украины с М 3.5- 6 баллов.

Рекомендуем выполнять работы, указанные в выводах (пункты 1, 2, 3).

ПРИМЕЧАНИЕ.

1. Сейсмические толчки происходят в периоды динамических экстремумов (относительных изменений угловой скорости вращения и обращения Земли)[5].

2. К наиболее **опасным шахтам Донбасского региона** [2,3] относятся: шахта им. А.Ф. Засядько, АТЗ типа; Им. Бажанова, «Макеевуголь»; Молодогвардейская, «Краснодонуголь»; Горная, «Первомайскуголь»; Им. Гаевого; Ясеневская-Глубокая, «Макеевуголь»; Чайкино, «Макеевуголь»; Им. Поченкова, «Макеевуголь»; Южнодонбасская №1, «Донуголь»; Суходольско-Восточная, «Краснодонуголь»; Рассвет «Октябрьуголь»; Им. Скочинского, «Донуголь»; Им. Баракова, «Краснодонуголь»; №13 БИС, «Макеевуголь»; Славяносербская, «Луганскуголь»; Им. Х1Х

Партсъезда, «Луганскуголь»; Краснолиманская, ДХК «Краснолиманская»; Им. Кирова ДХК «Макеевуголь».

Литература

1. Опыт исследования ацетиленоносности угольных пластов шахт Донецко-Макеевского района. Препринт 92-9.- К.: Институт геологических наук Академия наук Украинской ССР, 1992, 34 с.
2. Э.И.Несмянович, Н.П.Осокина Анализ взрывов в шахтах Донбасского региона и метод прогнозирования и предупреждения взрывов // Ж. ЕКОЛОГІЯ ДОВКІЛЛЯ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ. – 2001. - № 5-6, С.37-41.
3. Н.П. Осокина, Є.И. Несмянович, В.Л Анищенко ВОЗМОЖНОСТЬ ПРОГНОЗОВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ОСОБО ОПАСНЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЯХ В УКРАИНЕ, ОБУСЛОВЛЕННЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯМИ КАРПАТО-БАЛКАНСКОГО РЕГИОНА (ЗОНА ВРАНЧА) на примере ноября 2006г. // Екологічні проблеми нафтогазового комплексу Науково-практична конференція 26 лютого-2 березня 2007р. с. Синяк, Закарпатська обл.- К.: НПЦ Екологія Наука Техніка, 2007.- С.78-82.
4. Фридман А.И. Природные газы рудных месторождений. – М.: Недра, 1970. – 191с.
5. Э.И.Несмянович, Н.П.Осокина ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ И КОСМОФИЗИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ВАРИАЦИЙ ПОЛЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ АНОМАЛЬНЫХ ЯВЛЕНИЙ // Вопросы теории и практики геологической интерпретации гравитационных, магнитных и электрических полей Материалы 28-й сессии Международного семинара им.Д.Г. Успенского Киев, 29 января-2 февраля 2001 г./ Под редакцией академика В.Н. Страхова.- Москва: ОИФЗ РАН, 2001. - С.68-69.
6. А.Я. Радзівілл Текстурно-структурні особливості ацетиленоносності кам,яного вугілля Донецько-Макіївського району Донбасу // Геол. журн. – 1996.- № 1-2. – С.183-186.
7. Сукачев А.Н. Физико-химические аспекты внезапных выбросов в шахтах // Докл. АН УССР. Сер. Б. – 1987. - № 10. – С.22-25.

A Method of Computer-Aided Image Analysis on Planar Scintigraphy Data

*Nicolay E. Kosykh, *Sergey Z. Savin, and **Nikita M. Sviridov
(*Computer Center of Far-Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, Khabarovsk, Russia; **Pasific-Ocean National Universite, Khabarovsk, Russia)

Abstract. *A computer-aided diagnosis system for the diagnosis of skeletal metastases based on planar scintigraphy data has been developed. In the proposed method the amount of metastases is determined without regard to the proportion of bone in the total mass of the skeleton, which greatly simplifies the entire course of the calculations. It is based on the principles of image recognition and has a function of expert analysis. The system includes skeleton image segmentation, calculation of textural, histogram and morphometric parameters and the creation of a training set. The classifying function is based on the method of support vectors, and the reliability of the classifying function has been determined with the help of predicted latent variables of classifier. Automatical recognition on the basis of support vectors method significantly minimizes the influence of subjective factors and makes the results of such analysis reproducible in different radiology departments. The CAD-system presented in this paper can successfully analyze (to improve the efficiency of the analysis) planar skeleton scans on the basis of automated computer diagnosis by increasing the diagnostic value of bone scintigraphy method. The method of calculating the index of bone metastases based on CAD-analysis can be useful in cancer therapy for dynamic monitoring of patients with bone metastases.*

Preword

Progress in the development of bioinformatics and mathematical methods in biomedicine, as well as the development of computer and telecommunications systems and networks determines the look of the present and future of medical technology and of medicine in general [1 - 3]. Use of radionucleades and marked join is one of base diagnostic methods of nucleus medicine. Radionuclear diagnostics not only displays an anatomist-topographical structure of under investigation objects, as well as presents itself a method «function» visualizations. This means that radionucleades and marked them join (radiopharmpreparates - RFP) under their introduction to the patient «is delicate» are comprise of biological processes of organism. Registration of radiating by means of the special radiodiagnostic equipment in the process and on the completion of sharing radioactive «marks» in the organism of patient allows quantitative to value a functional activity of under investigation object and ensures its visualization. Different pathological processes in the skeleton, either as metastasis are show by polymorphic hearths an hyperfixation of RFP. In this connection necessary searching for approaches to optimization of analysis of results scintigraphy. By now, a number of standards for medical imaging have been developed.

1.Computer-aided diagnosis systems

By analogy with CAD/CAM systems (computer aided design and computer aided manufacturing) for technical applications, CAD (computer-aided diagnosis) systems are being developed for medical purposes [4, 5, 6]. Some of them are already successfully operating, but to date these systems are only «assistants» of a diagnostician who takes decisions. CAD algorithms for medical imaging systems typically include image segmentation, the selection of some objects of interest («masses»), their analysis, parametric description of the selected objects and their classification. The classification of objects of interest may be made by the method of neural networks, support vectors, discriminant analysis, etc. [3, 4, 7, 8]. CAD systems significantly increase the effectiveness of radiographic diagnosis methods. However, the practical application of nuclear medicine demonstrates the continued information deficiency of the algorithms and programs that provide visualization and analysis of medical images. This is especially noticeable when the radionuclides, which are used, do not have a high capacity for accumulation in the pathological area. These include the bone scintigraphy method.

Whole-body planar scintigraphy with 99mc-labeled phosphate compounds is widely used in the diagnosis of skeletal metastatic disease. Combining with crystals of hydroappatite, phosphate compounds reveal tumor-associated osteoneogenesis and can detect bone metastases long before the demineralization and bone destruction is detected by the X-ray examination [4, 9]. In addition, various pathological processes in the skeleton, as well as metastases, are revealed as polymorphic zones of hyperfixation (further referred to as PZH) of radiopharmaceutical preparations (further referred to as RPP). Despite the fact that bone scintigraphy is a method of choice in the early diagnosis of skeletal metastases of the tumors that tend to spread to the skeleton, the interpretation of bone scans in cancer patients is rather complicated.

Early diagnosis of metastatic lesion of the skeleton has a significant influence on the choice of treatment of patients with malignant tumors. Therefore, there is a need to search for an approach to the optimization of scintigraphy analysis. The use of CAD analysis could substantially improve the specificity of osteoscintigraphy. At the same time work the on the application of CAD systems in the scintigraphy of the skeleton are rare and are not performed in Russia [3, 4, 10]. The aim of the study was to determine the principles of optimizing the processing of planar osteostsintigraphy on the basis of CAD analysis. The results of scintigraphy are presented as plain (gray) digital images. In this case, a pixel image matrix can be the object of the analysis where each point (pixel) has a numerical value of brightness. Brightness value indirectly characterizes the intensity of the detected radiation (the amount of gamma photons identified by the detector) in each point of the

object under study. The functional diagram CAD system that was developed included the following components (Figure 1):

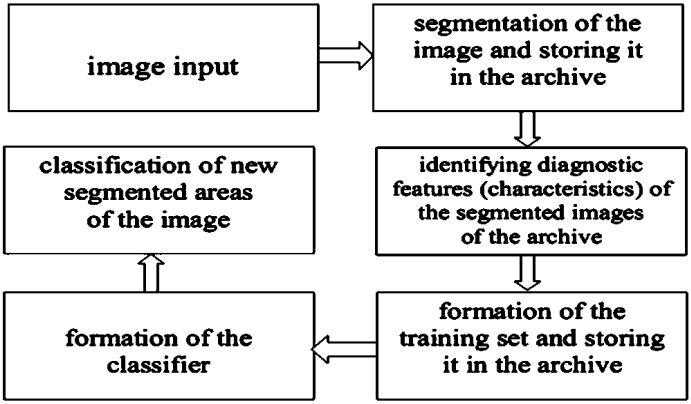


Figure 1. Functional diagram of CAD system for the analysis of planar scans

In the study we used the scans of the patients with skeletal metastases of breast cancer, performed in a planar mode with Infinia-Hawkeye [3, 4], the two-detector gamma camera manufactured by General Electric, using RFP pirfoteh-99mTc.

The original image of the skeleton was recorded in the format of DICOM [11], which is central for the representation of medical images. Further analysis of the images was carried out in the program created in MATLAB. In this case, the original image is preserved in a matrix form in the shape of the internal MATLAB format. A significant role in the CAD image analysis was played by a segmentation method which helped to delineate the area corresponding to the skeleton. This segmentation was performed manually because to date there are no effective methods of automatic segmentation of complex anatomical objects. The mean value of image brightness was determined in the area corresponding to the skeleton, as well as the standard deviation (σ) of the value. It is a common point of view that the main feature of metastatic lesions on scintigraphy is a local hyperfixation of radiopharmaceutical preparation (RPP). The segmentation of RPP hyperfixation zones was conducted in the area corresponding to the skeleton and performed either automatically or manually. At the same time, the study adopted the hypothesis that pixels brightness values which were equal to or exceeded 2σ of the mean brightness value of the entire skeleton were considered as RPP hyperfixation which corresponded to a metastatic lesion. The range of brightness values corresponding to metastases was programmatically specified. The areas with a given range were marked on the scans. The automatic segmentation which determines the RPP hyperfixation

areas was made by the «threshold» method [7,12]. In addition, the lesions suggestive of metastases in which the brightness value was less than 2σ were manually segmented.

2. Diagnostic characteristics of segmented

Identifying diagnostic features of segmented images is an important part of the functional scheme of the CAD system that was developed. Histogram, morfometric and texture parameters are calculated in the system by the methods of Haralik and local binary texture [13,14,15,16]. A group of histogram parameters includes the mean brightness value of the image, the standard deviation of the frightness from its mean value (σ), smoothness, the third moment of brightness, uniformity and entropy in the areas of RPP hyperfixation of the images [3,13,14].

The second group of symptoms is characterized by spatial texture brightness in PZH (polymorphic zones of hyperfixation). A so-called statistical approach, first proposed by R.M. Haralik in [17] was used. This approach makes it possible to create texture characteristics taking into account the distribution of brightness in the neighboring pixels of PZH. Textural characteristics are calculated on the basis of conjugate brightness level of an image in the local rectangular box and stored in a matrix of conjugate brightness levels, Grey Level Cooccurence Matrix (GLCM), according to the principle described in [14]. The indicators included in this group of features are represented by the dispersion of mean values used in the X and Y axes of digital image matrix, contrast ratios, autocorrelation, correlation, heterogeneity, homogeneity, energy, entropy, maximum likelihood, reciprocal difference and so on.

The third group includes the texture parameters determined by the method of local binary texture [2,15].

The fourth group consists of the following morphometric parameters: the ellipsoidal coefficients of PZH, compactness and eccentricity of PZH [10].

After image segmentation isolated areas of PZH are analyzed by experts and are divided by them into metastatic lesions and non-metastatic areas. At the next stage the training set consisting of PZH objects is analyzed by an expert. Calculated histogram, texture and morphometric parameters corresponded to each object in the training set [3].

3.Results of researches

The training set included 169 front and 110 rear scans showing the distribution of radiopharmaceutical in the front and rear parts of the skeleton. The data on the RPP hyperfixation areas, the numerical values of which were included in the training set are presented in Table 1.

Table 1. *The volume of the training set used to create the classifier for scans.*

Scanning plane	The areas of radiopharmaceutical hyperfixation	
	Metastatic	Non-metastatic
Front	432	1185
Back	223	734

As an algorithm for the recognition of PZH (dividing them into metastatic and non-metastatic) the method of support vectors is used. It helps to create a classifier based on the training set (classifier function). Separate classifiers for the objects of front and back scans are also created. The evaluation of the quality of the classifier is carried out using ROC-curve expressing the ratio of true and false findings [5].

The result of checking the effectiveness of the classifier on a test set of RPP hyperfixation areas using ROC-analysis is presented in Figure 2.

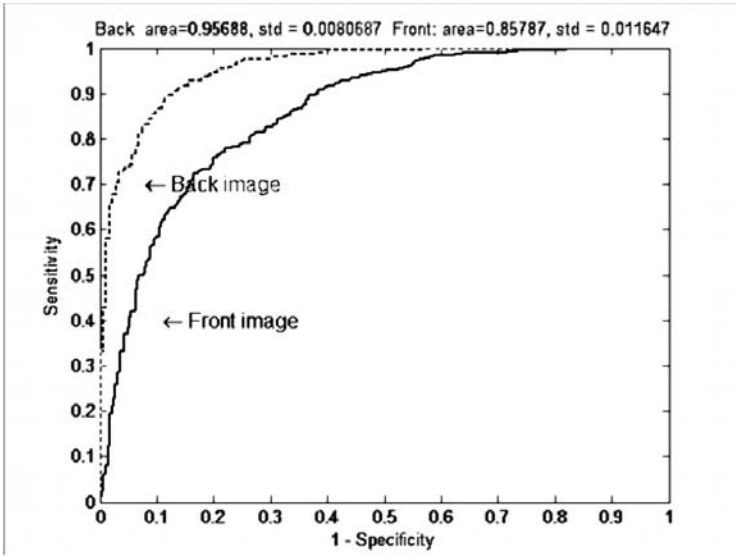


Figure 2. Checking the effectiveness of the classifier on a test set of RPP hyperfixation areas using ROC-analysis

The algorithm of the unit for recognizing the new objects of PZH involves a sequential completion of the following stages: image segmentation (1), the calculation of diagnostic features for a new sample of objects (2), the use of the classifier to the selected sample of objects (3) and calculating the reliability of the classifier with respect to the sample (4). The result of the third phase of the program is the distribution of the objects of the analyzed image into two groups: metastatic and non-metastatic.

The reliability of the classifier with respect to the sample was determined with the help of predicted latent variables of classifier (PLVC), the method of calculation is presented in [3]. PLVC values range from 0 to 1. At the same time, the closer the PLVC value, calculated for a particular object, is to 0 or 1, the more likely the object in question can be attributed to metastatic or non-metastatic. As an example, the analysis of patient X's data is presented. Fig.3a represents the patient's planar osteoscintigram in which a manual segmentation of the skeleton has been performed.

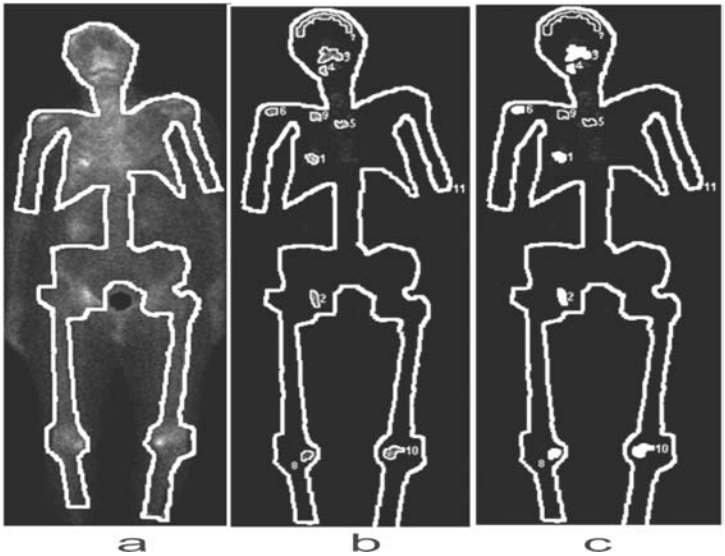


Figure 3. Planar bone scintigram of patient X: a. Segmentation of the skeleton. b. Segmentation of RPP hyperfixation areas. c. The results of recognizing RPP hyperfixation areas using an expert system (filling – «metastatic» lesions, no filling - nonneoplastic hyperfixation).

Figure 3c shows the segmentation of RPP hyperfixation areas that was performed automatically. The pixels, whose brightness values were equal to or exceeded 2σ of the average brightness of the entire skeleton, were treated as lesions suspicious for metastases. As can be seen in Figure 3b, 10 areas of RPP have been segmented. To determine their nature in relation to the given sample the classifier, developed on the principle presented earlier, was used. In fact, the problem of image recognition has been solved with the help of the expert system, in which the expert's ideas of visible signs of metastatic lesions were expressed in numerical values of histogram, texture and morphometric parameters. The recognition results are presented in Figure 3b. As can be seen from the figure, 7 out of 10 areas of RPP hyperfixation had signs of

metastases. However, a more definite judgment on referring the areas to metastatic lesions can be made with the help of PLVC analysis (Figure 4).

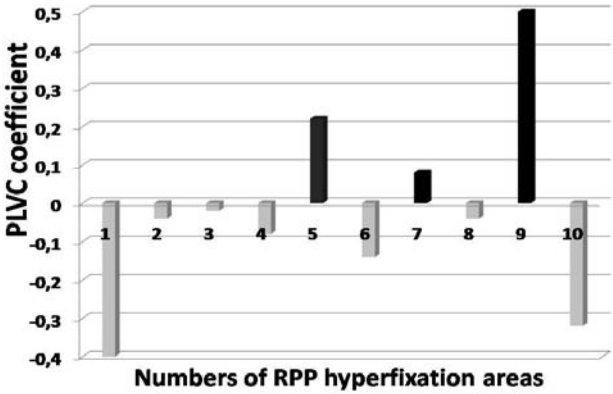


Figure 4. The values of the predicted latent variables of classifier for RPP hyperfixation areas identified in patient X's osteoscintigram

As can be seen from Figure 4, only 2 out of 7 so-called «metastatic» areas of RPP hyperfixation showed PLVC indicators above 0.3. This suggested that the given areas most closely matched, in their texture and morphometric characteristics, the numeric parameters of the images of metastatic lesions on the planar scans of the skeleton that were identified by the experts.

The CAD system under study has the functions of expert analysis and is based on the principles of image recognition. This is very important for the analysis of bone scans, where pronounced polymorphism of RPP hyperfixation areas creates significant difficulties for the correct visual evaluation of the data obtained with the help of sceleton scintigraphy. In such CAD system the expert's ideas of visual signs of metastatic lesions are expressed in numeric values of histogram, texture and morphometric parameters. This is the basis of objective classification of the analyzed images. The principal difference between the system under anasysis from the most well-known CAD system proposed by M. Sadik for the evaluation of skeleton scans [6], is the calculation of predicted latent variability of classifier (PLVC) for RPP hyperfixation areas on scans [3,10]. Thus, not only those RPP hyperfixation areas that are definitely abnormal (in this case - metastatic) can be distinguished, but also those whose nature needs specifying through further research and monitoring. PLVC calculation may be important in the clinical use of the CAD system.

Naturally, the established system requires in-depth lab testing on different categories of patients and healthy individuals. However, now we can conclude that its diagnostic capabilities are largely dependent on the qualifications of the expert. Another factor affecting the accuracy of the recognition of

metastatic lesions in the skeleton, is the size of the training set, which can be increased significantly with time. Therefore, increasing the use of the system is one way to increase its diagnostic reliability.

Conclusion

The computer-aided diagnosis systems presented in this paper can successfully analyze (to improve the efficiency of the analysis) planar skeleton scans on the basis of automated computer diagnosis by increasing the diagnostic value of bone scintigraphy method. Automatic diagnostics of radiopharmpreparates hyperfixation areas requires a classifier function based on numerical analysis of texture, morphometry and histogram parameters using the support vector method as a recognition algorithm. The accuracy of recognizing on radiopharmpreparates hyperfixation areas can be determined with the help of predicted latent variability of classifier indicator.

List of references

[1] Lejbkowicz I., Wiener F., Nachtigal et al. Bone Browser a decision-aid for a radiological diagnosis of bone tumor // Comput. Methods Programs Biomed. 2002; 67(2): P. 137-154

[2] Obenauer S., Hermann K.P., Grabbe E. Applications and literature review of the BI-RADS classification // Eur Radiol. 2005. P. 1027-1036

[3] Gostuyshkin V.V., Kosykh N.E., Savin S.Z.Supercomputers in nuclear medicine problems. Khabarovsk: Cjmputer Center of FEB RAS, 2013. 163 p.

[4] Pasha S.P., Ternovoy S.K. Radionuclear diagnostics. M.: GEOTAR-media, 2008, 204 p.

[5] Metz C.E. Fundamentals of ROC Analysis // Handbook of Medical Imaging. Vol.1. Physics and Psychophysics. Beutel J, Kundel HL, and Van Metter RL, Eds. SPIE Press (Bellingham WA 2000), Chapter 15: P. 751-769

[6] Sadik M. Bone scintigraphy. A new approach to improve diagnostic accuracy. University of Gothenburg, 2009, 44 p.

[7] Gonzales P., Woods P., Eddins C. Numerical processing the expressing in MATLAB ambience. M.: Technosphear. 2006. 615 p.

[8] Soh L., Tsatsoulis C. Texture Analysis of SAR Sea Ice Imagery Using Gray Level Co-Occurrence Matrices // IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, vol. 37, no. 2, March 1999. P.780-795

[9] Calender B. Computer tomography. M.: Technosphear. 2006. 343 p.

[10] Kosykh N.E., Gostuyshkin V.V., Savin S.Z., Vorojztov I.V. Designing the systems of computer diagnostics of medical images // Proc. of The First Russia and Pacific Conference on Computer Technology and Applications (RPC 2010). Vladivostok, Russia. 6-9 September, 2010. 4 p. Kosykh.ru.html

[11] The official DICOM website // Document HTML. URL: http://medical.nema.org/dicom/http://www.dicom.html/

[12] De Brabanter K., Karsmakers P., Ojeda F., Alzate C. LS-SVMlab Toolbox User's Guide // World Scientific, Singapore. 2002 Document HTML. URL: http://www.esat.kuleuven.be/sista/lssvmlab/
[13] Haralick R. M., Shanmugam K., Dinstein I. Textural Features of Image Classification // IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, vol. SMC-3, no. 6, Nov. 1973. P. 610-621
[14] Ojala T., Pietikainen M., Maenpaa T. Multiresolution Gray-Scale and Rotation Invariant Texture Classification with Local Binary Patterns // IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 24 (7), 2002. P.971-987
[15] Tamura H., Mori S., Yamawaki Y. Textural Features Corresponding to Visual Perseption // IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics. 1978. № 8. P.460-473
[16] Tuceryan M., Jain A.K. Texture Segmentation Using Voronoi Polygons // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. 1990. № 12. P. 211-216
[17] Haralick R.M. Statistical and Structural Approaches to Texture // Proc. of the IEEE, 67. 1979. P. 786-804

The computer modeling of the local structure of radiation carbonate centers in apatite

*Kalinichenko E.A., **Radchuk V.V., *Brik A.B.
(*Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of NAS of Ukraine, 34 Palladin ave., Kyiv, Ukraine; **Institute for Telecommunications and Global Information Space of NAS of Ukraine, 13 Chokolovsky blv., Kyiv, Ukraine; kalinichenko@igmof.gov.ua, valentyn.radchuk@gmail.com, abrik@igmof.gov.ua)

Investigation of carbonate substitutions in hydroxylapatite $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$ (HA) is important for solving problems of retrospective dosimetry and developing synthesis technologies of biocompatible materials and matrices of sorbents on the apatite basis [1 – 5]. The CO_3^{2-}-ions in carbonated hydroxyapatites (CHA) of different origins were established to replace OH^- ions in structural channels (type A CHA) and PO_4^{3-}-ions (type B CHA).

Electron paramagnetic resonance (EPR) is widely used to investigate apatites for solution the problems of retrospective EPR dosimetry with tooth enamel. The most intensive EPR peaks in biogenic and synthetic CHA are produced by CO_2^- – radicals on crystallite surfaces and in the structure [3 – 5]. These signals consist, as a rule, from orthorhombic and axial components and, presumably, are caused by CO_2^- – radicals located in apatite channels. Formation mechanisms and structural environment of these radicals require further investigation.

The aim of this research was to study specifics of type A CHA structure with the CO_2^- – radical (CHA_r) replaced two hydroxyls in the channel using computer modeling.

Methodology of computer modeling. The CHA_r structure with possible accompanying defects (vacancies (□) of a calcium or/and an hydroxyl) and HA structure have been modeled by the semiempiric method, using interatomic potential-based simulation techniques. Interactions between ions were approximated by interatomic potentials [1]. The effective radical charge $q^{eff}(CO_2^-) = -0.955e$ is close to the formula value ($-1e$) with these parameters The 3x3x3 supercells with composition $[Ca_{270-x\square x}]_{270}[PO_4]_{162}[OH_{52-y}\ (CO_2^-)_{z\square y}]_{54}$ have been considered with x and y = 0 or 1 at z = 1 (CHA_r structure, 0.16 wt % CO_2) and x, y and z = 0 (HA structure). The coordinates of ions in the hexagonal HA [6] have been used as an initial approximation. The coordinates of ions of a carbonate [2] with an O vacancy or presumed coordinates of radical ions [4] were used to model the CO_2^- radical in the channel. There were considered some variants of proton orientations and the OH vacancy in the channel with the radical and the Ca vacancy in Ca1 or Ca2 sites.

The GULP program had been used to carry out optimization of structure variants and to calculate the Helmholtz free energies (F) of optimized structures [7]. The structures with the min(F) are the most stable.

Using of GRID-techniques for modeling. All tasks (160 different variants of CHA structures) were performed using grid-infrastructure that accelerated calculations considerably. The web-sites of uagrid.org.ua and grid.inpracom.kiev.ua were used. All calculations were executed in the virtual organization "GEOPARD", developed by Glushkov Institute of Cybernetic of NAS of Ukraine, Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of NAS of Ukraine and Subbotin Institute of Geophysics of NAS of Ukraine.

The local structure of the CO_2^- – radical in a type A CHA. Ninety structure variants have been optimized. There is the higher probability of radical forming: F = – 482.82 and – 481.68 *eV* per one elementary cell, for the most stable CHA_r and HA structures, respectively. Radical forming results in the noticeable contraction of the *a*-dimension (0.9327 nm) and small expansion of the *c*-dimension (0.689 nm) in relative to the most stable HA structure (a = 0.9346, c = 0.6884 nm).

There presents the Ca2 vacancy near the radical in CHA_r structure. The CHA_r structure without the Ca2 vacancy is less stable (F = – 481.96 *eV*).

The radical ions sites differ from those of the A carbonate: the carbon ion is displaced on ≈ 0.033 nm towards the Ca2 vacancy, radical oxygens - towards the hexagonal axis. One radical oxygen ion (O_c) is incorporated approximately in the hydroxyl oxygen (O_h) site, another O_c ion is located near the Ca2 vacancy and the other O_h site. The O_c – O_c axis is oriented at an angle

of 5.4° with the *c* axis. The radical ions are displaced so that C–O_c bond lengths go down on 0.115 nm, O_c–O_c distance increases to 0.218 nm and the bond angle rises up to 142° in relative to the ideal geometry of the carbonate ion (the equilateral triangle with C–O_c = 0.119, O_c–O_c = 0.208 nm).

The radical formating leads to noticeable rearengement of structure of the nearest environment. There are the most deformed the phosphate groups near the Ca2 vacancy: P–O_p bond lengths are in the range from 1.522 to 1.545 Å. The ranges of distances between the carbon ion and ions of the nearest structural surrounding considerably expand.

The structure of the channel with the radical is substantially rearranged. One proton is reoriented toward one of the radical oxygen (O_c) so that there forms the channel segment with unidirectional O-H bonds, likely the monoclinic HA structure. Such configuration leads to hydrogen-bonding (H-bonding) interactions between proton and oxygen ions of different hydroxyls: H···O_h distance decreases to 0.198 nm so that there forms approximately linear O_h–H ··· O_h–H structure. It results in decrease of O_h–H-bond strength: O_h–H bond lengths in hydroxyls rise to 0.112 nm, in relation to those in O–H H–O segments (0.1086 nm) and in HA structure (0.107 [6]). The other hydroxyl closed to the radical (in the segment O–H H–O) is shifted away from O_c ion (O_c···O_h = 0.472 nm).

The O-H bonds in unidirectional segment are oriented at an angle of about 2° with the hexagonal axis, in O–H H–O segment – about of 7°. The protons in other channels are orientated practically along the vertical axis – as the most stable HA structure (O–H H–O).

Obtained data complement and are partly in agreement with experimental and theoretical investigations of CHA structures.

The reorienting of hydroxyl protons resulting in forming of segments with unidirectional O-H bonds near structural defects is typical for hexagonal HA [8]. The decrease of the a-dimension in the most stable CHA_r structure contradicts data on A type CHA [1, 2]. It can be explained by ion displacements need to stabilize CHA_r structure with the disturbance of a charge balance appeared in a result of the radical forming at the low degree of A type substitution.

The CO_2^- – radical structure in the most stable CHA_r structure approximately, with lower angle of the O_c – O_c axis with the $_c$ axis, confirms supposed structure of CO_2^- – radicals responsible for typical axial signals in EPR spectra of type A CHA [4]. It can be supposed that the CO_2^- – radical localized near the Ca2 vacancy in the most stable A type CHA_r structure can cause the orthorhombic component in EPR spectra of A-type CHA. Accordingly, the CO_2^- – radical in more ordered structural region without Ca vacancies can be responsible for the axial component. The computer simulation has shown that orthorhombic CO_2^- – radicals in A-type CHA are

more stable, than axial those (ΔF = - 0.86 eV), with above-mentioned assumptions.

The described above information can be used for increasing the reliability of retrospective dosimetry results related to dose reconstruction of people subjected to radiation exposure.

References

1. Peroos, S., Du, Z., and de Leeuw, N.H. (2006) Biomaterials, 27: 2150-2161.
2. Fleet, M.E., and Liu, X. (2005). Biomaterials 26 (36): 7548–7554.
3. Brik A.B., Shpak A.P., Karbovsky V.L., Klimenko A.P., Dubok V.A., Kalinichenko A.M., Bagmut N.N., Bevz V.V. (2005) Mineralogie Journal (Ukraine), 27 (1): 5-26. (In Russian)
4. Schramm, D.U., Terra, J., Rossi, A.M., and Ellis, D.E. (2001) Phys. Rev. B, 63 (2): 024107.
5. Oliveira, L.M., Rossi, A.M., and Lopes, R.T. (2000) Appl Radiat Isot 52: 1093–1097
6. Hughes, J.M., Cameron, M., and Crowley, K.D. (1989) Am. Mineral., 74 (7-8): 870-876.
7. Gale, J.D., and Rohl, A.L. (2003) Mol. Simul., 29 (5): 291-341.
8. Zahn, D., and Hochrein, O. (2006) Z. Anorg. Allgem. Chem., 632, (1): 79 - 83.

Забезпечення екологічної безпеки при викидах техногенного тритію

Коваленко О.В.

(Інститут ядерних досліджень НАН України, akovalenko@kinr.kiev.ua)

Розвиток атомної енергетики та активізації процесів переробки відпрацьованого ядерного палива призвів до значного збільшення техногенного тритію в гідросфері, атмосфері, у підземних водах. Унаслідок малої енергії випромінювання, тритій не призводить до зовнішнього опромінення, проте надходить за харчовими ланцюгами в організм людини з їжею та водою, спричиняє більші ушкодження, ніж зовнішнє опромінення через те, що продукти розпаду стають джерелами внутрішнього випромінювання.

Після аварії на Чорнобильській АЕС в оточуюче середовище потрапило близько 10^{14} Бк тритію. Не зважаючи на це, як в Україні, так і за кордоном, приділяється досить незначна увага забезпеченню екологічної безпеки у разі викидів техногенного тритію.

За результатами аналізу джерел [1-4], можна виділити основні відкриті питання у сфері забезпечення екологічної безпеки при загрозі радіоактивного викиду і забруднення територій різноманітними радіонуклідами:

– малодосліджена можливість використання системного підходу при моделюванні події радіоактивного забруднення оточуючого середовища;
– важкість формалізації інформації та приведення її узгоджуваних показників;
– питання розповсюдження тритію та його міграції за харчовими ланцюгами частково розглядаються у медицині [5], проте не досліджувалися комплексно.

Наявні моделі переносу тритію здебільшого представлені у площині водного середовища та водонасичених ґрунтах і потребують детальних розрахунків по гідрогеології досліджуваного елементу. Враховуючи дослідження [6], необхідно в моделях переносу врахувати параметри ґрунтів. Для цього пропонується використовувати ступені зв'язаності між твердою і рідкою фазами ґрунту – граничні випадки пористопружного насиченого рідиною середовища (ПНРС).

Запропоноване можна обґрунтувати математичною залежністю взаємодії двох різнорідних середовищ [6]. Так, використовуючи теорію взаємодії багатофазових середовищ, можна представити рівняння руху для твердої та рідкої фази у деякому контурі (тунелі, трубі) без врахування об'ємних сил:

$$\begin{aligned} \rho_1 \frac{\partial^2 u_i}{\partial \bar{t}^2} &= \frac{\partial \sigma_{ij}^2}{\partial x_i} - W_j \\ \rho_2 \frac{\partial^2 U_i}{\partial \bar{t}^2} &= \frac{\partial \sigma^f}{\partial x_i} - W_i \end{aligned} \qquad (1)$$

де u_i, U_i – компоненти векторів переміщення твердої та рідкої фаз відповідно; $\rho_1 = (1-m)\rho_s$; $\rho_2 = mp_f$; ρ_s – густота твердої фази; p_f – густота рідкої фази; m – пористість; σ_{ijj}^s – тензор напружень у пружному скелеті (трубі) при проходженні рідини; σ^f – сила, що діє на рідину; t – час; x – координата; W_i – міжфазова сила взаємодії при просування рідини у трубі. Ця сила фільтраційного тертя включає складову, що визначається в'язкими силами на міжфазовій поверхні, та пов'язана з інерційними силами, які обумовлюють прискорення фаз відносно одна одної.

У підсумку такий підхід дозволить визначати коефіцієнти зрушення твердої фази відносно рідкої фази, тобто, визначити товщину створення певного шару твердої фази, що виштовхує, наприклад, тритієву воду з-під землі на поверхню, звідки вона потрапляє до рослин та організмів тварин, а також випаровується.

Таким чином, прослідковується процес перенесення ізотопів техногенного тритію, що у результаті аварійної ситуації потрапили у ґрунтові води. З цього моменту слід враховувати, що живий організм мешкає в деякому оточуючому середовищі, на яке впливають різні фактори. Існує багато моделей для розрахунку радіоактивних речовин в атмосфері, ґрунті, воді, але вони, в основному, торкаються міграційних проблем і не спрямовані на оцінку впливу на людину. Для вирішення задачі застосування системного підходу при дослідженні перенесення радіоактивних ізотопів у різних середовищах пропонується використання просторів пов'язаних різномасштабних моделей стану системи.

Розглядаючи підприємство, що може стати джерелом викиду тритію в оточуюче середовище, можна визначити деяку ділянку площини R, $\Omega \subset \mathrm{R}$, яка представляє собою адміністративно обмежену територію (місто, регіон), $\vec{r} \subset \mathrm{R}$.

Простори, які моделюють стан системи, можна описати через множини вектор-функцій простору станів за різними факторами, що досліджуються. Простори, які моделюють можливі операції, що відбуваються у досліджуваній системі, можуть традиційно бути розглянутими, як контрзаходи на подію.

Для визначення відповідності під час дослідження зв'язків просторів стану системи, можна використати підхід до аналізу складних технічних систем [7]. Тоді, повертаючись до просторів стану системи, визначення величин критеріїв впливу конкретного джерела викиду техногенного тритію на екологічну складову можна здійснити через модель переходу від нештатного режиму функціонування підприємства до керованого режиму.

Перехід можна представити відомим функціоналом [7], в якому і враховується значення показників стану системи в конкретний момент часу:

$$\overline{\widetilde{R}}_{tr}^{+} : R_{os} \xrightarrow{U_{tr}} R_{sd}\,, \qquad (2)$$

де $\overline{\widetilde{R}}_{tr}^{+}$ – керований режим функціонування, який обумовлений множиною керуючих параметрів U_{tr} системи управління безпекою, які протягом періоду $\overline{T}_{tr}^{\pm}$ призводять до переходу нештатного режиму R_{os} до штатного режиму R_{sd}.

Тобто, відбувається перехід до динамічної моделі, коли узгодження за простором і часом досягає критичного моменту для достовірності ситуації, що моделюється. Всі наведені простори операцій замінюються на простори, залежні від часу.

В цілому за наведеним можна зробити наступні висновки і узагальнення:

1. використання системного підходу при моделюванні події радіоактивного забруднення при викиді техногенного тритію доцільно реалізувати за допомогою дослідження просторів пов'язаних різномасштабних моделей стану системи;
2. питання розповсюдження тритію та його міграції за харчовими ланцюгами можуть бути представлені у вигляді моделей багатофазних різнорідних середовищ;
3. комплексне дослідження питання розповсюдження техногенного тритію можливе через побудову моделі управління екологічною безпекою при переході від нештатного режиму функціонування підприємства до керованого режиму.

Література

4. Долін В.В., Пушкарьов О.В., Шраменко І.Ф. та ін. Тритій у біосфері. – К.: Науково-виробниче пілприємство «Видавництво «Наукова думка» НАН України», 2012. – 224 с.
5. Klement A.W., Jr., et al. Estimates of Ionising Radiation Doses in the United States 1960–2000. –EPA. 1972. 67 p.
6. Jones G. Tritium Issues in Commercial Pressurized Water Reactors. Fusion Science and Technology 54 (2): P. 329–332.
7. Радіаційні та ядерні технології в Інституті ядерних досліджень НАН України : монографія / І.М. Вишневський, Г.П. Гайдар, О.В. Коваленко та ін.; НАН України, Ін-т ядерних досліджень. – К.: Ін-т ядерних досліджень, 2014. – 176 с.
8. Демин С. Н., Телушкина Е. Л. Радиационно–гигиеническая оценка загрязнения внешней среды тритием и дозовые нагрузки на население в районе радиохимического предприятия, //Бюллютень радиационной медицины, 1987. №1. С. 23–28.
9. Динамика пористоупругих насыщенных жидкостью сред / А.Н. Трофимчук, А.М. Гомилко, О.А. Савицкий – К.: Наук. думка, 2003. – 230 с.
10. Згуровський М.З. Системний аналіз. Проблеми, методологія застосування / М.З. Згуровський, Н.Д. Панкратова. – К.: «Наукова думка», 2011. – 728с.

Побудова алгоритму для вирішення задач представлення поліномів найкращого наближення

Кряжич О.О.
(Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, economconsult@gmail.com)

Задача точності обрахунків з апроксимації складних функцій залишається актуальною, хоча розглядається протягом декількох десятиліть. Особливо цікавою є задача опису яружних цільових функцій, що є необхідним при використанні 3D-моделювання, при застосуванні ГІС-інструментарію, вирішення питань моделювання ситуації при забезпеченні управління техногенною безпекою потенційно небезпечних та небезпечних об'єктів.

Для представлення алгоритму опису поліномів найкращого наближення стисло розглянемо задачу апроксимації деякої функції.

Нехай на проміжку $[a,b]$ задана безперервна обмежена функція $f(x)$. Розглянемо кусочно-поліноміальну функцію $P(x) \in C^1(a,b)$, яка найкращим чином наближує $f(x)$ за підходом Чебишева. Виразом $C^1(a,b)$ означимо клас функцій, безперервних на відрізку $[a,b]$ разом з першою похідною. Явно, що для $P(x)$ матиме місце наступне представлення:

$$\begin{cases} f_1(x) & x \in [a, C_1] \\ f_2(x) & x \in [C_1, C_2] \\ \dots\dots\dots & \dots\dots\dots \quad \dots\dots\dots \\ f_s(x) & x \in [C_s, b] \end{cases} \tag{1}$$

Точки $a = C_0 < C_1 < C_2 < ... < C_S < C_{S+1} = b$ приймемо, як невідомі. Функції $f_i(x)$, $i = \overline{1,S}$ є поліноміальними зі ступенем не менше 2. Тобто, наведена задача у випадку, якщо $f_i(x)$ має однаковий ступінь *i*, є задачею побудови сплайн функції з фіксованими вузлами.

Задача побудови $P(x)$ зводиться до кількох завдань представлення поліномів найкращого наближення $f_i(x)$ в розумінні підходу Чебишева до функції $f(x)$ для $x \in [C_i,\ C_{i+l}]$ $\left(l = \overline{0,k}\right)$. Цей факт виходить з принципу оптимальності Беллмана. Саме тому достатньо розглянути задачу побудови полінома найкращого наближення до $f(x)$ на деякому інтервалі. Цей поліном повинен ще задовольняти умови, що забезпечують відповідну гладкість $P(x)$.

Нехай задана функція $f(t)$ і деяка дискретна множина точок:

$$\mathrm{E}=\{Y_0, Y_1 ..., Y_{N+1}\} \in [a,b]$$
$$Y_0 = a, \quad Y_{N+1} = b.$$

Треба відшукати поліном заданого ступеню *k*:

$$\Pi_k(t) = \sum_{i=0}^{k} x_i t^i.$$

Який мінімізує величину $\varepsilon(x) = \max\limits_{t_i \in \mathrm{E}} \left| f(t_i) - \Pi_k(t_i) \right|$ по усіх x з області $\Delta \subset \mathrm{E}_{n+1}$, де Δ визначається:

$$\Delta = \left\{ x \in \mathrm{E}_{n+1} : f^{(i)}(a) = \Pi_k^{(i)}(a);\ f^{(i)}(b) = \Pi_k^{(i)}(b);\ i = 0,1 \right\}.$$

Якщо прийняти, що $t_j^i = a_{ij} \left| i = \overline{0,k};\ j = \overline{0,n+1} \right|$, то задача, що розглядається, буде еквівалентною наступній задачі лінійного програмування:

$$\begin{cases} \min \ \varepsilon \\ \sum\limits_{i=0}^{k} a_{ij} x_i - \varepsilon \le f(Y_i) \\ -\sum\limits_{i=0}^{k} a_{ij} x_i - \varepsilon \le -f(Y_i) \\ \sum\limits_{i=0}^{k} a_{i,0} x_i = f(Y_0) \\ \sum\limits_{i=0}^{k} a_{i,n+1} x_i = f(Y_{n+1}) \\ \sum\limits_{i=1}^{k} i \cdot a_{i-1,0} x_i = f'(Y_0) \\ \sum\limits_{i=1}^{k} i \cdot a_{i-1,n+1} x_i = f'(Y_{n+1}) \\ \varepsilon \ge 0; \quad j = \overline{1,n} \end{cases} \tag{2}$$

Специфіка наведеної задачі лінійного програмування полягає у тому, що матриця обмежень $A = (a_{ij});\ i = 0,k;\ j = 0,n+1$ має прямокутний вигляд і кількість рядків домінує над кількістю стовпців, $K << N$. Тому для

вирішення поставленої задачі обрано метод можливих напрямків Дж. Зойтендейка [1]. Через те, що метод передбачає наявність нерівності, то умова виразу (2) буде розписана як дві нерівності і на майбутнє буде припущено, що всі обмеження (2) мають вигляд нерівностей.

Враховуючи, що при розрахунках на обчислювальній техніці отримання нуля залежить від багатьох факторів, то для побудови початкового вирішення задачі (2) можна застосувати додаткові перетворення і розглянути наступну задачу (3). Перехід від задачі (2) до задачі (3) обумовлюється тим, що значення точок t_i та $f(t_i)$, а також обчислення похідних $f'(a)$, $f'(b)$, завжди мають деяку похибку. Саме тому, замість рівностей (2), можна обмежитися вимогами виконання відповідних умов нерівностей:

$$\left|\Pi_k(a) - f(a)\right| \le \alpha_1 \varepsilon$$
$$\left|\Pi'_k(a) - f'(a)\right| \le \alpha_2 \varepsilon$$

Аналогічно будуються умови для точки b. Величини α_1, α_2 додатні та обрані в залежності від необхідної точності виконання нерівностей.

$$\begin{cases} -\varepsilon \to \max \\ \sum_{i=0}^{k} a_{ij} x_i - \varepsilon \le f(Y_j) & -\sum_{i=0}^{k} a_{ij} x_i - \varepsilon \le -f(Y_j) \\ \sum_{i=0}^{k} a_{i,0} x_i - \alpha_1 \varepsilon \le f(Y_0) & -\sum_{i=0}^{k} a_{i,0} x_i - \alpha_1 \varepsilon \le -f(Y_0) \\ \sum_{i=0}^{k} a_{i,N+1} x_i - \alpha_1 \varepsilon \le f(Y_{N+1}) & -\sum_{i=0}^{k} a_{i,N+1} x_i - \alpha_1 \varepsilon \le -f(Y_{N+1}) \\ \sum_{i=1}^{k} i \cdot a_{i-1,0} x_i - \alpha_2 \varepsilon \le f'(Y_0) & -\sum_{i=1}^{k} i \cdot a_{i-1,0} x_i - \alpha_2 \varepsilon \le -f'(Y_0) \\ \sum_{i=1}^{k} i \cdot a_{i-1,N+1} x_i - \alpha_2 \varepsilon \le f'(Y_{N+1}) & -\sum_{i=1}^{k} i \cdot a_{i-1,N+1} x_i - \alpha_2 \varepsilon \le -f'(Y_{N+1}) \\ \varepsilon \ge 0, \quad j = 1, 2, \ldots, N \end{cases} \qquad (3)$$

Вибір початкового вирішення для системи (3) можна отримати наступним чином.

Візьмемо $x_i = 0, i = O, K$. Значення ε визначаємо за формулою

$$\varepsilon^0 \left\{ \max \frac{-f(\mathrm{Y}_i)}{a_{i,\varepsilon}} \middle| f(\mathrm{Y}_i) < 0, \quad i = \overline{O, N+1} \right\},$$

де $a_{i,\varepsilon}$ – коефіцієнт при ε $\left(a_{i,\varepsilon} = -1, -\alpha_1, -\alpha_2\right)$.

У цьому випадку точка $X^0 = \left\{ \underbrace{O_1 O, \ldots O}_{k+1} \; \varepsilon^0 \right\}$ буде задовольняти обмеженням задачі (3), тобто, її можна означити, як початкову точку.

Вирішуючи задачу (3) методом можливих напрямків, можна отримати вирішення задачі найкращого наближення поліномом $\Pi_k(x)$ функції $f(x)$ на $[a,b]$.

Проводячи розрахунки представлення поліномів найкращого наближення для виконання задач підтримки прийняття рішень [2], можна визначити перелік фактичних параметрів, які потрібні для використанні в алгоритмі, для створення програми опису яружних цільових функцій:

$P1$ – кількість полюсних точок на $[a,b]$, включаючи й кінці інтервалу апроксимації.

$P2$ – кількість фіксованих точок на $[a,b]$.

NO – кількість точок на відкритому інтервалі $(O, E1)$.

$\Phi 1$ – кількість пар $(x_i, f(x_i))$, які задають таблицю функції $f(x), \;\; x \in [a,b]$.

$E1$ – довжина підінтервалів апроксимації (попередній крок перебирання $[a,b]$).

Якщо виконується протилежна нерівність, то число підінтервалів апроксимації буде більшим, ніж це передбачено вектором полюсних точок $C[1:P1]$. Цим будуть уведені нові полюсні точки.

$D2$ – задана точність апроксимації (відповідає $\tilde{\varepsilon}$).

$D5$ – відповідає величині α_2

$D6$ – відповідає величині α_1

$C[1:P1]$ – масив полюсних точок, записаних у порядку зростання й включає точки a й b .

$Z[1:P1]$ – масив фіксованих точок, записаних у порядку зростання.

$Y[1:NO]$ – масив точок з відкритого інтервалу $(O, E1)$.

$XX, FF[1:\Phi 1]$ – масиви точок задачі.

Тоді алгоритм опису яружних цільових функцій можна представити наступним чином:

1. Здійснюється введення необхідних параметрів. Лічильники H , KO , K і перший елемент масиву $XX[0]$ представляють первісні значення.
2. Вибір фактичних параметрів і визначення величин, потрібних для роботи програми.
3. Визначається величина D – довжина підінтервалу апроксимації.

4. Здійснюється одночасна побудова масивів X, E, F, $F1$.

5. Визначається попередній ступінь $N2$ полінома апроксимації за допомогою масивів X і F.

6. Здійснюється зменшення довжини D підінтервалу на половину $D := D/2$ й відновлення лічильників H, K, KO.

7. Побудова матриці обмежень за допомогою масивів E, Z, $F1$.

8. Побудова $C1$ й початкове рішення $X1$ задачі лінійного програмування.

9. Побудова напрямку $S1$.

10. Обчислення довжини кроку для побудови нового вектора $X1$.

11. Побудова нового вектора $X1$.

12. Блок коректування ступеня.

13. Зниження ступеня. Побудова нових обмежень задачі лінійного програмування.

14. Підвищення ступеня. Побудова обмежень задачі лінійного програмування.

15. Фіксація результатів і перехід до нового підінтервалу апроксимації.

Представлений первинний алгоритм опису «яружних» цільових функцій, достатній для програмної реалізації мовами програмування або за допомогою мови опису алгоритмів UML.

Література

1. Зойтендейк Г. Методы возможных направлений. – М.: Издательство Иностранной литературы, 1963. – 178 с.
2. Довгий С.О., Бідюк П.І., Трофимчук О.М. Системи підтримки прийняття рішень на основі статистично-ймовірнісних методів. – К.: Логос, 2014. – 419 с.

Обґрунтування вибору просторових даних для математичного моделювання руслових потоків в зонах місцевого розмиву

[*]Ходневич Я.В., [**]Корбутяк В.М., [*]Стефанишин Д.В.

([*]Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України; [**]Національний університет водного господарства та природокористування; jvhodnevich@ukr.net, vm_korbutyak@ukr.net, dvstefanyshyn@yahoo.com)

Натурні спостереження за русловим процесом на малих і середніх річках показують, що найбільш часто місцеві розмиви їх дна і берегів при паводках спостерігаються в місцях розташування в руслах різного роду перешкод, що формуються природним чином, і відхиляються від берега вниз за течією: дерев, що падають в русла, та гряд наносів (рис. 1).

В [1], за результатами лабораторних досліджень, було висунуто гіпотезу, що на глибину місцевого розмиву можуть суттєво впливати кут відхилення перешкоди в руслі від берега та її геометричні параметри. Було встановлено, що місцевий розмив інтенсифікується при косо розташованих до берегів перешкодах, що мають висоту від 1/4 до 1/3 глибини потоку, внаслідок розвитку місцевих гвинтоподібних течій, направлених від берега.

Рис. 1. Місцевий розмив: а) за деревом, що впало в русло ріки (р. Горинь, с. Шубків); б) за грядою наносів (р. Случ, с. Маринин)

Імітаційне математичне моделювання умов, за яких за донною перешкодою, що відхиляється вниз за течією, спостерігається гвинтоподібна турбулентна течія, направлена від берега, також вказує на залежність між кінематичними характеристиками потоку у вказаній локальній області та кутом розташування донної перешкоди і її відносною висотою до глибини потоку [2, 3].

В якості модельної характеристики, що відображає інтенсивність потоку, при імітаційному комп'ютерному моделюванні, що нами проводилося, приймалася сила опору дна F_R в області за донною перешкодою. Покладалося, що величина F_R залежить від двох факторів – кута α розташування донної перешкоди та співвідношення висоти перешкоди і глибини потоку S_z. Припускалося, що сила опору дна F_R в цілому характеризує інтенсивність локальних руслових деформацій за перешкодою.

Прийнята математична модель кінематики турбулентної течії у тривимірній локальній області за русловою грядою ґрунтувалася на системі диференційних рівнянь Рейнольдса, що замикається за допомогою $k-\varepsilon$ моделі турбулентності [4]. При цьому поетапно застосовувалися стаціонарні та нестаціонарні рівняння Рейнольдса. Розв'язок такої системи знаходився шляхом поетапного наближення результатів. Спочатку розв'язувалась стаціонарна задача на розрідженій тривимірній сітці із застосуванням методу скінчених різниць. Чисельний розв'язок отриманої системи лінійних рівнянь знаходився за допомогою

методу LU-розкладання. Далі, для згладжування отриманих результатів застосовувалась сплайнова апроксимація кінематики у вузлах згущеної сітки та розв'язувались нестаціонарні рівняння Рейнольдса за допомогою методу розщеплення. Уточнені значення поля швидкості турбулентного руслового потоку обчислювалися за явною чисельної схемою Мак-Кормака. Для обчислення гідродинамічного тиску розв'язувалось рівняння Пуассона за допомогою методу послідовної верхньої релаксації. Отриманий розв'язок дав змогу знайти донні дотичні напруги в зоні дії тривимірної гвинтоподібної течії на дно та встановити швидкості, які дозволяють оцінити інтенсивність вимивання ґрунту [1].

Такий підхід для оцінки наближених значень кінематики турбулентного водного потоку в локальній тривимірній області дозволив забезпечити стійкість розв'язків рівнянь Рейнольдса, зменшити тривалість обчислень і витрат пам'яті комп'ютера при проведенні імітаційного моделювання [5].

В якості прикладу при чисельному моделюванні сил опору дна в місці обтікання донної перешкоди була вибрана ділянка прямолінійного русла без суттєвого відхилення границь із середнім нахилом i_m = 0,0022, складеного ґрунтами із середнім діаметром часток d_m = 0,0485, 0,02, 0,005 (м).

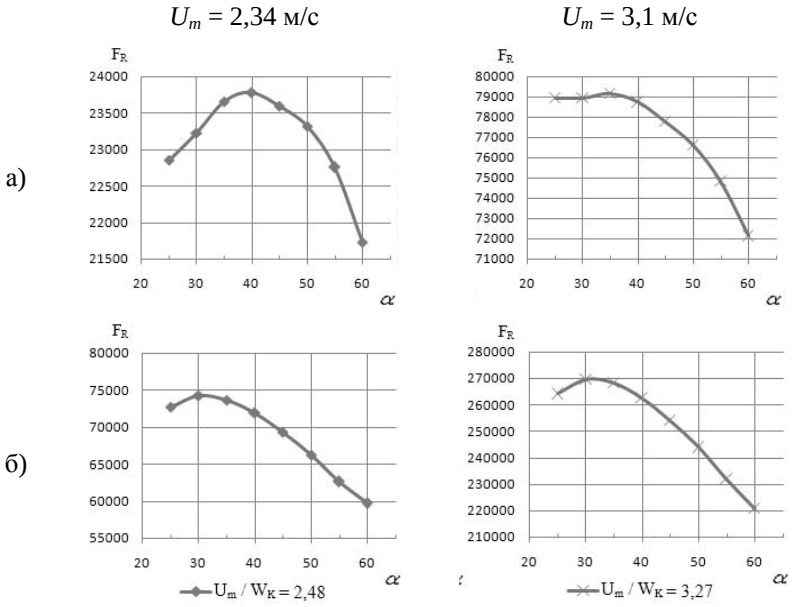
Розглядались такі модельні випадки: 1) кут α між транзитним потоком і віссю донної перешкоди приймає значення від 25 до 60 градусів; 2) висота перешкоди становить 1/3 та 1/2 від глибини потоку. Крім того, в залежності від кута розташування перешкоди та її висоти, задавались коефіцієнт тертя, відносні середня швидкість та ширина турбулентного потоку в області за перешкодою.

Результати моделювання наведено на рис. 2, де U_m – середня швидкість потоку; W_K – гідравлічна крупність наносів [2]. Зокрема, в ході імітаційного моделювання сил опору дна було встановлено, що при висоті перешкоди рівній 1/3 глибини потоку, найбільш потужні деформації русла і берега можуть відбуватися при її розташуванні під кутом 35-40 градусів до набігаючого потоку [2, 3].

Отримані результати підтверджують дані натурних і лабораторних досліджень [1] та вказують на те, що, по-перше, адекватне прогнозування місцевих розмивів дна і берегів малих і середніх рік можливе на основі математичного моделювання кінематичних характеристик водних потоків, по-друге, для проведення такого моделювання необхідно володіти просторовими даними щодо особливостей перебігу руслового процесу, наявності в руслі ріки донних перешкод та їх геометрії.

Аналіз існуючих даних показує, що прогнози руслових деформацій та місцевих розмивів мають узгоджуватися з матеріалами

гідроморфологічного вивчення ділянок річок. Ці матеріали включають в себе дані руслового знімання зі встановленням ухилу на ділянці та розмірів руслових форм різних рівнів; оцінку крупності та неоднорідності донних наносів.



d_m = 0,0485 м

Рис. 2. Сила опору дна F_R при відносній висоті перешкоди: а) S_Z = 0,33; б) S_Z = 0,5;

Тип руслового процесу, що формується під впливом природних факторів протягом тривалого періоду часу, зазвичай є стабільним і не змінюється при відхиленнях водного режиму ріки, що носять короткотривалий характер. При цьому має місце подібність річок у розвитку мезоформ. Наприклад гірські та передгірські ділянки річок Українських Карпат подібні до рівнинних [6]. Основна відмінність між ними полягає лише у різних способах живлення наносами, що виразно проявляється на ділянках виходу річок з гір, та у поширеності в горах виходів кристалічних порід, які обмежують розвиток русловий деформацій. На гірських ділянках річок спостерігається також додаткове підживлення русел наносами за рахунок осипів, обвалів, конусів виносу селів, що часто проявляється у помітному коливанні витрат донних наносів та їх крупності по довжині.

Після виходу річок з гір на передгірських ділянках вплив обмежувальних факторів у більшості випадків відсутній і тотожність цих

ділянок із рівнинними річками проявляється у наявності тут однакових типів руслового процесу, які були встановлені типізацією «ГГИ» (м. Санкт-Петербург, Росія) для рівнинних річок з піщаними русловими відкладами. Основна відмінність виражається лише у підвищеній крупності руслових відкладів, що пов'язується із різною транспортуючою здатністю водних потоків. Характерні типи руслових форм, з врахуванням існуючих типізацій руслового процесу [7], наведено на рис. 3.

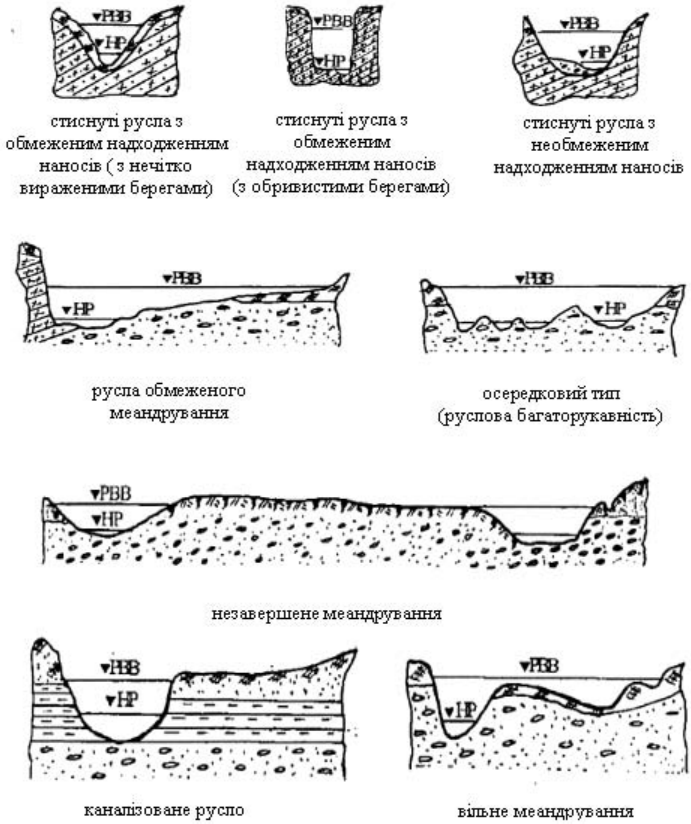


Рис. 3. Поперечні профілі русел з різними типами руслового процесу

Серед них:

1. Стиснуті русла з обмеженим надходженням наносів, які зустрічаються у трьох різновидах: а) нерозмивні скельні русла з нечітко вираженими берегами; б) стиснуті русла з обривистими берегами; в) каналізовані русла.

2. Стиснуті русла з необмеженим надходженням наносів.

3. Русла обмеженого меандрування.
4. Руслова багаторукавність (осередковий тип).
5. Русла незавершеного меандрування.
6. Русла вільного меандрування.

При цьому чергування ділянок русел з різними типами руслового процесу в значній мірі визначається послідовною зміною по довжині річки характеру транспортованих нею наносів.

Первинними джерелами просторових даних при цьому можуть бути найбільш крупномасштабні карти, які є в наявності. Матеріали топознімань у масштабі 1:10000 ÷ 1:15000 дають точність в плані відповідно 1,0÷1,5 м, що дозволяє оцінити зміщення руслових елементів після руслоформуючих паводків.

Особливу цінність матимуть дані дистанційного зондування. Вони дають можливість оцінювати зміни руслових елементів за порівняно короткий проміжок часу. Їх порівняльний аналіз, зокрема з картами, створеними багато років тому, дає можливість оцінити тенденції в розвитку руслових деформацій.

Вимоги до просторової та радіометричної роздільності залежать від завдань дослідження – або це локальний аналіз, або це оцінка розвитку руслоформування на протяжних ділянках. Для вивчень умов формування місцевих розмивів знімки мають забезпечити ідентифікацію гребенів руслових гряд або перешкод у руслі. Тобто, має бути забезпечена роздільність принаймні 2 м.

Сцена знімків, залежно від задач, може мати різні розміри. Дослідження можуть стосуватися цілої гідроморфологічно однорідної ділянки з визначеним типом руслового процесу, або, для невеликих ділянок – до 3-4 звивин русла вище за течією, та 2-3 звивини нижче за течією ділянки, що досліджується, або довжиною не меншою 20-30 ширин русла [8].

Література

1. Щодро О.Є. Порівняння розрахункових та експериментальних даних про кінематичну структуру, поле тисків, наносотранспортуючу та розмивну спроможності потоку в зоні просторової відривної течії за косо розташованими грядами та донними уступами / О.Є. Щодро // Вісник НУВГП. Вип. 4 (36). – Рівне: 2006. – Ч. 1. – С. 173-179.
2. Khodnevich Y.V. Mathematical modelling the conditions of intensification of the riverbed local erosion behind of obstacle that deviates from the shore downstream / Y.V. Khodnevich, D.V. Stefanyshyn // Zeszyty Naukowe Inżynieria Lądowa i Wodna w Kształtowaniu Środowiska. Nr 10. – Kalisz, 2014. – S. 7-18.
3. Ходневич Я.В. Чисельне моделювання умов інтенсифікації місцевого розмиву русла ріки за донною перешкодою, що відхиляється від

берега вниз за течією / Я.В. Ходневич, Д.В. Стефанишин // Екологічна безпека та природокористування. – К.: КНУБА, ІТГІП НАНУ, 2014. – Вип. 16. – С. 111-122.
4. Ходневич Я.В. Методика чисельного моделювання турбулентних течій у відривних зонах при оцінці розмиваючої здатності потоку гірських рік / Я.В. Ходневич, О.Є. Щодро, В.М. Корбутяк // Зб. наук. праць «Гідромеліорація та гідротехнічне будівництво». – Рівне: НУВГП, 2008. – Вип. 33. – С. 81-86.
5. Ходневич Я. В. Про стійкість розв'язків системи рівнянь Рейнольдса при чисельному моделюванні кінематичних характеристик водного потоку, що обтікає руслову гряду / Я.В. Ходневич // XV Int. Conf. DSMSI. Abstracts. Kyiv, May 25-27, 2011. – С. 222.
6. Кафтан А.Н. Некоторые гидроморфологические особенности рек Украинских Карпат (на примере р. Быстрица-Надворнянская) / А. Н. Кафтан // Мелиорация и водное хозяйство. – К.: Урожай. – 1975. – №34. – С. 82-92.
7. Бухин М.Н. Основные типы русел рек Украинских Карпат / М.Н. Бухин, А.Н. Кафтан, В.А. Базилевич // Мелиорация и водное хозяйство. – К.: Урожай, 1974. – Вып. 29. – С. 74-84.
8. Попов И.В. Деформации речных русел и гидротехническое строительство / И.В. Попов. – Л.: Гидрометеоиздат, 1960. – 363 с.

Інформаційні технології управління екологічною безпекою Західного Полісся

[**]Мокрий В.І., [*]Радчук В.В., [*]Радчук І.В., [*]Загородня С.А., [*]Шумейко В.О., [*]Охарєв В.О., [**]Гасько Р.Т., [***]Курляк І.М.
([*]Інститут телекомунікацій та глобального інформаційного простору НАН України; [**]Національний університет "Львівська політехніка"; [***]Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З.Гжицького; itelua@kv.ukrtel.net)

Екологічна безпека унікальних екосистем Західного Полісся має стратегічне значення для обмеження природно-техногенних впливів на ландшафти, збереження біорізноманіття, забезпечення стабільності мікроклімату Поліської зони України, Польщі і Білорусі. Тому розроблення методології функціонування автоматизованих систем управління екологічною безпекою заповідних і природно-техногенних комплексів, з використанням даних екологічного моніторингу, є актуальним.

Закон України «Про загальнодержавну Програму формування національної екологічної мережі України на 2002-2015», визначає інтеграцію національної екологічної мережі з європейською. На основі природоохоронних територій України, Польщі та Білорусі створено

Транскордонний біосферний резерват (ТБР) «Західне Полісся», площею 2 600 км^2. Проект отримав підтримку на багатьох міжнародних форумах з проблем охорони природи Полісся, у чисельних публікаціях українських, польських і білоруських науковців, у рішеннях Міністерств охорони навколишнього середовища трьох держав. Функціонування ТБР «Західне Полісся» у складі глобальної мережі біосферних резерватів сприяє поглибленню міжнародної співпраці на транскордонних територіях в різних сферах –екологічна безпека, природокористування, заходи в надзвичайних ситуаціях. Євроінтеграційні процеси вимагають виконання міжнародних стандартів функціонування і управління транскордонними природоохоронними територіями, на основі мережевого доступу до розподілених відомчих та інтегрованих баз даних, комплексного опрацювання й використання інформації.

З метою підвищення інформативності даних, необхідних для забезпечення управління екологічною безпекою природних і антропогенізованих екосистем, застосовано комплексне використання сучасних методів, інформаційно-аналітичних технологій та інструментальних засобів.

Результати виконаних досліджень та відпрацьовані інформаційні технології управління екологічною безпекою, забезпечують формування масштабної маркетингово-інформаційної та інфраструктурно-інвестиційної стратегії охорони, відновлення та збереження природно-ресурсного потенціалу Західного Полісся. Розроблені теоретичні основи створення системи екологічного моніторингу природно-заповідного фонду Західного Полісся, доцільні для практичного розв'язку задач побудови інформаційно-діагностичних систем та автоматизації технологій управління екологічною безпекою територій.

Визначені основні принципи побудови системи управління екологічною безпекою природно-заповідних об'єктів Західного Полісся, на основі яких розроблений евристичний алгоритм. Розроблена концепція системи моніторингу, є основою продукційних правил для побудови автоматизованих інформаційних систем, розроблення ГІС-додатків або окремих програмних модулів для стикування і узгодження з ГІС-системами, пов'язаних із прийняттям оперативних рішень при управлінні ресурсокористуванням і забезпечення екологічної безпеки територій.

Ієрархічна схема моніторингових об'єктів передбачає визначення як наявних зв'язків між її частинами, так і прогнозованих, що забезпечує повноцінне функціонування елементів екомережі Західного Полісся. Екосистемний аналіз вказує на те, що це відкриті субекосистеми різного рівня з особливими структурою і функціями та сформованими зв'язками. Функціональні зв'язки між екосистемами об'єднують їх в екологічну мережу Західного Полісся, яка створює біотичний каркас Пан-

Європейської екологічної мережі. Комплексний моніторинг цієї території забезпечує розробку еколого-інформаційних ресурсів, необхідних усім рівням споживачів – від локального до національного.

Базуючись на загальнонаціональній концепції екомережі, побудовано інформаційно-аналітичну систему моніторингу природоохоронними комплексами Західного Полісся, призначену для систематизації інвентаризаційних обстежень об'єктів, інформаційно-аналітичного оброблення результатів досліджень, структуризації, стандартизації та подання інформації в оптимальному для прийняття рішень вигляді, створення засобів тривалого збереження інформації та розширення її емпіричного базису. Моніторинг конкретних територій реалізується за схемою: ідентифікація об'єктів спостережень (вибір екологічних індикаторів – види, біогеоценотичні угруповання); еколого-картографічне моделювання; програма дотримання вітчизняних і міжнародних стандартів якості довкілля; оперативний контроль на базі геоінформаційних систем. Використання системи екологічного моніторингу полягає в науковому обґрунтуванні проектів, рішень та вимог щодо управління екологічною безпекою територій Західного Полісся.

За результатами систематизації розроблених методів, моделей, комплексу процесів оброблення й аналізу даних, запропоновано систему оперативного і стратегічного управління територіями Західного Полісся, яка за рахунок розширення функціональних можливостей, інтеграції міждисциплінарних підходів до аналізу даних моніторингу та науково обґрунтованої оцінки стану екосистем, дозволяє прогнозувати вплив природних та антропогенних факторів на екосистемну динаміку та еколого-економічну базу для попередження і відвернення загроз біорізноманіттю та забезпечення екологічної безпеки природних комплексів.

Доцільне розроблення концепції формування програмно-апаратного геопорталу «Західне Полісся» з можливостями віддаленого роботизованого моніторингу. Інтеграція у геопортальну інформаційну систему засобів моніторингу, використання для віддаленого моніторингу роботизованих мобільних платформ — роботів телеприсутності з можливістю як повітряного (на базі квадрокоптерів), так і наземного, і в окремих випадках — водного моніторингу з двостороннім аудіо-відео контролем та додатковими елементами штучного інтелекту для запобігання критичних ситуацій, поломки апаратури а також автономного патрулювання по заданих маршрутах. Передбачається використання віртуальних симуляторів як додаткового елемента на етапі навчання. Представлення інформації та її архівування відбувається у 2D та 3D форматах для формування еколого-економічних моделей ресурсного потенціалу територій.

Інформаційно-аналітичні технології управління безпекою антропогенізованих лімноекосистем

Загородня С.А., Новохацька Н.А., Охарєв В.О., Попова М.А., Радчук І.В.
(Інститут телекомунікацій та глобального інформаційного простору НАН України, okhariev.vo@gmail.com)

Важливою складовою водних ресурсів в Україні, є озера. Окрім джерел питної води, лімнологічні системи також несуть важливу рекреаційну та еколого-стабілізаційну функції. Більшість з найбільших прісних акваторій на території держави входять до складу природно-заповідного фонду України як ключові об'єкти природних заповідників, національних парків, регіональних ландшафтних парків. Принципово їх можна розділити на дві категорії за інтенсивністю антропогенного навантаження. До першої віднесемо озера, що знаходяться на території заповідних ядер об'єктів ПЗФ, де діють суворі обмеження на ведення господарської та рекреаційної діяльності (приклад – озеро Синевир, що є ядром однойменного національного природного парку). Класичними представниками другої категорії є екосистеми великих озер Українського Полісся. Деякі з них мають надмірне рекреаційне навантаження (Світязь, Біле), деякі зазнають шкоди від фактичної відсутності обмежень на господарську діяльність в акваторіях та прибережних зонах (Люб'язь, Нобель). В даному дослідженні автори приділяють особливу увагу саме другій категорії лімнологічних об'єктів, використовуючи актуальні інформаційні технології для оцінки екологічного стану даних природних комплексів.

Було проведено екологічні дослідження озер Біле (Володимирецький район Рівненської області) та Люб'язь (Любешівський район Волинської області). Озеро Біле є одним з ключових заповідних об'єктів на території Рівненського природного заповідника, господарська діяльність в даній зоні суворо обмежена, але існує суттєве рекреаційне навантаження за рахунок розташування на узбережжі озера великої бази відпочинку та місць стихійного відпочинку туристів. Натомість озеро Люб'язь входить до складу національного природного парку (НПП) «Прип'ять – Стохід». Охоронний режим НПП є менш суворий, ніж режим природного заповідника, відповідно, тут, окрім рекреаційної діяльності, дозволяється більш активна господарська діяльність, зокрема, менше обмежень на вилов риби, також тут існує постійне населення, що займається сільським господарством.

Метою дослідження описаних лімнологічних об'єктів було уточнення даних про екологічну ситуацію в акваторіях та прибережних зонах із використанням даних дистанційного зондування Землі з космосу (ДЗЗ) та контактних вимірів, апробація синтезованої методики дослідження озер на основі технологій геоінформаційних систем,

створення паспорту озера з використанням онтологічного підходу до представлення розподілених інформаційних ресурсів.

Під час дослідження проведено батиметричну зйомку акваторій озер, використовуючи гідроакустичний метод ехолокаційного зондування з синхронною GPS-прив'язкою профілів виміру. В процесі виміру було отримано масив значень ряду показників – координати точки зйомки, глибина, дата і час проміру, температура поверхні води, зміщення відносно попередньої точки виміру. За результатами досліджень в геоінформаційному середовищі ArcGIS синтезовано векторну модель акваторії озера в картографічному (рис. 1, 3) та тривимірному вигляді (рис. 2, 4).

Рис. 1 Батиметрична карта акваторії озера Біле

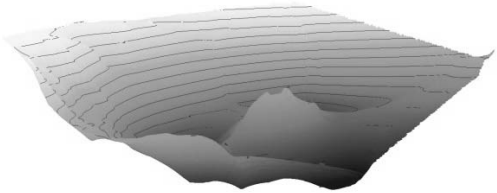


Рис. 2 3D-модель акваторії озера Біле

Рис. 3. Векторна батиметрична карта акваторії озера Люб'язь, накладена на растровий космічний знімок

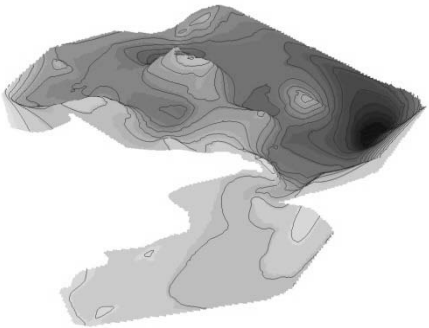


Рис. 4. 3D-модель акваторії озера Люб'язь

Окрім дослідження лімнологічних об'єктів на заповідних територіях, було приділено увагу озерам, що знаходяться на урбанізованих територіях. Їх екологічний стан характеризується значно інтенсивнішим та більш різноманітним антропогенним навантаженням. Це стосується як природних озер, так і озер штучного походження, зокрема, ставків та кар'єрів). Для прикладу обрано озеро Вербне (ізольований кар'єр гідронамиву на території м. Київ). Результати його батиметрії показані на рис. 5.

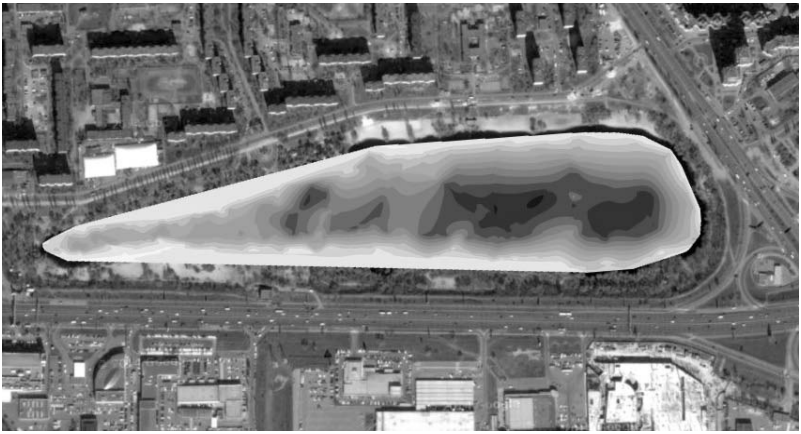


Рис. 5. Батиметрична карта озера Вербне

Представлені векторні картографічні моделі в геоінформаційному середовищі є інтерактивними і можуть бути актуалізовані в будь-який момент. Технології ГІС дозволяють аналізувати та візуалізувати статистичні масиви даних будь-якої величини, що дає суттєву підтримку в процесі прийняття управлінських рішень. Але геоінформаційний метод є недосконалим при вирішенні завдань комплексної оцінки багатофакторних взаємодій в екосистемах, які і утворюють природно-антропогенне навантаження. Для вирішення цього завдання необхідно синтезувати систему знань на основі інформаційно-аналітичних технологій, що забезпечують функціонування спільного словника машинно-інтерпретованих формулювань основних понять предметної галузі та відношень між ними. Таку можливість дає комп'ютерна онтологія, що являє собою семантичну модель окремого розділу знань і виконує завдання комунікатора між користувачем системи і власне системою [1].

Онтології містять інформаційні описи на основі об'єктно орієнтованої процедури формалізації, а також описи інтерпретаційних функцій, що керують процесом доступу до інформаційних ресурсів. Онтологія має формальну структуру, і це суттєво спрощує обробку великих масивів даних [2].Приклад взаємодії геоінформаційних систем та онтологій показано на рис. 6.

Рис. 6. Взаємодія ГІС та онтології

Комплексування представлених інформаційних технологій з контактними засобами екологічного моніторингу та математичними методами дає змогу удосконалити процес управління екологічною безпекою як урбанізованих, так і заповідних територій.

Література:

1. Палагин А. В. Системно-онтологический аналіз предметной области / А. В. Палагин, Н. Г. Петренко. // УСиМ. – 2009. – № 4. – С. 3 – 14.Волошкіна О.С. Реалізації технологій космічного моніторингу та геоінформаційних систем для проведення екологічної оцінки складових довкілля та районування територій. / О.С. Волошкіна, В.О. Охарєв // Екологічна безпека та природокористування: Зб. наук. пр. — К., 2011. — Вип. 4. — С. 56-63.
2. Попова М. А. Онтологічний інтерфейс як засіб представлення інформаційних ресурсів в ГІС-середовищі / М.А. Попова, О.Є. Стрижак // Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского. Серия: География. – 2013. – Т. 26 (65). – № 1– С. 127-135.

УДК 528.065/.067, 528-187.2

Можливості покращення точностних характеристик GPS приймачів побутового класу

Петричук В.В., Вишняков В.Ю.
(Національний центр управління та випробування космічних засобів, wishnya_dzz@mail.ru)

В статті представлено результати досліджень точністних характеристик GPS приймачів побутового класу та запропоновано шляхи та методи їх покращення.

Ключові слова: *GPS приймач.*

Глосарій

GPS (Global Positioning System) **приймач** - радіоприймальний пристрій для визначення географічних координат поточного місця розташування антени приймача, на основі даних про тимчасові затримки приходу радіосигналів, випромінюваних супутниками групи (GPS) NAVSTAR [1].

RTK (Real Time Kinematic) - сукупність прийомів і методів отримання планових координат і висот точок місцевості сантиметрової точності за допомогою супутникової системи навігації за допомогою отримання поправок з базової станції, прийнятих апаратурою користувача під час зйомки [2].

DGPS - система підвищення точності сигналів GPS, яка полягає в обліку і вимірі різниці між відомими псевдодальностями до супутників і фактичними кодовими псевдодальностями [3].

Сьогодні все швидше розвиваються і вдосконалюються технології для навігації з використанням систем глобального позиціонування. Кожній людині доступні будь-які з багатьох GPS-навігаторів – від простого побутового до складного професійного.

За допомогою GPS-приймачів вирішуються і спрощуються багато завдань у різних галузях діяльності. Залежно від характеру вирішуваних завдань GPS-приймачі поділяються на два класи – професійні й побутові. Перші використовуються у військових цілях, для геодезії й картографії, а другі набули широкого застосування в різних сферах сучасного життя. Професійне GPS устаткування відрізняється від побутового якістю виготовлення компонентів та програмного забезпеченням (ПО). Насамперед це можливість роботи в режимах підтримки RTK, та Differential Global Positioning System DGPS на кількох робочих частотах (L1 + L2), застосування алгоритмів компенсації інтерференційних залежностей, сонячної активності (вплив іоносфери), підтримка декількох системам навігації (NAVSTAR GPS, Глобальна Навігаційна Супутникова Система (ГЛОНАСС)).

В режимі RTK відбувається вимірювання фаз несучої GNSS-сигналів L1 і L2 одночасно на двох GNSS-приймачах. Координати одного з приймачів (базового) повинні бути точно визначені (наприклад, встановлення його в пункті державної геодезичної мережі); він передає по каналу зв'язку (стільниковий модем, мережа Інтернет тощо.) набір даних(поправок). Другий приймач може скористатися цими даними для точного визначення місця розташування на відстанях порядку до 30 км від базового приймача [2].

Основу диференціальної підсистеми становить наземна контрольно-корегувальна станція (ККС), координати якої відомі і визначені з великою точністю. Як правило, в подібних випадках застосовується поняття координати фазового центру приймальної антени. Шляхом порівняння виміряних значень псевдодальностей до супутників з достовірними значеннями, обчисленими на основі отриманої від головної станції інформації про орбіти космічних апаратів (КА), обчислюються поправки. Отримані значення поправок передаються споживачам спеціально виділеними лініями передачі даних. Споживач повинен мати відповідний приймач, оснащений модулем для прийому даної інформації з ККС [5].

Внаслідок цього всього вартість професійних навігаторів значно перевищує вартість побутових.

Побутові GPS приймачі для широкого кола користувачів бувають: автомобільні й портативні (туристичні) GPS – навігатори, GPS - трекери, GPS -логери, які можуть представляти із себе окремий пристрій або бути вбудованими в транспортний засіб у якості бортового комп'ютера [4]. Прилади цього класу достатньо дешеві, прості в експлуатації, при цьому час, необхідний для отримання координат в точці, становить одиниці хвилин. Найчастіше вони виробляються в єдиному корпусі з антеною, дисплеєм, клавіатурою керування, блоком енергоживлення – це робить їх досить портативними, що за зручністю дозволяє порівняти їх з мобільними телефонами. Ці приймачі покликані вирішувати, головним чином, навігаційні завдання в сфері народного господарства (наприклад, під час пошуку корисних копалин), наукових досліджень, туристичних мандрівок. Але в наслідок того, що вони не підтримують функцій корекцій з використанням стандартних методів (режими DGPS та RTK) - їх фактична похибка визначення координат коливається від 30м до 200 м.

Внаслідок недостатнього забезпечення сил антитерористичної операції (АТО) навігаційною апаратурою побутові GPS приймачі активно використовуються військовими підрозділами та іншими силовими структурами. Таким чином, метою цієї роботи стало визначення можливостей та розроблення методів для покращення точностних характеристик побутових GPS приймачів. Авторами

висунуто гіпотезу можливості покращення точностних характеристик навігаційних приймачів шляхом врахування статистичного середнього значення похибки. Для чого було запропоновано наступний алгоритм дослідження:

1. Виміри контрольних точок навігаційним приймачем.
2. Формування бази даних «еталонних» опорних точок з використанням геодезичного приймача, або навігаційного вищого класу;
3. Розрахунок отриманих похибок тестового навігатора.
4. Визначення середньої похибки.
5. Додаткові контрольні виміри тестової точки з урахуванням середньої похибки.
6. Порівняння результатів вимірювання з еталонним значенням.
7. Розрахунок середнього значення похибки, незміщеної оцінки похибки, середньоквадратичного відхилення дисперсії.

На сьогоднішній день середньостатистична вартість навігаційного приймача становить 7000 грн. [5]. Для дослідження було обрано GPS приймач Magellan eXplorist 600 (Рис. 1), як один з більш дешевих.

Рис 1. Magellan eXplorist 600

Рис.2 GPS Topcon GRS-1

Magellan eXplorist 600 зручний універсальний приймач з водним та протиударним захистом виготовлений з використаням технології TrueFix, яка покращує якість прийому сигналу супутників. Прилад має вбудований 3-х вісний компас, термометр, барометр. Він оснащений 16 Мб вбудованої незалежної пам'яті, 8 Мб якої використовуються під деталізовану базову карту, а ще 8 Мб призначені для можливості зберігання 500 точок, 5 траєкторій руху та 20 маршрутів. При цьому,

дозволяється збереження необмеженої кількості даних користувача (шляхових точок, маршрутів, траєкторій руху) на SD-карті пам'яті [6].

В якості еталонного використовувався приймач GPS **Topcon GRS-1** (Рис. 2). Приймач GPS Topcon GRS-1 є високоточним геодезичним багатофункціональним приладом. У ньому використовується технологія компонента GPS +, яка забезпечує доступ до американської супутникової системи GPS і російської системи ГЛОНАСС. Він може приймати і обробляти сигнали на частотах L1 і L2, що підвищує точність визначення координат. Вбудований електронний компас і цифрова камера роблять GRS-1 універсальним пристроєм для створення геоінформаційних систем. Все це забезпечує високу точність вимірювань приладу GRS-1. Ряд інших особливостей, включаючи зниження ефекту багатопроменевості (Advance Multipath Reduction) і можливість прийому навіть слабкого сигналу з супутника (Co-Op Tracking), дозволяють виконувати зйомку в залісненій місцевості, при наявності різного роду перешкод і при малих кутах піднесення супутників над горизонтом. Приймач GRS-1 забезпечує функціональність, точність, доступність і цілісність, що в сукупності необхідно для швидкого і зручного збору даних [7].

Порівняльні характеристики обраних приладів представлено в таблиці 1.

Таблиця 1 *Порівняльна характеристика GPS Topcon GRS-1 та Magellan eXplorist 600*

Характеристика	**Topcon GRS-1**	**Magellan eXplorist 600**
Тип приймача	72 канальний інтегрований GPS + приймач	14 канальний GPS приймач
Кількість каналів (стандартно)	72 GPS L1/L2, ГЛОНАСС L1/L2	14 паралельних каналів
Відслідковує сигнали	GPS: L1 C/A і P - коди, L2. ГЛОНАС: L1, L2 (кодові і фазові вимірювання) WAAS / EGNOS / MSAS	GPS: L1 C/A, WAAS, EGNOS.
Режими вимірювань	Статика, Кінематика , RTK, DGPS	Статика, Кінематика
Антена	Вбудована GPS+ГЛОНАС	ВбудованаGPS
Точностні характеристики		
Статика (план)	3 мм + 0,5 мм/км (L1+L2)	< 7 метрів. З використанням WAAS/EGNOS <3 метрів.
Статика (висота)	5 мм + 0,5 мм/км (L1+L2)	
Кінематика (план)	10 мм + 1 мм/км	
Кінематика (висота)	15 мм + 1,5 мм/км	
RTK (план)	10 мм + 1 мм/км	-
RTK (висота)	15 мм + 1,5 мм/км	-

Характеристика	**Topcon GRS-1**	**Magellan eXplorist 600**
DGPS (режим реального часу)	Менш ніж 0,5 м	-
DGPS (постобробка)	10 см	-
холодний старт	<30 сек	<2хв
теплий старт	<10 сек	<1хв
Інтерфейс і зв'язок		
Інтерфейсні порти, RS-232	1	-
Інтерфейсний порти, USB	1	1
Зовнішнє живлення	Порт підключення зовнішнього джерела живлення 6-28 В	-
антенний порт	1	-
Пам'ять і запис даних		
Вбудована пам'ять	SDRAM 128 Мб	16 Мб
Додаткова пам'ять	Слот для SD-карти пам'яті до 2 Гб	Слот для SD-карти пам'яті
Управління		
Інтерфейс користувача	Дисплей 3,7 дюйма	Дисплей 2.25 дюйма
Вбудовані акумулятори	Знімна Li-Ion батарея (BT-66Q)2500 мА	Вбудована Li-Ion батарея 1300мА
Час безперервної роботи	не менше 9 год	17 год
Фізичні характеристики		
Корпус	Пластиковий. Розміри 93 см х215 см х53 см)	Кругове гумове ущільнення. Розміри 11,7см х 5,3см х 3,3см.
Вага	0.77 кг (без батарей)	110 г (з батареєю)

Для аналізу якісних точностних характеристик визначення місцеположення об’єкту слід визначитися з факторами, що можуть впливати на їх значення:

– іоносферні й тропосферні затримки (в міру проходження іоносфери, тропосфери та атмосфери сигнал уповільнюється, що викликає часову затримку. Система GPS використовує вбудовану модель, що визначає середню величину затримки для часткової корекції помилки цього типу);
– ефект багатопроменевості (виникає, коли сигнал відбивається від об'єктів, таких як високі будинки або скелі й потрапляє в приймач із затримкою. Збільшення часу проходження відбитого сигналу до виникнення помилки);

– помилка годинника приймача (вбудований годинник GPS-приймачах має значно меншу точність ходу ніж атомний годинник, що знаходиться на борту супутника. Це може бути причиною помилок у визначенні часу проходження сигналу);
– орбітальні помилки (ефемерідні помилки, внаслідок неточності інформації про місці розташування супутників);
– число видимих супутників (чим більше супутників знаходить в полі зору GPS-приймача, тим вище точність. Будинки, елементи рельєфу, а іноді й густе листя можуть вносити перешкоди в прийом сигналів GPS, призводячи до помилок у визначенні місцеположення об'єкту);
– геометрія видимих супутників (визначається взаємним розташуванням супутників у кожний момент часу. Ідеальною є така геометрія супутників, коли кути між напрямками на них великі. Поганою вважається така геометрія, коли супутники розташовуються на одній лінії або близько до неї) [6].

Надалі було здійснено виміри контрольних точок обраними навігаційними приймачами, що представлені в таблиці 2. Для зручності подальшого розрахунку отримані координати були переведені з геодезичної в геоцентричну системи WGS 84.

Таблиця 2 *Результати вимірів контрольних точок в геоцентричній системі координат*

№ к.т.	Magelan eXplorist 600			Topcon GRS-1		
	x	y	z	x	y	z
1	3748816	1897925	4782776	3748836	1897928	4782786
2	3748246	1898963	4782817	3748261	1898965	4782821
3	3739586	1926389	4778606	3739599	1926390	4778612
4	3743286	1918217	4778927	3743305	1918221	4778934
5	3770058	1887647	4770075	3770082	1887652	4770084
6	3777216	1895100	4761491	3777231	1895103	4761497
7	3774182	1889609	4766086	3774197	1889603	4766096
8	3726653	1885440	4804859	3726670	1885443	4804867
9	3748199	1895666	4784117	3748219	1895667	4784123
10	3756072	1890104	4780231	3756080	1890104	4780235
11	3756161	1890575	4779962	3756186	1890578	4779963
12	3756306	1890917	4779715	3756325	1890920	4779727

Точність визначення географічних координат визначалася за наступними параметрами:

1. Похибка координатного прив'язування окремо по широті, довготі та висоті, які обчислювалися за формулами:

$$\Delta X = X - X' \qquad (1)$$

$$\Delta Y = Y - Y' \quad (2)$$

$$\Delta Z = Z - Z', \quad (3)$$

де X - широта, Y - довгота, Z - висота контрольної точки; X' - широта, Y' - довгота, Z' - висота виміряної точки. (Рис.3)

2. Середнє значення похибки

$$\Delta_{сер} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \Delta_i}{n-2}, \quad (4)$$

3. Незміщена оцінка похибки, що становить:

$$\overline{D} = \frac{\sum_{i=1}^{n} (\Delta_i - \Delta_{сер})^2}{n-1} \quad (5)$$

4. Середньоквадратичне відхилення дисперсії.

При збільшенні кількість контрольних точок (n) закон розподілу суми похибок наближається до нормального. Таким чином середньоквадратичне відхилення дисперсії дорівнює:

$$\sigma_{\overline{D}} = \overline{D}\sqrt{\frac{2}{n-1}} \quad (6)$$

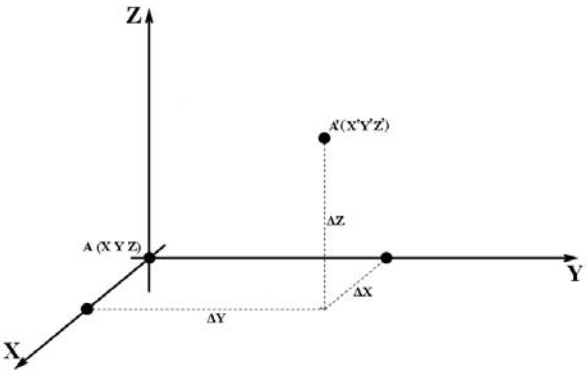


Рис.3. Похибка в тривимірній системі координат

Результати обчислень по контрольних точках наведено в таблиці 3. Максимальна похибка по широті склала 24,6 м, по довготі – 6,45 м., по висоті – 12 м. Для розрахунку інших показників максимальне та мінімальне відхилення не враховувалися. Надалі було прийнято рішення враховувати при подальших вимірюваннях отримані відповідні

показники середніх похибок. Для нашого приладу вони становили: по широті - -17м., по довготі - -2м., по висоті - -7 м.

Таблиця 3 *Результати розрахунків похибок параметрів визначення координат*

№ п/п	Дельта		
	ΔX (широта),м	ΔY (довгота),м	ΔZ (вистота),м
1	-19,26790	-3,40740	-10,21200
2	-15,09040	-1,51850	-3,46390
3	-13,24300	-1,23940	-5,84880
4	-18,99940	-4,11310	-7,59290
5	-24,32700	-4,43430	-9,57900
6	-15,61610	-3,12740	-6,05660
7	-15,54100	6,45210	-9,42200
8	-17,14780	-2,73150	-7,78910
9	-19,64700	-0,85220	-6,97910
10	-7,98660	0,36970	-3,62960
11	-24,67210	-3,50790	-1,13140
12	-18,50340	-2,57010	-12,07160
СНП	-17,73830	-2,26978	-7,05730
НОП	19,44582845	8,759353493	10,0104038
СВД	8,291729112	3,735000879	4,268450522

СЗП - середнє значне похибки,
НОП - незміщена оцінка похибки
СВД - середньоквадратичне відхилення дисперсії

Для уточнення результатів вимірювання GPS Magelan eXplorist 600 було враховано отримані значення середньої похибки. На тестовій ділянці було проведено додатково 13 вимірів з урахуванням похибки вище зазначеним методам.

До кожного отриманого значення додавалась відповідного параметру.

$$X_{\mathrm{N}} = X_{N'} - \Delta X_{сер} \tag{7}$$

$$\mathrm{Y}_{\mathrm{N}} = Y_{N'} - \Delta Y_{сер} \tag{8}$$

$$\mathrm{Z}_{\mathrm{N}} = Z_{N'} - \Delta Z_{сер} \tag{9}$$

Кожний отриманий параметр було порівняно з еталонними показниками та розраховано нове середнє значення похибки, незміщеної оцінки похибки та середньоквадратичного відхилення дисперсії. Результати представлено в табл.4 та відображено на графіку (рис.4).

Результати проведеної роботи представлені в таблиці 6 та порівняні на відповідних графіках (рис.5 – рис.7).

Таблиця 4 *Координати точок тестової ділянки*

№ к.т.	Координати WGS-84		
	x	y	z
1	3756058.2575	1890105.4313	4780234.6884
2	3756051.2045	1890101.8822	4780225.6518
3	3756049.4413	1890100.9949	4780223.3927
4	3756051.1666	1890100.4938	4780224.8988
5	3756051.7543	1890100.7896	4780225.6518
6	3756051.7543	1890100.7896	4780225.6518
7	3756051.1666	1890100.4938	4780224.8988
8	3756051.1666	1890100.4938	4780224.8988
9	3756053.5510	1890100.3244	4780224.4322
10	3756054.1387	1890100.6202	4780225.1853
11	3756058.2529	1890102.6905	4780230.4566
12	3756054.7265	1890100.9160	4780225.9383
13	3756054.1767	1890102.0086	4780225.9383

Таблиця 5 *Результати розрахунків похибок параметрів визначення координат з врахуванням корекції*

№ к.т.	ΔX (широта),м	ΔY (довгота),м	ΔZ(висота),м
1	-4,55470	3,65588	6,22690
2	-11,60770	0,10678	-2,80970
3	-13,37090	-0,78052	-5,06880
4	-11,64560	-1,28162	-3,56270
5	-11,05790	-0,98582	-2,80970
6	-11,05790	-0,98582	-2,80970
7	-11,64560	-1,28162	-3,56270
8	-11,64560	-1,28162	-3,56270
9	-9,26120	-1,45102	-4,02930
10	-8,67350	-1,15522	-3,27620
11	-4,55930	0,91508	1,99510
12	-8,08570	-0,85942	-2,52320
13	-8,63550	0,23318	-2,52320
СЗП	-9,80686	-0,66878	-2,67945
НОП	6,043249891	1,881803485	9,291816836
СВД	2,467146437	0,768243056	3,793368339

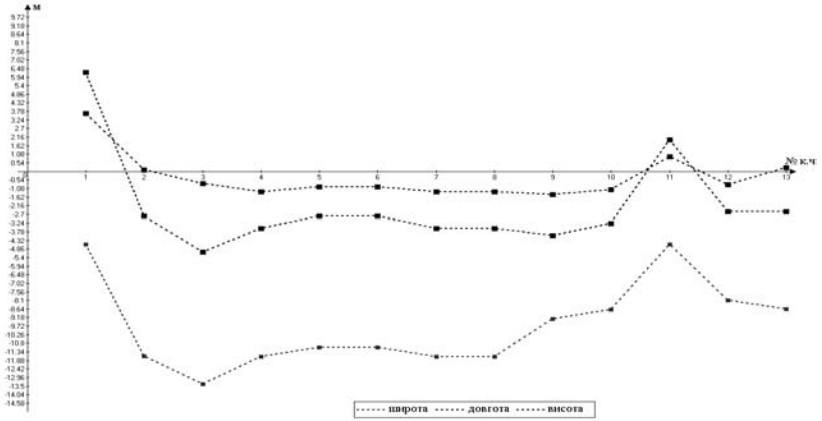


Рис.4. Графік похибок координатного прив'язування по широті, довготі та висоті

Таблиця 6 *Результати розрахунків СЗП, НОП та СВД до та після врахування похибки*

	Без корекції	З корекцією	Без корекції	З корекцією	Без корекції	З корекцією
СЗП	-17,74	-9,81	-2,27	-0,67	-7,0573	-2,67945
НОП	19,45	6,04	8,76	1,88	10,01	9,29
СВД	8,30	2,47	3,74	0,77	4,27	3,80

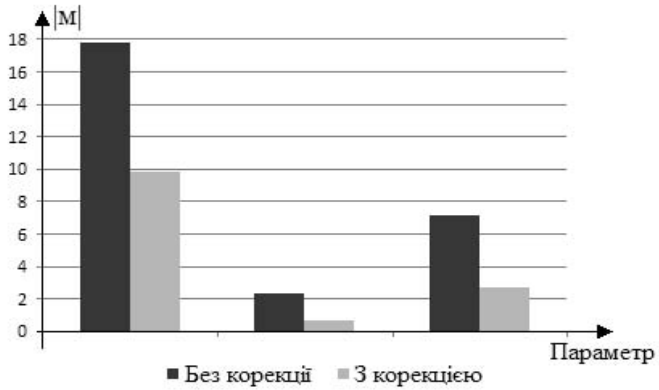


Рис.5. Середня похибка по широті, довготі та висоті (по модулю)

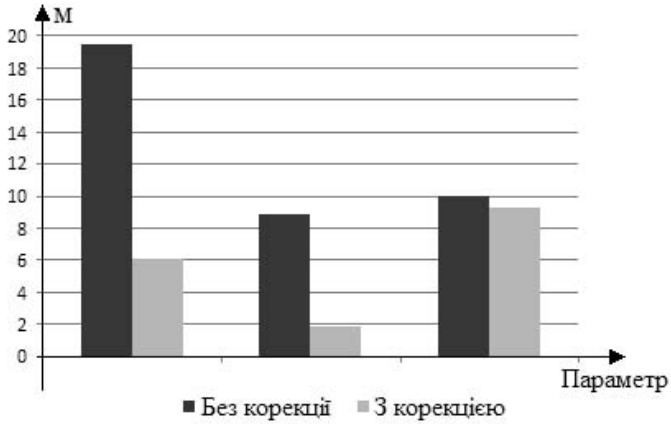


Рис.6. Незміщена оцінка похибки по широті, довготі та висоті

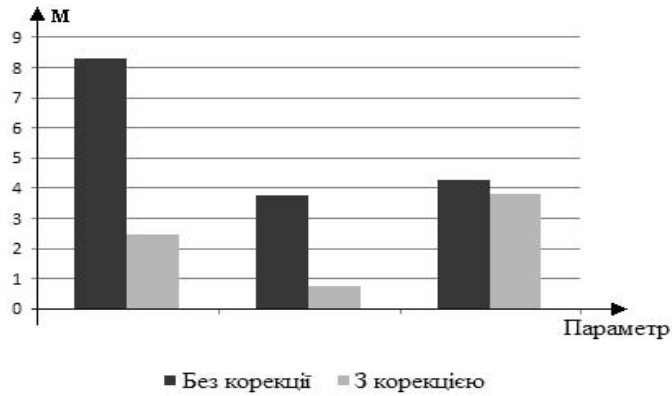


Рис.7. Середньоквадратичне відхилення дисперсії по широті, довготі та висоті

Висновок

В результаті проведеної роботи було доведено можливість покращення точностних характеристик побутових GPS приладів та запропоновано використання розробленого методу. Практично було отримано покращення точності вимірювання координат обраним GPS приладом по широті в 1,8 рази, по довготі – в 3,3 рази, по висоті – в 2,6 рази. Автори вважають доцільним подальше проведення додаткових випробувань інших побутових GPS приладів у різні пори року та часи доби. Також доцільне проведення порівняльного аналізу різних побутових GPS приладів у порівнянні один з одним.

Література

1. https://ru.wikipedia.org/wiki/GPS-приёмник
2. Серапинас Б.Б. Глобальные системы позиционирования.— Издание 3-е, исправленное и дополненное.— Москва: ИФК «Каталог», 2002.— С. 62-106.
3. https://ru.wikipedia.org/wiki/DGPS
4. http://geonet.kz/whois_gps_reciver
5. Яценков В.С. Основы спутниковой навигации. Системы GPS NAVSTAR и ГЛОНАСС. – Москва: Горячая линия – Телеком, 2005. – 272с.
6. http://nadavi.com.ua/src/230/magellan/src-39.php
7. http://www.a-geo.com/priemnik-topcon-grs-1/gps-priemnik-grs-1
8. Леонтьев Б. К. GPS: Все, что Вы хотели знать, но боялись спросить. Неофициальное пособие по глобальной системе местоопределения, 2006. - 352 с.

Онтологія взаємодії в середовищі геоінформаційної системи (на прикладі інформаційно-аналітичного середовища фахівців з оцінювання якості поверхневих вод)

Попова М.А.

(Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, pma1701@gmail.com)

Діяльність експертів природоохоронної галузі пов’язана з аналізом перманентно зростаючих потоків тематично та просторово розподіленої, слабко структурованої або неструктурованої інформації. Потреба її якісної обробки, інтуїтивно зрозумілого, багатоаспектного представлення вимагають створення методів та засобів взаємодії з інформаційними ресурсами для забезпечення їх ефективного використання.

Підвищення ефективності представлення та аналізу просторово розподіленої інформації досягається шляхом локалізації даних в середовищі геоінформаційної системи (ГІС). ГІС-технології об'єднують традиційні операції при роботі з базами даних з перевагами повноцінної візуалізації і географічного аналізу. Однією з переваг застосування ГІС є найбільш природне для людини подання як просторової, так і атрибутивної інформації про розташовані в просторі об'єкти. Оскільки формулювання більшості задач в сучасних ГІС є слабкоструктурованими та слабоформалізованими, розробка традиційних математичних моделей ускладнена та вимагає значних витрат, які перевищують очікуваний від них ефект. Зазвичай завдання дослідження внутрішніх взаємодій в геоінформаційній системі, факторів впливу, динаміки предметної області (ПдО), враховуючи неповноту або неточність описів об'єктів,

вирішуються на неформальному рівні експертами-фахівцями. Для підтримки їх взаємодії між собою та з інформаційними ресурсами пропонується створення уніфікованого інформаційно-понятійного простору на основі онтології.

Будучи аналогом поняття «модель», онтологія слугує засобом комунікації між користувачами, ресурсами та системами завдяки поєднанню інформаційних описів на основі об'єктно-орієнтованої процедури формалізації з описами інтерпретаційних функцій, які керують процесом постачання інформаційного ресурсу, а її формальна структура спрощує комп'ютерну обробку та дозволяє відобразити специфічні завдання інформаційного середовища. Використання онтології ефективне й при агрегації інформації з різних джерел і середовищ, її представленні та інтерпретації в процесі вирішення задач.

Таким чином, актуальною є розробка онтологічного інтерфейсу взаємодії користувачів з розподіленими інформаційними ресурсами, системами та між собою в середовищі геоінформаційної системи.

Використання інформаційної технології онтологічної взаємодії полегшує діяльність спеціалістів, які займаються моніторингом навколишнього природного середовища, не лише при аналізі отриманих даних, а й при візуалізації прийнятого на їх основі рішення у вигляді картографічних матеріалів. Оскільки основна інформація щодо моніторингу сьогодні, на жаль, надається у вигляді звітів на паперових носіях, а решта – міститься в цифровому вигляді у спеціалізованих базах даних, доступ до цих ресурсів значно обмежений через їх погану структурованість, недостатню систематизованість та різнорідний розподіл на web-порталах, бібліотеках та архівах. З метою вирішення цієї проблеми пропонується використовувати онтологічній інтерфейс взаємодії фахівців в середовищі геоінформаційної системи, онтологія в основі якого забезпечує систематизацію інформаційних ресурсів для аналізу стану природного навколишнього середовища, їх інтеграцію в єдиний інформаційний простір і змістовний доступ до них. Метод онтологічної взаємодії природним чином інтегрує найбільш важливі компоненти технології Semantic Web, зокрема, використання онтології для подання семантики інформаційних ресурсів та підтримки їх інтелектуального аналізу.

В якості прикладу реалізації інформаційної технології онтологічної взаємодії користувачів геоінформаційної системи через онтологічний інтерфейс розглядається інформаційно-аналітичне середовище фахівців з оцінювання якості поверхневих вод басейну річки Сіверський Донець, до задач яких входить прогнозування явищ і подій, виділення головних факторів і причин, а також їх можливих наслідків, що пов'язані з плануванням стратегічних рішень щодо екологічного стану басейну.

Базисом інформаційно-аналітичного середовища взаємодії фахівців виступає онтологія предметної області, яка, по-перше, є описом структури середовища, по-друге, – містить ресурси, що описують обрану область моніторингу. Онтологія описує пункти спостережень за якістю поверхневих вод, інформацією з яких оперують експерти в процесі оцінки, аналізу та прогнозу стану вод басейну р. Сіверський Донець.

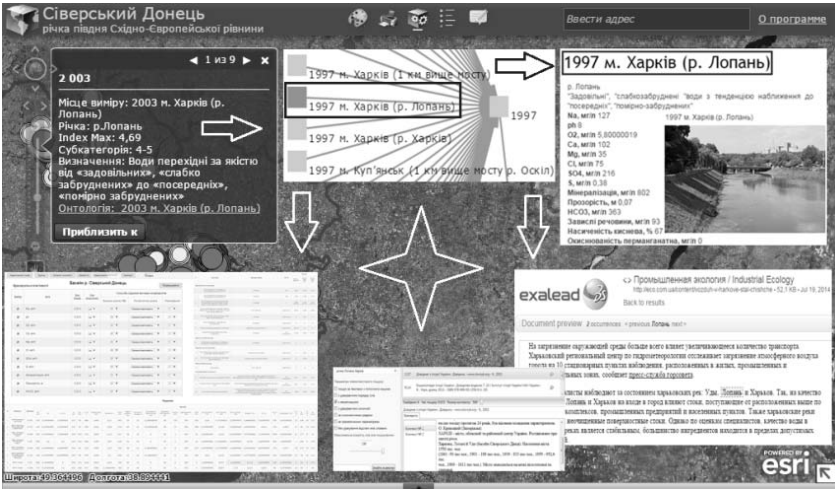


Рис. 1. Інформаційно-аналітичне середовище взаємодії фахівців з ГІС через онтологічний інтерфейс

Взаємодія з розподіленими інформаційними ресурсами, зокрема текстовою інформацією, дає можливість фахівцеві доозначити об'єкти, їх властивості та відношення в досліджуваній предметній області та розширити або уточнити онтологію, що її описує.

За даними просторового розташування пунктів спостереження за якістю поверхневих вод в середовищі ArcGIS Desktop була скомпонована та опублікована на сервері карта для відображення даних, виконання інтерактивних запитів, веб-редагування, геокодування, друку та інших функцій в ArcGIS Viewer for Flex. Взаємодія Web-додатку карти та відповідної онтології реалізована за допомогою програмного засобу ArcGISController.

Взаємодія фахівців з онтологією в середовищі геоінформаційної системи дозволяє розширяти та доповнювати інформаційні описи понять-об'єктів на основі інформаційних ресурсів, розподілених в Internet, а інтегровані в онтологію інформаційні системи – значно розширити уявлення про об'єкт моніторингу, порівнювати результати якості води у відповідних пунктах із нормами і стандартами та прийняти відповідні рішення. Єдине інформаційно-аналітичне середовище

взаємодії фахівців з моніторингу перманентно поповнюється даними територіально розподілених користувачів-експертів різних напрямків досліджень. Застосування онтологічних описів у цьому технологічному ланцюгу забезпечує динамічне формування множин критеріїв оцінки об’єктів на основі використання властивостей концептів предметних областей. Коректність та адекватність прийнятого фахівцем рішення повністю залежить від коректності і адекватності опису онтологічної моделі предметної області дослідження.

Отже, використання онтологічного підходу до класифікації, систематизації та використання інформаційних ресурсів та онтологічного інтерфейсу взаємодії користувачів з інтегрованими розподіленими інформаційними системами в ГІС-середовищі дає можливість кожному експерту з оцінки якості поверхневих вод виявляти принципово нові, раніше невідомі взаємозв'язки між об’єктами дослідження, сприяє зміщенню акцентів із пасивних методів пошуку, орієнтованих на передачу інформації, до ширшого застосування активних методів аналізу проблем і пошуку рішень, співпраці фахівців шляхом уніфікації розуміння предметної області, завдяки чому здійснюється більш чіткий та результативний обмін інформацією на міжнародному рівні з метою інформаційною підтримки та попередження надзвичайних ситуацій, а також для вирішення практичних задач, пов’язаних з управлінням екологічною безпекою поверхневих вод та удосконаленням існуючої системи державного моніторингу.

Література

1. Палагин А. В. Системно-онтологический анализ предметной области / А. В. Палагин, Н. Г. Петренко. // УСиМ. – 2009. – № 4. – С. 3 – 14.
2. Попова М. А. Онтологічний інтерфейс як засіб представлення інформаційних ресурсів в ГІС-середовищі / М.А. Попова, О.Є. Стрижак // Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского. Серия: География. – 2013. – Т. 26 (65). – № 1– С. 127-135.
3. Стрижак О. Є. Засоби онтологічної інтеграції і супроводу розподілених просторових та семантичних інформаційних ресурсів / О. Є. Стрижак // Екологічна безпека та природокористування : Збірник наукових праць / редкол. : О. С. Волошкіна, О. М. Трофимчук (голов. ред.) [та ін.]. – Міністерство освіти і науки України, КНУБіА, НАН України Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору. – Київ, 2013. – Вип. 12. – С. 166-177.

УДК 502.63

Модель оцінювання впливу екологічного стану навколишнього середовища на здоров'я населення Тернопільської області

Триснюк В.М., к.геогр.н., Крихівський М.В., к.т.н.
(Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору, НАН України)

Модель оцінювання впливу екологічного стану навколишнього середовища на здоров'я населення є завершенням моніторингових досліджень і прийняттям управлінських рішень щодо оптимізації заходів для поліпшення медико-екологічних умов. Дослідження концентрацій окремих хімічних елементів поверхневих вод та стану захворюваності систем кровообігу та дихання людей Тернопільської області показало наявність зв'язку між концентрацією цинку в поверхневих водах та захворюваннями органів кровообігу людей.

Ключові слова: *екологічна безпека, екологічні маркери, здоров'я населення, екологічний моніторинг, інструментально-лабораторний контроль, природно-техногенні загрози.*

Model environmental impact assessment of the environment on health monitoring is the completion of studies and management decisions to optimize measures to improve health and environmental conditions. Research concentrations of individual chemical elements of surface water status and incidence of cardiovascular and respiratory People Ternopil region revealed a link between the concentration of zinc in surface waters and diseases of the circulatory people.

Keywords: *ecological safety, environmental markers, public health, environmental monitoring, instrumental and laboratory control, natural and man-made threats.*

Постановка проблеми. Вплив чинників екологічного середовища на здоров'я населення можна перевірити моніторинговими дослідженнями і прийняти управлінські рішення щодо оптимізації заходів для поліпшення медико-екологічних умов.

Основні проблеми стосовно обмеження впливу чинників екологічного середовища на здоров'я населення на всіх рівнях такі:

1) недостатня спрямованість екологічних досліджень з виявлення впливу чинників екологічного і суміжних середовищ на здоров'я населення ;

2) недостатня державна підтримка екологічних досліджень та інформування населення (якість питної води, геофізичні поля тощо) про можливі небезпеку та ризик розвитку несприятливих для здоров'я і життя екологічних процесів;

3) оптимізація взаємодії життєдіяльності з екологічним середовищем, зокрема стратегії раціонального водокористування для забезпечення потреб населення.

У зв'язку з цим потрібно розробити концепцію методології медико-екологічного моніторингу й намітити шляхи вирішення проблеми

впливу негативних процесів, що відбуваються у межах екологічного середовища, на здоров’я населення. Медико-екологічний моніторинг – це комплексна науково-інформаційна система періодичних або безперервних тривалих спостережень за станом екологічного середовища (процесами і явищами, що в ньому відбуваються), показниками здоров’я населення з метою обґрунтування їх взаємозв’язку й запобігання захворюваності, розробки оптимізаційних заходів для запобігання негативній ситуації та мінімізації її наслідків [1].

Природно-соціальний підхід до оцінки якості навколишнього середовища передбачає, в першу чергу, оцінку стабільності середовища існування людини, під яким розуміють сукупність природних умов і антропогенно-природних факторів, які виключають наступ будь-яких психологічних, психічних, фізіологічних, генетичних та інших ефектів для здоров'я людини протягом його життя [2].

Аналіз попередніх досліджень і публікацій. Останнім часом в Україні опубліковано ряд праць, у яких висвітлені загальні аспекти оцінювання впливу екологічного стану навколишнього середовища на здоров’я населення. Дослідниками доказана залежність між хімічним складом ґрунтів, поверхневих вод і захворюваністю населення та присвячені роботи: Рудька Г.І., Трофимчука О.М., Крихівського М.В., Адаменка О.М., Яковлєва Є.О. та ін.

Виклад основного матеріалу. Вміст окремих хімічних елементів в ґрунтах територій проживання людей через воду, продукти харчування, дихання відображається на балансі мікроелементів в організмі людини. Проблема ускладнена тим, що в сучасному прогнозуванні змін екологічної ситуації не врахована організація екологічного моніторингу, як визначального чинника формування параметрів розвитку геодинамічних, геохімічних та інших процесів, що впливають на здоров’я населення. Цей вплив принципово відрізняється у межах природних і техноприродних геосистем у різних за організацією типах екологічного середовища. У техноприродних геосистемах він до того ж значно посилений і складно передбачуваний.

Якість продуктів харчування, хімічний склад питної води, атмосферного повітря також переважно визначаються природним станом геологічного середовища і майже завжди погіршуються за прямого чи опосередкованого техногенного впливу. Формування дієвої системи оцінки й прогнозування впливу екологічного середовища на здоров’я населення – обов’язкова умова успішного реагування і вжиття заходів, спрямованих на мінімізацію цього впливу. В Україні на державному рівні така система не сформована.

Основою моніторингових робіт є отримання інформаційних потоків, їх обробка, ранжування, створення на їх основі різних за масштабами і ступенем вірогідності моделей прогнозування і управління (рис.1).

Призначення алгоритмічної моделі – визначення основних просторово-часових закономірностей розвитку небезпечних геологічних процесів, тектоніко-фізичної, геолого-тектонічної організації геологічного середовища [3]. Це упорядкована система відповідних оцінок, яка ґрунтується на знаннях і досвіді експертів, результатах аналізу фондових і опублікованих матеріалів стосовно досліджуваної проблеми. Вона дає змогу визначити об'єм досліджень, режим їх виконання, реалізувати попередній прогноз стану системи і намітити першочергові заходи. Показники, що входять до інтегрального критерію оцінки системи людина – екологічне середовище, визначають на підставі інформації, отриманої від відповідних служб (гідрометеорологічної, санітарно-епідеміологічної, тощо).

Рисунок 1. Приклад алгоритму дослідження структури автоматизованої інформаційної системи з оцінки впливу техноприродного середовища на стан здоров'я населення

Деякі показники мають бути отримані в результаті спеціальних досліджень, що фінансуються з бюджетів різних рівнів.

Розглянемо питання формування стратегії оцінювання екологічного стану досліджуваних територій, яка визначає стан і обсяги впливу окремих виробничих компонент, що проникають у навколишнє середовище, на здоров'я людей. Вирішення цих проблем набуває великої ваги для будь-яких територій саме за умов невизначеності ринкових відносин, що є характерною рисою стану перехідної економіки сучасної України, і дає змогу знизити ризик помилкових пропозицій, висновків та управлінських рішень.

На сьогодні закінчених досліджень з адекватним аналітичним моделюванням зв’язку поступлення мікроелементів в організми людей та виникненням захворювань практично немає. Тому важливі статистичні дослідження, які в першому наближенні можуть характеризувати процеси, що тісно пов’язані з екологічною безпекою середовища проживання людей. Вони значно підвищать ефективність екологічної політики, яка неможлива без пріоритету здоров’я населення в фокусі несприятливих впливів оточуючого середовища. Можемо констатувати, що в Україні цілісного підходу й єдиної методології моніторингу стану екосистем і здоров’я населення, їх взаємозв’язків в організаційно-технічному й інформаційно-аналітичному розумінні поки що не створено [4].

Відбір проводився за методиками у відповідності до вимог ГОСТ 17.04.3.01-83 та 17.4.4.02-84 з урахуванням водної, ландшафтної та геоморфологічної карт області для охоплення рівномірною мережею. Також брали до уваги дані державної екологічної інспекції та санепідемстанції.

Територіально проби охоплювали всю область. Аналіз виконувався рентгенофлюоресцентним методом приладом НАТ (аналізатором токсичних елементів).

Дослідження основних екологічних умов проживання населення Тернопільської області починалося з відбору проб та їх аналізу. Відповідно до адміністративного поділу області ми виділили 17 екологічних дільниць, що характеризувалися числовими значеннями концентрацій окремих хімічних елементів, поверхневих вод (табл. 1.) та захворюваністю (табл. 2.).

Таблиця 1. *– Результати інструментально-лабораторного контролю якості поверхневих вод Тернопільської області за 2012 рік*

№ з/п	Район	Хімічні елементи							
		Zn	Cd	Ca	Co	Mn	Mg	Cu	Ni
1	Бережанський	0,192	0,001	54,11	0,001	17,02	0,076	0,0020	0,003
2	Борщівський	0,221	0,003	56,1	0,046	29,2	0,0228	0,0006	0,0021
3	Бучацький	0,214	0,006	92,2	0,0176	10,94	0,0462	0,0033	0,0076

№ з/п	Район	Хімічні елементи							
		Zn	Cd	Ca	Co	Mn	Mg	Cu	Ni
4	Гусятинський	0,198	0,006	78,2	0,002	15,5	0,133	0,013	0,0038
5	Заліщицький	0,164	0,006	78,2	0,007	20,7	0,035	0,005	0,004
6	Збаразький	0,266	0,002	66,2	0,004	13,38	0,083	0,009	0,0056
7	Зборівський	0,219	0,003	56,1	0,001	21,9	0,143	0,0072	0,0021
8	Козівський	0,131	0,004	84,2	0,012	25,54	0,0383	0,008	0,005
9	Кременецький	0,197	0,007	66,1	0,003	21,88	0,029	0,065	0,0071
10	Ланівецький	0,241	0,002	50,1	0,001	14,59	0,049	0,0046	0,0015
11	Монастири-ський	0,205	0,005	79,2	0,006	18,24	0,008	0,005	0,003
12	Підволочи-ський	0,256	0,006	110,2	0,008	21,9	0,057	0,011	0,0123
13	Підгаєцький	0,128	0,003	68,1	0,006	23,1	0,105	0,002	0,0031
14	Теребовлян-ський	0,249	0,002	80,2	0,020	52,29	0,046	0,0018	0,0015
15	Тернопіль-ський	0,169	0,003	56,1	0,0126	18,24	0,0057	0,014	0,006
16	Чортківський	0,03	0,005	98,2	0,0146	12,16	0,046	0,009	0,003
17	Шумський	0,102	0,004	55,1	0,031	34,05	0,064	0,025	0,009

Таблиця 2. *– Показники захворюваності жителів Тернопільської області за 2012 рік*

№ з/п	Район	Захворюваність на 100 тисяч населення	
		кровообігу	дихання
1	Бережанський	775	239
2	Борщівський	705	247
3	Бучацький	778	272
4	Гусятинський	736	168
5	Заліщицький	857	187
6	Збаразький	768	177
7	Зборівський	703	257
8	Козівський	740	168
9	Кременецький	637	146
10	Ланівецький	772	176
11	Монастириський	803	293
12	Підволочиський	873	357
13	Підгаєцький	742	260
14	Теребовлянський	761	170
15	Тернопільський	689	278
16	Чортківський	72	357
17	Шумський	775	212

Розрахунки коефіцієнта кореляції (табл. 3.) вказують на відсутність статистичного зв’язку досліджень ґрунтів та станом захворюваності систем кровообігу та дихання людей Тернопільської області. Це можна

пояснити тим, що тут немає інтенсивного промислового виробництва, та значною віддалю від промислових закордонних центрів.

***Таблиця 3.**– Коефіцієнти кореляції*

Хімічні елементи	Органи кровообігу	Органи дихання
Концентрації в поверхневих водах		
Zn	0,65514118	-0,25512
Cd	-0,09703342	0,133124
Ca	-0,19953808	0,44687
Co	-0,0961386	0,121366
Mn	0,21735747	-0,28481
Mg	0,05557506	-0,11593
Cu	-0,1309171	-0,30888
Ni	0,22678579	0,244362

Коефіцієнт кореляції між концентрацією цинку в поверхневих водах та захворюваннями органів кровообігу склав 0,65514118, що свідчить можливість існування такого статистичного зв'язку. Оскільки об'єм вибірки 17, тоді покращити оцінку коефіцієнта кореляції генеральної сукупності можна формулою [1]:

$$r^* = r\left[1 + \frac{1 - r^2}{2(n-3)}\right], \qquad (1)$$

де r^* – оцінка коефіцієнта кореляції генеральної сукупності, r – коефіцієнт кореляції, n – об'єм вибірки. Уточнюючий розрахунок оцінка коефіцієнта кореляції генеральної сукупності показав 0,66849647. 95%-ий довірчий інтервал знайдемо для r=0,67 і n=17. Він становить [0,3;0,85], що дозволяє стверджувати про наявність кореляції між концентрацією цинку в поверхневих водах території проживання та захворюваннями органів кровообігу людей. Такий зв'язок на нашу думку пояснюється ланцюгом поверхневі води – свійські тварини – продукти харчування.

Апроксимуюча залежність підбиралась як найточніша з функцій:

$$y_1(x) = a_0 + a_1 \cdot x \qquad (2) \qquad\qquad y_2(x) = a_0 + \frac{a_1}{x} \qquad (3)$$

$$y_3(x) = a_0 + a_1 \cdot \ln(x) \qquad (4) \qquad\qquad y_4(x) = a_0 \cdot e^{a_1 \cdot \ln(x)} \qquad (5)$$

$$y_6(x) = \frac{1}{a_0 + a_1 \cdot x} \qquad (6) \qquad\qquad y_7(x) = a_0 \cdot e^{a_1 \cdot x^2} \qquad (7)$$

$$y_8(x) = \frac{x}{a_0 \cdot x + a_1} \qquad (8) \qquad\qquad y_9(x) = a_0 + a_1 \cdot x^3 \qquad (9)$$

$$y_{10}(x) = a_0 + a_1 \cdot x^2 \qquad (10)$$

та підбором коефіцієнтів і степені поліному:

$$Q(x) = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + ... + a_m x^m \qquad (11)$$

У результаті точнішою з функцій є y_2 з коефіцієнтами a_0=882,146 і a_1=-23,342. Поліном (рис. 2.) дає кращу точність моделі залежності захворювань органів кровообігу *K* (випадків на 100 тисяч населення за рік) та концентрацією Zn (мг/кг) в поверхневих водах території проживання. Це поліном 5-го порядку з коефіцієнтами:

a_0=-763.3318641980371, a_1=3.60565889461262×10^4,
a_2=3.043801132113025×10^5, a_3=1.097506911991789×10^6,
a_4=-1.515608508078506×10^6, a5=3.360091425459393×10^5.

Знайдену залежність використаємо для прогнозування зміни здоров'я органів кровообігу в залежності від концентрацій цинку в поверхневих водах територій проживання. Таке прогнозування можливе тільки в межах досліджених концентрацій, які складають для цинку [0,03;0,266] мг/кг.

Програму EcoForecast розроблено для використання комп'ютерами під керування операційної системи MS Windows.

Інтерфейс програми (рис. 2.) складається з одного вікна, в якому вказується концентрація цинку в поверхневих водах території проживання. Після натиснення на кнопку «Виконати» обчислюється прогноз кількості випадків захворювання із 100 тисяч населення за рік. Кнопка «Очисти» видаляє числа, після чого можна розрахувати прогноз для іншої концентрації.

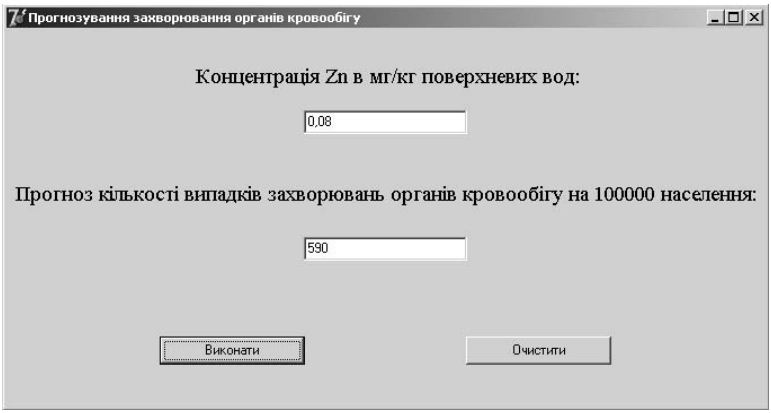


Рисунок 2. Вікно програми прогнозування

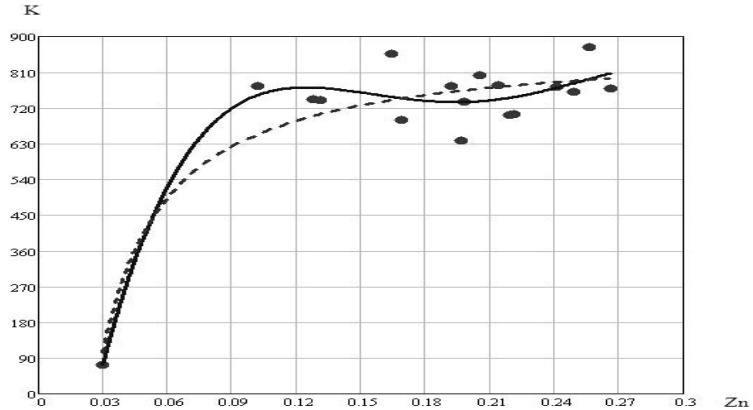


Рисунок 3. Залежність захворювань органів кровообігу від концентрації цинку в поверхневих водах: точки – значення, що моделюються; пунктир – функція y_2; суцільна лінія – поліном.

Висновки. Дослідження концентрацій окремих хімічних елементів поверхневих вод та стану захворюваності систем кровообігу та дихання людей Тернопільської області показало наявність зв'язку між концентрацією цинку в поверхневих водах та захворюваннями органів кровообігу людей (рис. 3). Виявлену залежність змодельовано аналітичною функцією. Розроблено комп'ютерну програму, що дозволяє прогнозувати зміни здоров'я органів кровообігу в залежності від концентрацій цинку в поверхневих водах територій проживання.

Література

1. 1.Адаменко О.М., Міщенко Л.В. Екологічний аудит територій: Підручник. – Івано - Франківськ: Факел, 2000. - 342 с.
2. 2.Красовський Г.Я, Трофимчук О.М. Інформаційні системи тематичної обробки геоданих в завданнях моніторингу довкілля і природних ресурсів на регіональному рівні // Матеріали наради «Можливості супутникових технологій і сприянні вирішення проблем Харківщини» Харків, 2009, с. 65-68.
3. Триснюк В.М. Екологія Гусятинського району. Тернопіль. Тернограф. 2004.-219с.
4. Гуменюк Г.Б., Грубінко В.В. Сезонна міграція міді, кобальту, кадмію та свинцю в екосистемі Тернопільського ставу // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія: період. наук. зб. Київ. ун-ту. – К.: Ніка-Центр. – 2001. – Т.2. – С. 745-753.

УДК 556.528.7

Інформаційно - аналітичні технології дослідження штучно створених водойм

Триснюк Т.В., аспірант
(Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, м. Київ, trysnyuk_taras@ukr.net)

Проведено дослідження штучно-створених водойм на прикладі Тернопільського ставу здійснено вимірювання глибини та рельєфу дна.

В статті дано характеристику концентрації важких металів в різні періоди року і встановлено, що рослинність є найкращим акумулятором свинцю. Розроблені показники оцінки стану природно-техногенної гідроекосистеми залежать від конфігурації органічних сполук і міри порушеності басейнових ландшафтів.

Ключові слова: *інформаційно-аналітичні технології, моніторингові дослідження, важкі метали, свинець.*

Research artificially created ponds on the example of Ternopil pond depth measurements made and topography.

In the given article characteristic concentrations of heavy metals in different periods of the year and found that vegetation is the best battery lead. Indexes assessment of natural and man-made hydro dependent on the configuration of organic compounds and the degree of disturbance basin landscapes.

Keywords: *information-analytical technologies, monitoring studies, heavy metals, lead.*

Актуальність теми. Ефективне управління природокористуванням у Західно-подільському регіоні базується на оперативно-прогностичній інформації про діючі і потенційні чинники природних змін та антропогенного навантаження на гідрографічну мережу, отриманої шляхом реалізації моніторингу лімнологічних систем.

Моніторинг озер необхідний для забезпечення екологічної безпеки природно-охоронних територій та оцінки ресурсного потенціалу для заповідання і природокористування. Озерним комплексам належить провідна роль у регулюванні й формуванні стоку річок, процесів самоочищення води. Акваторія і береги є середовищем збереження та розвитку біорізноманіття. В озерах зосереджені водні, біологічні, мінеральні і рекреаційні природні ресурси. На узбережжі озер розміщені об’єкти стаціонарної та регульованої рекреації, населені пункти, промислові та агровиробничі заклади, що призводить до забруднення водойм.

Для досліджуваних водних об’єктів характерний широкий спектр цільових призначень, обумовлених різними факторами. Гідрологічні параметри водних об’єктів обумовлені геоморфологічними умовами, а

також особливостями територій: рівень антропогенізації, функціональне зонування і рекреаційно-господарського секторів економіки.

Аналіз останніх наукових досліджень. Досліджувані озер Тернопілля являються типовими гідрологічними об'єктами Західної України. Важливі аспекти лімнолого-географічного аналізу озерних комплексів розглянуто у працях [1, 2]. Батиметрична зйомка озера [3], а також інформаційно-аналітичні технології дистанційних та гідроакустичних досліджень [4-6], на сучасному науковому і технічному рівні є важливою задачею для розв'язку проблем, пов'язаних з природоохоронними та рекреаційно-господарськими функціями озерно-лісових комплексів і прилеглих територій.

Мета дослідження. Уточнення даних про екологічний стан досліджуваної території, отриманих за результатами аналізу космічних знімків, шляхом проведення наземних досліджень із залученням актуальних інформаційних технологій та створення паспорту Тернопільського ставу.

Виклад основного матеріалу. Результати космічного моніторингу та застосування інформаційно-аналітичних технологій, забезпечують оцінку динаміки морфометричних характеристик і просторового розподілу таких досліджуваних інтегральних гідроекологічних параметрів як форма і периметр берегової смуги та процесів евтрофікації водойм.

Методика досліджень передбачає застосування даних лімнолого-географічного аналізу озерних комплексів Західноукраїнського Поділля для інтерпретації результатів ехолотного профілювання. Для батиметричних досліджень використовується сучасний гідроакустичний метод, який полягає в ехолотному зондуванні з синхронною GPS-прив'язкою ехолотних профілів.

За результатами експедиційних досліджень здійснено вимірювання глибини та рельєфу дна Тернопільський став [6]. Проведено ехолотні вимірювання шляхом автоматичного запису doc. файлу та побудовано моделі глибин в модулі розширення 3D Analyst. За результатами досліджень розроблено прототип макету векторної електронної карти глибин, представлено складність рельєфу дна озера, що узгоджується з даними [1-3]. Для наочного відображення інформації в ArcGis Analyst (рис.1), побудовану модель рельєфу дна Тернопільського ставу суміщено із космічним знімком QUICK BIRD.

Моніторингові дослідження необхідні для розв'язку важливих задач раціонального ресурсокористування. Моніторинг якості води озерних екосистем фізико-хімічними методами виконано з метою формування тестових полігонів контролю якості природних поверхневих вод Тернопілля.

Забруднення	Форма об’єктів	Спектральної-яскравості Характеристики	Текстура зображень	Динаміка
Рекреаційні трансформа-ції озерних екосистем	Дифузійне джерело навантаження. Зображення витягнуті вздовж берега	Світлий тон плям у видимій ділянці. Максимум спектра відображення в діапазоні λ= 0,5–0,6 мкм	Максимальна яскравість у вузькій смузі вздовж берега, пропорційна чисельності рекреантів. Градієнт яскравості спрямований до берега. Межі зображень чітко виражені	Виникають при активізації рекреаційного відпочинку на воді. Зумовлені структурою рекреаційно порушеного дна озера. Ідентифікують території організованих та неорганізова-них пляжних територій

Рис. 1. Дешифрувальні ознаки природних і антропогенізованих екосистем Тернопільського ставу

ДЗЗ/ГІС – технології та наземні полігонно-калібрувальні роботи є важливою складовою формування інформаційної бази даних впливу антропогенних навантажень на еколого-відновний потенціал озера.

Досліджуваний об'єкт віднесено до груп малого (S < 10 км^2) питомого водозбору. Вони характеризуються невеликим (< 0,5) і середнім (0,5-5) умовним водообміном, що свідчить про автохтонність процесів водного режиму [7].

Концентрація комплексних сполук Cu, Co, Cd, Pb залежить від багатьох чинників. Зниження їхнього зв'язування в комплекси (Cu, Co, Pb) спостерігається навесні. Це зумовлено, з одного боку, розбавленням вод ставу в час весняного повноводдя, а з іншого – зміною компонентного складу розчинених органічних речовин (РОР) у цей період. До кінця літа ступінь зв'язування металів у комплекси зростає. Відповідно до цього зменшується концентрація металів у поверхневих водах ставу. В цей період разом з гумусовими речовинами в комплексоутворенні беруть участь органічні речовини – продукти метаболізму рослин. При цьому концентрація важких металів у травні у воді є меншою, ніж у квітні, що пояснюється початком вегетації макрофітів, а у водній товщі – розвитком фітопланктону (перше «цвітіння» води). Це приводить до збільшення кількості органічних речовин – лігандів для важких металів. Винятком є тільки кадмій, що можна пояснити слабкою комплексоутворюючою здатністю кадмію порівняно з іншими металами (Cu, Pb, Co) та незначною міцністю його комплексів з гуміновими і фульвокислотами, а також з іншими органічними комплексоутворюючими сполуками природних вод.

Влітку концентрація важких металів у воді як правило, зменшується. В другій половині літа при максимальній температурі води наступає новий період бурхливого розвитку фітопланктону і друге «цвітіння» води. Тривожним фактом є різке збільшення концентрації свинцю у цю пору року. Джерелом забруднення поверхневих вод цим металом є тетраетил свинцю, що надходить з автомобільної траси, яка пролягає по дамбі ставу. Велика концентрація свинцю влітку пов'язана з процесом метилювання. В цей період, особливо у серпні-липні, спостерігається «цвітіння водойм», яке призводить до збільшення кількості мікроорганізмів. Неорганічні сполуки свинцю в донних відкладах водойм піддаються метилюванню з участю мікроорганізмів, на що вказували Дж. Мур і С. Рамамурти (1987 р.) [8]. Мобілізація свинцю із донних відкладів за рахунок процесів метилювання створює значну небезпеку для водної біоти.

Восени концентрація важких металів (окрім Co, Cd) дещо зростає. Зі зниженням температури повітря і води восени інтенсивніше відмирають макрофіти у водоймі, зменшується їхня біомаса. Рослини, поглинувши деяку кількість важких металів, за течією води опускаються в нижні

ділянки водойми і там, відмираючи, спричиняють вторинне забруднення води, віддаючи їй важкі метали, біогенні елементи та органічні речовини. Концентрація Cd і Co восени зменшилася. Кадмій восени акумулювався в інших складових середовища (прибережний мул, ґрунти). Кобальт, як відомо, належить до найбільш важливих біологічно -активних речовин. Протягом весни, літа та осені сполуки кобальту використались водною біотою, а з їхньою загибеллю відбулося надходження металу до донних відкладів.

Взимку концентрація досліджуваних металів порівняно з іншими сезонами є високою. Це пов'язано, по-перше, із низьким значенням pH (pH=7,2), при якому, як відомо, комплекси важких металів (гуматні та фульватні) легко розкладаються. Це відповідно зумовлює зростання концентрацій досліджуваних металів у поверхневих водах ставу. Найвищі концентрації у воді свинцю і міді. Висока концентрація важких металів у зимовий період пояснюється також невеликою витратою води у цей проміжок часу. В зимовий період наявне вторинне забруднення водного середовища важкими металами, що пов'язано із дефіцитом розчиненого кисню внаслідок довготривалого льодоставу.

Підвищена концентрація мікроелементів у зимові місяці корелює з мінімальним зростанням чисельності та біомаси фітопланктону. Очевидно, ці особливості сезонної зміни концентрацій елементів у водоймі пов'язані, з одного боку, з їхнім виносом при збільшенні біомаси фітопланктону, а з іншого – із вивільненням елементів після розкладання водоростей.

Згідно з нашими дослідженнями кількісне співвідношення важких металів у воді можна подати такими рядами: квітень – Pd<Cd<Cu<Co; травень – Pb<Cd<Co<Cu; липень – Cd<Cu<Co<Pb; серпень – Cd<Cu<Co<Pb; вересень – Cd<Co< Pb<Cu; листопад – Co<Cd<Cu<Pb; лютий – Cd<Co<Cu<Pb.

Класифікація озер за морфометричними, гідрологічними, біологічними та іншими параметрами необхідна для визначення ресурсного потенціалу водойм та раціонального їх використання в рекреаційно-господарському комплексі регіону.

При проведенні батиметричної зйомки за відпрацьованими профілями проведено картування глибин Тернопільського ставу (рис.2).

Геоінформаційними інструментами, що містить програмний комплекс ArcGIS 9.3, побудовано векторну карту глибин озер. На рис. 2 показано прототип зображення із векторною картою глибин озера Тернопільського ставу, синтезованого із космічним знімком QUICK BIRD прилеглих територій.

Водойма є своєрідною лотично-лентичною екосистемою, що представлена взаємопов'язаними елементами: водосховище – основне русло р. Серет – придаткові водойми (комплекс невеликих штучних

водойм). Загалом ці складові взаємопов'язані та активно впливають на життєдіяльність іхтіофауни.

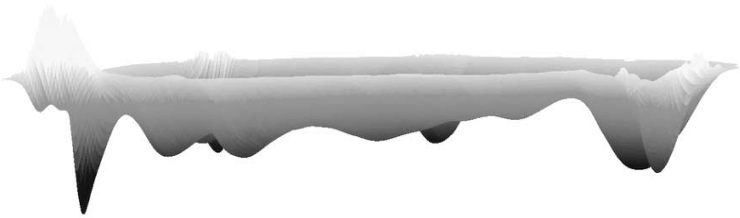


Рис. 2. Прототип макету векторної електронної карти глибин Тернопільського ставу

Висновки.

В процесі роботи проведено комплекс досліджень екологічного стану Тернопільського ставу. Визначено необхідність створення еталону якості поверхневих вод, що є архіважливим компонентом розв'язку проблеми трансформації озерних комплексів Західної України та їх збереження, які обумовлені просторово-часовим розподілом антропогенного навантаження.

Різноплановість використання озер ініціює необхідність формування природоохоронних територій на базі озерно-лісових комплексів, визначає специфіку науково-практичних робіт. Відпрацьована методика гідроакустичного вивчення донного рельєфу озер виявилась достатньо ефективною. Її застосування можливе на будь-яких інших гідрологічних об'єктах, особливо важкодоступних, завдяки мобільності експериментального обладнання, в контексті прогнозованого впливу техноприродних екосистем на гідроекологічний режим.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ільїн Л.В. Особливості озерних комплексів Західноукраїнського Полісся // Наук. праці УкрНДГМІ, 2007, Вип. 256. –С. 359-366.
2. Трофимчук О.М., Красовський Г.Я., Радчук В.В., Мокрий В.І. Інформаційно-аналітичні технології дослідження озер Шацького НПП // Збірник наукових статей. ІІІ Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю, Вінниця, 21-24 вересня 2011 р., Т.1., – С. 130-133.
3. Сопрунюк П.М., Мельник М.М. Вимірювання батиметричних характеристик озера Світязь // Відбір і обробка інформації. –2011. – Вип. 35 (111). – С.91-95.
4. . Загородня С.А., Охарєв В.О., Попова М.А., Радчук І.В. Інформаційні технології для екологічного моніторингу водно-болотних екосистем Українського Полісся // Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в

надзвичайних ситуаціях: зб. наук. праць 12 Міжнар. наук.-практ. конф. – Київ – Харків – АР Крим, 2013. – С. 185-190.
5. Триснюк В.М. Моделювання природно-технічної системи гідроресурсів. Вісник. Тернопільського національного технічного університету № 1 (69) 2013 С. 05-212.
6. Триснюк В.М., Радчук І.В., Шумейко В.О., Триснюк Т.В. Інформаційні технології дослідження штучно створених екосистем на прикладі Тернопільського ставу. Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України. Збірник наукових праць. Випуск 15, Київ 2014 р.
7. Гуменюк Г.Б., Грубінко В.В. Сезонна міграція міді, кобальту, кадмію та свинцю в екосистемі Тернопільського ставу // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія: період. наук. зб. Київ. ун-ту. – К.: Ніка-Центр. – 2001. – Т.2. – С. 745-753.
8. 8.Дж.В.Мур, С. Рамамурти. - Тяжелые металлы в природных водах, контроль и оценка влияния. – М.: Мир, 1987. – 225 с.

Відомості про авторів

Триснюк Тарас Васильович – аспірант Інституту телекомунікацій і глобально інформаційного простору НАН України.

Вплив сонячної активності на зміну температури повітря та кількості опадів Карпатського регіону

Ісмаілова О.В., аспірант
(Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України)

Проведено статистичний аналіз оцінки впливу активності сонця на зміну температурних показників. В даному розрахунку було використано метод кореляційного аналізу. Для розрахунку використовувались дані натурних спостережень отримані за багаторічний період. Метою розрахунку була перевірка теорії впливу спалахів на сонці на зміну клімату.В наслідок проведеного дослідження можна свідчити про причини зміни клімату в Карпатському регіоні.

Проведен статистический аналіз оценки влияния активности солнца на смену температурних показателей. В данном расчете был спользован метод корреляционного анализа. Для расчета использовались данные натурних наблюдений полученные за многолетний период. Целью расчета была проверка теории влияния вспышек на солнце на смену климата. В следствии проведеного исследования можно свидетельствовать о причинах изменения климата в Карпатском регионе.

A statistic alanalysis as sessing theim pactof solar activity on the change of temperature indicators. In this calculation method was used correlation analysis. Calculations are based on data obtained by field observations long period. Theaim was to test the theory of calculating the impact of solar flare son Climate Change. As a result of the study can indicate the causes of climate change in the Carpathian region.

Дослідження зміни клімату викликає чи малий інтерес вчених всіх країн світу і залишається актуальним питанням сьогодення. Існує чимало теорій з цього приводу, але в основному думки науковців щодо основних причин зміни розходяться у двох основних протилежних напрямках. Так на думку багатьох вчених зміна клімату викликана спалахами на сонці і зміною сонячної активності, на думку інших – основною причиною є антропогенна діяльність людини і руйнування озонового шару через викид парникових газів. Так, наприклад, кліматологи заперечують роль Сонця у формуванні кліматичних змін та існування стабільних коливань клімату. В той час інші дослідники вважають, що поверхня Землі і повітря нагріваються то сильніше, то слабше, в залежності від знаку магнітної полярності активних областей Сонця (Беррі, 1993). Підтвердженням цієї теоріє є те, що майже всі максимуми циклів Хейла моделі сонячної активності за період спостереження 1700-2000 рр збігаються з потеплінням, а мінімуми – з похолоданнями.

При дослідженні сонячної активності використовують різні індекси, так найвідомішими з них є числа Вольфа. В даному дослідженні були використані дані середньорічних чисел Вольфа за період спостереження з 1945 по 2010 рр, а також показники середньорічних температур повітря та кількості опадів, отримані з гідрометеорологічного поста спостереження «Дрогобич» в Карпатському регіоні в басейні р. Дністер, за той самий період 1945-2010 рр.

Було проведено статистичну оцінку залежност ісередньорічних показників температури повітря від зміни середньорічних чисел Вольфа за багаторічний період. Для отримання відповіді чи впливає сонячна активність на зміну температури повітря в даному регіоні проводився кореляційний аналіз за згрупованими та за не згрупованими даними.

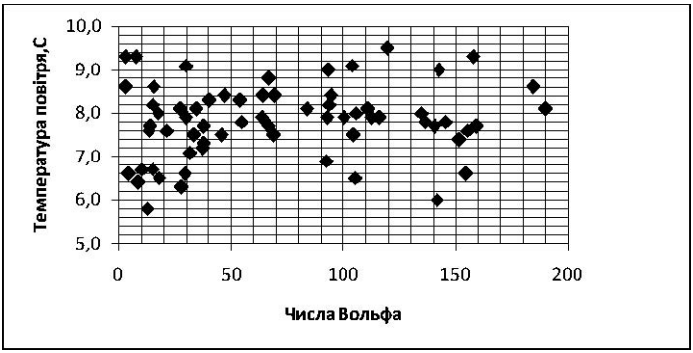


Рис.1. Графік залежності середньорічної температури повітря від змін середньорічних чисел Вольфа

В результаті проведених досліджень були отримані статистичні показники, які наведені в табл.2.

Табл.2. *Вибіркові числові характеристики кореляційної залежності між температурою повітря(X) і числами Вольфа (Y).*

X/Y	0	40	80	120	160	n_i	$\bar{y}_i$	$\sum x_i^* n_i =$	478.00	$\sum y_j^* n_j =$	3280.00
5	1	0	0	0	0	1	0.00	$\sum x_i^{*2} n_i =$	3574.00	$\sum y_j^{*2} n_j =$	323200.00
6	7	0	2	2	0	11	36.36	$\sum \bar{y}_i n_i =$	3280.00	$\sum \bar{x}_j n_j =$	478.00
7	9	5	5	6	0	25	52.80	$\sum \bar{y}_i^2 n_i =$	171361.45	$\sum \bar{x}_j^2 n_j =$	3518.84
8	6	6	5	1	2	20	54.00	$\sum \bar{y}_i n_i x^* =$	24600.00	$\sum \bar{x}_j y_j^* n_j =$	24600.00
9	3	0	3	2	0	8	60.00	$\bar{x} =$	7.35	$\bar{y} =$	50.46
n_j	26	11	15	11	2	65		$S_x^2 =$	0.92	$S_x^2 =$	2463.85
$\bar{x}_j$	7.12	7.55	7.60	7.27	8.00		4160	$S_x =$	0.96	$S_y =$	49.64
								$r =$	0.16	$r =$	0.16
								$\eta_{yx}^* =$	0.19	$\eta_{yx}^* =$	0.25
								КОР =	0,16		

Отримані значення вибіркового коефіцієнта кореляції r=0,16 і кореляційних відношень η_{yx}= 0,19 і η_{xy}=0,25 вказують на низьку кореляцію між X і Y. Різниці η_{yx} - r =0,03 і η_{xy} - r = 0,09 вказують на те,що кореляційна залежність,яка була досліджена, має нелінійний характер.

Враховуючи вищесказане, відмітимо, що прямої кореляційної залежності між даними величинами немає. Це спричинено тим, що характер змін чисел Вольфа має синусоїдальний характер і на великих проміжках часу помітити суттєву залежність досить складно.

Тому розіб’ємо наш період на інтервали в 11 та 22 роки, що відповідає циклам сонця.

В таблиці 3 представлені середньорічні показники температури повітря, кількості опадів і чисел Вольфа за 22 річні періоди з 1945 по 2010 роки. Як бачимо в другому періоді кількість опадів збільшилась на 38,7 мм порівняно з першим періодом, в третьому – на 67,1 порівняно з першим і на 28,4 мм порівняно з другим періодом. Тобто, можна відмітити стрімке зростання кількості опадів з роками. За останні 22 роки середньорічна кількість опадів збільшилась в середньому на 70 мм. Коефіцієнт кореляції в даному випадку досить великий і становить 0,88.

Теж саме стосується і температури повітря в другому періоді збільшення на 0,01°С і на 0,92°С в третьому періоді. Коефіцієнт кореляції в даному випадку теж значний (0,87). За останні 22 роки середня температура повітря в Карпатському регіоні зросла майже на 1°С.

Табл.3. *Середньорічні показники температури повітря, кількості опадів і чисел Вольфа за 22 річні періоди з 1945 по 2010 роки .*

Період	Середній показник к-сті опадів за даний період	Різниця в кількості опадів між першим і наступними періодами	Різниця в кількості опадів між другим і наступними періодами	Середній показник температури повітря за даний період	Різниця в температурі повітря між першим і наступними періодами	Різниця в температурі повітря між першим і наступними періодами	Середній показник числа Вольфа за даний період
1945-1966	697,1			7,53			80,41
1967-1988	735,8	+38,7		7,54	+0,01		72,99
1989-2010	764,2	+67,1	28,4	8,45	+0,92	+0,91	61,09

Для більш детального вивчення зміни клімату розбиваємо наш часовий інтервал на періоди в 11 років та розглянемо середньорічні показники температури повітря і кількості опадів в цих періодах та середні показники по сезонах.

Табл.4. *Показники температури повітря, кількості опадів та чисел Вольфа за періоди в 11 років з 1945 по 2010 роки.*

Період	Середні показники температури повітря за вказаний період, 0С					Середні показники кількості опадів за вказаний період, мм			Середні показники чисел Вольфа за вказаний період		
	зима	Весна	літо	осінь	рік	Зима	Весна	літо	осінь	рік	рік
1945-1955	-2,66	7,58	17,54	8,02	7,62	97,7	151,8	303,3	145,3	698,2	71,77
1956-1966	-2,60	6,95	17,34	8,17	7,47	115,2	136,3	310,8	133,8	696,1	89,05
1967-1977	-2,22	7,60	16,66	8,39	7,61	88,6	189,7	329,5	146,8	754,6	61,21
1978-1988	-2,73	7,44	16,84	8,10	7,41	100,6	173,6	302,5	140,3	716,9	84,76
1989-1999	-0,86	8,23	17,65	7,99	8,25	90,9	192,1	293,3	184,9	761,2	75,45
2000-2010	-1,19	8,78	18,18	8,86	8,66	94,4	196,6	303,0	173,2	767,3	46,70

Середня температура повітря зросла у двох останніх періодах з 1989 року, як і середньорічні показники, так і сезонні.

Оцінивши динаміку зміни кількості опадів, робимо висновок про те, що невелика кількість опадів взимку з високою вірогідністю дає значно збільшену кількість опадів навесні, влітку та восени, порівняно з періодами, де кількість опадів взимку була середньою чи високою. На рівні середньорічних показників варто сказати, що 11 річні періоди, що відповідають великим показникам кількості опадів співпадають зі зменшенням середніх чисел Вольфа і навпаки.

Отже, дані розрахунки показали, що в Карпатському регіоні відбувається підвищення температури і збільшення кількості опадів. Вплив на ці зміни має активність сонця, що особливо помітно в зміні кількості опадів. В роки низьких показників чисел Вольфа кількість опадів зростає. Зміна температури повітря стала особливо помітна в останні 22 роки, підвищення відбулось майже на 1°С. Зміна кількості опадів прямо пропорційно впливає на зміну річного стоку, що в свою чергу впливає на витрати води в річці і в подальшому стає причиною катастрофічних повеней та паводків.

Література

1. Волошкіна О. С., Цікало О. В. «Оцінка впливу глобальних змін клімату на кількість та нерівномірність опадів у Карпатському регіоні», Зб. наук. пр. вип.11 «Екологічна безпека та природокористування», Київ, 2012.
2. Дані надані Державною гідрометеорологічною службою МНС України.

УДК 519.226

Інформаційна-психологічнаї безпека: система підтримки прийняття рішень в умовах сугестивного ризику

Качинська К.А., аспірант
(Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору)

Вступ

На початку XXI століття в результаті якісних змін особливу загрозу безпеці особи, суспільства та держави становлять системи прихованого інформаційного впливу, засновані на сучасних інформаційних технологіях. Їх основним об’єктом нападу є психіка людини [2; 17].

Необхідно зазначити, що дослідження такого складного явища, як сугестивні технології за допомогою інформаційних технологій, може бути успішним лише за умови наявності системи понять, що стосується корекції свідомості людини. На нашу думку, відповідний понятійний апарат повинен являти собою формалізований вербальний опис функціонування складної системи «свідомість людини – інформаційні

технології – маніпулятор» у вигляді структурованої ієрархічної моделі зі заданим наперед ступенем точності.

Система функціонування «свідомість людини – інформаційні технології – маніпулятор»

На самому високому рівні цієї системи є поняття «маніпулятивний вплив». Автори роботи [15] запропонували систему понять, завдяки яким розкриваються сутнісні моменти даного явища. Вони визначають три основні поняття маніпулятивного впливу: інформаційний вплив, інформаційно-технічний вплив, інформаційно-психологічний вплив.

Інформаційний вплив – це організоване цілеспрямоване застосування спеціальних інформаційних засобів і технологій для внесення деструктивних змін у свідомість особистості, соціальних груп чи населення в інформаційно-технічну інфраструктуру об’єкта впливу та фізичний стан людини.

Інформаційний вплив поділяється на інформаційно-технічний і інформаційно-психологічний впливи.

Інформаційно-технічний вплив (ІТВ) – це вплив на інформаційно-технічну інфраструктуру об’єкта з метою забезпечення реалізації необхідних змін у її функціонуванні (призупинення роботи, несанкціонований доступ до інформації та її перекручування (спотворення), програмування на певні помилки, зниження швидкості оброблення інформації тощо), а також вплив на фізичний стан людини. Отже ІТВ становить загрозу безпеці інформаційної інфраструктури та фізичному стану людини.

Інформаційно-психологічний вплив (ІПсВ) – це вплив на свідомість та підсвідомість особистості та населення з метою внесення змін в їхню поведінку та світогляд. Базовими методами ІПсВ є переконання та навіювання.

Переконання - це звернення до власного критичного сприйняття дійсності об’єктом впливу.

Навіювання, навпаки, спрямовується на суб’єктів, які некритично сприймають інформацію.

Навіювання або сугестія - це процес впливу на психіку людини, пов'язаний із зниженням свідомості та критичності при сприйнятті навіяного змісту, який не вимагає ні розгорненого особистого аналізу, ні оцінки спонукання до певних дій. Суть навіювання полягає у впливі на відчуття людини, а через них – на її волю та розум.

До різновидів ІПсВ також належать акції інформаційного впливу, спеціальні інформаційні операції й інформаційні війни [6].

Акція інформаційного впливу (АІВ) – це одноразова акція інформаційно-технічного й інформаційно-психологічного впливу, що передбачає запланований вплив на свідомість людей та (або)

інформаційно-технічну інфраструктуру об’єкта шляхом поширення упередженої неповної чи достовірної інформації.

Спеціальна інформаційна операція (СІО) – це сплановані дії, спрямовані на ворожу, дружню або нейтральну аудиторію з метою схилення до прийняття управлінських рішень або (та) вчинення дій, вигідних для суб’єкта інформаційного впливу. СІО можуть передбачати також вплив на інформаційно-технічну інфраструктуру об’єкта, але для більш ефективного впливу на свідомість і поведінку людей.

Інформаційна війна (ІВ) – форма ведення інформаційного протиборства між різними суб’єктами (державами, неурядовими, економічними або іншими структурами), що передбачає проведення комплексу заходів для завдання шкоди інформаційній структурі конфронтуючої сторони й захисту власної інформаційної безпеки.

Головним об’єктом, на якому концентрується безпосередній інформаційний деструктивний вплив у межах заходів АІВ, СІО та ІВ, є громадська думка та свідомість окремої людини. Тобто основним об’єктом нападу є психіка людини, а об’єктами захисту є психічне благополуччя особи та суспільства, їхнє інформаційно-психологічне середовище, що забезпечують не тільки діяльність, але й сприяють гармонійному розвитку та реалізації їх конституційних прав і свобод.

Останнім часом здійснюються роботи зі створення нових засобів управління станом психічного та фізичного здоров’я і поведінкою людини, в тому числі на підсвідомому рівні. Нові технічні засоби за допомогою спеціального оброблення носіїв інформації (магнітні плівки, комп’ютерні дискети, лазерні диски, канали радіо та телебачення) надають можливість вводити в пам'ять людини неусвідомлену інформацію, яка в подальшому формуватиме спонукання, поведінку, смаки тощо. Ні факту, ні змісту такого впливу людина виявити не може. Неусвідомлена інформація залишається в пам’яті та сприймається як своя власна. Нині, як ніколи раніше, стало реальним управління самопочуттям, поведінкою, настроєм і всім світоглядом за допомогою інформаційний вплив на підсвідомому рівні.

Інформаційно-психологічна безпека особи – це стан захищеності психіки людини від негативного прихованого впливу, який здійснюється у спосіб упровадження деструктивної інформації в її свідомість чи підсвідомість, що призводить до неадекватного сприйняття нею дійсності.

Нині внаслідок інтенсивного інформаційного потоку відбувається постійна корекція підсвідомої сфери психіки суспільства. Яскравим прикладом чого слугує формування «рекламного мислення» значної частини суспільства, особливо дітей. Так нав’язлива реклама викликає роздратування, але все-таки залишається в пам’яті у формі підсвідомих автоматизмів. А завдяки впливу повторюваної однієї й тієї ж реклами

або пропагандистської фрази у психіці формується стійкий автоматизм, який так чи інше починає впливати на потреби, вчинки та поведінку. Саме в цьому й полягає одне із завдань пропаганди та реклами – вплив на підсвідомість – «кодування» з метою формування потенційного споживача, клієнта, прибічника тощо. І цей ефект «кодування» виникає незалежно від того, незалежно від сприйняття людиною цієї інформацію у «свідомому» стані, тобто збереження можливості критичного до неї ставлення.

Подібні форми впливу вже використовувались у практиці численних релігійних культів і сект типу «Біле братство», «АУМ Сенріке» Громадянам, залученим до тоталітарних за своєю спрямованістю сект, за допомогою спеціальних інформаційно-сугестивних методів прищеплюється рабська покірність, ворожість до національної духовної культури та звичаїв, сімейних і батьківських обов'язків [15].

Уже сьогодні створені засоби впливу в акустичному гучномовному й інфразвуковому діапазоні, світловому видимому, інфрачервоному та ультрафіолетовому діапазонах, радіодіапазоні. Проводяться роботи зі створення комп'ютерних «вірусів», які заражаючи комп'ютерні програми, призводитимуть до зміни роботи комп'ютера й користувача у спосіб впливу на нервову систему та психіку останнього. Очевидно, що розвиток науки й техніки набув такого рівня, коли створена реальна можливість масового поширення новітніх технологій, що дають змогу застосовувати засоби та методи для прямого й непрямого впливу на нервову систему людини з метою зміни її функціонування. Потенційно виникає велика соціальна загроза застосування технологій штучної зміни поведінкової реакції людини, впливу на стан здоров'я особи, груп і різних прошарків населення [5; 6; 16].

Так методи прихованого впливу на поведінку людини вже використовують злочинні угрупування, створюючи розгалужені мережі клубів типу «Спейс». На членів цих клубів здійснюється спланований вплив із застосуванням навіювання, гучної музики та прийомів, що звужують свідомість і створюють стресові ситуації. Внаслідок цього люди втрачають здатність свідомо мислити й сліпо виконують чужу волю [15].

Інформаційно-психологічна безпека суспільства – це стан захищеності інтелектуальних, соціально-політичних і морально-етичних інтересів, який сприяє досягненню нормального функціонування та гармонійний розвитку суспільства незалежно від наявності внутрішніх і зовнішніх загроз ІПсВ.

Цілеспрямований інформаційний вплив на населення передбачає панівне становище суб'єкта інформаційної війни у кожній сфері життєдіяльності іншої держави. Зростання ефективності заходів маніпулятивного впливу досягається за рахунок установленого

контролю над інформаційним простором іноземної держави, точності та цілеспрямованості таких акцій з урахуванням необхідного обсягу й рівня достовірності інформації, що доводиться, ступеня диференціації населення за системами матеріальних і духовних цінностей, здатності адекватно сприймати відомості й реагувати на них, а також політичної, економічної, етнорелігійної та іншої ситуації в державі й регіоні [6; 7].

Нині з'явилися необмежені можливості створення новітніх засобів збройної боротьби на базі прихованих інформаційних впливів, спрямованих на пряме маніпулювання підсвідомістю людини. Так багато провідних країн світу вже створили підрозділи інформаційно-психологічної війни з кадровим персоналом, який добре навчений та оснащений, готовий до практичних дій у будь-який момент часу й у будь-якому місці. Ці підрозділи входять до складу збройних сил держави або спецслужб. У разі потреби вони також можуть бути використані у мирний час, у тому числі проти своїх громадян.

У контексті збройної боротьби за цим не тільки стоїть важливе завдання суттєвого підвищення ефективності людино-машинних комплексів, але й убачається глобальна можливість переходу від відкритого збройного протистояння армій до методів прихованої війни. Цей напрям пов'язують із такими прийомами інформаційного впливу, що мають на меті забезпечити контроль і потрібну форму поведінки протилежної сторони, не знищуючи при цьому її ресурси та особовий склад. Це досягається здебільшого за допомогою здійснення впливу на керівництво противника, особовий склад, цивільне населення [8; 9].

Інформаційно-психологічна безпека держави – це стан захищеності її життєво важливих інтересів від негативних інформаційно-технічних й інформаційно-психологічних впливів, який сприяє досягненню збереження конституційного ладу, суверенітету й територіальної цілісності держави.

Інформаційно-психологічна безпека держави є складовою інформаційної безпеки держави та займає особливе місце в забезпеченні державної політики. У першу чергу, державна політика інформаційно-психологічної безпеки має бути спрямована на протидію реалізації стратегічних цілей інформаційно-психологічної війни: відвертання можливого воєнного конфлікту, запобігання послаблення морального духу особового складу Збройних Сил і цивільного населення, схилення їх до відмови від участі у бойових діях і захисту Батьківщини, недопущення створення умов для досягнення запланованих ворогом воєнно-політичних цілей з мінімальними людськими втратами та матеріальними й фінансовими витратами.

Державна політика інформаційно-психологічної безпеки визначається характером принципів і завдань у цій сфері, а також специфікою викликів і загроз.

Основними *загрозами інформаційно-психологічній безпеці особи, суспільства та держави* є інформаційно-технічний й інформаційно-психологічний впливи.

При цьому розрізнять [15] загрози інформаційно-психологічній безпеці людини в міжособистісній комунікації, до якої належать такі загрози: можливість маніпулятора впливати на сам процес міжособистісної комунікації, можливість використання маніпулятором зовнішніх для адресата чинників, а також загрози пов'язані з можливостями використання маніпулятором внутрішніх, психологічних, індивідуально-особових характеристик адресата. На відміну від міжособистісного, маніпулювання на політичному рівні знеособлене й передбачає вплив на широкі маси. Воля меншості в завуальованій формі нав'язується більшості. Маніпулювання свідомістю є системним для впровадження у свідомість певного світогляду, ціннісних установок, уявлень про мораль, моральність, нормативність тих чи інших форм поведінки.

Як уже зазначалося, найбільш важливими об'єктами захисту є свідомість особистості та суспільства. Основними їхніми якостями виступають цілісність (тенденція до стійкості) та розвиток (тенденція до змін). У разі руйнування чи спотворення цих якостей вони перестають існувати як соціальні об'єкти. Відбувається деіндивідуалізація та деперсоніфікація людей, вони перетворюються на податливих об'єктів маніпулювання. Це означає, що ризик інформаційно-психологічний впливу на особу та суспільство необхідно оцінювати з позицій збереження чи руйнування їх цілісності.

Під *ризиком інформаційно-психологічний впливу* ми розуміємо кількість осіб, які зазнали змін психіки, втрати психічного здоров'я, а також - змін в цінностях, життєвих позиціях, орієнтирах у свідомості.

Нині інтернет-комунікація є найважливішим інструментом корекції свідомісті людини. Інтернет-технології використовують різноманітні стратегії, в основі яких є принципи соціально-орієнтованого управління, що засновані на інформаційних ресурсах усього світу. Вони використовують весь цей масив інформації та комунікативний потенціал в маніпулятивних цілях [12; 14].

Сучасні інформаційні технології, що розробляються для досягнення запланованих цілей, є системним процесом, націленим на корекцію свідомості аудиторії. Вони застосовуються у таких соціально значущих сферах як: геополітика, воєнна справа, ідеологія, іміджмейкінг, передвиборчі кампанії, publik relations, реклама, соціально-культурне проектування тощо. В останні роки найбільш популярними й активно використовуваними маніпуляторами є наступні інтернет-ресурси: *медіавіруси, комп'ютерні ігри, UouTube блоги, чати, урядові сайти та сайти політичних партій, творчі сайти, форуми та іміджборди*. Саме в

цих жанрах створені найбільш сприятливі умови для введення у свідомість або підсвідомість людини деструктивної інформації. Сугестія тут побудована на оперуванні знаками та символами соціальної реальності, маніпуляції соціальними стереотипами (шаблонами поведінки, етнічними та соціальними, тощо), системами цінностей тих чи інших аудиторій та груп. Все це призвело до того, що нові інформаційно-комунікаційні технології багаторазово збільшили можливості деструктивного інформаційного впливу на особу, суспільство та державу [1; 3; 10].

В сучасних умовах виникла потреба в організації інформаційно-психологічної безпеки, наріжним каменем якої мають стати системи підтримки прийняття рішень в умовах сугестивного ризику. Це – останнє поняття системи «свідомість людини – інформаційні технології – маніпулятор», що ми розглядаємо [11; 13].

Під *системою підтримки прийняття рішень* (СППР) в умовах сугестивного ризику ми розуміємо інтерактивну комп'ютерну автоматизовану систему (програмний комплекс), що призначена для допомоги та підтримки діяльності людини при прийнятті рішень стосовно розв'язання проблем, пов'язаних із розробкою механізмів, що забезпечують стан захищеності психіки людини від деструктивного інформаційного впливу (впровадження руйнівної та іншої шкідливої інформації у свідомість або підсвідомість), що призводить до неадекватного сприйняття дійсності, порушення прав і життєво важливих інтересів особи.

Системи підтримки прийняття рішень в умовах сугестивного ризику повинні використовувати обладнання, програмне забезпечення, дані, базу моделей і роботу ризик-менеджера з метою підтримки всіх стадій прийняття рішень у процесі аналітичного моделювання проблемних ситуацій, пов'язаних із маніпулюванням свідомістю людини. Цей комплекс програмних засобів включає також комплекс різних алгоритмів підтримки рішень, базу моделей, базу даних, допоміжну та керівну програми, що забезпечує процес прийняття рішень з урахуванням специфіки даної проблеми.

Система підтримки прийняття рішень в умовах сугестивного ризику має використовуватися для [4]:

– накопичення даних і знань щодо проблематики маніпулювання свідомістю людини;
– приведення даних до форми, найбільш зручної для подальшого використання;
– врахування невизначеностей, пов'язаних з використанням неповних і неточних даних;
– створення математичних моделей, необхідних для оцінки ризику маніпулювання свідомістю людини;

– надання особам, які ухвалюють рішення, необхідних рекомендацій із подальшим контролем виконання поставлених завдань.

Висновки

Підводячи підсумки, можна зазначити, що нині Інтернет є ефективним засобом маніпуляції свідомістю, коли оформлення повідомлень реалізується у спосіб модифікації інформації щодо подій чи фактів з використанням таких прийомів як їхнє перекручування, пропаганда, створення паніки чи масового психозу. На глобальному рівні динаміку цього процесу визначає основне протиріччя, що проявляється в боротьбі двох тенденцій: потреби реалізації індивідуальності та нівелювання її в рамках глобалізації. З одного боку, нові інформаційні технології містять у собі потенційні можливості для розкриття індивідуальності. З іншого боку, стирання часових і просторових меж, об’єктивна потреба в єдиних стандартах в світовому масштабі створюють добротні умови для маніпулювання свідомістю, використання своїх технічних пріоритетів для експлуатації менш обізнаних в інформаційному плані суспільств.

Оскільки інформаційний потік в Інтернеті підлягає контролю певної вузької групи суспільства, то інформація, що представлена у всесвітній мережі, як правило, має переконуючий характер, тобто є певним чином сугестивною. Це означає, що людина, яка підпадає під вплив інформаційних технологій, дійсно не може відрізнити чутки, версії, точки зору, від реальних фактів. Тому Інтернет можна розглядати як ефективний засіб, який у прихованій формі забезпечує контроль та управління свідомістю особи, суспільства та держави.

Література

1. Броган К., Смит Дж. Агенты влияния в интернете. Как использовать социальные медиа для продвижения бизнеса. – СПб.: Питер, 2012. – 304 с.
2. Ву Т. Главный рубильник. Расцвет и гибель информационных империй от радио до интернета. - М.: Манн, Иванов и Фарбер, 2012. – 384 с.
3. Даррен Г. Цифровое пиратство. Как пиратство меняет бизнес, общество и культуру. - М.: Манн, Иванов и Фарбер, 2013. – 320 с.
4. Довгий С.О., Бідюк П.І., Трофимчук О.М. Системи підтримки прийняття рішень на основі статистично-ймовірнісних методів. – Київ: Логос, 2014. – 419 с.
5. Доценко Е.Л. Психология манипуляции: феномены, механизмы и защита / Е.Л. Доценко. – СПб.: Речь, 2003. 304 с.
6. Інформаційна безпека (соціально-правові аспекти): підруч. / [В.В. Остроухов , В.М. Петрик, А.А. Штоквиш та інш.]; за заг. ред. Є.Д. Скулиша. - К.: КНТ, 2010. – 776 с.

7. Кара- Мурза С.Г. Манипуляция сознанием / С.Г. Кара- Мурза. – М.: Алгоритм, 2004. – 528 с.
8. Крысько В.Г. Секреты психологической войны (цели, задачи, методы, формы, опыт) / Под общ. ред. А.Е. Тараса. – Мн.: Харвест. 1999. – 448 с.
9. Лайнбаджер П. Психологическая война. Теория и практика обработки массового сознания. – М.: Центрополиграф, 2015. - 448 с.
10. Майер-Шенбергер В. Большие данные. Революция, которая изменит то, как мы живем, работаем и мыслим / Виктор Майер-Шенбергер, Кенет Кукьер; пер. с англ. И. Гайдюк. - М.: Манн, Иванов и Фарбер, 2014. - 240 с.
11. Паризер Э. За стеной фильтров. Что Интернет скрывает от вас? / Эли Паризер; пер. с англ. А. Широкова. - М.: Альпина Бизнес Букс, 2012. - 304 с.
12. Почепцов Г.Г. Від Facebook'у і Гламуру до Wikileaks: медіакомунікації. - К.: Спадщина-Інтеграл, 2011. - 464 с.
13. Расторгуев С.П. Информационная война. - М.: Радио и связь, 1999. - 416 с.
14. Румин И. Информация и общественное мнение. От репортажей в СМИ к реальным переменам. - М.: Альпина- Паблишер, 2015. - 293 с.
15. Сугестивні технології маніпулятивного впливу: навч.посіб / [В.М. Петрик, М.М. Присяжнюк, Л.Ф. Компанцева, Є.Д. Скулиш. О.Д. Бойко. В.В. Остроухов]; за заг. ред. Є.Д. Скулиша. - К.: Наук. –вид. відділ НА СБ України, 2010. – 248 с.
16. Филлипс Д. PR в Интернете / Д. Филлипс. М.: ФАИР-ПРЕСС, 2004. 320 с.
17. Шмидт Э. Новый цифровой мир. Как технологии меняют жизнь людей, модели бизнеса и понятие государства / Эрик Шмидт, Джаред Коэн; пер. с англ. С. Филина. - М.: Манн, Иванов и Фарбер, 2013. - 368 с.

Моделирование квазицикличности колориметрических параметров посевов культурных растений, демаскирующих нарушения почвенного покрова

Клочко Т.А., Беспалов Ю.Г.
(Национальный аэрокосмический университет им. М.Е. Жуковского, Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина
klochkota@gmail.com)

Дистанционное обнаружение демаскирующих нарушение почвенного покрова характеристик растительности (ДОДР) представляет интерес для представителей многих специальностей, таких, например, как экологи, археологи и военные.

Квазицикличность, свойственная динамике колориметрических и спектральных характеристик посевов культурных растений, может выступить фактором как упрощающим ДОДР, так и создающим для него дополнительные проблемы, для решения которых требуется анализ результатов многолетних космических наблюдений [1]. Вместе с тем, существует возможность использования для ДОДР параметров квазицикличности колориметрических характеристик культурных растений на основе небольшого объема фактического материала, полученного относительно простыми и дешевыми методами. Как, например, цифровая съемка с борта беспилотных летательных аппаратов. Такую возможность предоставляет применение класса математических моделей – дискретных моделей динамических систем (ДМДС), позволяющего построить идеализированную траекторию системы (ИТС) – на основе данных о значениях параметров ее частей, изменяющихся в одном цикле, но находящихся в момент измерения на разных его фазах [2-4]. Формализованное описание, с применением ДМДС, аспектов квазицикличности колориметрических характеристик посевов культурных растений, которые могут быть использованы в ДОДР, и является предметом настоящей работы.

Для математического моделирования с применением ДМДС использовались мера близости, основанная на коэффициенте корреляции Спирмена и подход на основе закона Либиха с тремя уровнями признака [3]. Моделирование осуществлялось на базе фактического материала, полученного обработкой с помощью программного пакета Imageprocessing Toolbox MATLAB космических снимков посевов кукурузы в Полтавской области Украины.

Полученные результаты позволили простроить знаковые графы отношений (ЗГО) значений следующих колориметрических параметров: R, G, B и комбинация G + R, где R, G и B – средние для пикселя доли значений яркости соответственно красных, зеленых и синих цветовых составляющих в общей интенсивности элементов изображения посевов культурных растений, разделенные на соответствующие процентные количества, вычисленные для эталона, в роли которого выступает вспаханная черноземная почва. ЗГО строились для двух серий по четыре изображения: а) близких(10-50м) от ликвидированной газонефтяной скважины участков поля(БУП), расположенных в зоне рекультивации почвы, б) удаленных (на 50-100м) от скважины участков(УУП) вне зоны рекультивации. Для моделирования в каждом, занимавшем квадрат со стороной 50 м, БУП и УУП обеих серий было случайным образом выделено 12 квадратных сегментов со стороной в 10 м. Для целей математического моделирования принималось, что исследуемые колориметрические параметры изменялись в одном и том же цикле для каждого из БУП и УУП, а комбинации их значений, измеренные на

сегментах отдельно взятого БУП или УУП, соответствуют разным фазам этих циклов. На основе ЗГО для определенных начальных значений компонентов системы строились ИТС, отражающие цикл изменений комбинаций выраженных в условных баллах значений, выполняющих роль компонентов системы вышеуказанных колориметрических параметров. С использованием этих ИТС были проанализированы отличия последовательности в цикле максимумов значений R, G, B и (G + R). Анализ показал, что ни в одной паре ИТС, построенной для БУП и УУП, находящихся на одном поле, вид последовательностей максимумов колориметрических параметров не совпадал. Что, на наш взгляд, говорит о целесообразности использования вида указанных последовательностей для дистанционной фиксации относительно небольших отличий в характере нарушений почвенного покрова, которые имеют место на участках одного и того же поля с одинаковыми почвой и посевами культурных растений. Речь в данном случае идет об участках, на которых почвенный покров подвергся в одном случае обычному воздействию агротехнологий, в другом –рекультивации после ликвидации скважин.

Результаты данной работы, рассматриваемые авторами как предварительные, открывают перспективы разработки для целей дистанционного определения локализации относительно слабых воздействий на почвенный покров, методов, включающих выделение на исследуемой площади элементарных блоков с определенным видом квазицикличности изменения значений связанных с растительными пигментами колориметрических параметров.

Применение ДМДС для обработки соответствующего фактического материала позволит использовать для его сбора относительно простые и дешевые технологии, такие, как например, цифровая фотография с легких беспилотных летательных аппаратов. Это расширит арсенал дистанционных методов исследования антропогенного воздействия на почвенный покров.

Литература

1. Плотников Д.Е. Разработка методов дистанционной оценки растительного покрова на основе многолетних спутниковых измерений квазипериодических вариаций спектральной яркости: дис…канд.физ.-мат. наук: 01.04.01 / Плотников Дмитрий Евгеньевич; Институт космических исследований РАН; наук.кер. Барталев С. А.– Москва, 2011. – 203 с.
2. ZholtkevychG.N., BespalovY.G., NosovK.V., AbhishekM. Discrete Modeling of Dynamics of Zooplankton Community at the Different Stages of an Antropogeneous Eutrophication.–Acta Biotheor, vol. 61, no. 4, pp. 449-465, 2013.

3. З.Беспалов Ю. Г., Дереча Л. Н., Жолткевич Г. Н., Носов К. В. Дискретная модель системы с отрицательными обратными связями.//Вісник Харківського Національного Університету. Серія «Математичне Моделювання. Інформаційні Технології. Автоматизовані Системи Управління». –2008, –№833, С.–27–38.
4. Высоцкая Е.В., Порван А.П., Беспалов Ю.Г., Носов К.В., Клименко В.А., Трубицын А.А. Прогнозирование течения атопического дерматита у детей с использованием дискретного моделирования динамических систем // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. –2014. –Т.3. –№ 4 (69).– С.21-25.

Технология прогнозирования урожайности сельскохозяйственных зерновых культур дешифрированием космических снимков

Гребень А.С.
(Национальный аэрокосмический университет им..Жуковского, aleks-greben@yandex.ru)

Украина является державой с большим потенциалом в аграрном направлении, её чернозёмы известны на весь мир своим качеством. Однако долгое время использование земель с/х назначения было неправильным, что вело к истощению плодородности грунтов и, как следствие, к снижению количества урожая. Использование современных методик влияния на такую ситуацию даёт значительное улучшение, что видно по статистике последних лет.

Для того чтобы ситуация в аграрном секторе была лучше, или хотя бы держалась на уровне текущих показателей органы государственной власти должны осуществлять контроль за соблюдением норм севооборота зерновых с/х культур, используя принципы шестипольной системы. Для этого им необходимо иметь актуальные и достоверные данные про подконтрольные земельные участки. Современное состояние картографического материала и существующих баз данных про с/х предприятия не являются информативными, и как правило очень устаревшие.

Таким образом возникает вопрос обновления имеющейся текущей информации про объекты аграрной деятельности и усовершенствование процесса её дальнейшего использования при помощи современных методов и программных средств. Эта задача вызывает необходимость создания геоинформационной системы, которая сможет объединить в себе все виды исходной информации и даст возможность её лёгкого накопления, хранения и анализа.

В результате проведения анализа литературы касательно этого вопроса были изучены современные методы решения поставленной задачи. Рассмотрим результаты данного анализа на примере земельных

участков с/х назначения на территории Карловского района Полтавской области. Таким образом объектом исследования является процесс выращивания с/х зерновых культур на земельных участках с/х назначения, которые находятся на территории Карловского района Полтавской области, а предметом – методы и программные средства обработки исходной информации и создания ГИС.

Для примера рассмотрен тест-участок под номером №14 в 2013 году. В 2013 году на нём росла озимая пшеница, в связи с этим определено количество высеянного зерна с учётом среднестатистических норм высева с/х зерновых культур для территории Украины.

Согласно отчётов министерства аграрной политики Украины за последние годы средний показатель нормы сбора урожая с/х зерновых культур для территории Украины составил 30-35 центнеров с гектара, соответственно используя схожую формулу произведён расчёт примерного количества ожидаемого урожая на тест-участке №14 в 2013 году. Он равен 3076,5 (ц/га). Однако, из архивных данных известно, что объём урожая на этом поле составил 2096,23 (ц/га). Вероятные причины недобора урожая на этом поле рассмотрены ниже.

Прежде всего производился расчёт индексов вегетации по известным формулам. Первый индекс - индекс NDVI, отображающий различия степени вегетации растительности. Цветовая палитра несёт в себе информацию о значении индекса NDVI в каждой точке изображения. Таким образом более зелёные участки на изображении отображают здоровую растительность, а более тёмные и красные – угнетённую растительность. Однако, такое изображение сильно сглажено и проведение автоматической классификации без обучения по методу IsoData делает картину более наглядной.

Расчёт индекса GVI позволяет определить плотность зелёной биомассы. Цветовая гамма в данном случае обуславливается шкалой плотности вегетации растительности. Расчёт этих вегетационных индексов производился в среде программного продукта ENVI, который является одним из наиболее используемых для работы с данными ДЗЗ. Для создания геоинформационной системы использовался программный комплекс ArcGIS версии 9.3.

Использование программного комплекса ArcGIS версии 9.3, точнее его модуля ArcMAP и электронных векторных слоёв топоосновы, которые предоставляются в комплекте с лицензионным диском ArcGIS позволили создать предварительную ГИС-модель исследуемой территории. Такая модель содержит топооснову в виде электронных векторных слоёв изолиний высот, населённых пунктов, водных объектов, путей сообщения и лесополос. После получения предварительного макета ГИС системы и базы космических снимков необходимой территории проводилась работа над наполнением базы

знаний (электронной векторной карты соответствующей местности) данными полевых измерений, данными от местных органов государственной власти и землепользователей, результатами обработки данных ДЗЗ, картами, схемами, и ортофотопланами местности, и др. Такая ГИС может содержать в себе бесконечное количество любой информации, которая может изменяться, дополняться или удаляться, когда это становится необходимо. Эта система позволяет осуществить анализ предыдущих лет, создать статистические расчётные диаграммы, отчёты для органов государственной власти, выявлять и осуществлять влияние на проблемные участки поля, а также приблизительно прогнозировать будущий урожай с/х зерновых культур. Данный метод мониторинга и контроля с/х территорий не является новым, он уже используется в многих развитых странных мира, но для с/х предприятий Украины ещё не является развитым и не учитывает особенности здешней местности, поэтому далее была проведена работа по учёту таких особенностей.

Впервые во время анализа факторов влияния на вегетацию с/х культур на территории Украины были учтены особенности рельефа местности. С использованием векторного слоя изолиний высот и встроенной функции 3D Analyst программного модуля ArcMAP была построена триангуляционная модель местности (TIN), которая наглядно отображает структуру грунта.

Функция 3D Analyst также позволяет изучать углы склона поверхности в градусах или процентах (при помощи элемента Surface Analysys Slope), результат использования этого элемента приведен на слайде. Полученная информация даёт возможность судить о вероятностных направлениях:

а) миграции твердого стока и питательных веществ с с/х участков;

б) негативного влияния техногенных объектов, направления притока опасных химических веществ и тяжёлых металлов к исследуемым участкам;

в) выветривание, опустынивание, подтопление, затопление или заболачивание на территориях с/х участков;

г) направления и места дополнительного внесения пестицидов и удобрений, ради получения более качественного урожая.

При проведении анализа факторов техногенной нагрузки и возможных зон выветривания участков также учитывались погодные условия. Для этого, с использованием архивных данных погоды были построены розы ветров для исследуемой территории. Анализ атмосферного состояния отобразил степень техногенной нагрузки на участки исследуемых с/х угодий. Построение соответствующей TIN и годовой розы ветров предоставляет информацию о вероятностных направлениях эрозионных процессов на исследуемой территории.

При проведении исследований текущих данных о проведенной паспортизации земельных участков на государственных порталах Центра государственного земельного кадастра Украины (ЦГЗК) и Государственного агентства земельных ресурсов Украины (ГАЗРУ) для исследуемого тест-участка выявлены границы земель, которые являются приватизированными и имеют в государственной базе данных кадастровые номера.

Далее, с использованием всей собранной информации для каждого поля формировалась индивидуальная система поддержки принятия решений. Для каждого космического снимка исследуемой территории сформирован набор результатов обработки данных ДЗЗ, который позволяет влиять на выращиваемые культуры в различных стадиях их вегетации.

Для каждого тест-участка сформирован индивидуальный паспорт поля.

В результате работы достигнуты следующие результаты:

1) Изучены основные дешифровочные признаки различных типов с/х угодий на аэрокосмических снимках для их последующего картографирования и создания цифромвых карт полей.

2) Проанализированы существующие методы дешифрирования аэрокосмической информации и выбран метод, который даёт наилучшие результаты при дешифрировании с/х угодий.

3) Определены основные этапы картографирования и создания цифровых карт полей.

4) Определены преимущества использования БГД с/х угодий.

5) Проанализирована геологическая структура грунта, которая в последующем позволяет определить участки с/х угодий, которые требуют более тщательного рассмотрения.

6) Рассмотрена загрязнённость атмосферы и направления вероятного распространения этого загрязнения (что позволяет судить о загрязнении приземного слоя атмосферы и грунта техногенной пылью и тяжёлыми металлами).

Создание полнофункциональной ГИС-системы велотуризма по г. Харькову для платформы Android

Поденко К.Ю., Семёнова Е.А., Тесля Д.А.
(Национальныйаэрокосмический університет им. Н.Е. Жуковского, Karina_podenko@mail.ru)

На сегодняшний день становится актуальным развитие велотуризма, что является первопричиной использования геоинформационной системы (ГИС) в мобильных устройствах для создания и поддержки

актуальных маршрутов по городу, а также для создания схемы организации развития инфраструктуры в г. Харькове.

На данный момент существующие приложения имеют широкий спектр инструментов и возможностей для велотуристов, но без учёта особенностей конкретной территории; как правило, отсутствует графическое представление местности (фото интересных мест, достопримечательностей). Основной акцент делается на фиксировании физических показателей (графики нагрузок), ведении статистических данных, отслеживании параметров маршрута (времени затраченного на преодоление определённых участков маршрута, скорость передвижения) и учёте велосипедной инфраструктуры.

Целью используемых в настоящий момент приложений является запись и хранение полученных данных без учёта индивидуального подхода к конкретным группам велотуристов (профессиональные велопользователи или любители).

Существующие проблемы являются основополагающим базисом для разработки нового полнофункционального ГИС-приложения велотуризма по г. Харькову для платформы Android, с помощью которой возможно повысить информативность в туристической отрасли города и предоставить возможность правильного подбора маршрута для туристов разного уровня.

В основу разработки ГИС приложения были положены существующие веломаршруты, созданные пользователями по городу Харькову и области, так же была включена информация о рельефе, инфраструктуре и зонах, не пригодных для езды (болота, карьеры, обрывы). Дополнительно был проведен анализ уже существующих проектов, веломаршрутов, созданных пользователями по г. Харькову и области, инфраструктуры, рельефа и природных особенностей выбранной территории.

Особое внимание в процессе разработки было уделено созданию актуальной карты веломаршрутов, разработке базы данных в соответствии с классификационными признаками, такими как, категория велотуристов и веломаршрутов с необходимым набором данных, пользовательский интерфейс выбора маршрутов по категориям, функциясозданиямаршрутапользователем в режиме реального времени (запись координат в файл).Итоговыекартымаршрутовбыли построены в соответствии с категориями сложности.

Основу приложения составляет актуальная на сегодняшний день картографическая подложка, создание которой проводилось на основании синтезированных космических снимков г. Харькова. Для анализа снимков с различных съёмочных аппаратов и для ликвидации ошибок, связанных с условиями освещенности в период сьемки, проводилось нелинейное контрастирование и высокочастотная

фильтрация изображения, а цифровая обработка снимков велась с использованием цветовой модели HSV по каналу S (канал насыщенности), как по наиболее информативному при решении данной задачи.

Для выявления на снимках заболоченных зон и карьеров использовались в комплексе методы дешифрации изображений, основанные на текстурных и цветовых характеристиках. Основу текстурных методов составили методы расчета фрактальной размерности и метод, основанный на вычислении количества перепадов яркости на единицу площади изображения. Для анализа цветовых характеристик изображения применялись цветовые модели HSV и RGB и метод, основанный на синтезе принципов бинарного квантования и расчета дисперсии.

Для классификации и дальнейшей идентификации неблагоприятных объектов был проведен анализ дешифровочных признаков с целью формирования вектора параметров.

При объединении результатов различных методов с целью минимизации зон ошибочной идентификации и повышения точности распознавания и отображения объектов были применены различные методы ГИС - анализа, в частности - оверлейные операции.

В то же время, при попытке достижения таких результатов, как выбор участков маршрутов, способных удовлетворить запросы пользователей, столкнулись с несовершенством применяемых подходов и, как следствие, с недостаточной адекватностью формируемых на их базе выводов. В связи с этим было принято решение оиспользовании нечетких методов моделирования, базирующиеся на аппарате нечеткой логики (fuzzylogic), с помощью которых, полагаясь на знания экспертов, были получены позитивные результаты в итерационном процессе уточнения непротиворечивой модели. Такая модель способна учесть неточность (нечеткость) в условиях поставленной задачи, и обеспечить достижение приемлемого решения по подбору участков маршрута.

Таким образом, в работе для представления сложных пространственных моделей использовали аппарат нечеткой логики, как способ формализации нечетких суждений и получения из них выводов.

Как результат, была создана полнофункциональная ГИС-система велотуризма по г.Харькову для платформыAndroid, которая позволяет: проводить всесторонний анализ категорий велотуристов и маршрутов; визуализировать пространственную информацию; проводить выбор подходящих маршрутов для конкретных категорий велотуристов с помощью разработанного интерфейса, а также имеет актуальную обновляемую картографическую основу.

Данную ГИС можно использовать как основу для развития велотуризма Украины.

Создание классификатора эталонных участков для земель сельскохозяйственного назначения по космическим снимкам с использованием геоинформационных технологий

Толчевская О.Е.
(Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», t0661256110@gmail.com)

Увеличение производства сельскохозяйственной продукции, сохранение качества урожая, сохранение плодородия почв, а также оптимизация транспортировки продукции – это основные задачи решаемые средствами геоинформационных систем (ГИС).

Многие сельскохозяйственные предприятия используют современные подходы ГИС для мониторинга, пространственного анализа и отслеживания изменений продуктивности сельскохозяйственного производства. Страховые компании используют ГИС для оценки рисков и уточнения страховых взносов при страховании урожая. Поставщики сельскохозяйственного оборудования, удобрений и ядохимикатов применяют ГИС для рекламирования и сбыта собственной продукции в сельскохозяйственных регионах, поиска оптимальных маршрутов доставки продукции автомобильным, водным и железнодорожным транспортом [1].

Применение дополнительных данных, таких как данные дистанционного зондирования земли (ДЗЗ), полевые замеры, данные о севообороте, пробы почв и др., позволяет решать различные задачи сельского хозяйства. Актуальной задачей на сегодняшний день является сохранения плодородия почв. Одна из основных причин потери полезных свойств почвы – это несоблюдение научно обоснованных севооборотов, т.е. несоблюдение чередования сельскохозяйственных культур и паров.

В 2015 году Украина заняла одно из ведущих мест по экспорту семян подсолнечника и подсолнечного масла. Высокий уровень рентабельности и спрос на семена повлекли значительное расширение его посевных площадей. Однако, подсолнечник является культурой которая сильно истощает почву. При его выращивании необходимо чётко придерживаться правил севооборота. Не следует высевать подсолнечник на одном месте ранее, чем через 8 лет, вследствие чего в структуре севооборота он занимает 10-12% от общей площади. Развитая корневая система растений подсолнечника предъявляет большую потребность в питательных веществах почвы, и сокращение периода между посевами подсолнечника в севообороте, что обычно связывается со снижением плодородия почвы [2].

Современный технологии ГИС с применением данных ДЗЗ позволяют отслеживать нарушение севооборотов бесконтактными

методами – по космическим снимкам. Такой подход более эффективен по сравнению с назе6мными методами и менее затратный по времени.

Для распознавания подсолнечника предлагается использовать алгоритм выделения на снимке полей с разными культурами. Пошаговая технология выделения участков, основанная на методе контролируемой классификации, подробно описана в статье [3, С.117-119](шаги 2 - 7). Данный алгоритм имеет один недостаток – требуется много времени на получение результата. Поэтому предлагается использовать «Базу Данных Эталонных Участков» (БДЭУ), сформированную экспериментальным путем автором статьи. Алгоритм создания БДЭУ представлен на рис.1.

Рисунок 1 – Алгоритм создания БДЭУ

Как видно на рис.1, конечным результатом БДЭУ является «Классификатор Эталонных Участков» (КЭУ). КЭУ – это перечень спектральных яркостей для каналов снимка (в данном случае использовались снимки полученные со спутника Landsat 8 OLE/TIRS) для более значимых вегетационных фаз. Подобный КЭУ был разработан для подсолнечника, произрастающего на территории Харьковской и Полтавской областей (рис.2).

Культура	Фенологическая фаза		Спектральный диапазон		
	Фаза	Приблизительная дата наступления	1 канал (красный)	2 канал (зеленый)	3 канал (синий)
Подсолнечник	Полные всходы	12.05	9347-9411	8307-8566	7917-8241
	Полная бутонизация	20.06	-	-	-
	Полное цветение	18.07	9216-9471	9216-9471	7936-8191
	Налив семянки	30.07	9913-10100	9303-9676	8193-8404
	Физиологическая зрелость	20.08	9216-9471	9216-9471	7936-8191
	Сухостой	10	8960-9215	8192-8703	7680-8191

Рисунок 2 – Фрагмент КЭУ

Применение КЭУ существенно экономит время и облегчает работу по распознаванию культуры по снимкам Landsat8 OLE/TIRS, используя встроенный модуль в ГИС «Карта 2011».

Список использованных источников

1. 1.Ушаков А., Использование геоинформационных технологий в сельском хозяйстве [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://loi.sscc.ru/gis/razlgis/doc_geo.html - 1.09.2015
2. Подсолнечник [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.brestagro.com/page/crops/sunflower - 2.09.2015
3. Толчевская, О. Разработка технологи определения коэффициентов распаханности земельних массивов [Текст] / О.Е. Толчевская, Г.Я. Красовский / Экологическая безопасность и природопользование: сб. научных работ / М-во образования и науки Украины, Киевский нац. Ун-т строит. и архит., НАН Украины, Ин-т телекоммуникаций и глобального информационногопространства. – 2014,№15. – С.111-123

Застосування інноваційного ГІС-контролера LeicaZeno 20 у природокористуванні

**Горб О.І., **Прядка К.О.*

*(*ТОВ «Навігаційно-геодезичний центр», Національний аерокосмічний університет ім.Жуковського a_gorb@ngc.com.ua;*

***ХНУ ім. В.Н. Каразінак.pryadka@ngc.com.ua)*

Екологічні проблеми часто вимагають негайних і адекватних дій, ефективність яких безпосередньо пов'язана з оперативністю обробки і надання інформації. При комплексному підході, характерному для екології, зазвичай доводиться спиратися на узагальнюючі характеристики навколишнього середовища внаслідок чого обсяги навіть мінімально достатньої вихідної інформації повинні бути

великими, в іншому випадку наявна інформація для прийняття управлінських рішень буде недостатньою. Проте простого накопичення даних теж, на жаль, недостатньо. Ці дані повинні бути легко доступніта систематизовані відповідно до потреб. Найкращим рішенням є можливість пов’язати різнорідні дані одне з одним, порівняти, проаналізувати, просто переглянути їх у зручному і наочному вигляді, наприклад, створивши на їх основі необхідну таблицю, схему, креслення, карту, діаграму. Групування даних у потрібному вигляді, їх належне зображення, зіставлення і аналіз цілком залежать від кваліфікації та ерудованості дослідника, обраного ним підходу інтерпретації накопиченої інформації. На етапі обробки та аналізу зібраних даних істотне місце займає технічна оснащеність дослідника, що включає відповідні для вирішення поставленого завдання апаратні засоби і програмне забезпечення. У якості останнього в усьому світі все частіше застосовується сучасна потужна технологія географічних інформаційних систем.

Специфіка діяльності при веденні екологічного моніторингу та ресурсного природокористування і загальний перехід на цифрові бази даних, а також зростаючі вимоги поточності і надійності інформації вимагають відповідних мобільних програмно-апаратних рішень. У більшості випадків збір просторових даних здійснюється технічними засобами, призначеними для вирішення інших завдань. Використання обладнання, спеціально розробленого для збору ГІС-даних, спростить створення ГІС і підвищить якість польових вимірювань. Зазначені вище завдання територіального управління зі збору інформації про навколишнє середовище та просторове положення об'єктів ефективно вирішують приймачі глобальних навігаційних супутникових систем (GNSS) з ГІС-можливостями [2, с. 81].

Одним з найбільш раціональних та інноваційних варіантів вирішення поставлених питань збору геопросторових відомостей є використання представленого Leica Geosystems рішення для збору ГІС-даних - LeicaZeno 20 (рис. 1). Leica Zeno 20 є першим інструментом з високою точністю збору даних, який може працювати на операційних системах Android або Windows EmbeddedHandheld 6.5.3. Можливість такого вибору дає користувачам свободу дій у завантаженні необхідних для роботи та знайомих програм для Android, та спрощує процес налаштування приладу, оскільки це не важче ніж налаштувати власний смартфон.

Рис. 1. Загальний вид програмно-апаратного комплексу LeicaZeno 20 [3]

Zeno 20 також пропонує два нових гнучких програмних рішення, що працюють на Android: новий ZenoMobile і новий ZenoConnect. ZenoMobileпризначений для забезпечення простого і ефективного робочого процесу збору даних, який буде зрозумілим навіть для не фахівців у сфері ГІС та геодезії .Zeno Connect дає можливість отримувати RTK-коригування GNSS позиціонування в будь-якому додатку, що використовує Android Location Manager.

На додаток до цього, Zeno 20 пропонує доступ до великого обсягу безкоштовного контенту:

– річна підписка до нової програми Hexagon Imagery;
– доступ до даних OpenStreetMap [3].

Можливість опціональної модернізації точності GNSS позиціонування (метрова, субметрова, сантиметрова) дозволяє користувачеві вибрати точність, яка відповідає вимогам проекту або бюджету.

Leica Zeno 20 - надзвичай легкий і компактний, він оснащений яскравим і великим дисплеєм розміром 4,7 дюйма зі спеціально розробленим покриттям антивідблиску для роботи в умовах яскравого вуличного освітлення чи при польових роботах. Дисплей підтримує використання комбінацій управління пристроєм звичних для власників сучасних смартфонів. Захист від пилу і вологи відповідає вимогам стандарту IP67. Швидкий двоядерний процесор дозволяє обробляти величезні обсяги даних і переглядати будь-які карти без затримок.

Крім того, поєднавши лазерний далекомір DISTO S910 з Leica Zeno 20 (рис. 2), є можливість проводити зйомку недоступних або важкодоступних об'єктів, таких як точки на дні котлованів, траншей, люків на проїжджій частині.

Основні переваги Leica Zeno GIS:

– • Leica Zeno Office дозволяє поліпшити якість об'єктів, відкривши повний доступ до GNSS-даних. Перевага –спільне використання Zeno GIS з тахеометрами і GNSS обладнанням для отримання інтегрованого рішення.
– • Зручний алгоритм експорту Leica Zeno GIS дозволяє легко передавати об'єкти без зменшення точності на один або декілька

Рис. 2. Вимірювальний комплекс Leica Zeno 20 + DISTO S910 [4]

пристроїв. Перевага –простий алгоритм експорту, який гарантує оновлення об'єктів тільки з підвищенням точності.

– • Leica Zeno GIS створений для високоточного картографування як у постобробці, так і в реальному часі. Ніколи картографування не було таким зручним, як з ПЗ ArcPad OEM. Перевага - високоточне ГІС-рішення.

Leica Zeno GIS надає досвідченим професіоналам і новачкам найбільш мультифункціональне і просте GNSS/GIS рішення з підвищеною продуктивністю, автоматизованою передачею даних між польовими об'єктами і офісом.

Серед основних галузей застосування Leica Zeno 20 слід виділити наступні:

– • картографічні зйомки;
– • геодезичні та землевпорядні зйомки;
– • винесення меж об'єктів в натуру;
– • інвентаризація;
– • оперативний збір геопросторових даних при надзвичайних ситуаціях;
– • високоточна навігація;
– • екологічна освіта;
– • ГІС-аналіз [4].

Основною сферою застосування серед зазначених вище є картографічна зйомка, яка при використанні можливостей контролера може здійснюватися максимально точно і ефективно, через застосування функціонального вбудованого ПЗ ZenoField.

Таким чином, розглянуте ГІС-рішення набагато перевершує можливості звичайних картографічних систем, хоча й включає всі основні функції одержання високоякісних карт і планів. У самій концепції ГІС закладені всебічні можливості збору, інтеграції та аналізу будь-яких розподілених в просторі або прив'язаних до конкретного місця даних. У підсумку, враховуючи всі конструктивні та обчислювальні переваги апаратної частини ГІС контролера Leica Zeno 20 і особливості використовуваного польового та офісного програмного забезпечення, в поєднанні зі швейцарською якістю Leica Geosystems, можна зробити висновок про те, що на сьогоднішній день розглянуте рішення є одним з

найбільш функціональних та продуктивних в області збору геопросторових даних, а також являє собою гнучке GNSS/GIS рішення доступне і зручне як для досвідчених користувачів, так і для новачків та може бути використане у процесахекологічного моніторингу та природокористування.

Список використаних джерел

1. Дышлюк С.С., Сухорукова С.А. Использование ГИС-технологий в процес се территориального планирования // ГЕО-Сибирь-2010. VI Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2010 г.). – Новосибирск: СГГА, 2010. Т. 1, ч. 2. – С. 168–170.
2. Лычак А.И., Бобра Т.В. ГИС в территориальномпланировании. Часть 1Симферополь: ТНУ, 2012. — 167с.
3. Officialwebsite Leica Geosystems. – Режим доступу: http://zeno.leica-geosystems.com/
4. Official websiteof Leica Zeno solution. – Режим доступу: http://zeno.leica-geosystems.com/

Моделирование задач управления региональной экологической безопасностью.

Ночвай В.И.

(Институт проблем моделирования в энергетике им. Г.Е. Пухова НАН Украины, nochvai@gmail.com)

Целью управления экологической безопасностью в некотором регионе Σ_0 является обеспечение допустимого уровня негативного воздействия природных и антропогенных факторов экологической опасности на окружающую среду и человека. Одним из традиционных механизмов обеспечения экологической безопасности [1] является обеспечение стратегически направленных механизмов экологического управления (u) в регионе по уменьшению в некотором периоде (как правило год) выбросов (Q) от пространственно распределенных источников формирующих загрязнения (S) ниже уровня нормативных стандартов качества окружающей среды в k-зоне:

$$\min_{\{u(t,\Sigma)\}} \int_t \int_{\Sigma_k} S(Q,u,\Sigma,t)d\Sigma dt \le S_{k\,норм}$$

в случае присутствия окружающей среде одновременно n загрязняющих веществ (ЗВ), что проявляют суммацию вредного воздействия, для каждой группы таких веществ рассчитывается суммарная концентрация, или же значение концентраций ЗВ, проявляющих суммацию вредного

воздействия, приводятся условно к значению концентрации одного из них.

Второй задачей региональной экологической безопасности является проведение мероприятий (u) минимизации до приемлемого уровня рисков вредных эффектов организованных и неорганизованных выбросов мощности (Q) как для отдельных элементов экосистемы, так и на их общие эмерджентные характеристики и функции (E):

$$\min_{\{u(t,\Sigma)\}} \int_t \int_{\Sigma_k} R(Q,u,E,\Sigma,t)d\Sigma dt \le r_{k\,норм}$$

Еще одной важной задачей региональной экологической безопасности является оценка риска возможных чрезвычайных ситуаций и аварийных выбросов с целью предупреждения возникновения и ликвидации последствий.

Используем формулу [2] полного риска $r(Y,A)$ эколого-экономических потерь (Y) на конечном множестве A={$e_{i,\mathrm{A}}$}, i=1..N, независимых сценариев $e_{i,A}$ аварий, каждый из которых в сочетании с некоторыми независимыми неблагоприятными условиями – элементами конечного множества, $\theta_k \in \Theta$, k=1..K, приводит к ущербу $Y(e_{i,A},\theta_k)$

$$r(Y,A) = \sum_{i=1}^{N}\sum_{k=1}^{K} p(e_{i,A},\theta_k)Y(e_{i,A},\theta_k)$$

где $p(e_{i,A},\theta_k)$ – полные вероятности пересечения i-аварийных сценариев $e_{i,A} \in A,\ \ i=1..N$, с неблагоприятными условиями $\theta_k \in \Theta$, k=1..K, вероятности которых считаются заданными. Неблагоприятные условия в месте возникновения опасного источника ЗВ, в первую очередь определяются метеоусловиями, которые определяют характер и направленность развития зоны токсического поражения, а также наличием поблизости средств и сил противодействия ЧС.

База возможных сценариев опасных выбросов в результате природных и техногенного характера включает: промышленные аварии, аварии на транспорте, теракты, взрывы, пожары, землетрясения, наводнения, ураганы. Если на их основе построить полную группу наиболее вероятных событий $e_i \in E,\ \ i=1..N$ с применением байесового подхода, то для определения полной вероятности экологического ущерба в регионе достаточно задать структурную функцию $\Psi(S)$ надежности (экобезопасности региональной системы), такую, что $\Psi(S): E \to A$

Таким образом оценив плотность распределения вероятности данных событий по территории и рассчитав вероятное пространственно-временное распределение вредного фактора (вероятность контакта с реципиентами риска) можно определить: $p(e_{i,E},\theta_k)=p(e_{i,E})p(\theta_k)$ и на основе экономической оценки природных ресурсов и потерь для здоровья можно оценить уровень риска региональной экологической безопасности от возможных чрезвычайных ситуаций. Для решения задач региональной экологической безопасности очень важным условием является существование реестров опасных объектов в регионе, а также инвентаризация источников загрязнений окружающей среды. Для учета физико-химических особенностей различных сценариев выбросов (разливы, пожары, взрывы) необходимо формирование базы региональных эмиссионных моделей.

Список литературы.

1. Беляев Н.Н. Ночвай В.И. Математическое моделирование процессов загрязнения атмосферы в региональных задачах экологической безопасности. Збірник наукових праць НГУ – Д.: Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет», 2015 - №47 – с.131-138
2. Стефанишин Д.В. Вибрані задачі оцінки ризику та прийняття рішень за умов стохастичної невизначеності.-К.:Азимут-Україна, 2009. – 104 с.

ГІС-моделі в оцінці впливу на довкілля військових об’єктів: критерії екобезпеки

Шаравара В.В., Касіяник І.П., Ганечко А.Д.

(Кам’янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, ecosphere@i.ua)

Оцінка рівня небезпеки колишнього військового об’єкта для довкілля і здоров’я людини потребує вироблення нових принципів і підходів, оскільки він може бути різним – від найнезначнішого до критичного і навіть катастрофічного. Виконання такої оцінки за своїм змістом і наповненістю є відмінним від традиційної процедури оцінки впливів на навколишнє середовище планованої діяльності (чи об’єктів, що проектуються), яка закріплена нормативним документом [1], і процедури ОВНС діючих об’єктів, яка описана у [2]. Проведення ОВНС військових об’єктів, які виведені з експлуатації дозволить обґрунтувати відповідні заходи дотримання екобезпеки, а також визначити можливість, доцільність та прийнятність подальшого використання цих територій.

В роботах [3-5] описана система виконання ОВНС військових об’єктів, яка включає наступні етапи: 1) екологічний моніторинг території в зоні впливу джерела забруднення (військового об’єкта); 2)

аналіз і оцінка наслідків екологічного впливу військового об’єкта на довкілля; 3) розробка заходів забезпечення екологічної безпеки; 4) визначення і обґрунтування напрямів використання територій.

В рамках другого етапу проводиться вивчення сучасного стану навколишнього середовища в зонах ймовірного негативного впливу та його порівняння з нормативами і стандартами якості довкілля. Для цього виконують розрахунки комплексних інтегральних показників якості ґрунтового середовища – сумарного показника забруднення (Z_c) і приведеного сумарного коефіцієнта концентрації (D). Подальший аналіз ґрунтується на визначенні інтенсивності міграції забруднювачів із ґрунту в рослинний покрив шляхом розрахунку коефіцієнта накопичення ($K_н$). Після чого для оцінки екологічного стану рослинного покриву території використовується комплексний індекс забруднення, що враховує дані про вміст у рослинах токсичних елементів і їх фонове значення (I). Усі отримані коефіцієнти вносяться в загальну базу даних екологічної інформації [3, 5].

Узагальнені результати інтегральної оцінки територій (ґрунтового і рослинного покриву) систематизуються і використовуються для розробки геоінформаційних систем на базі програмного забезпечення Digitals (завантаження топографічних карт, які містять досліджуванні об’єкти, прив’язка їх до системи координат, оцифрування необхідних об’єктів і шарів, нанесення на створену карту місць відбору проб із внесеними результатами щодо вмісту у ВМ) і Golden Software Surfer (аналіз просторових даних геостатистичного аналізу і моделювання - створення моделей забруднення і поширення на досліджуваних територіях ВМ методом просторової інтерполяції).

На основі створених ГІС-моделей виконують узагальнення результатів критеріальної оцінки рівня екологічної безпеки шляхом підготовки комплексної оцінки досліджуваних територій, яка містить у собі опрацьовані статистичні дані щодо [6]:

1) ґрунтового середовища (оцінку екологічного стану ґрунтового покриву за приведеним сумарним коефіцієнтом концентрації, D);
2) рослинного покриву (оцінка екологічного стану рослинного покриву за комплексним індексом забруднення, I);
3) геологічної будови (її опис) територій, на яких розміщені ШПУ (G);
4) площі (дзеркала) забруднених зон з відповідним вмістом ВМ, розраховані на основі ГІС-моделей (S);
5) густоти гідрологічної сітки і водних об’єктів (ставків, водосховищ, річок, R);
6) густоти лісового масиву (F);
7) висоти розподілення концентрацій (висоти над рівнем моря) забруднюючих речовин (H).

Комплексна оцінка включає вищеперераховані фактори (показники), кожному з яких надається оціночний бал в залежності від розрахованих і визначених значень їх параметру. А для отримання остаточного результату комплексної оцінки рівня екологічної безпеки з використанням ГІС-моделей запропоновано використовувати однойменний індекс ($I_{реб}$), який розраховується шляхом сумування набраних балів за формулою:

$$I_{реб} = D + I + G + S + R + F + H$$

де D – значення приведеного сумарного коефіцієнта концентрації у вагових балах; I – значення комплексного індексу забруднення рослинного покриву у вагових балах; G – геологічна основа території у вагових балах; S – площа забруднення у вагових балах; R – густота гідрологічної сітки у вагових балах; F – густота лісового масиву у вагових балах; H – висота над рівнем моря у вагових балах.

За набраною сумою балів визначають рівень екологічної безпеки згідно розробленої 5-ти рівневої шкали, у якій для різних рівнів забруднення і деградації територій виділені діапазони значень за ступенем небезпеки забруднення, яким надані градації і присвоєно стандартні найменування.

Література

1. ДБН А.2.2-1-2003 «Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд». – К.: Держкомбударх, Мінекобезпеки України, 2003. – 21 с.
2. Рекомендації щодо змісту матеріалів оцінки впливів діючих об’єктів на навколишнє середовище (ОВНС). Правила проведення робіт / УкрНДІЕП. – Харків, 2005. – 21 с.
3. Шаравара В.В. Система виконання оцінки впливів на довкілля колишніх об’єктів ракетних військ / В.В. Шаравара // Екологічна безпека держави: тези доповідей всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених та студентів. м.Київ, 15-17 квітня 2014 р., Національний авіаційний університет / редкол. О.І. Запорожець та ін. – К.: НАУ, 2014. – С.12-13.
4. Куценко В.О. Методологія ОВНС для виявлення впливу чинників збройних сил на довкілля: уточнення процедур / В.О. Куценко, В.В. Шаравара // Наукоємні технології: Матеріали науково-технічної конференції студентів та молодих учених. – К.: НАУ, 2014. – С.18.
5. Шаравара В.В. Механізм оцінки параметрів екологічного стану демілітаризованих територій ракетних військ / В.В. Шаравара // Наукові праці Кам’янець-Подільського національного університету: збірник за підсумками звітної наукової конференції викладачів,

докторантів і аспірантів. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2014. – Вип. 13. – Т. 2. – С.31.
6. Шаравара В.В. Компонентний аналіз гіпотетичних шляхів міграції забруднюючих речовин на територіях майданчиків пускових комплексів ракетних військ / В.В. Шаравара, І.П. Касіяник // Екологічна безпека держави: тези доповідей IX Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених та студентів (м.Київ, 16 квітня 2015 р.), Національний авіаційний університет / редкол. О.І. Запорожець та ін. – К.: НАУ, 2015. – С.26.

Технологія створення точної електронної картографії для підприємств лісового господарства

Богомолов В.В., Борисенко О.І., Жадан І.В., Полупан А.В., к.е.н.
(Український ордена «Знак пошани» науково дослідний інститут лісового господарства і агролісомеліорації ім. Г.М. Висоцького)

Сьогодення ставить перед лісгоспами вимоги до точності картографії в дециметровому діапазоні. Такого результати можна досягти, лише проведенням геодезичних робіт в польових умовах. Так, на наш погляд, в першу чергу потрібно проводити знімальні роботи меж землекористування та квартальної мережі. Зйомка меж виділів занадто кропіткий процес, який потребує дуже багато часу та не підйомних в наш час витрат для підприємств. Через це, насамперед потрібно зробити картографічний "кістяк" - межі кварталів, тоді як межі виділів поступово набудуть заданої точності в результаті ведення господарської діяльності підприємства, за умови використання ним геодезичних пристроїв в процесі відводів.[3]

Процес виготовлення точної електронної карти квартальної мережі підприємства передбачає такі етапи:

1. Аналіз існуючих матеріалів та підготовка проектних точок для зйомки (рис.1).

2. Зйомка, геодезичними пристроями в натурі, запроектованих точок на перетинах квартальних просік та квартальних меж з межею землекористування (рис.2). [2]

3. Обробка даних в камеральних умовах, ув'язка результатів робіт від існуючої державної геодезичної мережі або мережі стаціонарних GNSS-станцій (рис.3). [1]

4. Побудова нової квартальної мережі на основі даних зйомки.

5. Передача інформації до лісовпорядних підприємств для подальшого використання.

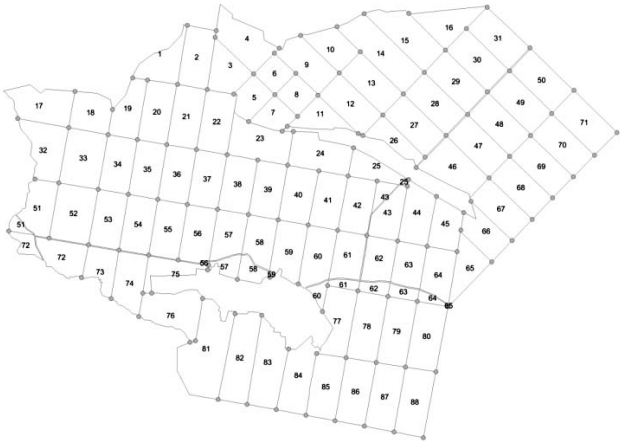


Рис.1- Запроектовані для знімання точки в Комарівському лісництві

Рис. 2 - GPS+GLONASS приймач South S750-2013

Рис.3- Прив'язка базової станції за допомогою пунктів державної геодезичної мережі

Отже, точна електронна карта надає такі переваги, а саме:

- точну накладку результатів зйомки на лісовпорядний планшет без допоміжних точок прив'язки;
- винесення таксаційних виділів на місцевість за координатами.

Необхідні передумови створення електронної карти, як точної картографічної основи лісогосподарського підприємства, є наступне:

- геодезична зйомка квартальної мережі території підприємства за допомогою сучасних GPS-приймачів і мережі GNSS-станцій до проведення базового лісовпорядкування;
- ревізія і корекція ортофотопланів, що будуть використані при проведенні лісовпорядкування;
- використання спеціального програмного забезпечення для контурного дешифрування аерофотознімків на підготовчій стадії лісовпорядних робіт.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Богомолов В.В. Використання ГІС технологій в лісовому господарстві за допомогою мережі станцій диференційних поправок.

/ Богомолов В.В., Полупан А.В., Кочнева Т.А., та інш. // Збірник наукових праць 10 Міжнародної науково-практичної конференції “Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях” Київ – Харків –АР Крим, 2011. – с.171-172
2. Полупан А.В Досвід використання засобів глобального супутникового позиціювання і електронних вимірювальних приладів в лісовому господарстві. / Полупан А.В., Богомолов В.В, Кочнева Т.А., Костяшкін С.І., Єна О.М. //Тези доповідей IV Міжнародної науково-практичної конференції “Сучасні технології управління екологічною та інформаційною безпекою територій.” Крим–Київ–Харків, 2005, с.106-107.
3. Гнап А.К. Точность измерений и пути ее повышения в технологиях GPS / Гнап А.К. [та ін.]. - Лісівництво і агролісомеліорації.-2004.-Вип. 106-Харків.-С.10-12.

Використання штучного гіпобіозу у рибогосподарстві

Хижняк С.В., Мельничук С.Д., Сисолятін С.В., Войціцький В.М.
(Національний університет біоресурсів і природокористування України, khs2014@ukr.net)

У природних умовах, коли у пойкілотермних організмів розвивається стан переохолодження, зниження їх температури тіла не є пасивним процесом, а обумовлює початок складної морфо-функціональної перебудови організму. Цей процес проходить на мембрано-клітинному рівні, характеризується значним зростанням рідинності тканинних структур, зниженням їх потреби в кисні і супроводжується підвищенням стійкості до низьких температур та іншим ушкоджуючим факторам зовнішнього середовища. Таким чином, холоднокровні гідробіонти, які піддаються впливу факторів штучного гіпобіозу (сумісна дія гіпоксії та гіперкапнії при зниженні температури) можуть проявляти стійкість несприятливим факторам при їх транспортуванні. Важливе комерційне значення може мати той факт, що перебування в стані гіпобіозу дозволяє значно знизити витрати на транспортування і зберегти високий рівень життєздатності гідробіонтів.

Способи збереження живої риби при транспортуванні. За останні роки була запропонована значна кількість методів, спрямованих на забезпечення необхідних умов підтримання нормальної життєдіяльності риби при транспортуванні: анестезія і наркоз, волога атмосфера, підтримання низьких температур, стабілізація pH та ін.

Використання електронаркозу. Під дією електричного струму певної напруги риба миттєво впадає у стадію глибокого заціпеніння. У такому стані вона може знаходитись 4 - 5 годин, використовуючи досить мало

кисню (20 - 50% від норми в залежності від глибини наркозу). Після припинення дії струму дихальні рухи у риби поступово відновлюються і вона приймає нормальний вигляд.

Багаторазова дія електричного струму не призводить до загибелі риби, що дає можливість підтримувати її в стані наркозу декілька діб, даючи короткочасні перепочинки .

Заморожування риби. Бахметьєвим П. І. запропоновано піддавати заморожуванню рибу для перевезення у стані анабіозу, для того, щоб на місці призначення знову повернути її до життєдіяльності — таким чином, до споживача надходила б жива риба.

Використання вуглекислого газу. Велику увагу приділяють використанню вуглекислого газу як анестетика [1]. При високому вмісті кисню у воді такий наркоз безпечний для риб. Його ефективність залежить від концентрації вуглекислого газу у воді і часу знаходження риби у ньому. Найбільш тривалу анестезію викликає 10-хвилинне продукування сумішшю вуглекислого газу і кисню (по 1 л/хв) через воду транспортної тари.

Великий практичний інтерес має проблема перевезення і зберігання живої риби у тарі без води, що можливо при її переведенні у стан зниженої життєдіяльності, тобто за використання штучного гіпобіозу.

Як відомо, основною причиною загибелі риби при звичайному способі транспортування є накопичення у воді та крові такої токсичної речовини, як аміак. Тому переведення риби в стан штучного гіпобіозу (за умов зниження життєдіяльності) дасть можливість уникнути негативних наслідків під час транспортування, зберігання та реалізації риби, які мають місце при традиційному способі господарювання. В НУБіП України розроблена установка для транспортування гідробіонтів в умовах гіпобіозу [2].

Необхідними складовими компонентами установки для транспортування та зберігання гідробіонтів (УТЗГ) є: теплоізольована зовні ємність для води, оснащена завантажувальними люками, еластичними сітчастими касетами для просторової фіксації гідробіонтів, три системи підтримання мікрокліматичних умов і блок автоматичного регулювання та контролю, який керує цими системами.

Система терморегуляції складається з електричного холодильного агрегату, випаровував якої розташовано у вертикальній площині всередині ємності для води та трубчатих електричних нагрівачів (далі тенів), розташованих безпосередньо над дном цієї ємності. У випадку розташування пристрою в місцях із постійно позитивною температурою, де виключено можливість замерзання в ньому води (опалювані приміщення, тропічні країни) система терморегуляції може бути спрощеною – без тентів. Звичайно конденсатор холодильного агрегату обдувається током повітря від вентилятора, тому для ефективного

охолодження пристрій потребує надходження прохолодного повітря. Стаціонарний варіант виконання пристрою допускає використання й інших охолоджуючих середовищ у які може бути занурений конденсатор холодильного агрегату, наприклад, природні та штучні водойми та ємності з водою, охолоджуваною рідким азотом або твердим діоксидом вуглецю.

Сатураційна система забезпечує насичення води газами й об'єднує у собі газові балони з вентилями та редукторами, електричний компресор, ротаметри, електромагнітні клапани, газозмішувальну камеру, газопровідні трубки та дифузор з газовідвідними отворами. Дифузор виготовлено таким чином, що його газовідвідні отвори відкриваються лише під тиском газової суміші та їхні розміри прямо пропорційні тискові газової суміші, повітря чи окремого газу. Конструкція дифузора може бути різноманітною. Наприклад, він може бути виготовлений на зразок запобіжного клапану, в якому гумова прокладка, затуляючи отвір газопровідної трубки щільно притиснута до сідла навколо отвору силою стисненої пружини. Коли тиск газу в трубці врівноважує тиск пружини, гумова прокладка починає пропускати з трубки у воду, а як тільки тиск газу зменшується – знов щільно затуляє отвір і, тим самим, запобігає потраплянню води у газопровідну трубку.

Циркуляційна система забезпечує колообіг води в ємності та прокачує її крізь фільтр із сорбентом. До її складу входять насос, фільтр і приєднані до них трубки з отворами, які сприяють рівномірному руху води. Повітряний прошарок під завантажувальним люком відокремлено від води прозорим плівчастим матеріалом, закріпленим на трубчатій рамці, яка плаває на поверхні води та на нижньому боці якої розташовано всмоктувальні отвори. що сполучаються з порожниною фільтра. Очисний фільтр, приєднано вхідним отвором до трубчатої рамки, а випускним отвором приєднано до електричного насосу, який забезпечує циркуляційний рух води таким чином, що вона спочатку засмоктується крізь всмоктувальні отвори до трубчатої рамки, звідки потрапляє до фільтру, потім у насос, омиває випаровувач і охолоджена спрямовується до еластичних сітчастих касет з гідробіонтами.

Блок автоматичного регулювання та контролю, розташований ззовні ємності або в кабіні автомобіля, здійснює точне регулювання мікрокліматичних умов водного середовища та сполучається із зануреними у нього датчиками: температури, pO_2 pCO_2 або pH.

Використання штучного гіпобіозу в репродуктивних цілях. Риби відносяться до нижчих хребетних пойкілотермних організмів, температура тіла яких залежить від температури навколишнього середовища. Зміни температури середовища впливають на фізіолого-біохімічні процеси, що протікають в організмі риб. При зміні температури води змінюється розчинність газів у ній, що також впливає

на метаболізм у риб. Тому їх реакція до змін температури залежить від стану організму та сезону. Багато видів риб дуже погано переносять різкі зміни температури. Інтегральним показником впливу температури на обмінні процеси в організмі риб може бути інтенсивність газообміну їх тканин та споживання ними кисню.

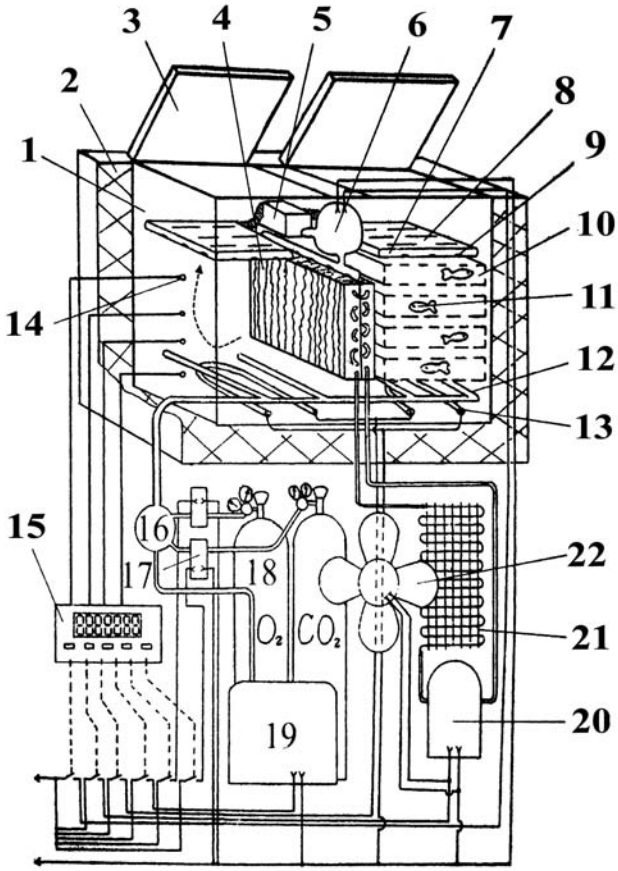


Рис. 1. Принципова схема установки для транспортування і зберігання гідробіонтів: *1) ємність для води; 2) теплоізоляція; 3) завантажувальний люк; 4) випаровувач холодильного агрегату; 5) очисний фільтр із сорбентом; 6) насос; 7) трубчаті рамки; 8) плівка;9) всмоктувальні отвори; 10) сітчасті еластичні касети; 11) гідробіонти; 12) дифузор; 13) тени; 14) датчики; 15) блок автоматичного регулювання та контролю; 16) газозмішувальна камера; 17) ротаметри з електромагнітними клапанами: 18) газові балони з вентилями та редукторами; 19) повітряний компресор; 20) компресор для хладагенту; 21) конденсатор холодильного агрегату; 22) вентилятор.*

Механізми температурної акліматизації коропів були вивчені на різних тканинах та клітинах [3]. Встановлено, що коропи значно швидше пристосовуються до високих температур, ніж до низьких [3].

Даних відносно механізмів акліматизації сперми до змін температури поки недостатньо незважаючи на важливість цього питання. Зниження температури на 2,5° С, так і підвищення на 2,5 - 5° С після гормональної стимуляції приводить до падіння якості сперми [3].

Фізіолого-біохімічний стан сперми самців риб залежить від ряду факторів (пори року, віку, умов утримання і годівлі). Нерест у коропових починається навесні (травні - червні), коли температура води вночі не опускається нижче 17–18º С. В залежності від віку, підготовки плідників і нересту, їх фізіологічного стану і умов нересту в різних вікових групах нерест відбувається неодночасно [3].

Структура сперматозоїдів коропа одна із самих примітивних серед костистих риб. У середній смузі Європи сперматогенез у коропа звичайно закінчується до кінця літа й відновляється тільки навесні наступного року. Склад сперми коропа, як виявилося сильно залежить від факторів зовнішнього середовища. Передбачається, що швидке зниження рухливості сперміїв після активації пов'язане зі зменшенням на 20 - 50% внутрішньоклітинного вмісту АТФ, що є головним джерелом енергії. Під час неактивної фази можливий незначний синтез АТФ за рахунок гліколізу.

В більшості риб, що нерестяться в прісній воді, спермії зберігають у воді рухливість не більше 1 хв. Зі збільшенням концентрації солей вище оптимальної - зменшується час руху сперміїв і відсоток сперміїв, що набувають рухливості. Сперматозоїди з гарною рухливістю та здатністю до запліднення й з високим вмістом АТФ можуть бути отримані в коропа в штучних умовах протягом всього календарного року [4].

При дослідженні якості сперми плідників коропових за впливу штучного вуглекислотного гіпобіозу рибу вводили у стан гіпобіозу за схемою запропонованою групою авторів [5] Мельничук Д.О., Мельничук С.Д., та ін.. протягом 2 – 3 год у співвідношенні CO_2 і O_2 50 - 60 до 50 – 40%, з використанням УТЗГ і витримували в стані гіпобіозу. Показано покращення якості сперми після гіпобіозу з часом витримки плідників від 1 до 5 діб, що свідчить про недоцільність використання плідників після їх транспортування у стані гіпобіозу раніше ніж за п’ять діб.

Література

1. Пат. на корисну модель №59169 Україна, МПК А01К 67/00. Пристрій для транспортування та зберігання гідробіонтів / Обштат С.В., Мельничук С.Д., Архипов А.О.; заявник і патентовласник

Національний університет біоресурсів і природокористування України заявл. 12.07.2011; опубл. 10.05.2011, Бюл.№ 6.
2. Мельничук С.Д. Гіперкапнія як фактор регуляції обміну речовин у тварин в стані природного та штучного гіпобіозу : Автореф. дис. канд. біол. наук.– К., 1995.– 24 с.
3. Романенко В.Д., Арсан О.М., Соломатина В.Д. Механизмы температурной акклиматизации рыб. Киев. Наукова Думка. –1991. – 192 с.
4. Hulata, G., Rothbard, S. Cold storage of carp semen for short periods // Aquaculture. – 1979. – № 16. – P. 267–269.
5. Мельничук С.Д., Таргоня В.С., Жулай В.Є. Розроблення обладнання для насичення рідини газовою сумішшю для введення гідробіонтів у стан гіпобіозу // Науковий вісник Національного аграрного університету. – 2008. – №126. – С. 50–52.

Вода, її властивості та роль в організмі, основні способи очищення

Хижняк С.В., Арсан В.О., Бабенко Г.І.,
Варганова А.Д., Войціцький В.М.
Національний університет біоресурсів та природокористування України
khs2014@ukr.net)

Вода – найпоширеніша сполука у природі. Вона – універсальний розчинник і стабілізатор розчинених біологічних молекул та іонів, сприяє збереженню постійності внутрішнього середовища і внутрішньоклітинного тиску та форми клітин, бере участь у синтезі та гідролізі біологічно активних речовин, а також у визначені конформації молекул, формуванні структур клітинних мембран, транспортуванні речовин, об’єднує складові частини живих організмів і клітини у одне ціле, є регулятором теплового балансу організму тощо.

В організмі людини вміст води коливається від 60 до 75 % загальної маси залежно від віку. В живих організмів вода знаходиться у *вільному* (95 – 96 %) стані (*вільна* вода) та *зв’язаному* (4 – 5 %) стані (*структурована* вода). Остання формує водяну оболонку навколо деяких сполук (наприклад, білків), що перешкоджає їх взаємодії. У вільному стані в організмі вода знаходиться у трьох основних просторах: внутрішньоклітинному, позаклітинному (плазма крові, лімфа, міжклітинна рідина) та внутрішньопорожнинному (синовіальна, перикардіальна, спинномозкова, внутрішньоочна рідини).

Мозок ссавців, в тому числі людини, в середньому містить 75 % води від своєї загальної маси, печінка – 71 %, м’язи – 70 %, шкіра – 58 %, кістки – 28 %, жирова тканина – 23 %.

Необхідний вміст води підтримується її надходженням зі зовні. Для дорослої людини на добу потрібно 2 – 3 дм^3 води (в середньому). Вона

потрапляє в організм з рідкою їжею, напоями (питна вода, газировані напої, соки, чай, кава та ін.), овочами і фруктами (містять до 90 % води), молоком (до 85 %), сирами (до 40 %) та ін.

Організм людини потребує постійного поновлення необхідної кількості води, оскільки вона втрачається з видихуваним повітрям (800 – 1200 см3 за добу), сечею (600 – 1600 $см^3$), калом (50 – 200 $см^3$), а при потінні ще з потом. Без води людина може прожити 5 – 7 діб.

Слід відмітити, що у людини в процесах катаболізму (дисиміляції) за рахунок розпаду складних органічних речовин утворюється приблизно 0,3 $дм^3$ води за добу.

Надлишок води при нормальній кількості електролітів (заряджених іонів, розчинених мінеральних солей) виділяється з сечею, калом та потом. За звичайного харчування і відсутності певних захворювань людина не може випити стільки води, щоби спричинити шкоду своєму організму. Між тим недостача води відчувається дуже швидко. Відчуття спраги характеризується неприємною сухістю в роті, яка викликана втратою води зі слизових оболонок ясен, язика, щік, піднебіння. Захисним механізмом від обезводнення є зменшення кількості або повне припинення виділення сечі.

Кількість води в організмі знижується при підвищені температури повітря довкілля внаслідок збільшення її втрат з потом для охолодження тіла. Фізичні навантаження також викликають потовиділення. Все це потребує підвищеного споживання води.

Необхідно враховувати, що за тривалого потіння з потом втрачається не тільки вода, але і електроліти, водорозчинні сполуки. Внаслідок втрати води та електролітів підвищується температура тіла, спостерігається слабкість м’язів, з’являються судоми та головокружіння – проявляється так званий *тепловий удар*. Важкий тепловий удар може привести до смерті.

Вода (H_2O) складається з двох атомів водню і одного кисню. Молекула води загалом електронейтральна, але вона становить *диполь* – атом кисню притягує електрони атомів водню (рис. 1). Унаслідок цього атом кисню стає електронегативним, а водню – електропозитивним. Між молекулами води виникає електростатична взаємодія за рахунок водневих зв’язків.

Молекули води за рахунок водневих зв’язків об’єднуються у структурні *кластери (асоціати)*, кожний з яких містить 4 молекули, утворюються пентагональні структури – тетраедри, які можуть об’єднуватися між собою вершинами, ребрами або гранями, утворюючи різні кластери складної структури у формі додекаедра. Так утворюється максимально впорядкована структура, яку називають «рідкими кристалами» або «кристалічною водою».

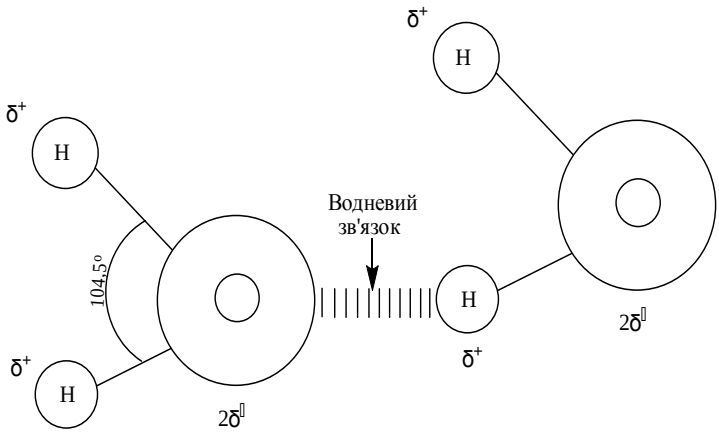
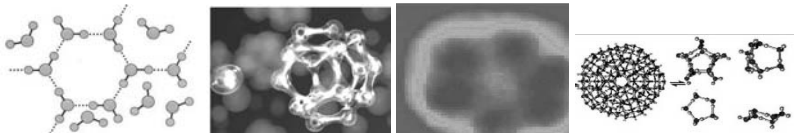


Рис. 1. Структура молекули води та утворення водневого зв'язку

Три основні агрегатні стани води наведені на рис. 2:

$$(H_2O)_{57} \xrightarrow{0^{o}C} (H_2O)_8 \xrightarrow{4-100^{o}C} (H_2O)_6 + (H_2O)_2$$



Лід «льодяні молекули» (кластери) рідина пара

Рис. 2. Основні агрегатні стани води

Структурованість води визначає унікальні її фізико – хімічні властивості: температура плавлення – 0°С (за тиску 1013 гПа, 760 мм рт.ст.), висока теплоємність і теплопровідність, а звідси – високі значення теплоти випаровування (2260 Дж/г) і температури кипіння (100°С). Воді притаманний також ефект змочування та поверхневого натягу (капілярні явища – рух води у грунті, рослинах, крові та лімфі, тканинних рідинах).

Суттєвим є те, що здатність молекул води бути диполями та утворювати водневі зв'язки надає їй якостей унікального розчинника. За розчинністю у воді хімічні сполуки поділяються на:

– *гідрофільні* – це речовини, які розчиняються у воді (солі, спирти та ін.);
– *гідрофобні* – це речовини, які не розчиняються у воді (жири, бензин та ін.);

– *амфіпатичні* – це речовини, які містять водорозчинні (полярні) та водонерозчинні (неполярні) групи, мають гідрофільну «голівку» та гідрофобний «хвіст» (фосфоліпіди та ін.).

У хімічному відношенні вода досить стійка сполука – у будь-який момент часу при 25 оС лише 1 молекула з 10 млн. знаходиться в іонізованому стані:

$$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-.$$

В той же час, утворені іони при дисоціації (розпаді) молекули води відіграють у біологічних процесах дуже важливу роль. В першу чергу це стосується кількісного значення так званого водневого показника (pH) – значення від'ємного десяткового логарифму концентрації іонів водню у водному середовищі:

$$pH = -lg(H^+)$$

Значення pH змінюються від 0 до 14. Розчини з pH 7 називаються *нейтральними*, з pH більше 7 – *лужними*, а з pH менше 7 – *кислими*. Всі біологічні процеси протікають за певних значень pH (за певного кислотно – лужного балансу). Порушення властивого біологічному об'єктові рівня pH може викликати суттєві фізіологічні та біохімічні зміни. Так, наприклад, pH крові людини коливається в межах 7,32 – 7,45. Зсув pH на 0,1 одиницю за ці межі викликає порушення діяльності серця, а суттєвіші відхилення на 0,3 одиниці може стати небезпечним для життя. Підвищення чи зниження pH шлункового соку свідчить про захворювання на гастрит. Існує ще велика кількість захворювань, які зв'язані з відхиленням pH від оптимального значення.

У воді, яка входить до складу живих систем, розчинена певна кількість солей слабих кислот (фосфатні, бікарбонатні та ін.) і зв'язаних з ними основ. Вони здатні підтримувати постійний рівень pH у певних межах, так звану *буферність*. Так, наприклад, фосфатна буферна система підтримує pH внутріклітинної рідини в межах 6,1 – 7,7, а максимально ефективна при pH 6,86. Головною буферною системою плазми крові є бікарбонатна, яка корегує відхилення pH в межах 6,0 – 8,0 і максимально ефективна при pH близько 7,4. Існують також інші буферні системи.

Якість питної води та її покращення. Вода, як вже відмічалося, приймає участь майже у всіх процесах, які відбуваються в організмі, в тому числі травленні, засвоєнні їжі, циркуляції крові і лімфи, виведені продуктів життєдіяльності організму тощо. Якість питної води залежить від розчинних і суспендованих в ній речовин, різноманітних організмів та ін.

Водопровідна вода – це та, яка потрапляє з водопроводу і звичайно добута з поверхневих джерел (річок, озер, ставків, струмків) або з

підземних джерел. Така вода буває «жорсткою» (містить високу концентрацію кальцію та магнію), а також «м'якою». «Жорстка» вода може створювати кальцієві та інші відкладення в судинах, серці, легенях, печінці, нирках, кістках та інших структурах та органах. «М'яка» вода може бути первісною, або вторинною після видалення з жорсткої води кальцію і магнію. Ця вода скоріше, ніж «жорстка» розчиняє внутрішнє покриття водопровідних труб і теж представляє певну небезпеку, якщо її споживати без додаткової фільтрації.

Найбільшу небезпеку для здоров'я представляють хлор (добавляли для знешкодження хвороботворних бактерій) та ще ряд хімічних елементів, зокрема барій, берилій, кадмій, літій, мідь, ртуть, свинець та ін., пестициди, хімічні добрива і різноманітні патогенні мікроорганізми. Крім того, у водопровідній воді крім названих речовин можуть міститися також нітрати, нітрити і нітрозаміни, поверхнево активні речовини та багато ще ін.

Існує декілька способів покращення водопровідної води: відстоювання, кип'ятіння (для знешкодження бактерій), фільтрація. Саме фільтрація (абсорбуюча, мікрофільтрація та ін.) затримують різноманітні домішки, спеціальні засоби (зокрема іонообмінні смоли) – важкі метали та радіоізотопи, певні речовини (наприклад, іони срібла) знезаражують воду та багато ще інших способів. Але не один із цих способів не здатний видалити абсолютно всі домішки, навіть при комплексному використанні декількох методів.

Вода в пляшках. Питна вода, яка продається в пляшках, набула широкого використання. Вона класифікується за джерелом походження – артезіанська, джерельна, гейзерська, курортна та ін., за мінералізацією, за типом обробки – деіонізована, дистильована та ін. Значна частина води в пляшках, особливо мінеральної, може бути штучною – до високоочищеної води додають певну кількість мінеральних речовин.

Деіонізована або *демінералізована вода*. Це вода, електричний заряд якої нейтралізується і з якої видаляються нітрати, мінеральні солі кальцію, магнію та ін., а також важкі метали – свинець, кадмій, барій та ін.

Дистильована вода. При дистиляції вода випаровується, а більша частина хімікатів, мінералів, знешкоджених бактерій та інших забруднювачів залишається в так званому залишковому об'ємі води. Водяна пара конденсується, охолоджується і знову перетворюється у воду. Дистильована вода витягує з організму неорганічні мінеральні речовини, навіть деякі клітини, що загинули.

Мінеральна вода. Це вода з природних джерел або штучна, яка містить підвищені концентрації мінеральних речовин, гази. Мінеральна вода має також специфічні фізичні властивості – температуру, кислотність, радіоактивні гази (наприклад, радон) та ін. Завдяки своєму

складу і фізичним властивостям мінеральна вода чинить на організм людини певну лікувальну дію на відміну від звичайної питної води. Необхідно мінеральну воду вживати таку, в якій мінеральний склад саме потрібний організму.

Газована вода. Ця вода містить вуглекислий газ (CO_2). Вона є альтернативою різноманітних газованих напоїв, які містять сахарозу, фруктозу та їх замінники, інші смакові добавки. Газована вода не рекомендується тим, хто страждає захворюваннями шлунково – кишкового тракту, оскільки вона його подразнює.

Структурована льодоподібна (тала) вода. Ця вода сприяє зменшенню наслідків алергічних реакцій, зниженню кров'яного тиску тощо.

Для отримання такої води її спочатку очищують фільтруванням, а потім наливають у емальований чи морозостійкий посуд і поміщають у морозильну камеру. Через певний час на поверхні води утворюється перший льодовий шар, який знімають та викидають. Потім чекають, щоб замерзло приблизно 2/3 води. У шарі льоду пробивають невеликий отвір і через нього зливають непотрібні залишки не замерзлої води. Після цього розморожують утворений лід і споживають чисту воду. Така вода не підлягає кіп'ятінню, повторному заморожуванню і тривалому зберіганні оскільки при цьому втрачає свої властивості.

Магнітна вода. Така вода має підвищену проникливу здатність через клітинні мембрани, їй притаманна бктеріцидна та антивірусна дія, вона сприяє очищенню судин від холестеролових бляшок, підвищує обмін речовин і стимулює імунітет. Лікарські властивості магнітної води зберігаються протягом доби.

Омагнічують воду при її пропусканні через спеціальну магнітну воронку або насадку на крані. Деякі фільтри для очищення води містять магніт.

Посріблення води. В посрібненій воді відсутні хвороботворні бактерії. За допомогою спеціального іонізатора таку воду можна приготувати за лічені хвилини. Якщо використовувати для цього срібний ланцюжок або ложку, то чекати треба приблизно добу. Посрібнена вода рекомендується людям з порушенням функції печінки і селезінки, при гастритах підвищеної кислотності, запальних захворюваннях. Вона підходить не всім, і пити її краще після консультації з лікарем лікувальними курсами. Довготривале споживання посрібненої води може привести до дисбактеріозу.

Вода, настояна на кремнії. Кремній – чорний мінерал, який має органогенне походження. Вода, яка настояна на кремнії, має смак джерельної води, чистоту і структуру – талої, а антибактерицидність – посрібненої. Ця вода сприяє посиленню захисних властивостей організму, вона використовується при лікуванні атеросклерозу,

гіпертонії, шлунково-кишкових, печінкових і ниркових захворювань, дисбактеріозах, пародонтозі, ефективна при догляданні за шкірою і волоссям.

Шунгітна вода. Шунгіт – це чорний мінерал, поклади якого знайдені в Карелії. Він, в основному, складається з вуглецю, молекули якого (фулерени) і структурують та очищують воду, надають їй бактерицидних, антивірусних, антиоксидантних та протизапальних властивостей. Шунгітна вода знижує рівень гістаміна в крові і тому їй притаманна антиалергічна дія. Вона сприяє лікуванню хронічних гастритів, гастродуоденітів, колітів, ентероколітів, виразці шлунку, сечокам'яної хвороби, пародонтозів, захворювань горла та ін. Шунгіт насичує воду корисними для організму мінералами, зв’язує важкі метали, колоїдне залізо водопровідних труб, нітрати, нітрити, пестициди, феноли та ін.

Шунгітну воду готують наступним чином: кам’янці шунгіту (приблизно жменю) ретельно промивають проточною холодною водою і виливають в 3-х літрову ємкість, в яку наливають воду і настоюють 2 доби. Потім воду, не збовтуючи, переливають у інший посуд, залишаючи 0,5 літрів. Ця залишкова вода містить різноманітні забруднюючи домішки, її необхідно вилити.

Шунгітну воду можна кип'ятити. Камінці шунгіта необхідно регулярно промивати.

Існує ще ряд методів покращення якості води, одним з розповсюджених серед них є очистка питної води на іонообмінних колонках.

Визначення залишкових кількостей пестицидів у грунтах поблизу їх сховищ

Земцова О.В., Баранов Ю.С., Глухота Г.В.
(Національний університет біоресурсів і природокористування України, annavasilivna@ukr.net)

Пестициди (лат. pestic-зараза та caedere-вбивати) – хімічні речовини (отрутохімікати), які використовуються в рослинництві для боротьби з шкідниками, переносниками загрозливих захворювань, знищення небажаної рослинності, знешкодження хвороботворних вірусів, бактерій і спор грибів, регуляції росту рослин, а також в тваринництві для знищення ектопаразитів, їм притаманна властивість вбивати або припиняти розвиток організмів [1].

Велика кількість забруднюючих речовин потрапляє в природнє середовище в процесі сільськогосподарської діяльності. Найбільшу шкоду приносить використання пестицидів – щорічно їх у світі застосовується 4 млн.т, але тільки біля одного відсотка досягає мети,

тобто безпосередньо впливає на шкідників сільськогосподарських культур [2]. Решта шкодить іншим організмам, вимивається в грунти і водойми, вивітрюється. Ефективність використання пестицидів постійно знижується через адаптацію, пристосування шкідників та збудників хвороб до них, і для того, щоб досягти попередніх результатів, потрібно вносити все більшу їх кількість або нові. До того ж, пестициди, які пригнічують розмноження комах одних видів, часто викликають інтенсивне розмноження популяцій комах, які до цього були малочисельними через те, що отрутохімікати сильніше впливають на ворогів шкідників, ніж на них самих [1-3]. Крім того при деградації пестицидів у грунті, воді й рослинах часто утворюються ще стійкіші токсичні метаболіти. Пестициди та їхні метаболіти ефективно переносяться по харчових ланцюгах, накопичуючись у кінцевих частинах. Унаслідок цього щорічно у світі фіксується майже 500 тис. випадків отруєнь пестицидами [1].

Актуальність теми: Важливою екологічною проблемою є склади, на яких зберігалися непридатні пестициди. Пестициди можна захоронити відповідно існуючим вимогам, переробити. Вони, як правило, містять залишки некондиційних токсичних хімічних речовин. Території навколо складів забруднені залишками невикористаних пестицидів. Основним шляхом їх надходження до організму людини є вживання продуктів харчування, що містять залишки пестицидів. При вживанні забруднених пестицидами продуктів харчування можуть розвиватись різноманітні захворювання, зокрема онкозахворювання та ураження серцево–судинної системи, тощо [5]. Але існують і інші шляхи надходження, зокрема вживання питної води, у якій є перевищення ГДК пестицидних препаратів, ще один спосіб – вдихання з повітрям при дефляції пестицидів з оброблених ними площ. В Україна такими дослідженнями займаються санітарно – епідеміологічні станції, екологічні інспекції, відровідні наукові установи та ін. Але, нажаль, ці дослідження є вибірковими і дуже рідко відображають реальні ситуацію, оскільки майже не охоплюють приватних господарств. Питання дослідження закономірностей поведінки непридатних пестицидних препаратів у грунтах та воді є актуальною проблемою. Дані про просякання пестицидних препаратів є розрізненими та фрагментарними [4]. Тому проблема дослідження поширення пестицидів у грунтах поблизу їх сховищ є надзвичайно важливою.

Мета роботи: визначення залишкових кількостей пестицидів у грунтах прискладських територій сховищ на прикладі с. Квітки Корсунь-Шевченківського району Черкаської області, з метою надання рекомендацій стосовно знезараження.

Матеріали та методи. У роботі використовували хроматографічну систему Agilent Technologies 7890A з одноквадрупольним детектором

5975C XL MCD Triple Axis Detector, яку обладнано програмою деконволюції DRS system. Це дозволило значно збільшити кількість ідентифікованих пестицидів. Крім того використовували також: терези лабораторні технічні типу ВЛКТ-500 г – М; терези аналітичні 2 класу точності з максимальною межею зважування 200 г; гирі тип Г-2-210; апарат для струшування рідин у колбах та пробірках АВУ-5с; баня водяна; випарник вакуумний ротаційний типу ІР-1М2; насос водоструменевий; генератор водню; шафа сушильна; холодильник; хімічний термометр; гексахлорциклогексан – альфа – ізомер (-ГХЦГ), гамма – ізомер (-ГХЦГ); дихлордифенілтрихлоретан (4,4-ДДТ), дихлордифенілдихлоретан (4,4-ДДД), дихлордифенілдихлоретилен (4,4-ДДЕ), гептахлор, діазинон (базудин), малатіон (карбофос), паратіон-метил (метафос), диметоат (фосфамід), фозалон, атразин, прометрин, пропазин, симазин, стомп (пендиметалін), трефлан (трифлуралін) – всі аналітичні стандарти розчинів з атестованим значенням масової концентрації 0,1 мг/см3 і з відносною похибкою атестованого значенням 1 % та з ймовірністю 0,95; ацетон; вода дистильована; н-гексан; натрій сульфат, безводний (прожарений); толуол; піпетки градуйовані; місткістю 1 – 5 $см^3$; колби мірні місткістю 10 і 50 $см^3$; колби грушеподібні місткістю 250 $см^3$; колби конічні місткістю 250 $см^3$; циліндри мірні місткістю 10, 50 і 100 $см^3$, лійки ділильні місткістю 500 $см^3$; колонка хроматографічна капілярна HP – 5MS (15м 0,25мм 0,25мкм); мікрошприц МШ–10; фільтрувальний папір «синя стрічка» і азот газоподібний стиснений 99,999 % у балоні; повітря з балону або з компресору [7].

Методика проведення дослідження. Об’єктом дослідження були залишки пестицидів у грунті на території недіючого складу непридатних пестицидів у с. Квітки Корсунь-Шевченківського району Черкаської області.

Вимірювання масової частки залишків пестицидів у зразках грунту, відібраних з прискладських територій проводили у відділі моніторингу якості і безпеки продукції АПК методом ГРХ\МС на Agilent Technologies 7890A з одноквадрупольним детектором 5975C XL MCD Triple Axis Detector, після вилучення із зразків шляхом екстракції ацетон-гексан сумішю, з послідуючою переекстракцією в гексан і упаруванням на роторном випаровувачі. Методика модифікована для грунтів та пройшла валідацію в Українській лабораторії якості і безпеки продукції АПК Національного університету біоресурсів і природокористування України (НУБіП України).

Відбір проб грунту, зберігання і доставку проб грунту проводили відповідно до вимог, які викладені в збірнику «Унифицированые правила отбора проб сельскохозяйственной продукции, пищевых продуктов и обьектов окружающей среды для определения

микроколичеств пестицидов» № 2051–79 від 21.08.1979 р. Строк придатності проб – не більше 2 діб при зберіганні у холодильнику при температурі не вище 8°С. Необхідна маса проби грунту не менше 0,2 кг. Зразки грунту для дослідження відбирали в горизонті 0 – 40 см, на різній віддалі від приміщення складу [7].

Екстракція пестицидів методом струшування. Наважку проби грунту масою 50 2г поміщали у конічну колбу місткістю 250 $см^3$ із притертим корком та екстрагують 100 $см^3$ суммішю ацетон з *н*-гексаном у співвідношенні 1:1 за об'ємом на ультразвуковій бані протягом 20 хв.

Після відстоювання протягом 10 хв, пробу відфільтрували крізь паперовий фільтр «синя стрічка». Залишок на фільтрі промили 20 $см^3$ сумішю ацетону з *н*-гексаном у співвідношенні 1:1. Змив приєднують до основного екстракту. Фільтрат кількісно переносять у ділильну лійку місткістю 500 $см^3$ з 100 $см^3$ дистильованої води та 50 $см^3$ *н*-гексану і струшували протягом однієї хвилини. Після розшарування фаз, верхній (гексановий) шар відділяють, обезводнюють пропускаючи через шар безводного сульфату натрію. Переекстракцію *н*-гексаном повторювали двічі. Сульфат натрію промивали 10 $см^3$ *н*-гексану, приєднуючи змив до основного екстракту. Випаровували розчинник у грушоподібній колбі до об'єму 1 $см^3$ за допомогою ротаційного випарника за температури водяної бані не вище, ніж 40°С. Залишок розчинника видаляють струменем азоту або сухого повітря. До сухого залишку після випаровування додають 1 $см^3$ *н*-гексану, розчиняють залишок обертальними рухами. Розчин переносять до посудини відповідної місткості і герметично закорковують [6].

Строк придатності екстрактів проб – не більше 2 діб при зберіганні у холодильнику за температури не вище 8°С [7].

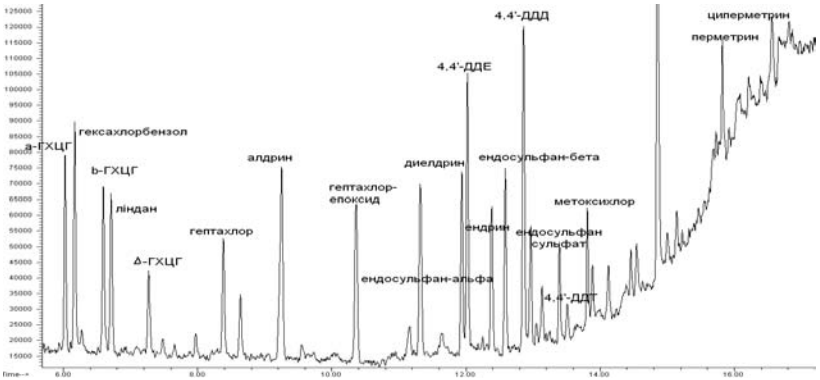
Результати та їх обговорення

Моніторингові дослідження території, прилеглої до складу з пестицидами, в с. Квітки Корсунь-Шевченківського району Черкаської області на предмет забруднення залишковими кількостями пестицидів розпочато ще у 2004 році, а спостереження за екологічним станом та відновленням хімічно деградованих ділянок грунту тривають досі. За результатами вихідного скринінгу земельних територій дослідних об'єктів встановлено полі–компонентне забруднення грунту залишками сим–триазинів, динітроанілінів, ацетанілідів, триазолів, а також фосфор- та хлорорганічних пестицидів. Останні прийняті за особливо контрольований параметр, оскільки віднесені до категорії стійких органічних забрудників [1].

Як відомо, характер та кінетика міграції залишків пестицидів зумовлюється хімічними властивостями грунту. Грунтове вкриття при складської території у с. Квітки Корсунь-Шевченківського району Черкаської області представлено темно – сірим звичайним

малопотужним за товщиною гумусового горизонту грунтом. За результатами агрохімічного обстеження грунт характеризується слабко кислою реакцією грунтового розчину, низьким рівнем гумусованості орного профілю, середнім ступенем забезпечення поживними елементами. Низький вміст гумусу та глинистих фракцій у грунті створюють передумови до посилання процесів мобілізації залишків контамінантів, носіями яких виступають колоїдні частки, чим пришвидшується реактивність та мігративність пестицидів грунтовим профілем у вертикальному та горизонтальному напрямку [5].

Типова хроматографа залишків пестицидів у при складському грунті досліджуваної ділянки наведена на рис. 1.



Час, хв

Рис. 1. Типова хроматограма визначення багатокомпонентних залишків пестицидів із однієї проби ґрунту методом газової хроматографії з використанням мас-селективного квадрупольного детектора (хроматограф Agilent Technologies 7890A, детектор 5975C XL MCD Triple Axic Detector, колонка HP-5 MS 15 m x 0,25 mm ID x 0,25 µm.

Аналіз результатів щодо поширення пестицидів грунтовим профілем у горизонтальному напрямку, в силу віддаленості від складу, показано розсіяність на відстань до 50 м. Критична межа забруднення охопила зону в радіусі 10 м від складу, де спостерігається суттєве перевищення ГДК за вмістом залишків трифлураліну, пропіконазолу та хлорорганічний (ГХЦГ і ДДТ) пестицидів у грунті. Найбільше концентрування контрольованих полютантів у грунті закономірно реєструвалася на віддалі 1 – 3 м від складу. У 2005-2007 рр. у рамках міжнародного проекту Р-169 (ЕРА, США) «Управління залишками агрохімікатів та знешкодження непридатних пестицидів у Черкаській та Львівській областях» розпочато пілотні пошукові роботи з біоремедіації найбільш забрудненої території зони складу. Для усунення наслідків існуючого забруднення пестицидами та запобігання системному їх

розпоширенню об’єктами довкілля на земельній ділянці в радіусі забруднення 5 м було проведено рекультиваційні роботи та вжито заходів біоремедації контамінованого грунту [6].

Вміст залишків пестицидів у грунтах при складських територій (липень 2014р.), мг/кг наведено в табл.1.

Таблиця 1. *Результати моніторингових досліджень (грунт, склади непридатних пестицидів), липень 2014р.*

Пестицид, мг/кг	ГДК, мг/кг*	Залишки пестицидів у грунті, мг/кг						
		Грунт 8b (1м)	Грунт 9b (2м)	Грунт 10b (3м)	Грунт 11b (5м)	Грунт 12b (10м)	Грунт 13b (20)	Грунт 18b (50м)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ЕПТК	0.9	0.03±0.01						
Трифлуралін	0.1	<0.01	1.06 ±0.2	25.76±4.87	<0.01			
α-ГХЦГ	0.1			0.11±0.03				
β- ГХЦГ	0.1	0.06±0.01	0.29±0.06	0.33±0.08			0.24±0.06	
4,4´-ДДЕ	0.1	0.31±0.12	0.88±0.2	0.82±0.15	0.59±0.11	0.37±0.06		0.19±0.09
2,4´-ДДЕ	0.1			0.06±0.04	<0.01			
4,4´-ДДД	0.1	0.61±0.19	1.93±0.44	1.42±0.24	0.18±0.07	0.08±0.04	0.13±0.08	0.35±0.2
2,4´-ДДД	0.1	0.22±0.05	0.74±0.19	0.59±0.07	0.11±0.03	0.06±0.03	<0.01	0.23±0.11
2,4´-ДДТ	0.1				0.23±0.1	0.13±0.07	0.14±0.07	
DDMU		0.17±0.04	0.51±0.23	0.34±0.24	<0.01	<0.01		0.18±.005
Пропіконазол-цис	0.2			0.68±0.11				
Пропіконазол-транс	0.2			1.72±0.24				
Ацетохлор-	0.5					0.05±0.01		
Тербуфос	0.1							<0.01

З метою детоксикації грунтів, забруднених пестицидами, нами використано екологічно безпечний комплексний підхід шляхом поєднання біологічної здатності рослин та мікроорганізмів до біоремедіації, а також супутньої дії фізичних сорбентів [6].

Однак, як показують наші дослідження, екосистему, локально забруднену залишковими кількостями стійких органічних пестицидів в зоні розташування місць їх зберігання, стабілізувати в еколого безпечний спосіб за короткий період часу не можливо, як і досить важко підібрати біологічні методи санації. Постійна присутність та міграція залишків пестицидів у грунтах зони їх локального зберігання зумовлені фізико – хімічними властивостями як токсиканта, так і середовища його поширення, а також персистентністю та факторами, що зумовлюють емісію та масо перенесення ксенобіотиків. Результати моніторингу прискладських територій за останні три роки вказують на те, що грунтовий покрив навіть за збігом 8 років досі залишається забрудненим залишками як стійких хлорорганічних, так і пестицидів із класу триазолів (ізомери пропіконазолу) та динітроанілінів (трефлан). Незважаючи на проведення фіторемедіаційних заходів, високий фон

забруднення означеними ксенобіотиками продовжує утримуватися на віддалі 2 м від складу – вміст залишків ГХЦГ (у сумі ізомерів) у 2014 році у 31,2 раза перевищував допустимо граничні значення а концентрація 4,4-ДДТ становила 70 ГДК (табл.2). Аналітично визначено у понаднормовій кількості залишками ДДМУ (5,4 ГДК), що свідчать про активізацію процесів деструкції молекул ДДТ, оскільки є його метаболітом [1,6].

Відносно персистентним забрудником при складської території залишається трефлан, концентраційний вміст залишкових кількостей якого в радіусі 2 м залишається високим та у 2014 р. у 10 разів перевищував нормовані величини. Однак порівняно із 2011 роком вміст трефлану знизився на 95%, що вказує на стрімку динаміку самоочищення дослідних грунтів. Позитивні тенденції у де контамінації грунтів стосувались і динаміки вмісту пропіконазолу, залишків якого станом на 2014 рік виявлено не було [6].

У часовому вимірі просторова міграція пестицидів – процес динамічний та хаотичний, що безумовно виявляє влив на біотичні компоненти екосистеми. Невід'ємним етапом екологічного моніторингу є обстеження біогеоценозів локальної екосистеми, типовими представниками яких виступає грунтова мікрофлора. Вкрай актуальним є дослідження закономірностей формування мікробних ценозів грунтів в умовах забруднення пестицидами, як фундаторів грунтової родючості та реактивних компонентів грунтової екосистеми в плані біохімічної деструкції. Відновлення земель, забруднених пестицидами. На планувальному етапі після проведення дослідження просякання пестицидів у конструкції складів і ґрунти необхідно визначитися з методами їх очищення. На сьогодні існує два напрямки очищення ґрунтів пряме очищення ґрунту та відділення пестициду від ґрунту. Оскільки відділення є досить складним та дороговартісним, то популярнішим є пряме очищення ґрунту, яке може бути проведено методами високочастотного нагрівання, електрокінетичної обробки, промиванням ґрунтів, екстракції розчинниками, термічної обробки та фіто і біоочисткою. Концентрація пестицидів, що перевищує ГДК у ґрунті, не завжди несе ризик для здоров'я населення та довкілля. В більшості Європейських країн «безпечним рівнем» вмісту пестицидів у ґрунтах є від 0,1 до 10 мг/кг, що дозволяється для будівництва промислових об'єктів. Проте для будівництва житлових об'єктів такий вміст пестицидів у ґрунтах не допускається. При перевищенні вмісту пестицидів 10 мг/кг забруднена територія належить до таких, які потребують негайних рішучих дій. З метою зменшення негативних наслідків для довкілля та здоров'я людей від застосування пестицидів, ще на етапі планування системи хімічного захисту сільськогосподарських рослин слід проводити ретельну

екотоксикологічну оцінку асортименту пестицидів, представленого на ринку країни, віддавати перевагу застосуванню засобів захисту рослин, що мають незначну токсичність (препарати III–IV класів токсичності), ширше використовувати біологічні препарати [6].

Визначення флористичного складу відновлювальної рослинності проводили загальноприйнятими методами за зовнішніми, візуальними ознаками як у польових умовах так і використовуючи гербарій за визначником «Определитель высших растений Украины» [7], співробітниками Української лабораторії якості і безпеки продукції АПК Національного університету біоресурсів і природокористування України (НУБіП України).

Грунтову мікрофлору підбирали в залежності від стану грунтів в місці дослідження та здатності до деструкції накопичених пестицидів зокрема: автохтонні, амоніфікуючі, фосфатобілізуючі, целюлозно руйнуючі (актиноміцети), та міцеліальних форм мікроорганізмів (мікроскопічні гриби, стрептоміцети) [7].

Робота виконувалася в інституті мікробіології НАНУ (Національна академія наук України).

Шляхом експерименту було відібрано групу рослин, які підходили до фіторемедіації зокрема (капуста (лат. *Brassica*) , кукурудза (*Zea mays*), м’ята (лат. *Méntha*), суданка (лат. *Sorghum*)).

ЛІТЕРАТУРА

1. Цудзевич Б.О. Ксенобіотики: Накопичення, детоксикація та виведення з живих організмів: монографія / Б.О. Цудзевич, О.Б. Столяр, І.В. Калінін, В.Г. Юкало. – Терноіль, видавництво ТНТУ ім. І. Пулюя, 2012. – 384с.
2. Петрук, Р.В. Екологічна безпека складів і сховищ отрутохімікатів і відновлення земель навколо них / Р.В. Петрук, В.Г. Петрук, А.П. Березюк. Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. Випуск 3/2013 (80)
3. Корнет, В.А . Проблема непридатних і заборонених до використання пестицидів на Україні та їх вплив на здоров’я населення / В.А. Корнет, В.В.Підліснюк, 2010р.
4. Петрук, Р.В. Комплексний метод переробки фосфоровмісних пестицидів до екологічно безпечних продуктів та рекультивацій забруднених грунтів / Р.В.Петрук – К ., 2013,-18с.
5. Мікробна деструкція похідних циклічних вуглеводів у грунтах. Г.О. Іутинська, Н.А. Ямборко, А.А. Піндрус та ін.. Інтернет видання . – с 13.(«Наукові доповіді НАУ» 2007 – 1 (6) [Електронний ресурс] – Режим доступу:. htt://www.nbuv.

6. Жернов В.В. Введення в екологічну біотехнологію / В.В. Жернов, К.О Чеботько, С.І. Скляр, Д.А. Савченко -К.: Фітосоціоцентр, 2012. – 196с.
7. Доброчаева, Д.Н. Определитель высших растений Украины / Д.Н. Доброчаева, М.И. Котов, Ю.Н. Прокудин и др.-К.:Наукова Думка,1987.-548 с.

Наркотики: сучасна класифікація та їх дія як допінгових речовин

Войціцький В.М., Лапоша О.А.
(Національний університет біоресурсів і природокористування України, VolodymyrV1950@gmail.com)

Наркотичні речовини за сучасною класифікацією поділяються на два класи: дійсно наркотики та канабіноїди.

Наркотики (клас S7 допінгових речовин).

Залежність від прийому хімічних речовин – це психічний та фізичний стан, який характеризується певними реакціями (поведінки та ін.), коли бажання приймати препарат постійне або виникає періодично, щоби уникнути дискомфорту, який відбувається без його приймання. Більш точно, мабуть, стан залежності від прийому препаратів визначає поняття *пристрасть* – це сильна, іноді нездоланна потреба систематичного прийому деяких препаратів, які викликають *ейфорію* (грецьк. eu – добре, приємно і phero – переношу), для покращення самопочуття і підвищення настрою, а також звільнення від неприємних відчуттів, які виникають після відміни цих засобів. Можлива залежність від декількох препаратів одночасно.

Поняття «наркотичні засоби», «наркоманія»

Засоби, які викликають залежність, розділяють на такі групи: 1) алкоголь-барбітурати (найпоширеніший етиловий спирт, фенобарбітал); 2) канабіноїди (маріхуана, гашиш); 3) кокаїн, етерні розчинники (ацетон, толуол, тетрахлоретан та ін.); 4) засоби, які викликають галюцинації (мескалін, псилоцибін та ін.); 5) засоби, які отримані з опію (морфін, кофеїн, героїн та ін.) і їх синтетичні замісники (промедол, фентаніл та ін.).

Розрізняють психічну і фізичну залежність до наркотичних препаратів. За рекомендацією ВООЗ *психічна залежність* – це стан організму, за якого препарат викликає відчуття задоволення і психічного піднесення – стану ейфорії, який потребує періодичного або постійного прийому засобу, щоби уникнути дискомфорту; *фізична залежність* – адаптивний стан, якому властиві сильні фізичні розлади після прийому певних препаратів. Ці розлади, які називаються *синдромом абстиненції* (лат. *abstinentia* – утримування, позбавлення) – комплекс специфічних

ознак психічних і фізичних порушень, який характерний для певного препарату. Механізм фізичної залежності пов'язаний з тим, що препарат систематично включається в біохімічні процеси, які відбуваються в організмі. За припинення надходження препарату в організм порушується рівновага біохімічних процесів і виникає синдром абстиненції, який характеризується різнобічними тяжкими порушеннями (можлива смерть), що припиняється тільки після відновлення прийому препарату чи його замісника.

Найчутливішими до змінених умов є клітини головного мозку. Систематичний прийом препаратів, що викликають психічну і фізичну залежність, називають *наркотиками* (грецьк. *narkotikos* – той, що приводить до оціпеніння, одурманення), а виниклий стан — *наркоманією* (грецьк. *narke* – оціпеніння, одурманення і *mania* – безумство, пристрасть). Зміна функцій головного мозку приводить до розвитку стану ейфоричного сну і абстиненції. З підсиленням наркотичної залежності скорочується ейфорична фаза, а фаза абстиненції змінюється і поглиблюється. Найбільш важка картина наркоманії розвивається тоді, коли поєднуються психічна і фізична залежності, а також *толерантність* (лат. *tolerantis* – терпіння, привикання).

Питання термінології стосовно «наркотичні засоби», «наркоманія» мають виключно важливе значення не тільки з позицій медиків (наркологів), але юристів, соціологів та ін. Ці терміни використовуються як в національних законодавствах, так і в міжнародних договорах, конвенціях.

В правовому аспекті термін «наркотичні засоби» застосовується коли визначено взаємозалежність трьох критеріїв: 1) медичного, якщо цей засіб виявляє специфічну (стимулюючу, галюциногенну та ін.) дію на центральну нервову систему, що є причиною його споживання; 2) соціального, якщо немедичне споживання приймає великі масштаби і набуває соціальної значимості; 3) юридичного, коли з наведених вище двох посилок та інших положень відповідна юридично визначена установа (в Україні МОЗ) визнала даний препарат наркотичним засобом і включило його в список цих засобів.

Якщо виходити з міжнародного і національного юридичного права, зокрема і в Україні, наркотичними засобами визначені ті, які проявляють відповідну дію на центральну нервову систему, являються причиною повторного їх споживання не з медичною ціллю і це споживання набуває соціального значення.

До наркотичних засобів відносяться **наркотичні анальгетики** – болезаспокійливі лікарські препарати, які вибірково подавляють больову чутливість без порушення свідомості. Це натуральні або синтетичні речовини, яким притаманна виражена болезаспокійлива дія з

переважним впливом на центральну нервову систему і викликають психічну і фізичну залежність, привикання (наркоманію). За хімічним складом це похідні **фенантрену** (**морфін, омнопол** та ін.), **фенілпипередину** (**промедол, фентаніл** та ін.), **бензоморфану** (зокрема, **пентазоцин**) та ті, які проявляють подібну дію. Використовуються наркотичні анальгетики при стійких болях, які пов'язані з травмами, перенесеними операціями, інфарктом міокарду, злоякісними пухлинами, при кашлі, який являє небезпеку життю, набряку легенів, при сильній ядусі тощо, тобто у тих випадках, коли ненаркотичні анальгетики не ефективні. Рецепти на ці засоби виписуються на бланках особливого зразку, з боку відповідних органів здійснюється контроль за зберіганням і відпуском таких препаратів.

Необхідно відмітити, що деякі речовини, які відносяться за дією до наркотичних анальгетиків (наприклад, **героїн, дезоморфін, еторфін, тиофентаніл, бета-гідроксі-3-метилфентаніл** та ін.) виключені з практики фармакологічних засобів, оскільки вони викликають залежність вже після першого прийому; виготовлення, розповсюдження і використання таких речовин заборонено майже у всіх країнах. Ці речовини відносяться до особливо небезпечних наркотичних засобів.

Серед побічних дій наркотичних анальгетиків, крім ураження центральної нервової системи, при передозуванні є також параліч органів дихання, що приводить до гіпоксії, ураження кровоносних судин, що веде до порушення кровопостачання та ін.

Загальна характеристика деяких наркотичних засобів

Розглянемо загальну характеристику деяких наркотичних засобів, серед яких заборонені можуть бути отримані у підпільних хімічних лабораторіях з використанням доступних реактивів і обладнання.

Опій – сік з незрілих коробочок маку снодійного (Papaver somniferum), який висушений на сонці. Це один з найдревніших лікарських засобів, який використовували при болях, кровотечах, кашлі, слабості, виснажені, неспанні, надмірному збудженні, проносі тощо. З деяких інших видів маку теж можна отримати опій.

Головні сполуки опіуму – це алкалоїди (азотовмісні органічні речовини), а також пектини, кислоти, каучук, барвники та ін. За хімічною структурою основні речовини опію – це похідні пиперединфенантрену (морфін, кодеїн, тебаїн та ін.) і бензилізохіноліну (папаверин, наркотин, нарцеїн та ін.).

У людини існують так звані *опіоїдні рецептори*, які і визначають залежність людини до опію, зокрема його компоненту – морфіну. Це, мабуть, пояснюється тим, що наші древні пращури використовували рослини, які містять опій, для знеболювання і це стало генетично детермінованим (лат. *determinans* – визначаючий).

Морфін – натуральний компонент соку опію, що став першим (1803 р.) алкалоїдом, який отримано в очищеному вигляді. Названий німецьким аптекарем Ф. Сертюрнером, який описав його властивості, в честь древньогрецького бога сну Морфея. Опій містить до 10 – 20 % морфіну. Деяка його кількість міститься у маковій соломці (подрібнених і висушених частин стеблів і коробочок маку). Слід відмітити, що зерна маку наркотичних речовин не містять.

Крім морфіну в медичній практиці використовуються інші опіонні наркотики, зокрема **омнопон, мепередин, перитрамід, пропоксифен, промедол, трамадол, альфентаніл, реміфентаніл, суфентаніл, налбуфін, пентазоцин, бупренорфін, буторфанол, піритрамід** та ін., які у більшості є синтетичними. Зараз синтезовано більше 250 речовин, які мають подібну до морфіну хімічну структуру. Серед них – **діацетилморфін**, який більше відомий під назвою **героїн**. Він, синтезований ще в 1898 р. німецьким хіміком Г. Дрессером, став однією з потужних за наркотичною дією сполукою, яка виправдала свою древньогрецьку назву, як в терапевтичному відношенні, так і наркотичному. Цей наркотик продавався по більш низькій ціні, ніж опій, і це, а також наркотичний ефект, сприяли дуже швидкому розповсюдженню героїну по всьому світі.

Поряд з дуже сильним і яскраво вираженим наркотичним ефектом героїн має високу токсичність і здатність швидко (після 2 – 3 прийомів) формувати фізичну залежність. Цей наркотик був заборонений в США вже в 1924 р. Зараз він заборонений до використання майже у всіх країнах, а боротьба з нелегальним його виготовленням і розповсюдженням ведеться у всіх цивілізованих країнах.

До синтетичних наркотичних анальгетиків, ефективність якого майже у 100 разів сильніша морфіну належить **фентаніл**. Його використовували як анальгетик в перед- і післяопераційний період. Зараз синтезовано більше 100 аналогів фентанілу. Серед них **альфентаніл** і **сунтафеніл**, який використовується при хірургічних операціях. Ефективним анальгетиком є **карфентаніл**, який використовується в рушничних капсулах для позбавлення руху тварин; **лофентаніл**, для якого притаманна тривала дія, використовується в травматології; **α-метилфентаніл**, який у 2 рази ефективніше фентанілу і майже у 200 – морфіну. Найбільш розповсюджений нелегальний аналог фентанілу – **3-метилфентаніл**, який майже у 6000 разів ефективніший за морфін і в 1000 разів – за героїн. Його летальна доза для людини вагою 70 кг становить 250 мг.

Сьогодні в нелегальному обороті наркотиків можуть бути вже названі **3-метилфентаніл** і **α-метилфентаніл**, а також **ацетил-α-метилфентаніл**, **β-гідроксифентаніл**, **тіофентаніл**, **α-метилтіофентаніл**, **р-фторфентаніл**, **β-гідрокси-3-метилфентаніл** та

ін. Всі вони заборонені для використання Єдиною конвенцією по наркотичним засобам, проявляють якісно подібну дію опіатного типу і відмінні тільки по ефективності і тривалості дії. Крім того, як сам фентаніл, так і його аналоги, які можуть бути синтезовані в підпільних лабораторіях, здатний містити домішки бензилфентанілу – вихідної речовини для їх синтезу.

Особливої уваги заслуговують *антагоністи* (грецьк. *antagonistes* – боротьба, опір) опіатних наркотичних речовин – це речовини, яким не притаманна або які мають дуже слабку наркотичну дію. Вони протидіють агоністам, попереджують їх доступність до рецепторів. До них належить **метадон** (торгова назва **амідон, аданон, фенадон, долофін, фізептон, гептадон**) – синтетичний опіоїд, який хоча і має певну подібну до морфіну структуру, але виявляє на людину значно знижену дію. Ця речовина ефективна при пероральному введенні, а не як морфін при внутрішньовенному. Крім того, до метадону привикання розвивається дуже повільно. Все це сприяло тому, що метадон застосовується для лікування хворих з опіатною (героїновою) залежністю в деяких країнах.

В країнах, де запропонована метадонова *замісна підтримуюча терапія* (ЗПТ), вона проходить державну експертну оцінку. В Україні такої повноцінної оцінки на даний час не проводилося. Рішення про можливість запровадження метадонової ЗПТ для наркозалежних осіб в Україні було суто адміністративним, без апробації на конкретних групах наркозалежних, не погодженим у деталях з правоохоронними органами щодо забезпечення умов, які б обмежували застосування метадону лише медичними (лікувальними) цілями і повність б виключали можливість витоку у незаконний обіг. Все це спричинило дискусію про можливість використання в Україні метадонової ЗПТ для лікування наркоманів. Осний тезис противників ЗПТ – метадоновий наркоман все ж таки наркоман.

Замісна підтримувальна терапія повинна ґрунтуватися на комплексному підході до її організації. Необхідно проводити ретельний відбір пацієнтів для ЗПТ, контроль за станом їхнього здоров’я, поведінки в побуті тощо, проводити пошук нових альтернативних препаратів більш безпечної дії. Принциповим є запровадження інтенсивної форми ЗПТ шляхом надання всебічної допомоги наркозалежним особам, а не екстенсивному – залученням до ЗПТ все більшої кількості наркохворих і при цьому забезпечувати їх лише наркоманійною кількістю, зокрема, метадону.

До виражених антагоністів опіатів відносяться, крім метадону, **налоксон** (**наркан**), **налтрексон** та ін.

Слід відмітити, що крім явно виражених агоністів і антагоністів опіатів, існують також такі, які діють одночасно як агоністи у

відношенні до одних рецепторів, а антагоністи – до інших. Вони, як правило, застосовуються в медицині для зменшення або навіть усунення виражених і важких болів в післяопераційний період, при онкозахворюваннях, інфаркті міокарді, нирковій коліці тощо. До них відносяться, зокрема, **бупренорфін** (**бупренекс**), **буторфанол** (**стадол**), **налбуфін** (**нубаїн**), **пентазоцин** (**тальвін**) та ін.

Знижують (антагонізують) ефект дії «повних» агоністів так звані «часткові» агоністи, зокрема, **дезоцин** (**далгон**) та ін. Сумісне введення «повних» і «часткових» агоністів зменшує ефект дії «повних» агоністів.

Незважаючи на застосування ЗПТ, слід чітко усвідомити, що ефективним способом минути наркозалежність є психологічна і соціальна допомога.

До наркотичних речовин, які є сильними *галюциногенами*, відносяться отрути, що продукуються багатьма грибами роду *Psilocybe* (*псилоцибе*), які поширені по всьому світу. У цих грибах виявлено галюциногенні речовини з групи індолів (похідних 2,3-бензиіролу) – **псилоцибін** і його похідне **псилоцин**.

Характер та сила прояву дії псилоцибіну і псилоцину, як і інших наркотиків, залежить від дози, терміну приймання, загального стану здоров'я, особливо нервової системи до прийому цих галюциногенів. Тривале вживання галюциногенних отрут грибів викликає небезпечні психічні захворювання, порушення діяльності центральної нервової, серцево-судинної, статевої системи. У разі споживання людиною вагою 70 кг понад 6 мг псилоцибіну виникає тахікардія, гіпертензія, нудота, блювання.

У грибах роду *Psilocybe* виявлено ще два алкалоїди – **беоцистин** та **норбеоцистин**, які викликають, в залежності від дози, відчуття сп'яніння, усування від дійсності, загального розслаблення, відчуття невагомості тощо.

Незважаючи на те, що ці речовини містяться в плодових тілах грибів у невеликій кількості, вони здатні викликати порушення діяльності центральної нервової системи, розвиток психічних захворювань.

В кактусах Peyode міститься відомий галюциноген **мескалін**, а в датурі (Datura) – **атропін**.

До похідних **лізергінової кислоти**, яка міститься в ріжках (Claviceps purpurea), відноситься синтетичний наркотик **ЛСД**, який містить **диетиламід**, **диетиламінетил лізергінової кислоти** та ін. Це неоднорідна за походженням і хімічним складом група наркотичних препаратів, які викликають зміну відчуттів, думок, емоцій і сприйняття, виникають галюцинації. Цей наркотик спричинює зміни структури головного мозку. Психічні порушення подібні до таких при шизофренії. Наркотик ЛСД накопичується у клітинах головного мозку і залишається там тривалий час і навіть через місяці може викликати ті ж відчуття, що і

безпосередньо (30 – 60 хв) після прийому. Дія цього наркотику найбільше проявляється через 2 – 12 год (в залежності від типу речовин у своєму складі). Формується стійка фізична і психічна залежність. Тривале споживання ЛСД потребує постійного збільшення дози наркотику, загострюється запальність, злобність, агресивність. З часом з'являється необґрунтований неспокій і підозрілість. Можливі спроби суїциду.

Особливу групу складають *снодійні* та *седативні* (*заспокійливі*) речовини, які є офіційними фармакологічними засобами, але надмірне їх споживання, особливо з алкоголем, може викликати психози з галюцинаціями, марення, порушення координації, дезорієнтацію, подібну до алкогольного сп'яніння, агресивність, роздратованість, депресію, параною, різні фобії тощо. Вони можуть викликати психічну і фізичну залежність, можлива смерть від передозування і швидкої відмови від великих доз.

До цієї групи входять, зокрема, похідні *барбітурової кислоти* (сама вона снодійною дією не володіє) – **веронал, нембутан, циклобарбітал** та ін.

Бензодиазепіни – це нова група снодійних речовин, які прийшли на зміну барбітуратам. Це, зокрема, **диазепам, нитразепам, флюнітразепам** та ін. Ці речовини до того ж послаблюють самоконтроль, фактори стримування.

Безпосередньо до наркотиків не відносяться леткі речовини, які містяться в препаратах побутової хімії (фарбах, розчинниках, клеї, бензині, лаку для волосся, засобах проти комах та ін.), але вони при надмірному вдиханні здатні викликати ефект сп'яніння – неадекватну поведінку, порушення координації рухів, галюцинації тощо.

Наслідками зловживання подібними леткими речовинами є: чихання, кашель, носові кровотечі, нудота, порушення серцевого ритму, відставання у розумовому і психічному розвитку, токсичне ураження печінки, важка пневмонія, незворотні ураження мозку, аж до можливої смерті.

Надзвичайно серйозну загрозу становлять різноманітні нові речовини, які поки що не занесені до реєстру наркотичних, але вільно продаються, особливо через Інтернет, під виглядом солі для ван, пахощів та ін. Вони діють як справжні наркотики – викликають ейфорію, покращують працездатність, посилюють сексуальний потяг та ін. Наслідком їхньої дії є ураження центральної нервової, серцево – судинної і статевої систем, печінки, нирок тощо.

Формують потяг до наркотиків та алкоголю так звані «енергетики» – напої з високим вмістом кофеїну та інших речовин подібної дії.

Неможливо вилучити з обігу всі наркотичні речовини, оскільки багато з них є лікувальними засобами. Але необхідно зробити все, щоб

ці речовини не потрапили до людей, які ціною чужих життів використовують їх для власної наживи.

Канабіноїди (клас s8)

До наркотичних речовин (див. клас S7) належать також *канабіноїди* – це клас речовин, які входять до складу повсюдно розповсюдженої *дикої коноплі* (*Cannabis sativa*). Вони з давніх пір використовуються завдяки психоактивним властивостям для лікування, а також як ейфоригений і галюциногенний засіб.

Нелегально виробляються, розповсюджуються і використовуються, як правило, маріхуана, гашиш і гашишове масло.

Маріхуана – це висушена і подрібнена верхня частина рослини коноплі з листками і квітами, які містять мікроскопічні капсули з смою (гашишом). Після висушування маріхуана містить майже 400 компонент, більше 70 з яких складають канабіноїди. При курінні в результаті піролітичних перетворень компоненти маріхуани трансформуються майже у 2000 речовин.

В листках і квітах коноплі міститься 13 – 15 % основної психоактивної речовини – **транс-дельта-9-тетрагідроканабінолу** (**ТГК**).

Крім канабіноїдів, до складу маріхуани входить велика кількість речовин інших класів: терпени, стероїди, вуглеводи, феноли, карбонові кислоти, алкалоїди та ін.

Гашиш – смола (смолка), яка продукується коноплею у певний період вегетації, зеленого, темно – коричневого чи чорного кольору. Вона містить звичайно біля 2 % ТГК, але може і 9 – 10 %.

Гашишове масло (олія) – темна рідина, яка містить в’язкий за консистенцією екстракт рослинного матеріалу або гашишу з вмістом ТГК від 10 % до 30 – 60%.

Способи споживання канобіноїдів:

1. Паління (вдихання диму) сигарет з маріхуаною (500 – 750 мг при вмісті ТГК 1 – 4 %) або звичайних сигарет з додаванням гашишу чи невеликої кількості гашишовго масла. Іноді для куріння використовують особливі скляні трубки (кан’ян). Для підсилення наркотичного ефекту гашишове масло можуть додавати і в сигарети з маріхуаною. Розповсюдженим є також вдихання парів гашишового масла, яке нагріте на кінчику ножа чи алюмінієвій фользі.

2. Пероральне споживання (жування, у вигляді заварки чи як добавка до їжі).

3. Внутрішньовенне введення розчинів (використовується рідко).

Маріхуану відносять до «легких» наркотиків, на відміну від героїну та подібних йому за ефектом наркотичної дії «важких» наркотиків. В деяких країнах в суспільній свідомості закріплюється думка про

прийнятність споживання маріхуани, як соціального фактору. В останні роки міф про безпечність маріхуани розвіюється, домінує науково – обгрунтована думка про, хоча і менш виражену, фізичну і психічну залежність, наркотичну пристрасть.

Основний психоактивний компонент маріхуани ТГК, який отримується легально, дозволений до використання (деякі штати США, Німеччина) при лікуванні глаукоми і токсикозу онкохворих, які пройшли курс хіміотерапії, зокрема препарати **дронабіол (маринол)** і **набінол (цезамет)**. В Уругваї, Голландії та Іспанії вирощування невеликої кількості коноплі і її використання для особистого споживання дозволено законом. Легалізація маріхуани базується на тому, що це знизить вірогідність переходу молоді на більш «важкі» наркотичні речовини. Споживачів реєструють в спеціальній базі даних. Продажа маріхуани відбувається через аптеки і контролюється спеціальним державним органом, як і вирощування для особистого користування. Міжнародний комітет контролю над обертом наркотиків попередив країни, де споживання в невеликій кількості маріхуани дозволено, про порушення ними міжнародних конвенцій. В інших країнах, в тому числі і в Україні, повністю заборонено споживання маріхуани.

Спочатку маріхуана проявляє на організм стимулюючу і седативну (заспокійливу) дію, але потім, в залежності від дози і терміну споживання, виникають наступні явища:

1. *Фізіологічні*: подразнення і набряк очей (кон'юктивіт), запалення очей, підвищення пульсу, посилення серцебиття, підвищення артеріального тиску, порушення рухової функції, слабкість, коливання температури тіла, головна біль, нудота, відчуття голоду, запаморочення та ін.
2. *Реакції поведінки*: релаксація, зниження психомоторної активності, зниження концентрації уваги, порушення здатності до діяльності, яка потребує уваги, швидка мова, балакучість та ін.
3. *Психо – нервові*: погіршення пам'яті, уваги і здатності вирішувати завдання, зміна сприйняття часу і простору, підвищена тактильна чутливість, загострення зорового і слухового сприйняття, нюху і болі, галюцинації, психоз, деперсоналізація, втрата себе як особи, панічний стан, параноя та ін.
4. *Емоційні*: ейфорія, відчуття благополуччя, чергування занепокоєння і неспокою, зміни в сексуальній сфері та ін.
5. *Токсичні (при високих дозах)*: судоми, марення, порушення кровообігу, токсичні психози та ін.

Канабіоїди сприяють розвитку захворювань бронхів і легенів, виникненню кашлю, осиплості горла, сльозоточення. Довготривале їх споживання веде до незворотних деструктивних процесів в центральній

нервовій системі: зниження уваги, погіршення пам'яті, гальмується розумова діяльність, появляється схильність до депресій і суїциду. Значно підвищується вірогідність появи злоякісних пухлин ротової порожнини, глотки, горла, бронхів, легенів.

Виражену негативну дію канабіоїди проявляють на репродуктивну систему, знижують гормональний фон, що веде до порушення статевої функції, а у підлітків – до пригнічення розвитку статевої системи. Суттєву токсичну дію канабіоїди проявляють на розвиток плоду, пологи. З молоком матері вони переходять у дитячий організм при годуванні.

Подібну до маріхуани дію проявляють також віднесені в Україні до заборонених наркотичних засобів (а заборонено вже більше 100 таких речовин) популярні у любителів екзотики курильні суміші (так звані спайси) «Сальвія», «Гавайська троянда», «Голубий лотос» та ін. У склад таких сумішей, як правило, входить синтетичний канабіноїд JWH – 073. Повна назва тієї ж «Сальвії» – «Salvia divinorum», тобто «Шавлія віщуна». Речовини, які містяться в ній впливають на центральну нервову систему і спочатку створюють легкі ілюзії, ейфорію, безпричинний сміх або плач, а потім людина стає все менш адекватною, виникають галюцинації, повна втрата контролю над собою. Реакцію організму непередбачувана: може початися нудота, блювання, підвищене серцебиття, судоми, втрата свідомості, настання коми. В залежності від дози і виду канабіноїду дія продовжується від декількох хвилин до годин.

Канабіноїди, як і інші наркотики, як вже відмічалося, викликають фізичну і психічну залежність. При припиненні їх прийому виникає синдром «відміни» який може тривати до 5 діб і характеризується нудотою, втратою апетиту, діареєю, зниженням маси тіла, підвищеною пітливістю, киданням то в жар, то в холод, неспанням, болями, депресією, запамороченням та ін.

Вплив гідрокортизону на електромеханічне спряження гладеньких м'язів антрального відділа шлунка

Пелюх П.Ф., Макарчук М.Ю.
(НДІ фізіології імені академіка Петра Богача, ННЦ «Інститут біології», Київського національного університету імені Тараса Шевченка, м. Київ, ppelyukh@yandex.ru)

Вступ.

Стероїдні гормони – це великий клас гормональних з'єднань, які регулюють різні фізіологічні функції та метаболічні процеси в клітинах усіх хребетних і багатьох видів безхребетних тварин. Виходячи з біологічної дії , послідовності та кількості вуглецевих атомів в молекулах стероїдних гормонів їх ділять на чотири основні групи :

естрогени, гестагени, андрогени, кортікостероїди. Глюкокортікоїдам, на відміну від інших стероїдних гормонів, не властива достатньо визначена тропність їх дії, їх ефекти впливу розповсюджуються на самі різні органи і системи. Дослідження взаємодії глюкокортікоїдів з цитоплазматичною та ядерними фракціями виявили, що серце і матка є органами –мішенями для глюкокортікоїдних гормонів. Рецепторне зв'язування кортікостероїдних гормонів виявлено при їх взаємодії з тканинами вилочкової залози, печінки, нирок, легенів, молочної і підшлункової залоз, селезінки, шлунка, кишечника, нервової тканини [1]. Кортікостероїдні гормони вільно дифундують через плазматичну мембрану, взаємодіють з активною формою рецептора і утворюють гормон-рецепторний комплекс, який активується «рецептор - трансформуючим фактором» [2]. Активований комплекс глюкокортікоїда з рецептором транслокується в ядра та взаємодіє з певними структурами хроматину : ДНК, негістоновими білками та, очевидно, пістонами [1,2]. Кортікостероїдні гормони здатні також змінювать експресію мітохондріального генома [2]. Вплив глюкокортікоїдів на синтез матричних РНК є основним етапом в реалізації біологічних ефектів цих гормонів в клітинах більшості органів та тканин різних організмів. Специфічні ефекти глюкокортікоїдів можуть бути стимулюючими або інгібуючими, причому це характерно не тільки для різних органів (печінка і лімфоїдна тканина), але і для різних клітин одного органа (синтез соматотропного і адренокортікотронного гормонів в клітинах гіпофіза) і, навіть, для однієї клітини (синтез тирозин-амінотрансферази та цілої низки інших ферментів з однієї сторони та синтез – фетопротеїна – з іншої [2]. В науковій літературі наводяться факти, які свідчать про те, що місцем виявлення ефектів глюкокортікоїдів служить клітинна мембрана, а також, що в механізмі дії стероїдних гормонів відбувається у 4 етапи.

1. Першим етапом впливу стероїдного гормона на клітину є взаємодія його з мембранними структурами. В результаті специфічної організації мембран клітин органів – мішеней відбувається концентрація стероїда та селективна зміна проникності мембран компетентних клітин.
2. Другим етапом є проникність стероїдних молекул через змінену плазматичну мембрану всередину клітини, де відбувається зв'язування зі специфічним рецепторним протеїном. Одночасно з цим, гормон взаємодіє з мембранними структурами субклітинних утворень та змінює їх функціональний стан.
3. Третім етапом можна вважати проникність стероїда всередину клітинного ядра та взаємодія з репресорним протеїном, в результаті чого дерепресуються певні ділянки генома клітини.

4. У результаті синтеза РНК та специфічних ферментних молекул, а також, зміна топографії дії ферментів, повторно змінюється проникність мембран.

Глюкокортікоїди мають властивість стабілізувати мембрани ліпосом та запобігти руйнуванню мембран пошкоджуючими агентами. Показано, що гідрокортизон у фізіологічних концентраціях активує зв'язування плазматичними мембранами гепатоцитів іонів кальцію. Підвищення концентрації гормона призводить до інвертирування реакції мембран. Відомо, що у різних тварин інтенсивність синтезу, вмісту і співвідношення у крові кортікостероїдних гормонів досить сильно відрізняється один від одного. У морської свинки нормальний рівень гідрокортизона в переферичній крові складає біля 45 мкг%, у щурів гідрокортизону взагалі немає [3]. У людини основним стероїдом кори наднирників є гідрокортизон, концентрація якого в плазмі крові складає 11,8 мкг%, а вміст кортікостерона рівна 1,7 мкг%. Гідрокортизон є, також, основним кортікостероїдом у мавп, собак, а кортікостерон у жаб, кролів [4].

Кортизон і гідрокортизон пригнічували амплітуду обох фаз первинної відповіді слухової зони щурів, у морських свинок – навпаки, збільшувалась амплітуда первинної відповіді. І навпаки, аплікація кортизона у морських свинок супроводжується чітким зменшенням амплітуди обох фаз, тоді як у щурів при малих концентраціях препарату мало місце збільшення цих показників. Очевидно, змінна збудливості коркових структур визначається тим, в якій мірі застосований гормон є специфічним для цього виду тварин і наскільки це відповідає власному спектру гормонів. Для глюкокортикоїдів у випадку співпадання реєструється стимулююча дія, а у випадку відсутності – пригнічуюча [4]. У низьких концентраціях гідрокортизон викликав полегшення синаптичного проведення (10^{-8} - 10^{-6}), зменшення тривалості латентного періоду та збільшення амплітуди відповіді постгангліонарних волокон брижі. У високих концентраціях гідрокортизон подовжував латентний період та зменшував амплітуду постгангліонарного спайка, тобто ефект гідрокортизона у високих концентраціях (10^{-5} - 10^{-4}) характеризувався гангліоблокуючим впливом [5]. Мікроелектрофоретичне підведення, кортізона в туберальну ділянку гіпоталамуса спричиняє пригнічення спонтанної активності більшості клітин дорзального гіпокампа, також, зменшують частоту імпульсації при аплікації дексаметазона [1]. При дії на скелетні м'язи, малі дози гідрокортизона зменшували рівень внутрішньоклітинного натрію та підвищували співвідношення натрій зовнішній/ натрій внутрішньоклітинний. Гідрокортизон не впливав на мембранний потенціал спокою м'язів, та співвідношення Кі/Ке. Помітний вплив на розподіл іонів натрію дозволяє зробити припущення, що гідрокортизон може відігравати роль у регуляції генерації

потенціалів дії [4]. Показано, що гідрокортизон бере участь у регуляції функціональної активності Ca, Mg, АТФази саркоплазматичного ретикулуму скелетних м’язів кроля. У концентраціях $2{,}8\times10^{-9}$ – $2{,}8\times10^{-8}$ гідрокортизон підвищував активність Ca, Mg, АТФази саркоплазматичного ретикулуму, а в концентрації $2{,}8\times10^{-7}$ зменшував її [6]. Глюкокортикоїди впливають на частоту і амплітуду спонтанної електричної і скоротливої активності гладеньких м'язів шлунка і кишечника [7,8], на моторну активність шлунка та кишечника в хронічному експерименті [9-15].

Методи дослідження та матеріали.

В проведених нами наукових експериментальних дослідженнях, вимірювальна система складалася з камери цукрозних проміжків, підсилювачів постійного струму та напруги, осцилографів (візуальний контроль – С1-18, реєструючий ПК та шлейфний осцилограф на ультрафіолетовий папір) і електростимуляторів. Камера подвійних цукрозних проміжків, котра застосовувалась в наших наукових дослідження була подібною до камери Бергера і Барра [16, рис.1]. Камера подвійних цукрозних проміжків дозволяє одночасно з реєстрацією електричної активності гладеньких м”язів реєструвати також і скоротливу – механічну здатність при допомозі механотрону 6МХ1С (механоелектричний перетворювач).

Суть цієї методики полягає в тому, що в одній ділянці тканини деполяризують мембрани збудливих клітин та знижують їх опір при допомозі ізотонічного розчину КСІ майже до нуля, в той час як в іншій ділянці клітини омиваються нормальним розчином Кребса. У розчини хлористого калію і Кребса розміщують відвідні та подразнюючі електроди, а ділянки між ними постійно промиваються ізотонічним розчином сахарози, в результаті чого ці розчини не змішуються. У секції цукрози розчин цукрози з великим питомим опором заповнює міжклітинний простір та виключає шунтуючу дію електролітів позаклітинної рідини. Це дозволяє реєструвати

відносно близькі до істинних величин зміни мембранного потенціалу, величини потенціалів дії та електронічних потенціалів гладеньких, поперечносмугастих м’язів, нервових волокон.

Застосування методики цукрозних проміжків дозволяє відведення та реєстрацію змін електричної активності, а також змін мембранного і електротонічних потенціалів на протязі довготривалого періоду часу. Завдяки цьому в одному досліді ми досліджували вплив на смужки гладеньких м’язів декількох розчинів, що вимагали умови наукових досліджень. Для швидкої заміни розчинів в тестуючій секції використовували багатоходовий кран, котрий складався з двох плексигласових пластин, одна з яких зміщувалась відносно іншої.

Важливим і досить тонким моментом являється зарядка камери смужкою гладеньких м'язів астрального відділа шлунка морської свинки.

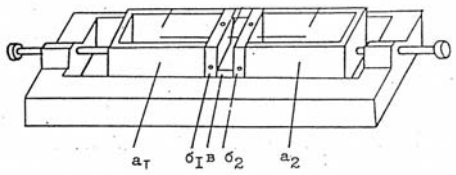


Рис.1 Камера цукрозних проміжків a_1, a_2 – KCI секції, $б_1, б_2$ – цукрозні секції, в-тест секція.

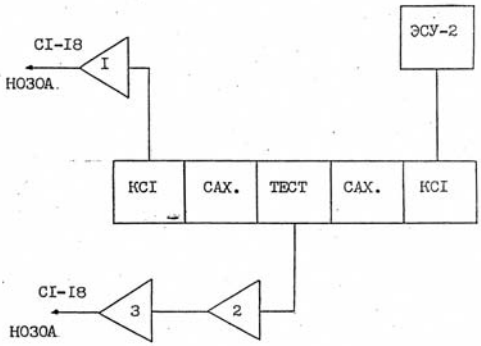


Рис.2 Блок-схема електронної частини установки.

Для цього при допомозі відсмоктуючих поршнів-шприців розтягували до максимально можливої величини отвори в резинових мембранах цукрозних секцій і тільки після цього при допомозі гнучкого, тоненького дроту, протягували смужку гладеньких м'язів астрального відділа шлунка морської свинки. Після зарядки препаратів, пропускались розчини KCI, цукрози та нормального розчину Кребса. Для реєстрації м’язових скорочень під смужку м’яза в тест-секції протягували шовкову нитку, котру розтягували за допомогою гвинта. Це дозволяло розтягувати препарат не пошкоджуючи його. Нитка, котра знаходилася під препаратом, прикріплювалась до штоку механотрона 6МХ1С при допомозі спеціальної насадки. Механічні скорочення м’язів перетворювались механотроном в електричні сигнали, котрі

підсилювались електричним підсилювачем УБП-1-02 та реєструвались шлейфним осцилографом НОЗОА на ультрафіолетовий папір.

У всіх серіях досліджень визначались математичне очікування випадкової величини (середнє арифметичне) – *M*, вибіркову помилку середньої (*m*) амплітуди, швидкості наростання, тривалості потенціалів дії і скорочення гладеньких м'язів антрума морської свинки. Оцінку різну між статистичними показниками електричної і скоротливої активності гладеньких м’язів, які знаходились в контрольному та досліджуваному розчинах, оцінювали за критерієм Стьюдента. Статистичні величини розраховувались за спеціальною програмою на персональній обчислювальній машині. У наших дослідженнях використовували нормальний розчин Кребса такого складу, ммоль/л: NaCl – 120,4; NaH_2PO_4 – 1,2; $NaHCO_3$- 15,5; KCl- 5,9; $CaCl_2$-2,5; $MgCl_2$-1,2; глюкоза–11,5; pH – 7,3+0,1, температура 37+0,50 °С. Питомий опір ізотонічного розчину сахарози у всіх дослідах перевищував 105 Ом $см^2$. Для приготування розчинів використовували хімічно чисті солі і бідистильовану чи деіонізовану воду. Усі розчини в дослідах аерирувались киснем повітря за допомогою мікрокомпресора. Показники pH розчину визначали перед дослідом та після його закінчення за допомогою pH-метра вони дорівнювали 7,3 – 7,4. Тетраетиламоній брали в концентрації 5-10 ммоль/л. Простагландин $F_{2\alpha}$ виробництва фірми «Ap John» у концентраціях 1×10^{-7} - 1×10^{-4} моль/л. Кальцієвий іонофор А23187 фірми Sigma у концентраціях 1×10^{-7} - 1×10^{-4} моль/л. Гідрокортизон, оуабаїн фірми Serva у концентраціях 1×10^{-8} - 1×10^{-7} моль/л. Актиноміцин Д, пуроміцин використовували в концентраціях 1×10^{-7} - 1×10^{-4} моль/л (вітчизняного виробництва).

Результати досліджень та їх обговорення. Експериментальні дослідження проведені нами, виявили цілу низку важливих показників, так під впливом глюкокортикоїда – гідрокортизону у концентраціях 1×10^{-9} - 1×10^{-6} М/л у нормальному розчині Кребса виникають зміни електричної та скоротливої активності кільцевих гладеньких м’язів антрального відділу шлунка морської свинки. Характери впливу гідрокортизона, насамперед, визначається його концентрацією у нормальному розчині Кребса, який оточує м’язи шлунка. Гормон наднирників – гідрокортизон викликає зміни потенціалів дії та механічної активності у спонтанно активних препаратів міоцитів, або у тих, яких електрична і скоротлива відповіді були викликані подразненням електричним струмом. Проведені нами дослідження по впливу гідрокортизону на електричну та механічну активність гладеньких м’язів шлунка показали, що цей глюкокортикоїд у концентраціях 1×10^{-9} - 1×10^{-6} М/л у нормальному розчині Кребса в залежності від концентрації зменшував електричну та механічну

активність гладеньких м’язів антрального відділу шлунка морської свинки. Під впливом гормону наступала гіперполяризація мембранного потенціалу плазматичних мембран цих міоцитів на 7-22% та зменшення фізичних ан-електротонічних потенціалів на 10-18%, ці зміни свідчать про зменшення іонної провідності, що є наслідком пригнічення потенціалів дії та механічної активності шлунка. Збільшення концентрації гормону в оточуючому розчині Кребса ефект відновлення показників електрогенезу та механічної активностей по відношенню до контрольних величин у нормальному розчині Кребса – збільшувався. Зменшення електричної і скоротливої реакцій гладеньких м’язів під впливом гідрокортизону спостерігався протягом всього експерименту (1 год і більше), тобто, явища звикання до дії цього гормону ми не спостерігали. У нормальному розчині Кребса гідрокортизон у концентрації 1×10^{-7} М/л викликав зменшення тривалості потенціалів дії і амплітуди скорочення гладеньких м’язів антрального відділу шлунка морської свинки. Так на 5-й хв. впливу гідрокортизону тривалість потенціалів дії антрального відділу шлунка складала: 82,3±1,7%, а амплітуда м’язового скорочення - 73±2,8% від контрольних величин у нормальному розчині Кребса без гормону. На 15-й хв вплив гідрокортизону на тривалість потенціалів дії та скорочення був більш суттєвим та складав 68,1±1,2%, а амплітуда скорочення складала 64,5±2,3% від контрольних величин. Глюкокортикоїд – гідрокортизон у фізіологічній концентрації 1×10^{-6} М/л у нормальному розчині Кребса, також, викликав зменшення тривалості потенціалів дії і вона складала на 5-й хв 77,4±3,4%, а амплітуда скорочення міоцитів 69±1,3% від контрольних величин у нормальному розчині Кребса без гідрокортизону, на 15-й хв тривалість потенціалів дії складала 65,1±1,3%, а амплітуда скорочення м’язів складала 64,1±1,9% від контрольних величин.

При таких змінах потенціалів дії та скорочення м’язів антрального відділу шлунка наступала гіперполяризація мембранного потенціалу на 12-18%, та зменшення ан-електротонічних потенціалів на 16-22% від контрольних величин в нормальному розчині Кребса без цього гормону.

Гідрокортизон викликаючи гіперполяризацію мембранного потенціалу, зменшення фізичного ан-електротонічного потенціалу та пригнічення потенціалів і скорочення гладеньких м’язів антрального відділу шлунка морської свинки подібно кальцієвим блокаторам, хелаторам кальцію та гіпокальцієвим безкальцієвим розчинам Кребса. Такий вплив може бути обумовлений або безпосередньою дією на канали вхідного струму, або може бути більш суттєвою та більш ранньою активацією калієвих каналів, що викликає зменшення тривалості потенціалів дії та скоротливої активності міоцитів шлунка. Виходячи з цього ми поставили перед собою завдання дослідити вплив гідрокортизону на електрогенез та механічну активність гладкомязевих

клітин кільцевого шару антрального відділу шлунка на фоні дії блокатора калієвих каналів – тетраетиленаммонію /ТЕА/. Нормальний розчин Кребса, который містив ТЕА в концентрації 5 мМ/л тривалість потенціалів дії і тривалість скорочення міоцитів антрального відділу шлунка зростали. Так на 15 хв. впливу ТЕА тривалість потенціалів дії становила 154±1,8%, амплітуда скорочення становила 152,2±1,3% від контрольних величин в нормальному розчині Кребса без ТЕА прийнятих за 100%. В такому розчині Кребса гідрокортизон в концентрації 1×10^{-6} М/л викликав зменшеня тривалості потенціалів дії на 15 хв. складала 98,4±2,2%, а амплітуда скорочення відповідно 96,8±1,4% від контрольних величин у нормальному розчині Кребса. За таких умов наступала реполяризація мембранного потенціалу та зменшення ан-електротонічних потенціалів, як і в нормальному розчині Кребса без ТЕА.

У нормальному розчині Кребса оуабаїн (блокатор натрієвої помпи) в концентрації 1×10^{-7} М/л та обо зниження температури цього розчину Q_{10} викликали деполяризацію мембранного потенціалу та пригнічення електричної та скоротливої активності гладеньких м’язів антрума. У такому розчині Кребса та за таких умов гідрокортизон у концентраціях 1×10^{-7} – 1×10^{-6} М/л викликав гіперполяризацію мембранного потенціалу та пригнічення електричної та механічної активності міозитів шлунка як і в нормальному розчині Кребса без оубаїну та при нормальній температурі 36°С.

В безнатрієвому розчині Кребса де весь натрій замінювався на Tris-HCI гідрокортизон в концентраціях 1×10^{-7} – 1×10^{-6} М/л викликав збільшення тривалості потенціалів дії та тривалості скорочення гладеньких м’язів астрального відділу шлунка морської свинки, такий вплив гідрокортизону нагадує нам вплив кальцієвих блокаторів ніфедіпіну та Д-600.

Простагландин $F_1\alpha$ або кальцієвий іонофор А23187 в концентрації 1×10^{-5} М/л в нормальному розчині Кребса викликали деполяризацію плазматичних мембран міозитів та збільшення тривалості і амплітуди потенціалів дії та амплітуди та тривалості скорочення гладеньких м’язів антрума. В таких розчинах Кребса гідрокортизон в концентраціях 1×10^{-7} – 1×10^{-6} М/л викликав пригнічення електричної та скоротливої реакції міозитів антрального відділу шлунка, як і в нормальному розчині Кребса без простагландину та кальцієвого агоніста А23187.

В основі сучасних уявлень про механізми специфічної дії стероїдних гормонів на клітини-мішені лежить постулат про опосередкованість більшості ефектів цих гормонів зміною генної експресії індукції синтезу клітинних білків, а також синетез ДНК, якщо останій має місце, специфічно викликаючі різними стероїдними гормонами, в більшості

випадків блокується не тільки інгібіторами трансляції (пуроміцин, циклогексимід), але і інгібіторами транскрипції (актиноміцин Д). Для визначення ролі генетичного апарата в механізмі впливу гідрокортизона на електричну та скоротливу активність гладеньких м'язів досліджували вплив цього стероїда на фоні впливу актиноміцину Д і пуроміцину. В нормальному розчині Кребса актиноміцин Д, викликає зменшення тривалості потенціалів дії і амплітуди і тривалості скорочення гладеньких. Пуроміцин також викликає зменшення тривалості потенціалів дії і амплітуди скорочення гладеньких м'язів. Ефекти дії інгібіторів біосинтезу білка проявляється через тривалий час, а відмивання препаратів гладеньких м'язів нормальним розчином Кребса після дії інгібіторів біосинтезу білків не приводило до відновлення електричної і скоротливої активності гладеньких м'язів. В нормальному розчині Кребса котрий вміщував актиноміцин Д або пуроміцин, гідрокортизон в концентраціях 1×10^{-7} – 1×10^{-6} М/л викликав зменшення тривалості потенціалів дії і скоротливої активності гладеньких м'язів шлунка. Відмивання препаратів гладеньких м'язів нормальним розчином Кребса після дії гідрокортизону приводило до відновлення електричної та скоротливої активності гладком'язевих клітин. В гіперкальцієвому (120 ммоль/л) розчині Кребса, гідрокортизон в концентраціях 1×10^{-7} – 1×10^{-6} М/л викликав пригнічення фазичних скорочень на 5% та зменшення на 40% розслаблення амплітуди тонічної складової викликаної гіперкалієвим розчином міозитів кільцевого шару астрального відділу шлунка морської свинки.

Висновки.

Таким чином отримані результати експериментальних досліджень дозволяють припустити, що передача сигналів від гідрокортизон-рецепторних комплексів на скоротливий апарат гладком'язевих клітин здійснюється шляхом передачі сигнала на іонні канали, котрі трансформують отриману інформацію та передають на скоротливий апарат клітин гладеньких м'язів.

На основі отриманих нами експериментальних даних ми можемо зробити висновок, що гідрокортизон в концентраціях 1×10^{-9} – 1×10^{-6} М/л у нормальному розчині Кребса здійснює свій гальмівний вплив на гладенькі м'язи антрального відділу шлунка головним чином через іони Ca^{2+}, а також через іони K^{+} і Na^{+}. Гідрокортизон в усіх зазначених концентраціях блокує вхід іонів Ca^{2+} з при мембранного позаклітинного Ca^{2+} пулу (глікокалікс) та позаклітинного простору через швидкі та повільні Ca^{2+}-канали в середину гладком'язевих клітин, внаслідок чого виникає гіперполяризація мембранного потенціалу та пригнічення потенціалів дії і скорочення гладеньких м'язів антрального відділу шлунка морської свинки.

Література

1. Шаляпина В.Г., Жуков Д.А., Гарина И.А., Ракитская В.В. Трансрецепторные механизмы действия кортикостероидных гормонов. В кн: Физиология гормональной регуляции. Ред. В.Г. Шаляпина, Л.: Наука, 1986, стр. 34-69.
2. Комисаренко В.П., Минченко А.Г., Тронько Н.Д. Молекулярные механизмы действия стероидных гормонов. –Киев : Здоров'я, 1986.- 190 с.
3. Юдаев Н.А. Введение. в кн.: Биография гормонов и гормональная регуляция. – М.: Наука, 1986, - ст. 3-9
4. Митющов И.И. Гормоны коры надпочечников и центральная нервная система. – Л.: Наука, 1970.- 159 с.
5. Ноздрачев А.Д. Кортикостероиды и симпатическая нервная система.- Л.: Наука, 1969.- 179 с.
6. Коркач В.И., Ткачук В.В. Влияние АКТГ и гидрокортизона на содержание натрия, калия, кальция, магния и Са2+ АТФазную активность скелетных мышц. – Физиол. журн., 1985, том 31, №4, стр. 451-455.
7. Кучеров И.С., Косогор В.И., Скрипнюк З.Д. Влияние гидрокортизона и инсулина на ритмичность электрической и сократительной активности гладких мышц желудка кошки . В кн. : Проблемы общей и молекулярной биологии. 1985, вип. 4. – С. 39-42.
8. Кучеров И.С., Косогор В.И., Скрипнюк З.Д. Влияние валина, цистеина и гидрокортизона на спонтанную электрическую и механическую активность гладких мышц taenia coli морской свинки. В кн.: Молекулярная генетика и биофизика, 1986, вип. 11, С. 42-44.
9. Сокур В.Д., Клюбина Т.С., Богач П.Г. О роли гипоталамо-гипофизарной системы и надпочечников в регуляции моторики желудочно-кишечного тракта мелких животных. – В кн. : Проблемы физиологии гипоталамуса . К. 1971, вип. 5. – С.73-78
10. Сокур В.Д., Клюбина Т.С., Куншинов Н.В. Значение адренокортикостероидного гормона в регуляции моторики тонкого кишечника у овец. – В кн. Проблемы физиологии гипоталамуса . К. 1977, вип. 9. – С.88-94.
11. Kromin A.A., Zenina O.Y. Effects of electric stimulation of the hunger center in the lateral hypothalamus on slow electric activity and spike activity of fundal and antral stomach muscles in rabbits under conditions of hunger and satiation // Bull Exp Biol Med. 2013 Sep;155(5):591-7.
12. Kromin A.A., Zenina O.Y. Reflections of hunger and satiation in the structure of temporal organization of slow electrical and spike activities of fundal and antral stomach muscles in rabbits // Bull Exp Biol Med. 2012 Nov;154(1):17-22.

13. Lu HL, Wang ZY, Huang X, Han YF, Wu YS, Guo X, Kim YC, Xu WX Excitatory regulation of angiotensin II on gastric motility and its mechanism in guinea pig // Regul Pept. 2011 Apr 11;167(2-3):170-6. doi: 10.1016/j.regpep.2011.01.004. Epub 2011 Jan 21.
14. Si X, Huang L, Gong Y, Lu J, Lin L. Role of calcium in activation of hyperpolarization-activated cyclic nucleotide-gated channels caused by cholecystokinin octapeptide in interstitial cells of cajal // Digestion. 2012;85(4):266-75. doi: 10.1159/000337077. Epub 2012 Apr 24.
15. Fujimoto H, Shigemasa Y, Suzuki H. Carbon dioxide-induced inhibition of mechanical activity in gastrointestinal smooth muscle preparations isolated from the guinea-pig // J Smooth Muscle Res. 2011;47(6):167-82.
16. Berger W., Barr L. Use of rubber membranes to improve sucrose-gap and other electrical recording techniques // J. Appl. Phisiol. – 1969. – 26, N 3. – P. 239-247.

Зміни електромеханічних показників гладеньких м'язів кишечника викликані L-аргініном

Пелюх П.Ф., Макарчук М.Ю.
(НДІ фізіології імені академіка Петра Богача, ННЦ «Інститут біології», Київського національного університету імені Тараса Шевченка, м. Київ, ppelyukh@yandex.ru)

Вступ. Концентрація, а в значнішій мірі її зміна, вільних іонів кальцію в цитоплазмі гладеньких м’язів відіграє одну із основних ролей в циклі скорочення-розслаблення. Загальновідомо, що даний процес контролюється багаточисельними гормонами, медіаторами і іншими біологічно активними речовинами, які реалізують свій вплив на гладенькі м’язи через систему внутрішньоклітинних вторинних посередників [1, 2]. L-аргінін (діамінокарбонова кислота) присутня в живому організмі, як у вільному стані, так і в складі білків, і вона впливає на перебіг багатьох фізіологічних процесів в організмі людини та тварин. Так ця амінокислота стимулює синтез гормону росту, розслаблює судини, покращує коронарний кровообіг, запобігає розвитку атеросклерозу, може впливати на підшлункову залозу особливо у високих концентраціях, що спричиняє діабет різних ступенів, також, вона створює своїм впливом на живий організм імуномоделюючу дію [3]. L-аргінін також може слугувати і як субстрат синтезу NO-оксид азоту – газоподібний посередник, який здійснює чітку вазодилататорну, антиоксидантну, антитромбоцитарну та антинейтрофільну дію, що важливо для нормального функціонування серця. Оксид азоту може здійснювати захисний вплив при порушені функцій серцево-судинної системи та використовується для профілактики та лікування серцево-судинної системи при захворюваннях. Але є багато наукових робіт, які

вказують і на пошкоджуючий ефект NO. Досліди проводились на трьох групах тварин (щурі), одночасно проводили синхронну реєстрацію електрокардіограми, реограми та артеріального тиску прямим методом. Отримані дані показали, що характерні зміни роботи серця, які виникають при експериментальному інфаркті міокарда, стають менш вираженими після введення L-аргініну та гадроксиламіну. Автори роблять висновок, що оксид азоту може здійснювати кардіопротекторний вплив при гострому інфаркті міокарда [4]. Інші дослідники вводили L-аргінін в концентрації 100 мг/кг маси тварин протягом 8-10 діб, результати дослідів показали, що у тварин-щурів з коарктацією аорти в перші 72 години наступала гостра серцева недостатність, яка супроводжувалась підвищенням маси серця в основному за рахунок набряку, зниженням індексів скоротливості міокарда. Під впливом L-аргініну маса гіпертрофованого серця й особливо лівого шлуночка зростає більше, ніж маса гіпертрофованого серця без L-аргініну. Електронно-мікроскопічне дослідження міокарда щурів після 14 діб показало, що найбільш уразливими є кардіоміоцити. Тривале введення L-аргініну щурам з коарктацією аорти призводить до більш значної гіпертрофії серця, особливо його лівого шлуночка [5]. За останні роки одержано численні дані про небажану дію надлишкової кількості NO, пов’язану, зокрема, з пригніченням проліферативних та біоенергетичних процесів індукцією некрозу та апоптозу клітин, наприклад підшлункової залози, печінки [6 - 8]. Токсичну дію NO пов’язують, як правило, з його утворенням при активації індуцибельної NO-синтази й особливо у ході нітритредуктазних реакцій (при взаємодії нітрито-іонів з дезоксигемоглобіном з утворенням нітрозин-метгемоглобіну, з міоглобіном, за участю цитохромів). Відома здатність NO порушувати структуру активних центрів залізовмісних білків-аконітази, залізо сіркових кластерів, цитохромів, каталази. Проте є повідомлення про активацію за участю NO ферментних систем, що беруть участь у синтезі АТФ і процесах проліферації (наприклад, каскаду реакцій, контрольованих протеїнкіназою С [9]. В процесі старіння порушуються міогенні механізми, що забезпечують зміну скорочувальної активності та жорсткості судинних гладеньких м`язів при збільшені їх довжини та ендотелій залежній вазодилататорні реакції. Встановлено, що мембранний потенціал ендотелію ізольованої аорти старих щурів є вірогідно вищим ніж у дорослих тварин і має більш широкий діапазон значень. Таким чином, за умов дисфункції ендотелію порушується NO-залежний механізм судинної реактивності [10].

L-аргінін в концентраціях 1×10^{-3} - 1×10^{-6} М викликав збільшення мембранного опору на 25-40% в гладеньких м’язах taenia coli. З перших хвилин дії L-аргінін зменшував частоту та амплітуду генерації спайків на плато кат-електротонічних потенціалів до 1-2 та зменшував силу

скорочень. На 3-4 хвилинах генерація потенціалів дії і скорочення пригнічувались, але на 10-12 хвилинах частково відновлювались, з´являлись маленькі потенціали пікові і маленьке скорочення-невеликої сили. Метиленовий синій в концентрації 1×10^{-3} М не впливав на мембранний потенціал, амплітуду та тривалість повільної хвилі [11].

Нітропрусид натрію в концентрації 1×10^{-4} М, метиленовий синій в концентрації 1×10^{-5} М, L-аргінін в концентрації 1×10^{-4} М пригнічували електричну та скоротливу активність гладеньких м´язів taenia coli морської свинки, а також їх сумісна дія на ці м´язи також викликала пригнічення електрогенезу та механічної активності, при цьому впливі виникала гіперполяризація мембранного потенціалу м´язів taenia coli [12, 13].

За допомогою методики фіксації потенціалу («patch-clamp») досліджувалась дія NO, який вивільняється з нітрогліцерину та нітропрусиду натрію, на Ca^{2+} та K^{+} - канали електрозбудливої мембрани гладеньких м´язів taenia coli і мезентеральної артерії морської свинки. Оксид азоту – NO, що вивільняється з нітрогліцерину внутрішньоклітинно, спричиняв дозо-залежне інгібування Ca^{2+} струму L-типу Ca^{2+} каналів. Зменшення Ca^{2+} струму при дії NO не було потенціал залежним, а також воно не пов'язане з процесом Ca^{2+} залежної інактивації Ca^{2+} струму. Встановлено, що інгібуюча дія NO на Ca^{2+} струм обумовлена активацією такого внутрішньоклітинного шляху : NO → гуанілатциклаза→ цГМФ → цГМФ- залежна протеїнкіназа → Ca^{2+} канал L-типу. В гладком'язових клітинах taenia coli морської свинки виявлено базальну активність протеїнкіназ (цАМФ- залежної і/або протеїнкінази С), яка спричиняє зростання активності Ca^{2+} - каналу. Встановлено, що NO – вивільнюваний в позаклітинне середовище (донор NO нітропрусиду натрію), в залежності від концентрації викликає цГМФ – залежне інгібування або цГМФ –незалежну активацію Ca^{2+} струму L-типу Ca^{2+} каналів мембрани гладеньких м'язів taenia coli морської свинки. Також встановлено, що NO вивільнюваний з обох донорів викликав тільки цГМФ – залежне інгібування високопорогового Ca^{2+} струму L-типу Ca^{2+} каналів мембрани гладеньких м'язів мезентеріальної артерії морської свинки. В цих же дослідженнях використовуючи метод фіксації потенціалу в конфігурації «cell-attached», «outside-out» і «inside out» показано що в гладком'язових клітинах taenia coli морської свинки містяться Ca^{2+}-залежні K^{+} канали великої провідності (125 пСм), які чутливі до карібдотоксину (солективний блокатор K^{+} (Ca^{2+}) каналів великої провідності). NO, що вивільняється з нітрогліцерину та нітропрусиду натрію, спричинив цГМФ – залежне збільшення активності Ca^{2+} - залежні K^{+} каналів. Цей ефект NO не вимагав вивільнення Ca^{2+} з внутрішньоклітинних Ca^{2+}- депо і входу Ca^{2+} через Ca^{2+} канали з позаклітинного середовища. В

природних умовах NO може здійснювати пригнічення скорочення гладеньких м'язів, яке було викликане деполяризацією клітинної мембрани, завдяки інгібуванню входу Ca^{2+} через L- тип Ca^{2+} каналів, а також може викликати гіперполяризацію мембрани внаслідок активації Ca^{2+} каналів великої провідності [14].

Розслаблююча дія оксиду азота на гладком'язові клітини аорти та пригнічення скорочення taenia coli може бути пов'язано зі зменшенням входу іонів кальцію, але першопричиною зменшення потоку Ca^{2+} є наслідком збільшення калієвої провідності мембрани, реполяризація і закривання частини потенціалозалежних кальцієвих каналів, звідси в нього виникає думка про те, що оксид азоту змінює провідність плазматичних мембран до іонів К+ котрі активуються Ca^{2+} та АТФ-чутливі – енергозатратні. Іншим вагомим фактором, впливаючим на вхід іонів Ca^{2+}, є хлористі струми, які зміщують мембранний потенціал гладком’язових клітин в сторону деполяризації мембран. Дія або вплив NO в кінцевому варіанті залежить від співвідношення концентрації цАМФ та ЦГМФ [15].

У зв’язку з наведеними експериментальними даними, висвітленими у науковій літературі багатьох авторів – які яскраво засвідчують той факт, що необхідне подальше вивчення ефектів впливу діаміномонокарбонової амінокислоти L-аргініну на електричну на скоротливу активність гладком’язових клітин шлунково-кишкового тракту.

Матеріали і методи. Досліди проводили на ізольованих смужках гладеньких м’язів повздовжнього м’яза сліпої кишки taenia coli морської свинки. У проведених нами наукових експериментальних дослідженнях, вимірювальна система складалася з камери цукрозних проміжків, підсилювачів постійного струму та напруги, осцилографів (візуальний контроль – С1-18, реєструючий ПК та шлейфний осцилограф на ультрафіолетовий папір) і електростимуляторів. Камера подвійних цукрозних проміжків, котра застосовувалась в наших наукових дослідження була подібною до камери Бергера і Барра [15, рис.1]. Камера подвійних цукрозних проміжків дозволяє одночасно з реєстрацією електричної активності гладеньких м’язів реєструвати також і скоротливу – механічну здатність при допомозі механотрону 6МХ1С (механоелектричний перетворювач).

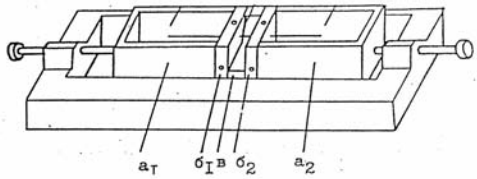


Рис.1 Камера цукрозних проміжків a_1, a_2 – KCl секції, $б_1, б_2$ – цукрозні секції, в-тест секція.

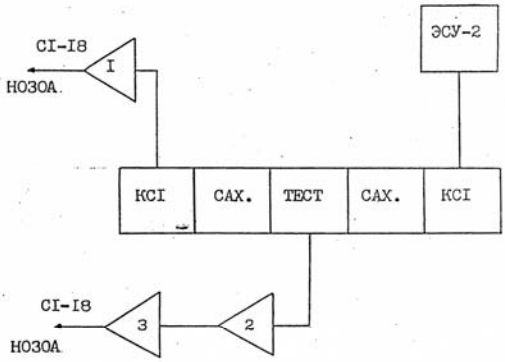


Рис.2 Блок-схема електронної частини установки.

Суть цієї методики полягає в тому, що в одній ділянці тканини деполяризують мембрани збудливих клітин та знижують їх опір при допомозі ізотонічного розчину KCl майже до нуля, в той час як в іншій ділянці клітини омиваються нормальним розчином Кребса. У розчини хлористого калію і Кребса розміщують відвідні та подразнюючі електроди, а ділянки між ними постійно промиваються ізотонічним розчином сахарози, в результаті чого ці розчини не змішуються. У секції цукрози розчин цукрози з великим питомим опором заповнює міжклітинний простір та виключає шунтуючу дію електролітів позаклітинної рідини. Це дозволяє реєструвати відносно близькі до істинних величин зміни мембранного потенціалу, величини потенціалів дії та електронічних потенціалів гладеньких, поперечносмугастих м’язів, нервових волокон.

Застосування методики цукрозних проміжків дозволяє відведення та реєстрацію змін електричної активності, а також змін мембранного і електротонічних потенціалів на протязі довготривалого періоду часу.

Завдяки цьому в одному досліді ми досліджували вплив на смужки гладеньких м’язів декількох розчинів, що вимагали умови наукових досліджень. Для швидкої заміни розчинів в тестуючій секції використовували багатоходовий кран, котрий складався з двох плексигласових пластин, одна з яких зміщувалась відносно іншої. Важливим і досить тонким моментом являється зарядка камери смужкою гладеньких м'язів повздовжнього шару кишечника морської свинки.

Для цього при допомозі відсмоктуючих поршнів-шприців розтягували до максимально можливої величини отвори в резинових мембранах цукрозних секцій і тільки після цього при допомозі гнучкого, тоненького дроту, протягували смужку гладеньких м'язів повздовжнього шару кишечника морської свинки. Після зарядки препаратів, пропускались розчини КСІ, цукрози та нормального розчину Кребса. Для реєстрації м’язових скорочень під смужку м’яза в тест-секції протягували шовкову нитку, котру розтягували за допомогою гвинта. Це дозволяло розтягувати препарат не пошкоджуючи його. Нитка, котра знаходилася під препаратом, прикріплювалась до штоку механотрона 6МХ1С при допомозі спеціальної насадки. Механічні скорочення м’язів перетворювались механотроном в електричні сигнали, котрі підсилювались електричним підсилювачем УБП-1-02 та реєструвались шлейфним осцилографом НО30А на ультрафіолетовий папір.

У всіх серіях досліджень визначались математичне очікування випадкової величини (середнє арифметичне) –М, вибіркову помилку середньої (m) амплітуди, швидкості наростання, тривалості потенціалів дії і скорочення гладеньких м'язів антрума морської свинки. Оцінку різну між статистичними показниками електричної і скоротливої активності гладеньких м’язів, які знаходились в контрольному та досліджуваному розчинах, оцінювали за критерієм Стьюдента. Статистичні величини розраховувались за спеціальною програмою на персональній обчислювальній машині. У наших дослідженнях використовували нормальний розчин Кребса такого складу, ммоль/л: NaCl – 120,4; NaH_2PO_4 – 1,2; $NaHCO_3$ - 15,5; KCl - 5,9; $CaCl_2$ - 2,5; $MgCl_2$ - 1,2; глюкоза – 11,5; pH – 7,3+0,1, температура 37+0,50°С. Питомий опір ізотонічного розчину сахарози у всіх дослідах перевищував 105 Ом $см^2$. Для приготування розчинів використовували хімічно чисті солі і бідистильовану чи деіонізовану воду. Усі розчини в дослідах аерирувались киснем повітря за допомогою мікрокомпресора. Показники pH розчину визначали перед дослідом та після його закінчення за допомогою pH-метра вони дорівнювали 7,3 – 7,4. Тетраетиламоній брали в концентрації 5-10 ммоль/л. ВауК 8644 виробництва фірми «Sigma» у концентраціях 1×10^{-7} - 1×10^{-4} моль/л.

IBMX, теофілін, метиленовийсиній фірми «Sigma» у концентраціях 1×10^{-7} - 1×10^{-6} моль/л.

Результати досліджень та їх обговорення. Проведені нами експериментальні дослідження виявили цілу низку змін важливих показників під впливом L-аргініну в концентраціях 1×10^{-6} - 1×10^{-3} моль/л в нормальному розчині Кребса. Встановлено, що L-аргінін у зазначених концентраціях викликає своїм впливом зміну електричної та скоротливої активності повздовжнього шару кишечника - taenia coli. Характер впливу L-аргініну, насамперед, визначається його концентрацією в оточуючому м'язи нормальному розчині Кребса. Результати концентраційного впливу L-аргініну на електричну та скоротливу активність гладеньких м'язів повздовжнього шару кишечника викликає зміни електричних та механічних показників у спонтанно активних препаратів міоцитів, або у яких електрична і скоротлива реакції були викликані подразненням електричним струмом. Дослідження впливу L-аргініну на електричну та скоротливу активність гладеньких м'язів повздовжнього шару кишечника показали, що ця амінокислота в концентраціях 1×10^{-6} - 1×10^{-3} моль/л в нормальному розчині Кребса, в залежності від концентрації, зменшувала електрогенез та скоротливу активність гладеньких м'язів повздовжнього шару кишечника морської свинки. Під впливом цієї амінокислоти наступала гіперполяризація плазматичних мембран міоцитів на 8-17% та зменшення ан-електротонічних потенціалів на 12-21%, що є наслідком пригнічення електрогенезу та скоротливої активності міоцитів кишечника. Зі збільшенням концентрації L-аргініну в оточуючому м'язи нормальному розчині Кребса, ефект відновлення показників електричної та скоротливої реакції до контрольних величин у часі збільшувався. Пригнічуючий вплив L-аргініну на електричну та скоротливу активність гладеньких м'язів спостерігався протягом всього експерименту (1 год. і більше), тобто явища десенситизації ми не спостерігали. В нормальному розчині Кребса, L-аргінін в концентрації 1×10^{-4} моль/л спричиняв більш значні зміни зменшення потенціалів дії і амплітуди скорочення гладеньких м'язів повздовжнього шару кишечника морської свинки. Так на 5-й хв., вплив L-аргініну, тривалість потенціалів дії повздовжнього шару кишечника складала 78,3 ± 2,1%, а амплітуда м'язового скорочення – 71 ± 3,2% від контрольних величин в нормальному розчині Кребса без L-аргініну. На 15-й хв. вплив амінокислоти на тривалість потенціалів дії був значнішим та складав 65,2 ± 3,7%, а амплітуда скорочення складала 61,8 ± 2,3% від контрольних величин (рис.1). У субмаксимльній концентрації 1×10^{-3} моль/л, L-аргінін в нормальному розчині Кребса, викликав зменшення тривалості потенціалів дії і вона складала на 5-й хв 67,1 ± 4,3%, а амплітуда скорочення міоцитів 66,4 ± 1,7% від контрольних величин в нормальному розчині Кребса без L-аргініну, на 15-й хв., тривалість

потенціалів дії складала 61,3 ± 2,8%, а амплітуда скорочення складала 59,7 ± 3,2 % від контрольних величин. При цьому наступала гіперполяризація мембранного потенціалу на 15-17%, та зменшення ан-електротонічних потенціалів на 19-21% від контрольних величин в нормальному розчині Кребса без L-аргініну. Амінокислота L-аргінін впливає на мембранний потенціал, викликаючи його гіперполяризацію, зменшує фізичний ан-електротон та зменшує тривалість потенціалів дії і амплітуди скорочення повздовжнього м'язу кишечника морської свинки подібно кальцієвим блокаторам – верапаміл, ніфедіпін, Д-600. Такий вплив може бути обумовлений або безпосередньою дією на канали вхідного струму, або може бути значнішою та ранньою активацією калієвих каналів, що спричиняє пригнічення електрогенезу та скоротливої активності в гладеньких м'язах. У зв'язку з цим ми досліджували вплив L-аргініну на електричну та скоротливу активність гладеньких м'язів на фоні дії блокатора калієвих каналів – тетраетиламмонію. У нормальному розчині Кребса, який вміщував тетраетиламмоній в концентрації 5 ммоль/л, тривалість потенціалів дії і амплітуди скорочення кишечника збільшувались. Так на 15-й хв. впливу тетраетиламмонію тривалість потенціалів дії становила 147 ± 4,5 %, а амплітуда скорочення становила 151, 4 ± 3,6 % від контрольних показників в нормальному розчині Кребса без тетраетиламмонію, прийнятих за 100%. Додавання L-аргініну в концентрації 1×10^{-3} моль/л в розчин Кребса з тетраетиламмонієм викликало зменшення тривалості потенціалів дії на 15-й в складала 79,7 ± 4,5%, і амплітуда скорочення, відповідно, 76,4 ± 3,8% від контрольних величин. При цьому наступала реполяризація мембранного потенціалу та зменшення ан-електротонічних потенціалів.

У безкальцієвому розчині (кальцій в слідових кількостях) Кребса, через 10-15 хв. зникають потенціали дії та скорочення гладеньких м'язів повздовжнього шару кишечника. У такому розчині Кребса, L-аргінін в концентраціях 1×10^{-4} - 1×10^{-3} моль/л не викликав змін мембранного потенціалу та ан-електротонічних потенціалів. У безкальцієвому розчині Кребса кофеїн в концентрації 1×10^{-2} моль/л викликав незначне скорочення (4-7%, від контрольних величин) м'язів повздовжнього шару кишечника. L-аргінін в концентраціях 1×10^{-4} - 1×10^{-3} моль/л не впливав на таке скорочення, викликане кофеїном м'язів кишечника. У гіперкалієвому розчині Кребса 120 ммоль/л гладенькі м'язи кишечника генерують потенціали дії та скорочення, яке складається з початкової фазної, викликаної потенціалами дії, та тонічної складової, викликаної гіперкалієвим розчином Кребса та вона залежить від величини деполяризації гладком'язових клітин. При додаванні L-аргініну в концентраціях 1×10^{-4} - 1×10^{-3} моль/л в гіперкалієвий розчин Кребса фазна та тонічна складові гіперкалієвої контрактури значно

зменшувались. У нормальному розчині Кребса агоніст кальцію ВауК-8644 збільшував тривалість потенціалів дії та амплітуди скорочення гладеньких м'язів кишечника морської свинки. У такому розчині L-аргінін в субмаксимальних концентраціях зменшував тривалість потенціалів дії та амплітуди скорочення цих міоцитів та викликав реполяризацію мембранного потенціалу та зменшення ан-електротонічних потенціалів. У нормальному розчині Кребса IBMX (3-ізобутил-1-метилксантин) теофілін, метиленовий синій блокатори синтезу гуанілатциклази в концентраціях 1×10^{-7} - 1×10^{-6} моль/л викликали гіперполяризацію мембранного потенціалу та збільшення ан-електротонічних потенціалів і зменшення тривалості потенціалів дії та амплітуди м'язового скорочення кишечника морської свинки. У такому розчині Кребса L-аргінін в концентраціях 1×10^{-4} - 1×10^{-3} моль/л також зменшував тривалість потенціалів дії та скоротливих реакцій кишечника. При цьому відбувалась гіперполяризація мембранного потенціалу та зменшення ан-електротонічних потенціалів.

Висновки. На основі отриманих результатів дослідження, можемо зробити висновок, що пригнічуюча дія L-аргініну на електричну та скоротливу активність гладеньких м'язів повздовжнього шару кишечника, в основному, обумовлено зменшенням входу іонів кальцію через швидкі, які інактивуються та повільні, які не інактивуються потенціал залежні кальцієві канали, а також, зменшенням провідності плазматичних мембран гладком'язевих клітин до іонів Na+ і збільшенням провідності до іонів К+.

Використана література

1. Ковалев И.В., Баскаков М.Б., Капилевич Л.В., Медведев М.А. Роль оксида азота в регуляции электрической и сократительной активности // Бюллетень сибирской медицины, 2004, т.1, С. 7-25
2. Yashiro Y., Duling B.R. Participation of intracellular Ca2+ stores in arterial conducted responses // Am. J. Phisiol. Heart Circ. Phisiol. 2003. V.285 (pt.1), P.65-73
3. Реутов В.П., Сорокина Е.Г., Охотин В.Е., Косицин Н.С. Циклические превращения оксида азота в организме млекопитающих // М. Наука, 1998. 159с.
4. Рахматулина Ф.Ф., Зефаров А.Л. Гемодинамические эффекты у крыс при эксперементальном инфаркте миокарда на фоне введения L-аргинина и гидроксиламина // Мембаранные и молекулярные механизмы регуляции функций гладких мышц (Материалы симпозиума с международным участием, посвященного 115-летию каф. Физиологии Томского университета и Сиб. гос. мед. университета), Томск, 2004, С.110-111.

5. Шевчук В.Г., Лагодич Т.С. Вплив L- аргініну на скоротливу активність міокарда при експериментальній гіперфункції і гіпертрофії серця // Клінічна та експериментальна патологія, 2004, т.3, №2, ст.24-25.
6. Larsen M.Q. Beta-cell function and mass in type 2 diabetes //Den. Med. Bull. 2009, Aug. 56(3), p.153-64.
7. Tang ZQ, Wu T, Cui SW, Zhu XH, Yin T, Wang CF, Zhu JY, Wu AJ. Stimulation of insulin secretion by large-dose oral arginine administration in healthy adults // Exp Ther Med. 2013 Jul. 6(1), p.248-252.
8. Di Pietro, N. Di Tomo, P. Di Silvestre S., Giazolinelli A., Pipico C. at all. Increased INOS activity in vascular smooth muscule cell from diabetic rats: potential role of Ca2+ / calmoduline – dependent protein kinase II delta α // Atherosclerosis, 2013 , Jan (226(1) p. 88-94
9. Костенко В.О. та інші. Механізми порушення окисних процесів у тканинах при надлишковому утворенні оксиду азоту з екзогенних попередників// Клінічна та експериментальна патологія, 2004, т.3, №2, ст.203-204.
10. Ткаченко М.М., Сагач В.Ф. Вікові зміни NO-залежного механізму регуляції судинної реактивності// Клінічна та експериментальна патологія, 2004, т.3, №2, ст.74.
11. Потюков Н.В. Роль сигнальних механизмов в процесах возбудимости и сократимости гладкомышечных клеток// Мебаранные и молекулярные механизмы регуляции функций гладких мышц (Материалы симпозиума с международным участием, посвященного 115-летию каф. Физиологии Томского университета и Сиб. гос. мед. университета), Томск, 2004, с.60-64.
12. Меленевська Н.В., Збудження – гальмування гладеньких м'язів кишечника при дії клітинно-зв'язаного білка А стафілокока та фактора переносу імунної реактивності до бактеріальних антигенів. Автореферат канд. біол. наук., Київ -2011, с.1-21
13. Меленевська Н.В., Мірошніченко М.С., Філіппов І.Б., Холодна Л.С., Шуба М.Ф. Дія клітинно -зв'язаного білка А золотистого стафілокока нп гальмівні ефекти аденозинтрифосфату та оксиду азоту в гладеньких м'язах. Фізіол. Журн. 2006, т.52, №1, с.22-29
14. Зима О.В. Механізм дії оксиду азоту на кальцієві та калієві канали електрозбудливої мембрани гладеньком'язових клітин. Автореферат канд. біол. наук, Київ-1996, с.1-22
15. Berger W., Barr L. Use of rubber membranes to improve sucrose-gap and other electrical recording techniques // J.Appl.Phisiol.-1969. – 26, №3, p.378-382.
16. Баскаков М.Б., Медведев М.А. Механизмы межклеточной и внутриклеточной сигнализации в гладких мышцах // Мебаранные и молекулярные механизмы регуляции функций гладких мышц

(Материалы симпозиума с международным участием, посвященного 115-летию каф. Физиологии Томского университета и Сиб. гос. мед. университета), Томск, 2004, С.7-25.

Екотехнологія ДУКАТм®: мікробіологічне знешкодження нафтозабруднень різного походження і віку з екологічним екрануванням та біоремідіацією порушених екосистем

Дуброва О.А., Дубров Є.В., Дубров Ю.В., Кудін Є.С.
(ТОВ «НВЦ Інноваційних біотехнологій», 01015, Україна, м. Київ, вул. Лейпцизька, 2/37, оф. 111, тел./факс: (+ 380 44) 537 22 81/ 501 79 04 e-mail: dukat-3m@mail.ru)

За 25 років (1992-2015 рр.) застосування екобіотехнології ДУКАТм® у різних галузях були досягнуті значні позитивні результати, які вагомо довели, що мікробіологічна утилізація нафто- і оливозабруднень різного походження та віку методами біотехнології ДУКАТм® є природним, ергономічним, простим у застосуванні, економічно вигідним для кожного Замовника і альтернативним способом забезпечення екологічних та протипожежних нормативів на всіх підприємствах, які використовують у виробничому циклі нафту і нафтопродукти.

На виконання вимог Законів України «Про охорону навколишнього середовища», «Про відходи» (ст. 26,27,28), «Про об’єкти підвищеної небезпеки» від 18.01.2001р. №2245-III, «Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру» від 08.06.2000р. №1809-III і чинних нормативно-правових актів у сфері охорони навколишнього природного середовища, підприємства, що мають в своєму підпорядкуванні об’єкти, які утворюють нафтозабруднення (нафтовідходи) на ґрунтах, водоймах, акваторіях, твердих поверхнях (гравій, бетон, метал, території виробничих цехів та складів ПММ тощо), у стічних і промивних водах тощо, повинні створювати оптимальні умови для їх знешкодження та мінімізації негативного впливу на навколишнє природне середовище.

Зокрема, згідно ст. 69 Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» шкода, заподіяна внаслідок порушення законодавства про охорону навколишнього природного середовища, підлягає компенсації в повному обсязі.

Відповідно до ст. 34 Закону України «Про відходи» суб'єкт господарської діяльності, у власності або у користуванні якого є хоча б один об'єкт поводження з небезпечними відходами, зобов'язаний:

- забезпечити запобігання забрудненню ними навколишнього природного середовища, а у разі виникнення такого забруднення - ліквідувати забруднення та його наслідки для навколишнього природного середовища та здоров'я людини.

В зв'язку з цим, пріоритетними напрямками в сфері екологічної безпеки в Україні є розробка та впровадження інноваційних природоохоронних рішень, які дозволяють ефективно вирішувати питання промислової та екологічної безпеки у відповідності до чинного законодавства та на рівні світових стандартів і при цьому є достатньо економічними при впровадженні на вітчизняних підприємствах.

Спираючись на вищезазначені принципи, фахівцями нашої компанії (НВЦ «ІНБІОТЕХ») розроблена, запатентована й успішно застосовується екобіотехнологія ДУКАТм® , що дозволяє забезпечити знешкодження широкого спектру нафтозабруднень (нафтовідходів) безпосередньо в місцях їх виникнення; довготривалий ефект (впродовж 3-10 років) запобігання виникненню нових забруднень; покращення та відновлення екологічних, протипожежних і санітарно-гігієнічних нормативів на підприємствах; зниження витрат підприємств на ліквідацію нафтозабруднень в 3–5 разів в порівнянні з існуючими традиційними методами і стандартними біопрепаратами і біосорбентами.

Екобіотехнологія ДУКАТм® **є комплексом робіт** по ліквідації (біоутилізації, знешкодженню) наявних нафтозабруднень (оливозабруднень) із одночасним створенням екологічних екранів та відновленням (біоремідіацією, рекультивацією) порушених екосистем і територій – що дозволяє створювати замкнутий природоохоронний цикл всіх підприємств, які використовують у виробничому циклі нафту і нафтопродукти.

Фахівці НВЦ «ІНБІОТЕХ» для здійснення заходів по забезпеченню замкнутого природоохоронного циклу по знешкодженню (ліквідації) нафтозабруднень мають більш ніж 20-ти річний практичний досвід роботи на підприємствах паливно-енергетичного комплексу України та РФ, патенти України і РФ, а підприємство має **відповідний повний пакет НТД**, в т.ч.: Висновок державної санітарно-епідеміологічної експертизи Міністерства охорони здоров'я України; Висновок державної екологічної експертизи Міністерства екології та природних ресурсів України; Ліцензію Міністерства екології та природних ресурсів України на операції у сфері поводження з небезпечними відходами №075540 Серія АД та ін.

Процес ліквідації нафтозабруднень з екологічним екрануванням та біоремідіацією порушених екосистем ДУКАТм® здійснюється шляхом біологічної та мікробіологічної трансформації (біоутилізації, біоконверсії) на 98-100% вуглеводнів C_5-C_{45} (і вище), а саме - парафіни, нафтени, ароматичні вуглеводні (алкілбензоли, нафталіни, антрацени, пірени, хризени, індани, флуорени, фенантрени, бенз(а) пірени, перилени тощо) перетворюються за допомогою біологічно активних компонентів технології ДУКАТм® до природних і екологічно безпечних сполук (моноолефінів, аліфатичних жирних кислот, пірокатехіну,

протокатехової кислоти, кетонів, спиртів, гумінових речовин тощо). Екологічне екранування та біоремідіація проводиться фахово із застосуванням методів класичної, інженерної та промислової мікробіології.

Таким чином, в результаті застосування біотехнології ДУКАТм, на території нафтозабруднення замість нафтопродуктів (вуглеводнів) утворюються екологічно безпечні органо-мінеральні речовини і захисний шар (екран) біологічно активних компонентів, які автоматично знешкоджують (ліквідують) нові нафтозабруднення у випадку їх появи на обробленій площі.

До **відмінностей та переваг** екобіотехнології ДУКАТм® у порівнянні із існуючими способами ліквідації нафтозабруднень (термічні, термохімічні, механічні, «санаційні», «захоронення») відноситься наступне:

1. Технологія ДУКАТм® успішно застосовується впродовж 1992-2015 рр..
2. Технологія ДУКАТм® показує високу ефективність по знешкодженню (ліквідації) нафто- і оливозабруднень різного походження та віку на будь-якому з типів поверхонь: ґрунти, водоймища, тверді поверхні (щебінь, пісок, бетон, метал тощо), а також нафтозабруднень, які містяться в стічних та промивних водах, нафтошламових амбарах (5-50 річного віку) тощо.
3. При виконанні робіт (послуг) ДУКАТм® **не знімаються (не вивозяться, не порушуються)** з місця ґрунти, покриття тощо, що також виключає витрати й ризики, пов’язані з перевезенням, зберіганням і захороненням нафтовмісних відходів.
4. Після застосування технології ДУКАТм® не потрібна додаткова очистка (знезараження, детоксикація, утилізація) поверхонь, грунтів, водоймищ, як, наприклад, після застосування хімічних коагулянтів, флокулянтів, ПАР ($FeSO_4$, $Al_2(SO_4)_3$, $CaCl_2$, КМЦ, ТМ-90, фосфогіпс, активна кремнієва кислота, катіоніти К-4, К-6, ВА-2 тощо), які часто мають досить швидкі (візуально), але неконтрольовані і непередбачувані наслідки.
5. Технологія дозволяє запобігти утворенню нових нафто- і оливозабруднень протягом не менше 3-х років на всій обробленій площі та відновлює (біоремідіація, рекультивація) порушені екосистеми і території до екологічних стандартів. У разі наявності регулярних витоків/прокапувань нафтопродуктів повторні обробки ДУКАТм® гарантують пролонговану ефективність впродовж наступних 3-5 років.
6. **Роботи проводяться цілорічно.** Загальний діапазон температур життєздатності -50°С +50°С.

7. Біотехнологія ДУКАТм® відповідає вимогам природоохоронного та санітарного законодавства (ДСП 201-97, ГОСТ 12.1.005-88, СанПіН 42-128-4690-88, ДСанПіН 2.2.7.029-99, СанПіН №6927 А-91, СанПіН 4630-88, СП 1042-73 та ін.), всі інгредієнти біотехнології ДУКАТм® екологічно безпечні, мають відповідний пакет НТД та дозволені для використання згідно чинного законодавства (висновки профільних НДІ НАН України, санітарно-епідеміологічні експертизи МОЗ України, Державні екологічні експертизи та Ліцензії у сфері операцій поводження з небезпечними відходами Міністерства екології та природних ресурсів України – 1992-2012рр.).
8. Усі технологічні інгредієнти біотехнології ДУКАТм® адаптуються до конкретних умов Замовника (крупних об'єктів і/чи об'єктів-аналогів), мають різні товарні форми і більше 150 модифікацій.
9. Технологічні інгредієнти випускаються на крупнотоннажному підприємстві мікробіологічної промисловості на основі авторського права і по спецзамовленням ТОВ ІНБІОТЕХ.
10. Всі роботи по даній технології виконуються з авторським та технологічним супроводом досвідчених фахівців: мікробіологів і біотехнологів, що гарантує позитивний результат і високу ефективність її застосування.
11. згідно чинного законодавства біотехнологічні роботи і кінцеві результати застосування технології ДУКАТм® забезпечені державним екологічним контролем та незалежними екологічними експертизами профільних НДІ НАН України та РФ.
12. Технологія запатентована (5 патентів України та РФ).

Впродовж 1992-2015 рр. завдяки застосуванню екотехнології ДУКАТм® (раніше Динал®) були ліквідовані нафтозабруднення різного походження і віку: від 1-2 годин (аварійні розливи) до 25-50 років стаціонарного «зберігання», зокрема: крупнотоннажні нафтошламові амбари (4000-220000 тонн), ліквідовані аварійні та виробничі розливи (нафта, газойль, трансформаторні оливи) і повернуті у природокористування та виробничі процеси десятки гектарів грунтів, водоймищ та твердих поверхонь 9щебенева підсипка на енергетичних об'єктах).

Важливим також є те, що біотехнологічні роботи ДУКАТм® і кінцевий результат мікробіологічного знешкодження нафтополлютантів (кінцеві продукти) на кожному об'єкті мали і мають відповідний державний контроль, зокрема - контролювались природоохоронними органами, незалежними експертизами у профільних НДІ України та РФ, профільних НДІ України (в т.ч. ДП УкрНДІ НП «Масма», ІГН НАНУ), МОЗ України, Міністерства екології та природних ресурсів України, УААН і при безпосередній участі авторів (авторський супровід).

Проведені за 20 років незалежні екологічні експертизи ефективності робіт ДУКАТм® доказово підтвердили, що дана біотехнологія (ДУКАТм®) і кінцеві продукти біоконверсії нафтозабруднень екологічно безпечні, крім того:

- мають позитивний вплив на ріст та розвиток сільськогосподарських культур (жито, овес, ячмінь, кукурудза) (Інститут колоїдної хімії і хімії води ім. О.В. Думанського НАН України, 1997р., УкрНДІ ЕП, 1997р., Інститут Землеробства УААН, 1999-2001рр., та ін.)
- позитивно впливають на оздоровлення санітарно-гігієнічних нормативів ґрунту і водоймищ, в т.ч. на ріст, розвиток і плодовитість прісноводних і морських безхребетних та ін. тварин (Московський НДІ гігієни ім. Ф.Ф. Ерісмана, 1992р.; Уфимський МГЦ, 1995р.; ПСЦ НАНУ, ОФ Інституту південних морів НАНУ, ДП УкрНЦЕМ НАНУ, ДП УкрНДІ НП «Масма», 1994-2010рр., Інститут гігієни та медичної екології ім.. О.М.Марзєєва НАМН України, 1994р., 2005р., 2012 рр. та ін.);
- сприяють відновленню порушених нафтозабрудненнями екосистем із наступним їх поверненням у природокористування (ДП УкрНДІ НП «Масма», ДП «Центр екологічних ініціатив» «Екологічно-експертна оцінка аналітичного опрацювання матеріалів оцінки впливу біотехнології ДУКАТм® на навколишнє середовище» та ін.).

Згідно чинного законодавства проводиться комплексний екологічний контроль динаміки біоутилізації нафтозабруднень та кінцевого результату ДУКАТм® проводиться у профільних НДІ НАН України (адаптованими методиками виконання вимірів масової концентрації нафтопродуктів у ґрунті автоматичними аналізаторами «Мікран» (МВВ №1М/45) і ІГН НАНУ, методами мас-спектрометрії в ДП УкрНДІ НП «Масма», ІЧС, ХМС тощо).

Детальна інформація стосовно характеристик і переваг екобіотехнології ДУКАТм® неодноразово публікувалась в різноманітних авторитетних виданнях, наприклад, стаття «Дослідження нафтових забруднень ґрунту та процесів їх біологічної утилізації методами екстракції, хроматографії, інфрачервоної і мас-спектрометрії» - журнал «Катализ и нефтехимия», №18, 2010р., стор.78-92. (НАН України, Інститут біоорганічної хімії і нафтохімії і ДНДІ ПІХТ «Хімтехнологія»), «Екобіотехнологія ДУКАТм: актуальність та ефективність – для біоутилізації нафтозабруднень, створення екологічних і протипожежних нормативів у паливно-енергетичному комплексі України» (журнал «Енергетика та електрифікація», №4, 2012р.), «Раз и навсегда» (газета «Техническая газета», №38, от 25 сентября 2012г., стр.10) та ін.).

Ефективність і актуальність біотехнології ДУКАТм® підтверджена всіма Замовниками і учасниками Міжнародних науково-практичних

конференцій та науково-практичних семінарів, які організовували Міненерговугілля України, НТСЕ України, Львівська РНТСЕУ, ДП НЕК «Укренерго», НТЦ «Електроенергетика», НАК «Енергетична компанія України», Інститут вугільних енерготехнологій НАН України, ПАТ «Західенерго» і ЗАТ «Техенерго», УВ МАНЕБ, Міжнародними форумами паливно-енергетичного комплексу України «Сьогодення та майбутнє», Міжнародними Форумами «Довкілля для України», Міжнародних виставкових форумів «Технології захисту» впродовж десятиліть.

Стабильность мембран эритроцитов человека в поле β-излучения ($^{90}Sr/^{90}Y$) малой мощности

**Жирнов В.В, * Яковенко И.Н., **Войцицикий В.М., **Хижняк С.В.*
*(*Институт биоорганической химии и нефтехимии НАН Украины, Киев vic@bpci.kiev.ua; **Национальный университет биоресурсов и прородопользования Украины, Киев)*

Ранее установлено, что в поле β-излучения малой мощности (ПИММ) не развивается оксидативный стресс, но изменяется структурная организация мембран эритроцитов (МЭ) человека [Zhirnov et al., 2000, 2005]. Известно, что стабильность МЭ контролируется цитоскелет-мембранными взаимодействиями, и структурные перестройки в МЭ оказывают значительное влияние на их осмотическую резистентность (ОРЭ), в механизме развития которой ведущую роль отводят ионам Ca^{2+} [Baines, 2009]. Целью данной работы было изучение стабильности клеточных мембран в ПИММ, оцениваемую по изменению ОРЭ на фоне модификации трансмембранного обмена Ca^{2+} ионофором А23187 и нитрендипином. Исследования проводили на эритроцитах, выделенных из крови доноров. В клеточные суспензии, до создания гипоосмотических условий, вносили исследуемые вещества и аликвоты раствора $^{90}Sr(NO_3)_2$. После инкубации (1 ч) ЭР осаждали и измеряли в супернатанте поглощение гемоглобина при 416 нм. Показано достоверное, дозонезависимое и обратимое снижение стабильности МЭ в ПИММ 1,5 и 15 мкГр/ч на 24%. Ионофор А23187, напротив, дозозависимо увеличивал ОРЭ на 16 – 28%. Эффективная доза β-излучения (1,5 мкГр) не только не снижала, как можно было ожидать, повышение ОРЭ, вызванное кальцимицином, но, напротив, достоверно усиливало его действие в диапазоне концентраций 0,1 – 10 мкМ еще на 43 – 26%. Однако при минимальной концентрации А23187 (10 нМ) не наблюдалось потенцирования его действия β-излучением, а отмечалось снижение эффективности действия А23187 на 16%. Нитрендипин в концентрации 0,1 мМ снижал ОРЭ на 18%, которая не изменялась в ПИММ. При меньших дозах нитрендипин действовал аналогично

A23187. Полученные данные свидетельствуют, что ПИММ модифицирует как Ca^{2+}-опосредованную, так и Ca^{2+}-независимую клеточную сигнализацию, регулирующую стабильность МЭ. Направленность этой модификации, по-видимому, зависит от исходной структуры МЭ и, вероятно, определяется качественными и количественными параметрами изменений мембранной структуры, вызываемых конкретными соединениями.

Діагностика лейкозу великої рогатої худоби – сучасний погляд на проблему

Іщенко Л.М., Спиридонов В.Г., Іщенко В.Д., Мельничук С.Д.
(Національний університет біоресурсів та природокористування України, ischenko_lm@ukr.net)

Лейкоз ВРХ (bovine leukosis) є хронічним інфекційним захворюванням пухлинної природи, збудником якого є РНК-вмісний екзогенний вірус родини Retroviridae, роду Deltaretrovirus. До роду Deltaretrovirus відноситься також вірус Т-клітинного лейкозу/лімфоми людей I/II типу (HTLV-I/II), з яким ВЛ ВРХ має високий ступінь нуклеотидної гомології. Обидва віруси проявляють виражені онкогенні властивості та мають однакову особливість патогенезу, яка полягає в тому, що у відповідь на проникнення вірусу в організмі виробляються антитіла, однак клінічні симптоми проявляються відносно рідко [1-4].

Вірус Т-клітинного лейкозу/лімфоми людей I/II типу (HTLV-1/II) є етіологічним факторам таких захворювань людини, як Т-клітинний лейкоз дорослих (ATL), і асоційований з HTLV-1 мієлопатичний/тропічний спастичний парапарез (HAM/TSP). Вказані захворювання поширені в Японії, Південній Америці, Африці та країнах Карибського басейну, однак спорадичні випадки захворювання реєструються в багатьох країнах світу. За різними даними від 15 до 20 млн. людей у світі інфіковані HTLV-1/II [1, 5].

Характерною ознакою ретровірусів є наявність ферменту РНК-залежної ДНК полімерази (ревертази), за участі якої відбувається синтез ДНК-копії (кДНК) спадкової інформації та інтеграція її в геном інфікованої клітини. Ця властивість ретровірусів робить інфекції, що викликані ними невиліковними, оскільки на сьогодні не знайдено можливості елімінації ДНК-копії ретровірусів із геному заражених клітин. Тому всі заходи боротьби із ретровірусними інфекціями тварин зводяться до виявлення та знищення усього інфікованого поголів’я. У людей застосовується антиретровірусна терапія, яка направлена на зниження або припинення експресії вірусу та продовження життя інфікованої людини [5].

Згідно діючої інструкції з профілактики та оздоровлення великої рогатої худоби від лейкозу, зажиттєва діагностика лейкозу здійснюється за допомогою серологічних методів (реакція радіальної імунодифузії (РІД), імуноферментний метод (ІФА) та молекулярно-генетичних методів (ПЛР) [6].

Реакцію радіальної імунодифузії для діагностики лейкозу ВРХ почали застосовувати ще на початку 70 роках минулого століття. Однак і до сьогодні цей метод є основним для скринігових досліджень лейкозної інфекції в багатьох країнах світу в тому числі і в Україні. Це пов'язано із високою специфічністю РІД та з відносно невисокою собівартістю дослідження. До недоліків методу відноситься його низька чутливість. Тому інфіковані тварини, із титром антитіл у сироватці крові нижчим за поріг чутливості РІД, залишаються невиявленими і є джерелом збудника інфекції в стаді, що призводить до довготривалого періоду оздоровлення поголів’я [2, 7].

Імуноферментний аналіз, порівняно з РІД, володіє більшою чутливістю, а також дозволяє виявляти специфічні проти вірусу лейкозу антитіла не тільки в сироватці крові, а також в інших біологічних рідинах (молоко, сеча) [8]. У багатьох країнах ІФА використовують як моніторинговий метод у благополучних щодо лейкозу ВРХ господарствах.

Недоліком серологічних методів є те, що вони не здатні диференціювати материнські (колостральні) антитіла від активних антитіл, які продукуються під час інфекції. Тому, використання цих методів у системі оздоровчих заходів залишає в стаді джерела інфекції серед молодняку тварин віком до 6 місяців [2].

Після відкриття методу ПЛР його почали активно використовувати для діагностики лейкозу ВРХ. Найбільшою перевагою даного методу є можливість виявлення збудника захворювання на ранній стадії інфекції коли в геномі лімфоцитів міститься ДНК-копія вірусного геному, однак відсутні процеси синтезу вірусних білків і, відповідно, не утворюються антитіла проти збудника Сьогодні накопичено значну кількість експериментальних даних, які свідчать про ефективність використання ПЛР у комплексі із серологічними методами для оздоровлення поголів’я ВРХ від лейкозу [9 - 11].

Згідно протоколу МЕБ ПЛР для діагностики лейкозу ВРХ потрібно використовувати у наступних випадках: виявлення стану інфекції у телят віком до 6-ти місяців із колостральними антитілами; встановлення причини утворення пухлин з метою диференціації між спорадичними та інфекційними лімфомами; відбору на бойнях пухлинних тканин; ранньої стадії інфекції, до появи антитіл проти вірусу; систематичного скринінгу племінних тварин на станціях штучного осіменіння; визначення наявності лейкозної інфекції у тварин, яких використовують для

отримання вакцин або сироваток; невизначених результатах серологічної діагностики, в якості арбітражного тесту [12]. Окрім того, метод ПЛР є незамінним у наукових дослідженнях з вивчення властивостей збудника (встановлення первинної структури віруса, філогенетичний аналіз та ін.).

Для діагностики лейкозу ВРХ методом ПЛР рекомендується використовувати nested PCR (двостадійна ПЛР, гніздова ПЛР), яка володіє вищою чутливістю порівняно із одностадійною. Двостадійна ПЛР передбачає проведення двох незалежних реакцій з окремими парами олігонуклеотидних затравок (праймерів), де матрицею для другої реакції є ПЛР-продукт першої. Однак, висока чутливість двостадійної ПЛР одночасно є і її недоліком через високий ризик контамінації продуктами ампліфікації та, як наслідок, – отримання псевдопозитивних результатів. Тому використання для діагностики двостадійної ПЛР вимагає максимального дотримання умов попередження контамінації, що у практиці діагностичних лабораторій за значного об’єму зразків не завжди вдається досягти [13]. Основним джерелом ампліконів при застосуванні двостадійної ПЛР є етап інтерпретації результатів дослідження, який проводиться шляхом розділення продуктів ампліфікації в агарозному гелі.

Враховуючи переваги двостадійної ПЛР та з метою зменшення ризиків контамінації продуктами ПЛР реакції нами було розроблено двостадійну ПЛР з проведенням другої стадії ампліфікації в режимі реального часу, яка не вимагає проведення електрофорезу продуктів реакції. Окрім того, враховуючи можливість проведення за допомогою ПЛР в реальному часі мультиплексного аналізу (виявлення двох і більше цільових нуклеотидних послідовностей в одній пробірці) було розроблено систему детекції ділянки гену специфічного для ВРХ (внутрішній контроль), що дозволило контролювати якість виділеної ДНК і попереджати отримання псевдонегативних результатів дослідження [14].

Варто зазначити що результати порівняльних досліджень щодо діагностики лейкозу серологічними методами та ПЛР часто є досить суперечливими. Так, за повідомленнями різних дослідників співпадіння результатів використанні зазначених методів складає 60-100 % [15, 16, 17]. Цей факт знаходить підтвердження і в нашій роботі при дослідженні 664 голів ВРХ на наявність у них лейкозної інфекції серологічним (ІФА) та молекулярно-генетичним (двостадійна ПЛР-РЧ) (табл. 1).

Згідно отриманих нами даних за допомогою двостадійної ПЛР-РЧ було виявлено на 1,5 % більше інфікованих тварин, порівняно із методом ІФА (за умови, що ефективність кожного методу становить 100 %).

Таблиця 1. *Результати дослідження зразків крові великої рогатої худоби на наявність лейкозної інфекції різними методами.*

Метод дослідження	Кількість позитивних	%	Кількість негативних	%
Двостадійна ПЛР-РЧ	266	40,1	398	59,9
ІФА	256	38,6	408	61,4

За результатами досліджень тварин розділили на чотири групи (табл. 2).

Таблиця 2. *Результати дослідження зразків крові великої рогатої худоби на лейкоз*

Група	д.с.-ПЛР	ІФА	К-ть, шт	%
1	позитивний	позитивний	212	31,9
2	позитивний	негативний	54	8,1
3	негативний	позитивний	44	6,6
4	негативний	негативний	354	53,4
		Всього:	**664**	**100**

До першої групи ми віднесли корів, у яких було виявлено як провірусну ДНК збудника у двостадійній ПЛР-РЧ, так і антитіла проти нього методом ІФА. До другої групи були віднесені тварини у яких виявлено провірусну ДНК збудника, однак у сироватці крові антитіл не виявлено. У тварин третьої групи були виявлені антитіла проти збудника, проте за допомогою двостадійної ПЛР-РЧ не встановлено генетичної інформації вірусу. У тварин четвертої групи не було виявлено лейкозної інфекції як при використанні серологічного, так і молекурярно-генетичного методу.

У 566 тварин, що становить 85,3 % від дослідженого поголів’я, результати досліджень щодо лейкозної інфекції співпали (перша і четверта групи), а відповідно у 98 тварин, що становить 14,7 %, вони є різними (друга і третя групи).

Вважаємо, що в тварин другої групи (ПЛР-позитивні, ІФА-негативні), лейкозний процес перебуває в латентній стадії коли відсутні процеси експресії вірусу, або ж титр антитіл у сироватці крові тварин нижчий рівня детекції серологічного методу. Однак не можна виключати й окремих фізіологічних та патологічних процесів в організмі тварин, за яких використання серологічних методів для діагностики лейкозу може призвести до отримання хибнонегативних результатів дослідження (тільність, зниження природної резистентності організму, імунодефіцитні стани).

Що стосується тварин третьої групи (ПЛР-негативні, ІФА-позитивні) то, на нашу думку, така розбіжність у результатах дослідження може мати кілька пояснень. Однією із причин може бути наявність у стаді

тварин із алейкемічною формою захворювання за якого в крові циркулює незначна кількість інфікованих лімфоцитів і статистично ймовірно, що вони не попадуть у відібраний зразок. Також поясненням можуть бути слугувати випадки хибнопозитивних або неспецифічних результатів серологічних досліджень.

Таким чином, зважаючи на особливості перебігу ретровірусних інфекцій діагностика лейкозу ВРХ в окремих випадках носить суперечливий характер і потребує уточнення, або за допомогою іншого методу дослідження або ж дослідження таких тварин в динаміці розвитку інфекційного процесу.

Література

1. Mechanisms of leukemogenesis induced by bovine leukemia virus: prospects for novel anti-retroviral therapies in human / Gillet N., Florins A., Boxus M. [et al.] // Retrovirology. – 2007. – V. 18 (4). P. 1-32.
2. Лейкоз сельскохозяйственных животных / [Бусол В. А., Доронин Н. Н., Мандигра Н. С. и др.]. – Киев : Урожай, 1988. – 264 с.
3. Franchini G. Molecular mechanisms of human T-cell Leukemia/lymphotropic virus type I infection / Franchini G. // Blood. – 1995. – V. 86(10). – P. 3619-3939.
4. Mahieux R. New human retroviruses: HTLV-3 and HTLV-4 / Mahieux R., Gessain A. // Med. Trop. (Mars). – 2005. – V. 65. – P. 525-528.
5. Global epidemiology of HTLV-I infection and associated diseases / Proietti F. A., Carneiro-Proietti A. B., Catalan-Soares B. C., Murphy E. L. // Oncogene. – 2005. – V. 24. – P. 6058–6068.
6. Інструкція з профілактики та оздоровлення великої рогатої худоби від лейкозу затв. наказом Державного комітету ветеринарної медицини України 21.11.07., №28 ; зареєстр. в Міністерстві юстиції 11.01.08 за № 12/14703.
7. Miller J. M. Serological detection of bovine leukemia virus infection / Miller J. M., Van der Maaten M. J. // Vet. Microbiol. – 1976. – P. 195-202.
8. Carli K. T. Comparison of serum, milk and urino samples in an enzimeemmunoassay for bovine leukaemia virus infection / Carli K. T., Batzman H., Sen A. // Research in Veterinary Science. – 1993. – V. 55. – P. 394-395.
9. A field evolution of the polymerase chain reaction procedure for the detection of bovine leukaemia virus proviral DNA in cattle / Eaves F. W., Mohillo J., Dimmock C., Eaves L. // Vet. Microbiol. – 1994. – V.39. – P. 313-321.
10. Сучасний метод лабораторної діагностики лейкозу великої рогатої худоби / Абрамова А., Собко Ю., Собко І. [та ін.] // Ветеринарна медицина України. – №9. – С. 39-41.

11. Polymerase chain reaction (PCR) for detection of BLV proviruses a practical complement BLV diagnostics / Blankenstein P., Fechner H., Looman A. [et al.] // Berl. Munch. Tierarztl. Wochenschr. – 1998. – V. 111. – P. 180-186.
12. World Organization for Animal Health [OIE] : Manual of diagnostic tests and vaccines : Chapter 2.4.11. Enzootic bovine leukosis (NB: Version adopted in May 2012) [Electronic Resource]. – Paris : OIE, 2012. Режим доступу : http://www.oie.int/en/international-standard-setting/terrestrial-manual/access online/
13. Калачнюк. Умови проведення полімеразної ланцюгової реакції у лабораторній практиці (методичні аспекти) / Л. Г. Калачнюк, Д. О. Мельничук, С. Д. Мельничук, Г. І. Калачнюк // Біологія тварин, 2012, т. 14, № 1–2. С.
14. Діагностика лейкозу великої рогатої худоби методом двостадійної полімеразної ланцюгової реакції (Методичні рекомендації) / В.Г. Спиридонов, Л.М. Іщенко, Д.Ю. Рибальченко, Д.Л. Мартиненко, С.Д. Мельничук, М.Д. Мельничук, В.О. Бусол, І.П. Григорюк – К.: Видавничий центр НУБІП України, 2010. – 29 с.: Рис. 9, Табл. 9. Бібліогр.: С. 28-29
15. До питання валідації зажиттєвих методів діагностики лейкозу великої рогатої худоби / В.О. Бусол, С.Д. Мельничук, А.П. Блажко [та ін.] // Ветеринарна медицина 92. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. – Харків. – 2009. – С. 118 – 121.
16. Гулюкин М.И., Дун Е.А., Замараева Н.В., Баркова Н.В., Петров Н.И., Пау С.М. Эпизоотологическая оценка методов прижизненной диагностики // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2000. – №3. – С. 60-62.
17. Порівняльна ефективність діагностики лейкозу великої рогатої худоби при використанні різних методів дослідження / Абрамов А. В., Король Д. М., Мельничук С. Д. [та ін.]. // Ветеринарна медицина України. – № 2. – 2007. –С. 33-34.

Застосування сучасних біологічних методів для вирішення проблеми мікотоксикозів

**Білецька В.В., **Недосєков В.В., **Лапоша О.А., **Іщенко В.Д.*
*(*Державний науково-дослідний інститут з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи; **Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, ischenko_vd@nubip.edu.ua)*

В останні десятиліття все більшої актуальності набуває проблема впливу на організм тварин і людей різноманітних шкідливих факторів навколишнього середовища, в першу чергу ксенобіотиків. Це більшість

отриманих хімічним шляхом речовин та природних сполук, які є чужорідними для організму. На організм діє кілька десятків хімічних факторів відносно малої інтенсивності, в результаті чого відбувається перенапруження адаптаційно-компенсаторних систем, настають суттєві зміни імунної, нервової, гепатобіліарної систем. Тривалий їх вплив в кінцевому результаті суттєво порушує функціональну активність ферментних систем печінки, призводить до виникнення вторинних імонодефіцитів, знижує стійкість організму до інфекційних агентів [5-7].

Широке розповсюдження токсиноутворюючих грибів та їх мікотоксинів становить серйозну загрозу здоров'ю тварин і людей. Це зумовлено накопиченням мікотоксинів у великих кількостях в зернових культурах і тривалим зберіганням в них із збереженням токсичних властивостей та подальшим переходом їх у продукти рослинництва і тваринництва. Мікотоксини є вторинними метаболітами мікроскопічних грибів, які вже давно визнані одними з найбільш шкідливих для здоров'я тварин і людей. Сучасний стан мікотоксикології можна оцінити за чисельними оригінальними публікаціями, які присвячені, головним чином, вивченню поширення токсиноутворюючих грибів та їх токсигенного потенціалу, хімічної природи, методів визначення і біологічної дії. Також мікотоксини становлять потенційну небезпеку у разі їх застосування в якості токсинної зброї в ході бойових дій чи тероризму [1, 3, 4, 13].

Серед мікотоксинів найбільш поширеними є фузаріотоксини, які продукуються грибами роду *Fusarium*. У свою чергу ураження зернових культур фузаріями є найпоширенішим захворюванням зернових рослин, особливо у районах із помірним кліматом, про що свідчать чисельні дослідження вчених із різних країн світу. В той час, як види *Aspergillus* і *Penicillium* є важливими продуцентами мікотоксинів, гриби роду *Fusarium* є найбільш економічно значущими в глобальному масштабі. За оцінками експертів щорічні втрати с/г продукції у світі внаслідок забруднення її мікотоксинами становлять 16 млрд. доларів, у т.ч. в Канаді – 1 млрд., у США – 2,5 млрд. доларів. У Європейському союзі за мінімальними оцінками експертів економічні збитки становлять більш ніж 5 млрд. євро [1, 2, 9].

У світлі останніх подій, зокрема загрози біотероризму, проблема мікотоксикозів стала ще більш актуальною. Свого часу широко велась мова про застосування трихотеценів (Т-2 токсину) як компоненту біологічної зброї під назвою „жовтий дощ", який використовувався у Південно-Східній Азії (В'єтнам) та Афганістані. „Жовтий дощ" став темою доповідей Держдепартаменту Конгресу США, чисельних публікацій та дворічного розслідування спеціально уповноваженої комісії експертів ООН. Навіть велась мова про зародження у колишньому Радянському Союзі новітньої хімічної зброї третього

покоління на основі мікотоксинів. Проте за результатами розслідування факт застосування в ході бойових дій мікотоксинів чи інших хімічних речовин не було підтверджено. Однак не можна відкидати можливість їх використання в якості хімічної (токсинної) зброї, оскільки за токсичними ефектами мікотоксини близькі до іприту, а Т-2 токсин володіє на порядок вищою токсичністю [4, 13].

У нинішніх умовах перед усіма, але в першу чергу найбільш розвиненими, країнами гостро постає проблема національної біологічної безпеки. Аналіз діяльності відомих терористичних організацій показує, що зараз починається відхід від терактів, направлених на людей, і посилюється біотероризм по відношенню галузей господарства, які визначають економіку країни, її продовольчу безпеку і незалежність. Спланований масштабний біотероризм в галузі сільського господарства може призвести до економічної кризи країни. За оцінками експертів економічний збиток від таких дій, спрямованих на посіви сільськогосподарських культур, може сягати 100 млрд. доларів. Провідні країни світу вживають відповідних заходів, спрямованих на попередження загрози біотероризму та його наслідків. Наприклад, "Доктрина комплексної безпеки" Японії передбачає максимально можливу географічну диференціацію постачальників продовольства і нарощування внутрішнього виробництва продовольства, імпорт якого не повинен перевищувати 40 %. У США керівництво щорічно направляє мільярди доларів на такі заходи, які включають програми, дослідження і адміністративні заходи, що мають перешкоджати або зменшувати ефекти дії біотероризму на населення [3, 4].

Вважається, що токсигенні гриби є високоймовірними агентами для біотероризму, а найбільш токсичні мікотоксини стали об’єктом біотехнології. Спланований масштабний біотероризм в галузі сільського господарства може призвести до економічної кризи країни. Найбільш небезпечними проявами біотероризму є спрямоване викликання епіфітотії зернових культур. Причому біологічні агенти для ураження злакових культур можуть бути звичайними для району біотерористичної атаки збудниками найбільш небезпечних хвороб, зокрема і фузаріозу, а ураження зернових культур токсигенними грибами вважається найбільш небезпечним у даному аспекті. Таким чином, мікотоксини є не лише біологічною або медичною проблемою. У світлі останніх викликів сьогодення вони становлять реальну загрозу для біоекобезпеки та економічної безпеки будь-якої країни світу, навіть найбільш розвиненої. Це обумовлює необхідність пошуку ефективних засобів виявлення та нейтралізації найбільш небезпечних мікотоксинів та їх грибів-продуцентів [1, 4, 9].

Одним із сучасних біологічних методів, що може бути застосованим для вирішення проблеми біобезпеки мікотоксинів, є кількісне виявлення

ДНК грибів-продуцентів мікотоксинів за допомогою ПЛР у реальному часі. Чисельними дослідженнями різних вчених встановлено кореляцію між кількістю ДНК та мікотоксинів утворюваних фузаріями, зокрема ДОН. Молекулярно-генетична ідентифікація особливо важлива у випадках, коли затруднена традиційна морфологічна ідентифікація або для виявлення нових видів токсигенних мікроміцетів. Із використанням молекулярно-генетичних методів показано можливість виявлення продукуючих і не продукуючих мікотоксини видів та штамів грибів. Можливість кількісного виявлення генів токсиноутворення дає змогу виділяти найбільш токсигенні штами мікроміцетів для продукування ними мікотоксинів. Водночас генотипування мікроміцетів, які є збудниками мікотоксикозів тварин та епіфітотій зернових культур, є ефективним епізоотологічним інструментом ідентифікації і контролю мікроміцетів. Такі молекулярні "відбитки пальців" дають можливість ідентифікувати місцеві польові штами мікроміцетів та відрізняти їх від тих, які занесені ззовні з можливим встановленням їх природного ареалу [2, 8, 10-12].

Література

1. Билай В. И. Фузарии / Билай В. И. – К. : Наукова думка, 1977. – 442 с.
2. Гагкаева Т. Ю. Использование метода ПЦР для выявления и идентификации грибов рода Fusarium и трихотеценовых токсинов / Т.Ю. Гагкаева, М.М. Левитин, T. Yli-Mattila // Успехи медицинской микологии. – 2005. – Т. 5. – С. 13-17.
3. Монастырский О. А. Мониторинг токсинообразующих грибов зерновых злаков / О. А. Монастырский // Агрохимия. – 2001. – № 8. – С. 79-87.
4. Монастырский О. А. Биотерроризм должен быть остановлен / О. А. Монастырский // Защита и карантин растений. – 2005. – № 8. – С. 12-15.
5. Саркисов А.Х. Микотоксикозы: Грибковые отравления / А. Х. Саркисов – М. : Сельхозгиз, 1954. – 216 с.
6. Спесивцева Н. А. Фузариотоксикоз / Н. А. Спесивцева // Микозы и микотоксикозы. – М. : Колос, 1964. – С. 415-445.
7. D’Mello J. P. F. Fusarium mycotoxins: a revies of global implications for animal health, welfare and productivity / J. P. F. D’Mello, C. M. Placinta, A. M. C. Macdonald // Animal Feed Science and Technology – 1999. – Vol. 80 (3-4). – P. 183-205.
8. Development of PCR as assays for the detection and differentiation of Fusarium sporotrichioides and Fusarium langsethiae / Wilson A., Simpson D., Chandler E. [et al.] // FEMS Microbiology Letter. – 2004. – Vol. 233. – P. 69-76.

9. Evaluation of certain mycotoxins in food : fifty-sixth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (WHO technical report series ; 908). – Geneva, 2002. – 62 p.
10. Molecular and morphological diversity of Fusarium species in Finland and north-western Russia / Yli-Mattila T., Paavanen-Hahtala S., Parikka P. [et al.] // European J. Plant Pathology. – 2004. – Vol. 110. – P. 573-585.
11. Quantification of Fusarium graminearum in infected wheat by species specific real-time PCR applying a TaqMan Probe / Reischer G. H., Lemmens M., Farnleiner A. [et al.] // J. of microbiological methods. – 2004. – Vol. 59. – P. 141-146.
12. The application of species –specific assays based on the polymerase chain reaction to analyse Fusarium crown rot of durum wheat / Williams K. J., Dennis J. I., Smyl C., Wallwork H. // Australas. Plant Pathol. – 2002. – Vol. 31. – P. 119-127.
13. Toxigenic potential of some Fusarium isolates from Southeast Asia / Greenhalgh R., Miller J. D., Neih G. A., Schiefer H. B. // Appl. Environ. Microbiol. – 1985 – Vol. 50(2). – P. 550-552.

Сучасні засоби для проведення медичної дезінсекції

Карпенко Л.В., Осіпова О.Е., Таран В.В.
(ДУ "Інститут гігієни та медичної екології НАМН України, vtv@univ.kiev.ua)

На теперішній час основна увага приділяється удосконаленню дезінфектологічних технологій, направлених на збудників інфекційних хвороб, разом з тим дуже важливою є і боротьба із їх переносниками. Членистоногі, які слугують переносниками збудників інфекційних хвороб, являють собою найбільш чисельну групу загону безхребетних. Шкода, яку вони завдають здоров'ю людини, не обмежується переносом збудників заразних хвороб, деякі з них позбавляють людину нормальних умов відпочинку та створюють антисанітарні умови у середовищі життєдіяльності людини. Звичайно, найбільше епідеміологічне значення мають членистоногі в якості специфічних переносників та природних резервуарів збудників небезпечних інфекційних хвороб людини (чума, туляремія, кліщові енцефаліти, геморагічні лихоманки, висипний тиф, малярія, тощо). У тілі специфічного переносника збудник проходить певний цикл розвитку (малярійний плазмодій у тілі комара, лейшманії в москітах) або тільки розмножується (збудники чуми у блохах, вірус енцефаліту в кліщах. У механічних переносників (мухи, таргани, сліпні) збудник знаходиться на поверхні тіла, у хоботку, в кишечнику. У цьому разі перенос можливий протягом нетривалого проміжку часу. В окремих випадках один і той самий вид членистоногого може слугувати і специфічним і механічним переносником [1-2].

Профілактика трансмісивних хвороб проводиться із урахуванням особливостей передачі заразного начала та біологічних властивостей переносників. Найважливішими методами профілактики природно вогнищевих і деяких антропонозних трансмісивних хвороб слугують захист від укусів кровосисних членистоногих та знищення їх у природних умовах. Найбільший ефект санації середовища досягається при застосуванні інсектицидів.

Для застосування інсектицидів у практичних умовах створюють певну препаративну форму, тобто виробляють препарат на основі токсиканту з додаванням інших речовин, які, з одного боку, зменшують токсичність, з іншого – сприяють поліпшенню якості дезінсекції.

Для успішного впровадження тієї чи іншої форми необхідно добре знати її властивості (спектр гострої та залишкової дії на поверхнях різного типу, шляхи проникнення до організму, механізм дії діючої речовини тощо), а також біологічні особливості цільового об’єкту – членистоногого, враховуючи які, вибирається певна препаративна форма. Препаративні форми інсектицидних засобів поділяють на тверді та рідкі. До твердих препаративних форм належить дуст – рівномірна суміш діючої речовини з інертним наповнювачем. Спосіб застосування – обпилювання. Дусти ефективно діють на комах завдяки властивості частинок дусту прилипати до тіла комах при повзанні по обробленій поверхні. Сучасні рецептури дустів розробляють, використовуючи суміш інсектицидів з різних груп хімічних сполук [3].

Широко відома форма – порошки, що змочуються. До їх складу крім інсектициду входять інертні наповнювачі, ПАВ, стабілізатори, адгезиви тощо. При розведенні водою суміш утворює стійку водну суспензію. Спосіб застосування – обприскування. Однією з перспективних препаративних форм є водно-диспергуючі гранули, які при додаванні води легко створюють суспензію для обприскування. До твердих препаративних форм належать також гранули, які в медичній дезінсекції знайшли своє застосування для боротьби з мухами та комарами, іноді осами, мурашками [4]. Однією з твердих форм застосування інсектицидів у медичній дезінсекції є олівці (бруски, крейда), вони не осипаються на поверхнях, але за високої чисельності повзаючих комах вони можуть забезпечити тільки обмежену ефективність, бо ними важко обробити всі можливі шляхи пересування та місця знаходження комах.

Розчини інсектицидів у медичній дезінсекції застосовуються рідко (наприклад, розчин хлорофосу у воді), більшість з них розчиняється тільки в органічних розчинниках. Ці засоби вогненебезпечні, тому використовуються переважно у вигляді концентратів емульсій, які являють собою систему з двох рідин, стабілізованих додаванням емульгаторів та допоміжних речовин. При розведенні водою дають стійку водну емульсію необхідної концентрації. Сучасною

препаративною формою є засоби у вигляді мікрокапсульованих суспензій емульсій з контрольованою швидкістю видалення діючої речовини [5].

Останнім часом отримали розповсюдження суспензійні концентрати. Суспензійний концентрат – це густа стабільна суспензія, діюча речовина якої знаходиться у водному або масляному середовищі. Форма менш токсична для оператора, ніж концентрат емульсії.

За останні десятиріччя для боротьби зі шкідливими комахами у сфері медичної дезінсекції та у побуті широкого застосування набули засоби в аерозольному упакуванні з пропелентом та без нього з механічним розприскувачем. Розроблені рецептури засобів для знищення літаючих, повзаючих (нелітаючих) членистоногих та універсальної дії, які також різняться дисперсністю крапель.

Для знищення літаючих комах (мухи, комарі, метелики молі тощо) доцільно використовувати високодисперсні аерозолі, які створюють хмаринку інсектициду у повітрі приміщення. Токсична дія діючої речовини має проявлятися поки інсектицид знаходиться у завислому стані, а комахи у польоті.

До рідких препаративних форм інсектицидних засобів також належать гелі та більш щільні пасти, які в медичній дезінсекції останнім часом мають широке застосування в різних країнах, головним чином, для боротьби з тарганами та мурашками. У медичній дезінсекції знайшла застосування специфічна рідка препаративна форма – рідинні електрофумігатори, при роботі яких аерозоль інсектициду повільно надходить у повітря і наповнює простір приміщення. Застосовують їх для знищення літаючих комах (комарі, рідше мухи) у замкненому просторі [6].

За своєю хімічною структурою інсектициди належать до різних класів (груп) сполук: хлорорганічні сполуки (ХОС), фосфорорганічні сполуки (ФОС), карбамати, піретроїди, фенілпіразоли, неонікотиноїди тощо. Інсектициди із групи ХОС на сьогодні в Україні не використовують. На 60 – 70-ті та першу половину 80-тих років після появи у багатьох членистоногих резистентності до ХОС, припав розквіт застосування ФОС – складних ефірів низки кислот. Їх перевага: висока гостра дія та мала стійкість в об’єктах довкілля. Карбамати є похідними карбамінових кислот. Позитивні властивості: порівняно швидке розкладання у зовнішньому середовищі та триваліша, у порівнянні з ФОС, залишкова дія. Негативними якостями є відносно висока токсичність, а також ембріотропність, мутагенність і кумулятивність. Піретроїди – це складні ефіри органічних кислот. Зараз вони домінують на ринку інсектицидів у світі. Наразі активно впроваджуються піретроїди другого покоління, які мають пролонговану залишкову дію.

Інсектицидна дія цих піретроїдів у десятки-сотні разів вища, ніж у ФОС і карбаматів [3].

В Україні зареєстровані також засоби на основі неонікотиноїдів, фенілпіразолу, аміногідразонів. Процеси життєдіяльності членистоногих регулюються гормонами. На сьогодні синтезована значна кількість синтетичних аналогів ювенільного гормону та інгібіторів хітиноутворення. У медичній дезінсекції знайшли також застосування продукти ферментативної діяльності мікроорганізмів, зокрема авермектини.

Підсумовуючи, слід зазначити, що на сучасному етапі в усьому світі основним принципом дезінсекції є раціональне використання різноманітних засобів і методів у залежності від конкретних умов. Хімічний метод боротьби в дезінсекції залишається основним. За останні десятиріччя відчувається значний прогрес у цій галузі. У практику впроваджено нові, менш токсичні для людини і довкілля групи інсектицидів, стало більше безпечних препаративних форм, значно збільшилася кількість рецептур принад і гелів для боротьби з тарганами, мурашками, мухами.

Основні тенденції розвитку медичної дезінсекції загалом торкнулися й України. З'явилися нові препаративні форми засобів, діючі речовини яких представлені майже усіма групами хімічних інсектицидів. Слід зазначити, що в Україні виробляється дуже мало вітчизняних засобів, але тенденція до їх збільшення наявна.

Література

1. Шкарин В.В. Дезинфекция. Дезинсекция. Дератизация / В.В. ШкаринГ.И. – Н. Новгород: Изд-во Нижегородской государственной медицинской академии, 2006. – С. 214.
2. Дезинсекция в системе мер борьбы с внутрибольничными инфекциями / А.В. Донец, С.В. Ридный, Е.В. Морозова и др. // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю "Внутрішньолікарняні інфекції та резистентність їх збудників до антимікробних препаратів" : тез. доп. (29-30 вересня 2011 р.). – Київ, 2011. – С. 32-33.
3. Путинцева Л.С. Справочник по препаратам, разрешенным для применения в медицинской дезинсекции / Л.С. Путинцева, В.П. Дремова, М.М. Мальцева. – Тюмень, 1995. – 95 с.
4. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. – М., 2010. – 126 с.
5. Рославцева С.А. Современные формы дезинсекционных средств / С.А. Рославцева // Пестменеджмент. – 2006. - №2. – С. 17– 19.

Влияние дозовой нагрузки электромагнитного излучения аппарата информационно-волновой терапии «Порог-1» на электрическое сопротивление биологически активных точек человека

Литвин В.В., Кулиш С.Н., Олейник В.П.
(Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный инстиут», oliynuk@xai.ua)

Введение. Чередование социальных явлений, военных действий и техногенных катастроф, вызывающих чрезвычайные ситуации в Украине, с многочисленными потерпевшими, к сожалению, имеет устойчивый характер. В экстремальных условиях оказываются большие группы людей функционально неподготовленные к подобным ситуациям. Экстренная медицинская помощь также сопряжена с непредсказуемыми обстоятельствами. Риск традиционного применения лекарственных препаратов для поддержания функционального состояния сопряжен с неправильностью выбора, дозировкой, условиями приема, возможностью аллергических реакций на используемое средство и т. п. Альтернативой возникающим рискам является применение информационно-волновых технологий для военной медицины.

Информационно-волновые технологии основаны на использовании позитивных эффектов воздействия на биологические объекты электромагнитных полей (ЭМП) со специальными характеристиками.

С теоретических позиций технология и метод информационно-волновой терапии (ИВТ) является дальнейшим развитием метода микроволновой резонансной терапии (МРТ) и базируется на применении широкополосного генератора шума крайне высоких частот (КВЧ), который перекрывает все возможные терапевтические частоты, используемые в МРТ. Благодаря этому для реализации метода не требуется предварительный поиск и подбор терапевтических частот, поскольку спектр генерируемого сигнала, уже содержит резонансные частоты, которые, по мнению основателей этого направления, совпадают с индивидуальными терапевтическими частотами пациента [1]. При этом организм пациента самостоятельно настраивается на необходимую терапевтическую частоту миллиметрового диапазона. Метод реализуется с помощью применения радиоэлектронных устройств формирующих широкополосное электромагнитное излучение сверхнизкой интенсивности с величиной спектральной плотности мощности ~ 10^{-25} …10^{-19} Вт/(см^2×Гц) на частотах 60…70 ГГц [2]. Общий такого устройства типа «Порог-1», который применялся в проведенных исследованиях, показан на рис. 1.

Рис. 1. Общий вид прибора для ИВТ «Порог-1»

Как было показано в работе [3], этот прибор для информационного воздействия в полной мере соответствует нетепловому критерию. Однако очевидно, что биологический эффект зависит не только от энергетических и спектральных характеристик ЭМИ но и от величины дозовой нагрузки.

Поскольку аппаратная регистрация спектральной плотности мощности излучения ~ $10^{-25}…10^{-19}$ Вт/(см^2×Гц) имеет существенные технические проблемы, в данной работе, в качестве индикатора на дозовую нагрузку использована регистрация электрофизических характеристик биологически активных точек (БАТ) кожного покрова человека. Также, заметим, что апертура диэлектрической антенны излучателя устройства соизмерима с диаметрами активной зоны БАТ (1…6 мм). Пусть конкретный экземпляр устройства имеет плотность потока энергии излучения – P_0 , тогда величина дозы излучения $Д_i = P_0 \cdot t_i$, где t_i – интервал времени воздействия.

Аппаратные средства исследования электрофизических характеристик БАТ. Для измерения электрофизических характеристик (БАТ) рационально использовать устройства и методики применяемые для электропунктурной диагностики [4]. В настоящее время разработано множество различных приборов для электропунктурной диагностики и симуляции БАТ.

Наиболее используемыми режимами электропунктурной диагностики являются – поиск и измерение электрического сопротивления в БАТ.

Практическая реализация методик диагностики базируется, в большинстве случаев, на измерении сопротивления постоянному электрическому току в БАТ в относительных единицах. Это обусловлено как спецификой применяемых методов (Фолля, Накатани), так и инженерным решением проведения измерения. Поэтому в аппаратах для широкого класса пользователей введена условная шкала единиц отсчета. 100 единиц – режим короткого замыкания электродов, 0 единиц - разрыв измерительной цепи. В медицинской практике показания прибора в

интервале 50-70 единиц, считаются нормой, от 50-40 – пониженной функцией органа, ниже 35 – деструктивными изменениями в органе или системе. Соответственно выше 70 единиц – гиперфункцией, при значениях выше 80-85 возможно острое воспаление.

В отличие от формы представления результата остается дискуссионным вопрос о электрических параметрах проведения измерения. Несмотря на то, что, метод Накатани регламентирует использование источника напряжением 12В измеряемое сопротивление в БАТ (диагностический признак) является функцией не только физиологического состояния пациента, но и величины протекающего тока. Другой побочный эффект данного режима измерения – раздражение, подобное возникающему при проведении гальванотерапии. Поскольку в данном эксперименте необходимо выявить влияние дозы излучения КВЧ, то режим измерения по методу Накатани применять некорректно.

Метод Фолля предполагает использование минимальных тестирующих напряжений достаточных для получения достоверных диагностических результатов. Очевидно, что, в качестве систематической погрешности метода выступают поляризационные эффекты. Повысить точность диагностики возможно увеличением количества тестируемых точек и систематизацией проведения исследований.

Большой разброс результатов исследований выполненных на различных устройствах связан с определенной условностью получения отсчета соответствующего «норме» (50 единиц). Это связано, как с конструктивными особенностями используемой аппаратуры, алгоритмами ее настройки, количественными параметрами тестирования, так и с отсутствием метрологических норм и стандартов на этот класс медицинских приборов.

Исходя из системных аспектов медико-биологических исследований, объективное значение «нормы» может быть определено только в процессе индивидуального и систематического обследования пациента с использованием однотипной аппаратуры.

В процессе отбора оптимальных аппаратных средств был испытан прибор промышленного изготовления «Прогноз» (рис. 2), который является комбинацией устройств электропунктурной диагностики и терапии. Прибор «Прогноз» имеет дополнительные звуковую и световую индикации при поиске биологически активных точек, рекомендуемое время измерения 4...7 с. Это упрощает проведение диагностических исследований лицами, не имеющими достаточной экспериментальной практики.

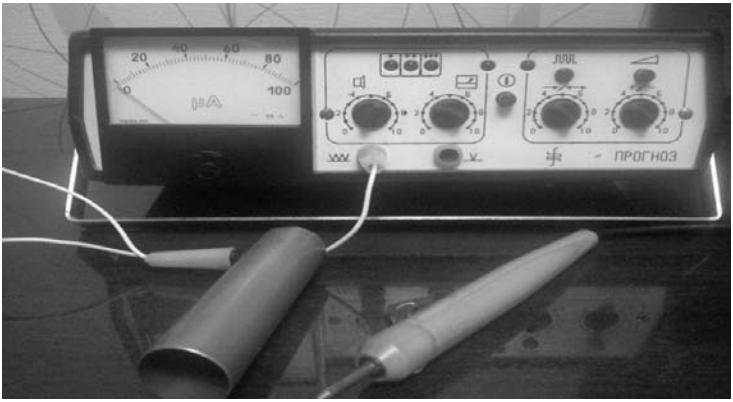


Рис. 2. Общий вид прибора «Прогноз»

Выбор БАТ для проведения исследований. Для проведения экспериментальных исследований была выбрана группа БАТ из 18 точек расположенных, на правой и левой руках [5]. Выбор именно этой группы точек обусловлен легкостью доступа при проведении исследований и диагностической значимостью.

Диагностическая принадлежность точек следующая [5]:

1. Нижние дыхательные пути;
2. Толстый кишечник;
3. Центральная и периферическая нервная система;
4. Артерио-венозно-лимфатическая система;
5. Аллергия, иммунная система;
6. Дегенеративные изменения органов, исключая эндокринные и молочную железы;
7. Эндокринная система;
8. Тонкий кишечник;
9. Сердце;
10. Эндокард;
11. Кардиальное сплетение.
12. Субэндокардиальная сеть лимфососудов;
13. Аортальный клапан;
14. Артерии;
15. Лимфатические узлы;
16. Грудной отдел аорты, сплетение грудного отдела аорты;
17. Кровообращение;
18. Брюшной отдел аорты, сплетение брюшного отдела аорты.

Исследования проводились в следующей последовательности: настойка приборов, подготовка кожи рук обследуемого для проведения измерений, поиск точки измерений по соответствующим анатомическим ориентирам, измерение показания в БАТ до воздействия КВЧ

излучением, проведение контактного облучения исследуемой БАТ в течении интервала времени t_0 пробной дозой ($Д_{пр} = P_0 \cdot t_0$), измерение показания в БАТ после воздействия КВЧ излучением, проведение измерений в других БАТ, отбор группы точек перспективных для исследования дозовой нагрузки, проведение измерений в выбранной группе БАТ при дозах облучения $Д_1 = P_0 \cdot t_1$; $Д_2 = P_0 \cdot t_2$; ……. $Д_n = P_0 \cdot t_n$.

Результаты экспериментов. Исследования реакции БАТ на до-зовую нагрузку проводилось при участии в эксперименте двух добро-вольцев-пациентов, в возрасте 23 лет, мужского пола, без патологий в стабильном физиологическом состоянии. Длительность пробного до-зового воздействия (Дпр) излучением сверхнизкой интенсивности со спектральной плотностью мощности 10-25...10-19 Вт/(см^2· Гц) на частотах 60 ... 70 ГГц составляла 1 минуту. Измерения показаний БАТ после воздействия излучением проводилось в течении 10…20 секунд. Было проведено 5 серий экспериментов.

Усредненные результаты экспериментов использованы для отбо-ра группы точек, с наибольшей реакцией на воздействие. Результаты измерений в выбранных БАТ представлены в табл. 1.

Таблица 1 *Результаты измерений в выбранных БАТ*

Номер БАТ	Физиологическая принадлежность БАТ	Модуль относительного изменения, %	$\lvert \Delta N/S \rvert$
5	Аллергия, иммунная система	21,8	1,02
9	Сердце	20,9	0,88
4	Артерио-венозно-лимфатическая система	18,6	1,35
14	Артерии	14,5	2,73
7	Эндокринная система	10,5	2,2
17	Кровообращение	8,3	0,67
8	Тонкий кишечник	8,0	1,34

Среди этих точек только для некоторых БАТ абсолютное изменение существенно превышает среднеквадратическое отклонение: №14 (артерии) модуль отношения абсолютного изменения ΔN к среднеквадратическому отклонению S $\lvert \Delta N/S \rvert$=2,73; №7 (эндокринная система), $\lvert \Delta N/S \rvert$=2,2. Таким образом, именно эти точки №14 и №7 можно отнести к объектам с корректной реакцией на пробную дозу облучения.

К перспективным точкам для исследования дозовой нагрузки, также могут быть отнесены: №4 (артерио-венозно-лимфатическая система), $\lvert \Delta N/S \rvert$=1,35; №8 (тонкий кишечник), $\lvert \Delta N/S \rvert$=1,34.

Исследования влияния дозовой нагрузки излучения прибора «Порог-1» на электрофизические характеристики отобранной группы

биологически активных точек проводились в отдельной серии экспериментов. Длительности облучения, формирующие соответствующие дозы, составили 1, 3 и 5 минут соответственно. Результаты изменения электропроводности БАТ в зависимости от дозы облучения отражены в таблице 2.

Таблица 2 *Зависимость электропроводности БАТ от дозы облучения*

№ точки	Начальное значение в БАТ	Значения в БАТ под действием облучения		
		1 мин.	3 мин.	5 мин.
4	61	54	61	52
7	60	47	54	52
8	59	48	57	51
14	58	45	55	50

Выводы. Биологически активные точки кожного покрова организма человека проявляют биосенсорную реакцию на действие широкополосного электромагнитного излучения сверхнизкой интенсивности с величиной спектральной плотности мощности ~ 10^{-25} …10^{-19} Вт/(см^2×Гц) на частотах 60…70 ГГц, сформированного прибором «Порог 1».

Характеристики изменения электропроводности БАТ зависят от величины дозового воздействия излучением.

Выявленной общей тенденцией изменения электропроводности выбранной группы БАТ является приведение состояния этих точек к физиологической норме, также можно предположить, что оптимальная длительность корректирующего (лечебного) воздействия составляет около 5 мин.

Список литературы:

1. Колбун Н.Д., Корниенко А. Г. Курс лекций по информационно-волновой терапии [Текст] / Н.Д. Колбун, А. Г. Корниенко – К.: Биополис, 2006. – 143 с.
2. Моделирование параметров газоразрядного источника широкополосного излучения низкой интенсивности ММ диапазона в полосе биологически значимых частот [Текст] / Рояи Бахман, В.П. Олейник, С.Н. Кулиш, В.В. Литвин // Радиотехника: Всеукр. межвед. науч.-техн. сб. . – 2012. – Вып.168. – С. 120 – 131.
3. О электромагнитной безопасности применения технических средств информационно-волновой терапии [Текст] / Рояи Бахман, С.Н. Кулиш, В.П. Олейник // Міжнародна науково-технічна конференція «Радіотехнічні поля, сигнали, апарати та системи (теорія, практика, історія, освіта) НТУ «КПІ»: Тези до доповідей РТПСАС’2012. – Київ, НТУ «КПІ», 2012. – С. 98 – 99.

4. Олейник В.П. Исследование влияния электромагнитных полей на результаты электропунктурной диагностики по методу Фолля [Текст] / В.П. Олейник, С.Н. Кулиш // 5-й Международный радиоэлектронный форум «Прикладная радиоэлектроника. Состояние и перспективы развития» МРФ-2014. Сборник научных трудов: материалы форума в 4-х томах. Том III. Конференция «Проблемы биомединженерии. Наука и технологии». – Х.: АНПРЭ, ХНУРЭ, 2014. – С. 69 – 71.
5. Мачерет Е.Л. Основы электро и акупунктуры [Текст] / Е.Л. Мачерет, А.О. Коркушко – К.: Здоров'я, 1993. – 391 с.

Топінамбур: альтернативний овочевий продукт

Рихлівський І.П.
(Подільський державний аграрно-технічний університет
Rykhlivsky@ukr.net)

Завдяки своєму хімічному складу, одним із основних продуктів харчування майже на всіх континентах є *картопля*. Світові посівні її площі в останні роки стабілізувалися на рівні 20 млн. га, а валовий збір бульб становить біля 310 млн. тон.

Поряд із картоплею в сільському господарстві України як альтернативні овочеві продукти харчування можна використовувати *топінамбур (земляна груша)*, *топінсоняшник*, *батат (солодка картопля)*, *ямс*, *стахіс*, *дайкон (солодка редька)* та ін., посівні площі яких поки незначні і зосереджені, в основному, на приватних земельних ділянках. В США, країнах Південної Америки, на Африканському та Азіатському континентах поряд із відміченими вище коренебульбоплодами широко культивуються і інші бульбоплоді культури – *маніок*, *таро*, *улюко*, *анью* тощо.

Найбільш вивченою та розповсюдженою сільськогосподарською культурою є топінамбур.

Топінамбур (Helianthus tuberosus) — рослина з родини айстрових.

Вирощують топінамбур як технічну, продовольчу та кормову культуру. В її бульбах нагромаджується багато *інуліну* (від 16 до 22%), який використовують для виготовлення плодового цукру (фруктози), спирту, оцту, кормових дріжджів тощо (див. нижче рис. 6.1).

Бульби і стебла мають високу кормову цінність: 100 кг бульб відповідає 23 кормовим одиницям (КО). Їх добре поїдають свині, корови, свійська птиця, а силос з стебел — велика рогата худоба. Кормова цінність 100 кг силосу дорівнює 20 КО.

Гектар насаджень топінамбура, за належної технології вирощування, забезпечує збір: 100 т стебел, 60 т бульб; 35–37 т КО; виробництво – 4,5–

5,0 т свинини, 3,5–4,0 т яловичини, 27–28 т молока, 3,0–3,5 т спирту, 5–6 т цукру (інуліну); замінює 25–30 т зерна.

В медицині топінамбур відомий як лікувальна культура. Лікувальна цінність топінамбура зумовлюється насамперед високим вмістом інуліну в бульбах (40 % від сухих речовин), який є замінником цукру для хворих на діабет. Топінамбур – унікальна лікарська рослина, ефективна при лікуванні та профілактиці захворювань, зв'язаних з порушенням обміну речовин (цукрового діабету, подагри, ожиріння), серцево–судинної системи (атеросклерозу, гіпертонії, інфаркту міокарда), органів травлення, руху, дихання та ін. Ведуться дослідженнях і клінічні перевірки препаратів із топінамбура для лікування туберкульозу, злоякісних пухлин, білокрів'я та інших захворювань. Жодна інша рослина не містить стільки корисних речовин як топінамбур. Високий вміст калію, магнію, марганцю, кальцію, заліза, кремнію та цинку істотно поліпшує стан людей при захворюванні на залізодефіцитну анемію, алергію тощо. У білковому комплексі топінамбура є такі незамінні амінокислоти як лізин, аргінін, триптофан, гістидін, валін, треонін. Крім того, бульби містять аскорбінову кислоту (вітамін С), вітаміни групи В, нікотинову кислоту (вітамін РР), рибофлавін (провітамін А) та інші різноманітні біологічно-активні речовини.

Топінамбур використовується для виробництва широкого набору діабетичних продуктів харчування, борошна, сиропу, соку, настоянок, компотів, цукерок, мармеладу, джему та багатьох інших.

Бульби корисні хворим і здоровим людям в свіжому, вареному і смаженому вигляді, в складі салатів в поєднанні з іншими овочами.

Настоянки топінамбура рекомендуються при серцевих захворюваннях. Відвари застосовуються як сечогінні і послаблюючі засоби. Сік топінамбура можна рекомендувати при захворюваннях шлунка і дванадцятипалої кишки, особливо в період загострень. Він нормалізує функції шлунка і кишечника, допомагає при запорах, знімає шлункові різі і кишкові коліки, володіє протизапалювальну дію. Свіжий сік топінамбура застосовують проявляє для зниження кислотності шлунку і зняття нудоти. Він рекомендується для зовнішнього застосування: при лікуванні соком швидко затягуються виразки і невеликі рани.

Народні цілителі лікують соком топінамбура поліартрити – призначаючи по півсклянки 3 рази на добу, а вижимки рекомендують прикладати до хворих місць.

Із соку топінамбура можна приготувати квас. Для цього нарізані бульби заливають кип'яченою водою і ставлять в тепле місце. Через 3 доби напій готовий до споживання. Для приготування квасу можна використовувати дріжджі і цукор (за смаком). П'ють квас по півсклянки 2–3 рази на день.

Дуже корисний при цукровому діабеті 2-го типу і гіпертонії відвар (компот) з сушеного топінамбура. Для цього висушені бульби (3 столових ложки на 1 дм3 води) кип'ятять і п'ють без цукру.

При відкладенні солей в суглобах ефективні ванни з листків топінамбура. Для цього 2 кг стебел і листків кип'ятять 10–15 хв і розбавляють водою. Температура ванни 38–30 °С, час приймання – 10–15 хв. Курс лікування – 4–5 ванн. Рекомендується приймати 1 раз на тиждень.

Топінамбур має також велике екологічне значення. Він утворює вдвічі більшу площу листя, ніж 50-річний ліс листяних порід, забезпечує повітря киснем, засвоює з ґрунту залишки нітратів, очищає стічні води, ґрунт і повітря від радіаційних забруднень, виводить з організму людини зайвий цукор і важкі метали, в тому числі радіоізотопи.

Таким чином, є велика доцільність широко запроваджувати у виробництво топінамбур, який за своєю поживністю, продуктивністю та економічністю вирощування може створити відчутну конкуренцію силосній кукурудзі, картоплі та іншим культурам подібного типу використання. Топінамбур, як вже відмічалося, може мати і промислове значення як сировина для одержання фруктози, інуліну, спирту, оцту, паперу тощо.

Топінамбур, завдяки винятковому біохімічному складу бульб та надземної маси, стає однією з найпопулярніших сировинних культур. В теперішній час в Україні, так і за її межами, ведуться дослідження по розробці технології отримання широкого набору лікувальних препаратів, дієтичних продуктів харчування і продуктів, які можуть використовуватись для технічних і кормових цілей на основі топінамбура.

По зовнішньому вигляду ця культура нагадує соняшник, але на відміну від нього вона має чисельні підземні пагона – столони, на яких утворюються бульби: білі, кремові, рожеві, жовті, червоні, фіолетові (в залежності від сорту). Як джерело, сировини для переробки, а також для використання в їжу найбільше застосування мають саме бульби топінамбура. Вони, як і бульби картоплі, містять 15–22% сухих речовин, вуглеводів. До складу вуглеводів входить інулін – до 16–22% в розрахунку на сиру величину. Бульби багаті на мінеральні речовини, особливо (мг %) калій (до 240), кальцій (до 45), марганець (до 44), магній (до 32), кремній (до 10), залізо (до 8), цинк (до 3,5). Крім того, в бульбах топінамбура міститься: води — до 78,8 %, клітковини — 2,1 %, цукру — 4,3 %, безазотистих речовин, жирів — 0,5 %, золи — 1,1 %, білку — 3 % з благоприємним амінокислотним складом, зокрема, як відмічалося, містяться лізин, триптофан, гістідин, треонін, аргінін, валін. По вмісту вітаміну С і групи В топінамбур значно переважає такі широко розповсюджені овочі як морква і буряк.

Зелена маса топінамбуру містить: води — до 79,0 %, клітковини — 2,8 %, інуліну — 4 %, безазотистих речовин — 7,0 %, жирів — 0,8 %, золи — 2,7 %, білка — 2,3 %.

Вирощують і зберігають топінамбур майже так само як і картоплю. Збір урожаю – весною або восени. Бульби топінамбура можуть зимувати в ґрунті при температурі до –40°С, і на відміну від картоплі, не втрачають життєздатності і лікарських властивостей при багаторазовому заморожуванні і відморожуванні.

Бульби мають тонкий пробковий шар і тому легко піддаються механічним пошкодженням. Зберігають їх в ґрунті або в погребі при температурі 0–+2°С, обов’язково присипаючи шаром вологого піску.

Походження топінамбура

Батьківщиною топінамбура умовно вважають Північну Америку, оскільки повної одностайності думок в цьому питанні немає.

К. Ліней відносив його і до канадської, і до бразильської груп рослин. Як бразильська культура топінамбур описується в енциклопедичному словнику, виданому 1890 р. в Санкт-Петербурзі за редакцією проф. І.Є. Андрієвського. В цьому ж словнику А. Бекетов відмічає: «...родом груша земляна з помірних країн Америки, хоча в дикому стані вона там до цього часу не знайдена». Американський ботанік Аза-Грей, помилково вважаючи диким співродичем культурного топінамбура – доронижоїдний вид, який зустрічається в північних районах США, визначив цим і батьківщину культури — Північну Америку. Поділив його думку, без аргументованого наукового підтвердження, й інший американський дослідник Дж. Хукер.

Прихильники визнання Північної Америки батьківщиною топінамбура в багатьох випадках посилаються на дослідження історії землеробства ірокезів (група індійських племен, які заселяли північно-східну частину сучасної території США), які безумовно знали цю культуру і широко використовували її бульби для свого харчування. Лінгвістичні дослідження також встановили в мові племені сенека специфічний термін, що визначає вживання бульб земляної груші у їжу. Це, безумовно, засвідчує стародавність культури в цьому регіоні, але не дає повних наукових підстав для визнання цього регіону за її батьківщину, тобто місце первинного походження. Справа в тому, що погано підтверджується наявність ботанічного різноманіття виду в межах його визнаної батьківщини — від Саскачевана (провінція на півдні центральної частини Канади) до штату Арканзас (східна частина США).

Сумнів щодо правильності визначення Північної Америки, як батьківщини топінамбура, висловлював в свій час і М.І. Назар'євський (1936 р.), посилаючись на свої спостереження і результати досліджень

Мак Мілана в Цейлоні, в яких констатувалася висока пристосованість культури до умов цієї зони.

Залишаються невизначеними дата та шляхи появи топінамбура на Азіатському континенті, хоча достовірно відомо, що він культивувався в Китаї як різновид картоплі. Звідси і почав своє поширення через Казахстан по території Росії. Подібна версія відпрацьована казахським дослідником Є.Б. Бейсенбієвим (1947 р.) і базується на місцевій назві культури – «китай картошкаси», тобто «китайська картопля».

Поява топінамбура на Європейському континенті (1612 р.) пов'язується з ім'ям французького гідрографа, дослідника Канади і північно-східної частини США С. Шамплейна. У звіті за 1605 рік він відмічав, що в містах індійців, зокрема в м. Маллебарре (тепер порт Нозет, на березі Атлантичного океану в затоці Кейп-Код) він бачив рослину, коріння якої за своїм смаком нагадують артишок. По суті це і є перша офіційна звістка про топінамбур, як польову культуру.

Р. Лескарбо, який разом з С. Шамплейном брав участь в мандруваннях, в своїй книжці – («Історія нової Франції», 1617 р.) писав: «Ми привезли декілька цих коренів до Франції, де вони так розмножились, що ними зараз наповнені всі сади».

Сучасна назва культури ініційована французами. Пов'язується вона з назвою аборигенів племені бразильських індійців – *Топінамба*, яких було завезено в Париж у 1613 р., тобто в період початкового буму навколо іноземної рослини. Підтвердження цьому є також в книжці Р. Лескарбо: «...мені не подобається, коли їх (рослини) називають топінамбур». Крім ботанічно визнаної назви, топінамбур має і місцеві. В Англії його називають артишок, в Німеччині – ердапфель, або ербіріс, в Туреччині – ералмаса (земляне яблуко), в Болгарії – голіє і т.д.

Подальше розповсюдження топінамбура позначається такими історичними фактами: італійський ботанік П. Колона вперше побачив цю рослину в 1616 р. в саду кардинала Фарнеза в Римі і назвав її перуанською бульбоносною айстрою; перший опис рослини в Німеччині зроблено Ф. Лаурембергом в 1632 р. (м. Росток).

За відомостями І.Г. Рітуса, топінамбур з'явився в Росії в 1774 р. Попав він сюди через Архангельськ морським шляхом з Англії, через прибалтійські країни – з Німеччини (1772–1777 рр.) та через Молдову і Україну (1774 р.) – з балканських країн. В кінці XVIII сторіччя топінамбур розповсюджується від Санкт–Петербурга до Єкатеринославля; на Північній Кавказ попадає в 1850–1855 рр. На Кавказ, за даними С.С. Шаїна (1947 р.), топінамбур був завезена в середині XIX сторіччя переселенцями з України.

В Україні топінамбур вирощується з 1830 р. Відомо, що в 1835 р. англієць Р. Бітам вирощував його в Богодухівському повіті Харківської губернії.

Про культуру топінамбура на півдні України, зокрема на Одещині, згадується в 1840 р. У звіті керуючого дослідною фермою товариства сільського господарства Південної Росії, яка знаходилась в м. Одесі.

Топінамбур відомий в багатьох країнах світу й особливо в Франції, де ще на початку XX сторіччя (1926 р.) посівна площа його становила 137 тис. га, або 0,62% від загальної орної площі (для довідки – під кормовим буряком – 3,6%, під картоплею – 6,4%). В окремих департаментах цієї країни, наприклад, в Шаранті, він займав 5,2% посівної площі, картопля – 6,8, кормовий буряк – 3,4%.

На даний час ця культура поширена в США, Франції, Англії, Німеччині, Японії, Індії, Китаї, Австралії та в інших країнах світу. За даними Ю.А. Утеуша (1991 р.) площі топінамбура в світовому землеробстві становлять біля 500 тис. га.

Хімічний склад бульб топінамбуру

Залежно від сортових особливостей та умов вирощування листки топінамбура накопичують в розрахунку на органічну речовину 23,4% азотистих речовин, 2,9% – ліпідів і 73,7% вуглеводів, стебла і бульби – азотистих речовин 8,2–12,4%, ліпідів – 1,2–1,3%, вуглеводів 86,5–90,5% (табл. 1).

Таблиця 1 *– Вміст органічних сполук в окремих органах топінамбура*

Органічні сполуки	Листки		Стебла		Бульби	
	Вміст органічних речовин					
	г в 1 кг маси	%*	г в 1 кг маси	% *	г в 1 кг маси	%*
Азотисті речовини	41	23,4	19	8,2	21	12,4
Ліпіди (жири)	5	2,9	3	1,3	2	1,2
Вуглеводи – всього	129	73,7	259	90,5	147	86,5
в т.ч. клітковина	24	13,7	88	38,1	7	4,1
Разом	175	100,0	231	100,0	170	100,0

Примітка: * – до загального вмісту органічної речовини

Мінеральні речовини. На долю основних елементів (водень, вуглець, кисень, азот) припадає до 60% від всіх хімічних елементів. Вони є частками переважної більшості молекул, які входять до складу живих організмів. Містяться також, як вже відмічалося, солі калію, магнію, марганцю, кальцію, заліза, кремнію, селену та інших хімічних елементів.

Вода. Вміст води в бульбах на неудобреному грунті становить в середньому – 78,8%, на удобреному (40 т/га гною + N120P120K180) – 76,9%.

Вуглеводи. Складовими частинами вуглеводного комплексу рослин топінамбура є інулін, крохмаль, геміцелюлоза, клітковина, монози та

сахароза. Найбільш цінним і кількісно домінуючим вуглеводом є інулін, його вміст становить в середньому 85% від усіх вуглеводів.

Вперше інулін був виявлений в 1804 р. в коренях дев'ясила – Inula helenium L., звідки і отримав свою назву. В бульбах топінамбура знайдений він П. Браконо в 1824 р.

Крім топінамбура, інулін міститься в бульбах і коренях цикорію, кульбаби, кок-сагизу, ромашки, дев'ясила, жоржини, гіацинта, нарциса в кількості від 10 до 17%.

Інулін – органічна речовина з групи полісахарів, полімер D-фруктози (94–97 %) і D-глюкози (3–6 %) (рис. 1).

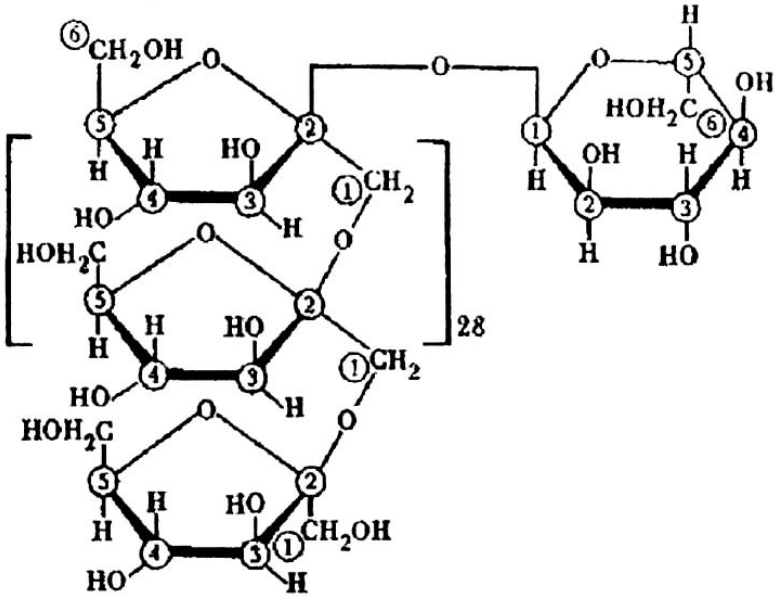


Рис. 1. Структурна формула інуліну.

Становить собою білий кристалічний порошок, який важко розчиняється в холодній (1:10000 при 15°С) і легко – в гарячій воді. Молекулярна маса 5–6 кДа. При гідролізі інуліну під дією кислот і фермента інулази утворюється D-фруктоза і невелика кількість D глюкози. Проміжними продуктами його ферментативного розщеплення є інуліди: псевдоінулін, інуленін, левулін, геліанганін, сініністрін, ірізін і ін., які, подібно до інуліну, при гідролізі утворюють D-фруктозу.

Інуліди не є самостійними сполуками, а являють собою продукти деполімеризації інуліну під впливом ферментів. Розчинність у воді інулідів зростає від псевдоінуліну до сініністріну. Останній вже при температурі 15°С розчиняється у всіх співвідношеннях.

В незначних кількостях (2–4%) інулін міститься в стеблах, при цьому накопичення його концентрації по довжині стебла має спадаючий характер. Міститься він переважно в бульбах одночасно з іншими цукрами (від 16 до 22% в розрахунку на сиру речовину) і виконує функції запасної речовини (подібно до крохмалю).

Утворення інуліну починається в нижній частині стебла на десятому тижні вегетації рослин. Подальше виявляється він в столонах, коли в останніх спостерігається потовщення верхівки.

До місця накопичення, тобто в бульби, інулін мігрує головним чином внутрішніми тканинами стебла, поскільки в коровій частині він практично відсутній. Тому більшість дослідників схильні вважати, що цукри, які утворюються в листках, просуваються до низу відповідними тканинами кори і поступово витрачаються на побудову надземних вегетативних органів, а невикористана їх частина проникає у внутрішні тканини стебла і мігрує в бульби, де і здійснюється резервація інуліну.

Накопичення вуглеводів, в тому числі і інуліну, в топінамбурі проходить за певною закономірністю. В період посиленого бульбоутворення (з 20 липня по 20 серпня) відсоток вмісту змінюється незначно. Починаючи з вересня і до настання приморозків (перша декада листопада) вміст інуліну збільшується. Динаміка його нагромадження має такий характер: 1 серпня – 16,6%, 20 серпня – 18%, 1 вересня – 18,5%, 10 жовтня 20%. Частіше всього максимальна кількість розчинних вуглеводів накопичується в бульбах в третій декаді жовтня – першій листопада. З другої декади листопада і до початку проростання бульб вміст інуліну зменшується.

Об'єм накопичення в бульбах топінамбура інуліну залежить від сортових особливостей і умов вирощування. Сорти з червоними бульбами містять інуліну більше, ніж білобульбові. При холодній дощовій осені вміст інуліну знижується. З півночі на південь відсоток вмісту інуліну зростає, з заходу на схід – зменшується.

Навесні, в проростаючих бульбах топінамбура, під дією фермента інулази проходить гідроліз інуліну і інулідів. Продукти цього гідролізу, які складаються в основному з левульози, мігрують в надземні органи і йдуть на живлення молодої рослини. Особливо велике виснаження вуглеводного комплексу припадає на період розвитку рослин від моменту сходів до утворення столонів. В міру ж росту і розвитку рослин процес міграції і накопичення інуліну набуває зворотнього напрямку, тобто в підземні органи.

Перетворення інуліну проходить при позитивних температурах, оскільки при низьких фермент інулаза біохімічно не активна, а тому вміст інуліну в процесі перезимівлі бульб в ґрунті практично не змінюється.

Активізується інулаза при певних умовах і під дією кислоти, але тривалий контакт з кислотою, як і лугом, її руйнує. Найбільш інтенсивно процеси гідролізу протікають при проростанні бульб. Вже до часу розвинення першої пари листків у молодого пагона в бульбах інуліну залишається зовсім мало (1–3%), а до середини травня він оцукрюється повністю.

Процес отримання *плодового цукру (фруктового цукру, фруктози)* з топінамбура здійснений в 1924 р. в Лабораторії американського бюро стандартів. За розробленою там технологією отриманий екстракцією сік бульб топінамбура підкислюється сульфурною кислотою і підігрівається до 70°С. Під дією кислоти проходить гідроліз інуліну і перетворення його у плодовий цукор протягом 30–40 хв з супутнім осадженням білкових речовин, які відфільтровуються. Надлишок кислоти нейтралізується вапном. Сульфурокислий кальцій, що осів, видаляється фільтрацією. Отриманий рідкий розчин підлягає концентрації, плодовий цукор кристалізується і виділяється з маточного розчину.

Промислове отримання плодового цукру має надзвичайно велике значення, тому, що він являє собою цінний харчовий продукт і сировину для фармацевтичних виробів.

Плодовий цукор – це безкольорові кристали солодкого смаку. Температура його плавлення – 102–104°С, розчинний у воді. Зустрічається у вільному стані в багатьох фруктах, овочах, бджолиному меді (біля 50%), входить до складу оліго- і поліцукридів. Фосфати фруктози (фруктозо-1,6-дифосфат, фруктозо-6-фосфат) – проміжні сполуки в темновій фазі фотосинтезу (цикл Кальвіна), в найважливіших процесах метаболізму (гліколіз, спиртове бродіння) і біосинтезі вуглеводів.

Азотисті речовини. Вміст азотистих речовин в бульбах топінамбура становить 0,9–3,3% (картоплі – 2%), стеблах – 0,8–1,5% і листках – 3,5–3,7%.

Азотисті речовини топінамбура представлені фракціями білкового і небілкового азоту. Білкова фракція включає як прості білки так і складні (ліпопротеїди, глюкопротеїди, хромопротеїди, нуклеопротеїди тощо).

До фракції небілкового азоту входять його мінеральні сполуки (нітрати, аміак) та органічні азотисті речовини: пірімідінові і пурінові основи, вільні амінокислоти та ін.

Процес накопичення азотистих речовин, як і інших хімічних сполук, в топінамбурі контролюється генотипом сорту, станом розвитку рослин і умовами довкілля середовища.

Із валового вмісту азоту в бульбах на частку білкового припадає 57–59% і на частку небілкового (амідного) – 41–43%, тобто бульби топінамбура за складом азотистих речовин наближаються до бульб картоплі, в яких вміст білкового азоту варіює в межах 43–58%.

Бульби топінамбура дещо водяніші, ніж бульби картоплі, частково поступаються за крохмальним еквівалентом, вмістом безазотистих екс¬трактивних речовин, але значно переважають за білками, на які картопля взагалі бідна. Співвідношення між перетравним білком і безазотистою групою у картоплі — 1:189, у топінамбура — 1:40.

За амінокислотним складом білок бульб топінамбура є біологічно повноцінним кормом, тому, що включає незамінні амінокислоти. Проте бульби за вмістом лізину, гістидину, аргініну, треаніну, триптофану поступаються картоплі і тільки за валіном в 1,5 рази переважають її.

Вітаміни. За своїм вітамінним складом топінамбур можна віднести до групи полівітамінних рослин. Бульби і стебла його містять ретинол, рибофлавін, аскорбінову і нікотинову кислоти тощо.

Вміст каротину (провітаміну А) в бульбах становить 0,0001–0,03 мг% (на рівні картоплі), рибофлавіну – 0,08–0,3 мг%.

Вміст аскорбінової кислоти (вітаміну С) в бульбах топінамбура становить 20–27 мг% і мало залежить від погодних умов, проте істотно підвищується при забезпеченні рослин поживними речовинами і знижується при їх нестачі, особливо – калію.

Нікотинова кислота (вітамін РР) міститься в зеленій масі і бульбах топінамбура в кількості від 0,8–3,0 мг% і деколи більше. Інтенсивніше його накопичення припадає на бульби.

Порівняльна характеристика вітамінного складу топінамбура і картоплі наводиться в табл. 2.

Таблиця 2 *– Порівняльна характеристика вітамінного складу рослин топінамбура і картоплі*

Вітаміни	Топінамбур		Картопля
	Вміст вітамінів, мг %		
	в зеленій масі	в бульбах	в бульбах
Ретинол	18–22	0,001–0,03	0,28–0,056
Рибофлавін	0,10–0,24	0,08–0,3,	0,03–0,05
Аскорбінова кислота	80–120	20–27	5–50
Нікотинова кислота	0,8–1,0	0,8–3,0	0,0008–0,001
Холін	50–150	170–400	–

Вміст золи в бульбах топінамбура коливається від 2,0 до 6,8% (в розрахунку на суху речовину) і становить в середньому 3,8%.

Мінеральний склад золи бульб топінамбура наведений в табл. 3:

Таблиця 3 *– Мінеральний склад золи бульб топінамбуру*

Речовина	Вміст, %	Речовина	Вміст, %
Калій	47,7	Фосфорна кислота	14,0
Натрій	10,2	Сірчана кислота	4,9
Кальцій	3,3	Кремнієва кислота	10,0
Магній	2,9	Хлор	3,9
Залізо	3,7	Фосфорна кислота	14,0

В абсолютному значенні бульби топінамбура містять 0,69 г/кг кальцію, 3,82 г/кг калію, 0,38 г/кг магнію, 0,16 г/кг натрію, 0,52 г/кг фосфору, 0,35 г/кг сірки, 0,22 г/кг хлору.

При порівнянні хімічного складу золи топінамбура і картоплі, слід відмітити високий ступінь ідентичності між цими культурами (табл. 4).

Таблиця 4 *– Структура хімічного складу золи бульб топінамбура і картоплі*

Зольні елементи	Топінамбур		Картопля	
	мг %	% до загального вмісту золи	мг %	% до загального вмісту золи
Сира зола – всього	1120	100,0	1100	100,0
Макроелементи – всього, в т. ч.:	795	71,0	801	72,8
калій	451	40,3	568	51,6
кремній	98	8,8	24	2,2
натрій	78	7,0	28	2,5
хлор	65	5,8	58	5,3
фосфор	51	4,6	58	5,3
кальцій	13	1,2	10	0,9
магній	15	1,3	23	2,1
сірка	24	2,1	32	2,9
Мікроелементи – всього, в т. ч.:	2,326	0,2891	2,834	0,2576
залізо	0,725	0,0647	0,900	0,0818
алюміній	0,570	0,0509	0,860	0,0782
цинк	0,433	0,0387	0,360	0,0327
марганець	0,163	0,0145	0,170	0,0154
бор	0,163	0,0146	0,125	0,0114
ванадій	0,124	0,0111	0,149	0,0135
мідь	0,101	0,0902	0,140	0,0127
фтор	0,021	0,0019	0,030	0,0027
літій	0,013	0,0012	0,077	0,0070
кобальт	0,004	0,0004	0,005	0,0005
йод	0.003	0,0003	0,005	0,0005
молібден	0,003	0,0003	0,008	0,0007
нікель	0,003	0,0003	0,005	0,0005

На даний час в Україні районовано дев’ять сортів топінамбура: «Вадим», «Дієтичний», «Інтерес», «Львівський-1», «Медовик», «Находка», «Новость ВІРа», «Подільський 94», «Фіолет київський» і один сорт топінсоняшника – «Старт».

«Вадим». Створений на Північно-Осетинський державній селекційній станції добором з сіянців вільного перезапилення сорту Червона звичайна.

Стебло гіллясте, напівдерев'янисте, сильно опушене, зі слабким антоціановим забарвленням. В нижній частині стебла листя розташоване мутовками, в верхній – спіралеподібно. Листя яскраво-зелене, овальної або округлої форми, з сильно окриленими черешками. Довжина листової пластинки – 14 см, ширина – 10 см, листковий індекс – 1,4. На головному стеблі розташовано 60–65 листків. Діаметр суцвіття – 1,5–2 см.

Бульби червоні, грушевидні, з виступаючим вічком на верхівці.

«Дієтичний». Створений в Центральному ботанічному саду ім. М.Гришка Національної академії наук України опроміненням бульб гамма-променями кобальту з наступним добором крупноплідних форм з гарними смаковими якостями.

Багаторічна бульбова рослина. За зовнішнім виглядом подібна до соняшника, але на відміну від нього утворює багато підземних пагонів, що утворюють бульби, як у картоплі.

Стебло прямостояче, інколи гіллясте (1–2 стебла), висотою 180–220 см. Листки великі, черешкові, яйцеподібної форми, опушені. Суцвіття — кошики із жовтими несправжньоязичковими квітками. В кліматичних умовах України, майже не цвіте і розмножується вегетативно бульбами. Ознака дозрівання бульб – підсихання нижніх листків на стеблі.

Бульби округлі (довжина 8,1, ширина 7,1 см). Шкіра гладенька, вічки середньоглибокі, світло-рожевого забарвлення. Маса однієї бульби 71–85 г. М'якуш білий, ніжний. Належить цей сорт топінамбура до категорії дієтичних.

Пізньостиглий – вегетаційний період від повного відростання маси до технічної стиглості – 200 днів. Оптимальні строки садіння – перша половина квітня і друга половина жовтня в підготовлені борозни картоплесаджалкою. Збирання починають в кінці жовтня – на початку листопада, коли підсихає листя. Стебла скошують, бульби збирають картоплезбиральним комбайном. Для зимового використання бульби збирають восени, а весняно-літнього – навесні. Зберігають бульби в кагатах, підвалах, пересипаних землею, піском. Рости на одному місці може до 40 років. Смакові якості бульб гарні, вони розваристі. Товарність бульб висока – в середньому 88%. За роки випробувань на сортодільницях Волинської, Київської, Харківської, Херсонської, Хмельницької, Чернігівської областей сорт зарекомендував себе добре. Використовують як дієтичний продукт харчування для діабетиків.

«Інтерес». Створений на Майкопській дослідній станції ВІР.

Силосно-бульбовий тип. Кущ прямостоячий. Стебло середньо-гіллясте. Листки великі, темно-зелені, середньоопушені. Бульба грушовидна, м'якуш білий, маса бульби – 17–27 г.

Середня урожайність сухої речовини – 146,8 ц/га, що перевищує стандарт на 55,2 ц/га, вміст цукрів 15,4%, а вітаміну С – 8,9%, сухої речовини – 23,5%.

«Находка». Створений на Миколаївській дослідній станції ВІР добором з гібридних сіянців від міжсортового схрещування топінамбура.

Сорт бульбового типу. Рослини високорослі, 149–150 см з 1–3 стеблами в гнізді. Бокові гілки розміщені переважно в нижній частині основного стебла. Листки середніх розмірів, яйцеподібні. Стебла знизу зелені, з фіолетовими цяточками. Суцвіття кошик середніх розмірів. Язичкова квітка оранжево-жовта. Розміщення бульб у гнізді компактне. Бульби білі неправильної форми з рожевими, глибокими вічками. Середня маса бульб 107 г.

За два роки випробування в умовах Херсонської області середній урожай бульб становив 482 ц/га, що більше від стандарту («Новость ВІРа»), на 102 ц/га. Бульби добре поїдаються тваринами. Вегетаційний період 136 днів. Висаджують бульби рано навесні або восени. Сорт посухостійкий, стійкий проти вилягання. Хворобами уражується середньо.

«Новость ВІРа». Створений на Майкопській дослідній станції ВІР міжвидовим схрещуванням топінамбура «Сотти» і соняшника «Гігант 549».

Кущ прямостоячий. Стебло злегка гіллясте. Листки темно-зелені, великі, опушення середнє. Суцвіття – кошик. Бульби овальні, м'якуш білий. Сорт силосно-бульбового типу. Придатний до механізованого вирощування, посухостійкий.

За роки випробування (1982–1984 рр.) в умовах Закарпатської області одержано зеленої маси 534 ц/га, бульб 368 ц/га. Строки садіння восени — жовтень, листопад; навесні – березень, квітень.

«Львівський-1». Створений в Львівському державному аграрному університеті шляхом індивідуального добору з топінамбура місцевих форм Жовківського району Львівської області.

Стебло галузисте у верхній частині, округле, опушене, забарвлене антоціаном, облистяність – 38–40%, висота рослин 200–230 см. Листки середні, яйцеподібної форми, світло-зелені, опушені. Суцвіття – кошик із жовтими несправжньоязичковими квітками. Плід – сім'янка з шкірястим оплоднем мармурового забарвлення і невеликою маслянистою насіниною в середині.

Маса однієї товарної бульби 72–75 г. Бульби білі, видовженої форми, видовжено грушовидні та округлі. М'якуш білий, ніжний. Урожайність бульб 45–55 т/га, зеленої маси – 80–100 т/га.

Стійкий до хвороб, холодостійкий і посухостійкий. Сорт ранньостиглий. Вегетаційний період від відростання надземної маси до

повної стиглості насіння 165–174 дні. Утворює насіння в умовах західного Лісостепу України.

«Подільський 94». Створений в Подільській державній аграрно-технічній академії багатократним масовим добором з сорту «Вадим». Елітні рослини виділені в 1992 р.

Стебло прямостояче, заввишки 200–220 см, листки крупні, яйцевидної форми, опушені, черешки довгі і короткі.

Бульби світло-фіолетові, округлі, вирівняні. Поверхня – гладка, вічка середньо заглиблені. Довжина бульб – 6–10 см, діаметр – 6–8 см; маса однієї бульби – 80–100 г.

Відрізняється високою урожайністю, крупністю бульб, компактніс¬тю гнізда і незначним засміченням ґрунту вегетативними органами розмноження.

За напрямком використання продукції відноситься до кормового та силосно-бульбового типу.

«Фіолет київський». Створений в Центральному ботанічному саду ім. М. Гришка Національної академії наук України селекційним відбором.

Кущ прямостоячий, високий, стебла гіллясті, округлі, середньооблистнені. Листки дрібні (6–4 см), середні (18–12 см), великі (22–18 см), розсіченність – не глибока, опушеність з нижньої сторони платівки (слабка), жилкування середнє, характер країв – рівний.

Бульби фіолетові, округлі, верхівка – тупа; поверхня – горбкувата, вічка – бугристі, білі, багаточисельні; м'якуш – білий.

Загальний урожай бульб – 280–290 т/га, товарність – 97–98%; середня маса однієї бульби – 50 г. Збір стеблової маси – 550–600 ц/га.

За напрямком використання продукції відноситься до кормового, силосно – бульбового типу.

Потребує оптимального зволоження; при високих температурах втрачає тургор, який вночі нормалізується. Резисцентність до борошнистої роси на 10% вища за стандарт (сорт «Дієтичний»).

«Старт» (топінсоняшник). Створений в Центральному ботанічному саду ім. М. Гришка Національної академії наук України селекційним відбором.

Кущ напіврозлогий, заввишки 290–320 см, з 2–4 стеблами; стебла соковиті (80–85%), округлі, товщиною 3–4 см; кількість міжвузлів – 28–30.

Листки дрібні (11–6 см), середні (18–12 см), великі (21–18 см), оваль¬но-видовженої форми, розсіченість – не глибока, опушеність з нижньої сторони платівки (слабка), жилкування середнє, характер країв – рівний; розташування на стеблі – послідовне; соковитість – 79–83%.

Бульби світло-кремові. Столони видовжені і потовщені. Загальний урожай бульб – 416–434 ц/га, товарність – 95–98%; середня маса од¬нієї бульби – 47–53 г.

Збір стеблової маси – 819–872 ц/га. Хімічний склад в розрахунку на суху речовину (%): сирого протеїну – 3,8–4,0, клітковини – 1,9–2,3.

За напрямком використання продукції відноситься до кормового, силосно-бульбового типу.

Системы радиочастотной идентификации для промышленных применений

Макаренко В.В.
(НПФ VD MAIS, НТУУ "КПИ")

В последние годы многие компании выделяют средства на совершенствование технологий и повышение эффективности технологических циклов. Технология автоматической идентификации материальных объектов, основанная, как правило, на использовании штрих-кодов, занимает в настоящее время ведущие позиции. Однако, рост требований к оптимизации технологических процессов показал, что возможности систем штрихового кодирования имеют определенные ограничения. Например, в строительной промышленности существует тенденция выполнения основной части работ по производству строительных конструкций на предприятиях, чтобы свести к минимуму объем работ, выполняемых на стройплощадках. Эти элементы конструкций до сих пор маркируют этикетками со штрих-кодом, которые разрушаются при воздействии дождя, снега и других неблагоприятных факторов.

Системы радиочастотной идентификации представляют собой более перспективное решение, так как обеспечивают более высокую скорость идентификации при менее жестких требованиях к условиям внешней среды, благодаря чему считаются высоконадежным инструментом для управления потоками материальных объектов и производственными процессами. RFID (радиочастотная идентификация) обладает следующими преимуществами по сравнению с другими подобными технологиями:

- идентификация объектов с больших расстояний (до нескольких метров)
- объекты не должны находиться в зоне прямой видимости
- возможность одновременного считывания данных с нескольких объектов в контейнере
- возможность корректировки информации во время прохождения потока товаров или выполнения технологического процесса.

Однако, современные системы радиочастотной идентификации приносят реальную пользу только в том случае, если информационные потоки, связанные с записью/считыванием данных с метки (транспондера), а также соответствующее оборудование, полностью интегрированы в IT-инфраструктуру и являются частью замкнутого технологического процесса, охватывающего все элементы производственного цикла компании.

Эффективность RFID зависит от нескольких ключевых факторов, которые должны обеспечиваться средствами программирования

- информация должна быть передана по назначению
- информация ни при каких условиях не должна быть повреждена при передаче
- должна быть обеспечена доступность информации
- должна быть обеспечена масштабируемость всей системы
- должен быть обеспечен минимум манипуляций и усилий для обеспечения работы, и управления всей системой в целом
- интеграция в инфраструктуру должна быть обеспечена на уровне всего процесса производства материальных ценностей.

В системе радиочастотной идентификации, разработанной компанией Harting и предназначенной для выполнения таких задач, все эти функции предусмотрены в качестве "сервисных". При этом встроенное ПО обеспечивает надежную связь с другими системами компании, входящими в IT-инфраструктуру [1,2].

Во встроенном ПО имеются широкие возможности для автоматизации. Оно способно значительно упростить доступ к данным от самого "нижнего" до верхнего уровня – от ПЛК (программируемого логического контроллера) до системы управления предприятием.

Все производимые системой данные совместимы на любом уровне, вплоть до "уровня ПЛК". Во встроенном универсальном ПО реализован стандартизированный метод обмена данными RFID между модулями верхнего уровня (ERP – системой управления предприятием, MES – системой управления производством, SCADA – системой диспетчерского управления и сбора данных и т.п.).

Системы радиочастотной идентификации должны проектироваться как системы, работающие в режиме реального времени, которые способны без задержки во времени обрабатывать данные во время синхронизации систем различного уровня в масштабе предприятия (ERP, MES, SCADA).

Однако, недостаточно просто организовать передачу данных RFID от пункта к пункту. Одной из важных функций является предварительная обработка данных. В противном случае сеть будет постоянно перегружена, так как при каждой операции считывания в сеть поступают огромные объемы данных. Причем объем данных, действительно

представляющих практическую ценность, составляет лишь некоторую долю от общего объема собираемых данных.

Для устранения этой проблемы предлагаются различные решения. Чтобы не загружать в базу данных для анализа все данные, необходимо частично переложить функцию обработки данных на встроенное ПО системы радиочастотной идентификации, в котором такая функция предусмотрена при разработке. В противном случае придется создавать гигантские базы данных, устанавливать и поддерживать которые – очень дорогое удовольствие, причем среди всего содержимого такой азы лишь небольшая часть данных будет действительно полезна.

Еще одним из важных преимуществ систем RFID является масштабируемость. Для системы совершенно неважно, сколько считывающих устройств должно быть установлено – одно или целая группа, и также неважно, где они устанавливаются – в одном здании, на территории целого завода или на нескольких площадках. Именно этот фактор определяет высокую рентабельность любых систем радиочастотной идентификации – от пробных проектов до комплексных решений.

Программное обеспечение Ha-VIS RFID Suite от HARTING является мощным инструментом, которое можно назвать идеальным решением для интеграции данных RFID в любое из приложений, используемых в бизнес-процессах компании (см. рис. 1). Ha-VIS RFID Suite может использоваться как полноценное IT-решение для систем логистики и автоматизации процессов. Ha-VIS RFID Suite позволяет снизить затраты на разработку, планирование и внедрение системы RFID на 35% по сравнению с индивидуальными проектами.

Эти решения компании HARTING настолько универсальны, что могут найти применение в различных компаниях и различных отраслях: в производстве товаров, техническом обслуживании, логистике, при конструировании механизмов и машин, в железнодорожных перевозках и пр. Производственная среда, насыщенная металлическими конструкциями и оборудованием, предъявляет повышенные требования к техническим средствам, используемым в развернутых на предприятиях системах беспроводной передачи данных. Нынешнее поколение транспондеров и считывателей отличается повышенной чувствительностью, что позволяет обрабатывать поступающую информацию в условиях высокого уровня помех.

Компания HARTING выпускает RFID-метки на металле, так называемые on-metal tags, которые представляют собой транспондеры, предназначенные для сбора данных в производственной среде. Они помогают идентифицировать установленный в оборудовании инструмент, а также контролировать правильность размещения

предметов в производственной зоне. Для приема информации используются высокочувствительные считыватели.

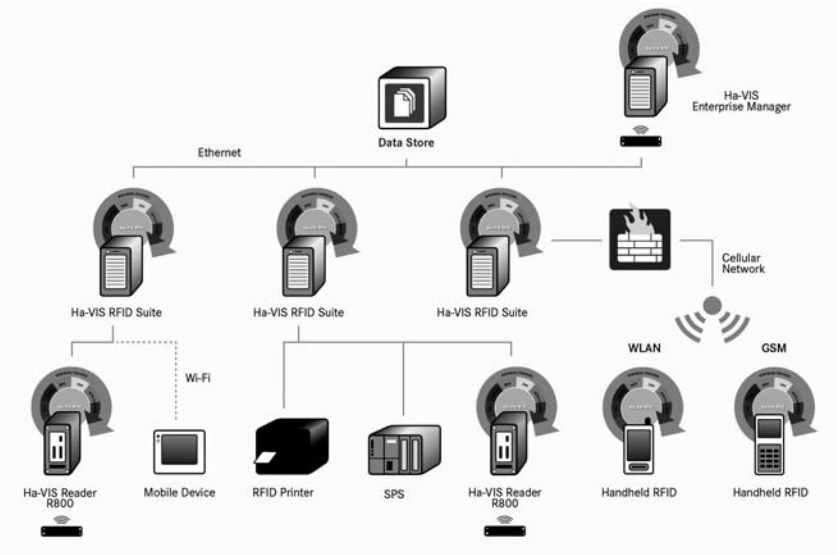


Рис. 1. Топология сети, построенной по технологии Ha-VIS RFID Suite

В строительной промышленности существует элементы конструкций оснащаются транспондерами, содержащими информацию о том, для какой стройплощадки и какого объекта предназначен тот или иной элемент, а также о положении, в котором он должен быть установлен.

В прошлом нередко возникали проблемы с маркировкой этих конструкций, так как для нее использовалась бумажные этикетки с штрих-кодом, легко повреждающиеся при действии погодных факторов. Такую маркировку можно заменить RFID-меткой, при этом размещенная на ней информация доступна вне зависимости от погоды.

Кроме того, компания HARTING разработала так называемый RFID Box – полнофункциональное устройство, содержащее все узлы, необходимые для интеграции решений RFID в промышленную среду. Его корпус из стали толщиной 2 мм обеспечивает класс защиты от воздействия окружающей среды IP65, компоненты согласованы друг с другом и протестированы, а считыватель размещен внутри корпуса (рис. 2). Для ввода в эксплуатацию к устройству достаточно подвести питание, Ethernet и подключить антенну.

В таких системах как системы радиочастотной идентификации (RFID) требуется связь с центральным блоком управления и с системой управления ресурсами предприятия (ERP). Исходя из этих требований, многие современные RFID-устройства, камеры и персональные

компьютеры профессионального уровня совместимы со стандартом Gigabit Ethernet.

Рис. 2. Внешний вид системы Ha-VIS RFID Box

Рассмотрим компоненты системы радиочастотной идентификации, выпускаемые компанией Harting, которые позволяют в полной мере реализовать комплексную систему автоматизации производственных процессов с использованием RFID.

Основные особенности системы радиочастотной идентификации компании Harting Ha-VIS RFID:

– идентификация большого количества объектов
– хранение информации о процессах или изделиях в метках
– обработка информации в сложных условиях эксплуатации.

Компанией Harting выпускается не только все компоненты, необходимые для построения системы RFID, но и программное обеспечение, позволяющее построить интегрированную систему контроля технологических и производственных процессов.

Рассмотрим компоненты системы RFID подробнее.

Радиочастотные метки (транспондеры)

Компанией Harting выпускается четыре серии радиочастотных меток [3]:

– Ha-VIS RFID CX (NT)
– Ha-VIS RFID FT (NT)
– Ha-VIS RFID VT (HT)
– Ha-VIS RFID SL 89 (MT).

Серия Ha-VIS RFID CX (NT)

УВЧ-транспондеры для идентификации сборных железобетонных изделий, кабелей и труб в земле, локализации бетонных подземных хранилищ и др. [4-6].

Основные параметры транспондеров:

- пассивный транспондер
- диапазон рабочих частот 860…960 МГц
- хранение электронного кода продукта (EPC – electronic product code C1 Gen2) в памяти пользователя емкостью 512 бит
- габаритные размеры:
  - 108×48×2.4 мм (Ha-VIS RFID CF 89 (NT))
  - 108×27×2.4 мм (Ha-VIS RFID CS 89 (NT))
  - 165×51×2.0 мм (Ha-VIS RFID CT 89 (NT))
- радиус действия ≥ 5 м
- диапазон рабочих температур – 40…85 °C
- степень защиты IP 64 / IP 67 / IP 69K
- функционирует в условиях повышенной влажности.

Серия Ha-VIS RFID FT (NT)

Активные транспондеры, пригодные для использования во многих приложениях.

Особенности транспондеров серии Ha-VIS RFID FT (NT):

- встроенная широкополосная антенна
- устойчивый к царапинам и загрязнениям корпус из поликарбоната
- моющиеся, устойчивы к химическим веществам
- монтаж на предметах различной формы благодаря гибкому корпусу
- монтаж приклеиванием или привинчиванием
- возможности печати на поверхности штрих-кодов, логотипов и др.
- предназначены для крепления на непроводящих поверхностях
- Ha-VIS RFID FT 89 on metal (NT) могут крепиться на металлических поверхностях

Основные параметры транспондеров:

- диапазон рабочих частот 860…930 МГц
- память для хранения кода/память пользователя (EPC / User Memory)

- 128/32 бит (Ha-VIS RFID FT 89 (NT))
- 496/128 бит (Ha-VIS RFID FT 89 on metal (NT))
- 128/– (Ha-VIS RFID FT 89 small (NT))

– габаритные размеры:
  - 144×29×0.7 мм (Ha-VIS RFID FT 89 (NT))
  - 110×50×2.3 мм (Ha-VIS RFID FT 89 on metal (NT))
  - 74×29×0.7 мм (Ha-VIS RFID FT 89 small (NT))
– радиус действия на воздухе:
  - более 7 м (Ha-VIS RFID FT 89 (NT))
  - более 2 м при креплении на металлическую поверхность (Ha-VIS RFID FT 89 on metal (NT))
  - более 4 м (Ha-VIS RFID FT 89 small (NT))
– диапазон рабочих температур -32…90 °C
– степень защиты IP 64 / IP 67 / IP 69K
– гибкие, белого цвета.

Серия Ha-VIS RFID VT (HT)

Прочный и долговечный УВЧ-транспондер с кронштейном и зажимом для крепления (для ускорения ремонта и обслуживания в экстремально сложных условиях эксплуатации).

– диапазон рабочих частот:
  - 860…930 МГц (Ha-VIS RFID VT 89 S (HT))
  - 860…870 МГц (Ha-VIS RFID VT 86 S (HT))
  - 900…930 МГц (Ha-VIS RFID VT 92 S (HT))
– радиус действия при установке на металлическую поверхность:
  - ≥ 2.5 м (Ha-VIS RFID VT 89 S (HT))
  - ≥ 4 м (Ha-VIS RFID VT 86 S (HT))
  - ≥ 4 м (Ha-VIS RFID VT 92 S (HT))
– память для хранения кода/память пользователя (EPC/User Memory) 96/512 бит
– диапазон рабочих температур -50…85 °C
– термический стресс тест при T = 210 °C 5000 часов
– габаритные размеры 41×11×5,15 мм
– степень защиты IP 64 / IP 67 / IP 69K
– черного цвета
– крепление на поверхность приклеиванием или привинчиванием
– отличаются повышенной стойкостью к воздействию химических веществ.

Серия Ha-VIS RFID SL 89 (MT)

Пассивные транспондеры, предназначенные для установки в металлических корпусах и на металлических поверхностях

– диапазон рабочих частот 860…960 МГц
– радиус действия ≥ 4 м
– память для хранения данных 512 бит
– диапазон рабочих температур -50…85 °С
– габаритные размеры 30×26×5 мм
– степень защиты IP 64 / IP 67 / IP 69K
– черного цвета
– крепление на поверхность винтами М3 или заклепками

Считыватели

Компания Harting выпускает два вида считывателей:
– стационарные [10…12]
– переносные [13].

Рассмотрим характеристики стационарных считывателей.

Полностью установленная система в корпусе Ha-VIS RFID Box (рис. 2).

Стандартная конфигурация оборудования включает:
– считыватель Ha-VIS RF-R500-p-EU
– коммутатор Ethernet Ha-VIS eCon 2050-A на 5 портов
– модуль питания Ha-VIS pCon 2120-24.

Возможна другая конфигурация системы по заказу.

Считыватель Ha-VIS RF-R500-p-EU

Внешний вид считывателя показан на рис. 3. Считыватель предназначен для использования в промышленной среде и выполнен в прочном корпусе из алюминия.

Рис. 3. Внешний вид считывателя Ha-VIS RF-R500-p-EU

Характерными особенностями считывателя являются:
– возможность подключения антенны с помощью кабеля большой длинны

– встроенный мультиплексор, позволяющий подключать до 8 антенн (по отдельному заказу)
– веб-интерфейс для конфигурирования считывателя по локальной сети
– функциональные блоки для подключения к промышленным контроллерам Siemens SIMATIC® и S7®
– возможность подключения к сетям PROFIBUS® и PROFINET® через шлюз (по отдельному заказу).

Выпускается две модификации считывателей На-VIS RFID RF-R500-с и На-VIS RFID RF-R500-р (PoE/4 Вт выходной мощности).

Основные параметры считывателей:

– диапазон рабочих частот 860…960 МГц
– напряжение питания для антенны 24 В DC / 200 мА (только На-VIS RFID RF-R500-р)
– интерфейсы
  ▪ Ethernet (TCP / IP) 10/100 Мбит/с
  ▪ RS-232 / RS-485
  ▪ USB / USB-порт для WLAN ключа или внешней памяти
– 5 входов с оптронной развязкой (макс. 24 В постоянного тока / 20 мА)
– 2 выхода с оптронной развязкой (24 В DC / 30 мА)
– 3 релейных выхода (24 В постоянного тока / 1 А)
  ▪ светодиодная диагностика 8 светодиодов (слева направо): выполнить, хост связи, внимание, вход / выход, антенна 1, антенна 2, антенна 3, антенна 4.
– производительность
  ▪ На-VIS RFID RF-R500-с – опрос до 150 транспондеров/с
  ▪ На-VIS RFID RF-R500-р – опрос более 150 транспондеров/с
– максимальное рабочее расстояние до метки 16 м, в зависимости от вида транспондеров и экологических условий
– режимы работы:
  ▪ хост
  ▪ сканирования
  ▪ уведомления
  ▪ чтение с записью в память
– габаритные размеры 260×153×70 мм
– масса 2 кг
– степень защиты IP 64 (с защитным колпаком)/IP 53 (без дополнительной защиты)
– диапазон рабочих температур -25…50 °С
– относительная влажность 5…95%
– вибрации в диапазоне частот 10…150 Гц – 0.075 мм/1 g
– удары с ускорением до 30 g.

Операционная система Linux, ОЗУ 64 Мбайт, FLASH-память 256 Мбайт.

Считыватель Ha-VIS RFID RF-R200

Внешний вид считывателя показан на рис. 4. Считыватель предназначен для использования в промышленной среде и выполнен в прочном корпусе из алюминия.

Рис. 4. Внешний вид считывателя Ha-VIS RFID RF-R200

Отличительные особенности считывателя:

- одна внутренняя антенна для работы в радиусе до 20 см
- одна внешняя антенна (SMA)
- выходная мощность передатчика 0.5 Вт
- питание через Ethernet (PoE)
- предназначен для распределенных точек идентификации
- малые габаритные размеры
- возможность установки на DIN-рейку.

Основные параметры считывателей:

- диапазон рабочих частот 860…960 МГц
- интерфейсы
  - RF-R200 (PoE) Ethernet (TCP / IP) 10/100 Мбит/с
  - RF-R200 RS-232
  - RF-R200 USB
  - RF-R200 (LED) Ethernet (TCP / IP) 10/100 Мбит/с
- максимальное рабочее расстояние до метки 2 м с внешней антенной, 20 см с внутренней антенной
- режимы работы:
  - хост
  - сканирования (только Ha-VIS RFID RF-R200 USB)
  - уведомления (только Ha-VIS RFID RF-R200 (PoE / LED))
  - чтение с записью в память
- напряжение питания 12…24 В
- потребляемая мощность не более 7 Вт

– габаритные размеры 145×85×27 мм
– степень защиты IP 30
– диапазон рабочих температур -25…50 °С
– относительная влажность 5…95%
– вибрации в диапазоне частот 10…150 Гц – 0.075 мм/1 g
– удары с ускорением до 30 g.

Ручной считыватель Merlin

Внешний вид считывателя приведен на рис. 5.

Рис. 5. Внешний вид считывателя Merlin

Основные характеристики считывателя Merlin:

– общие:
  - процессор ARM11TM 532 МГц
  - операционная система Microsoft® Windows® Embedded CE6.0 R3 (англ.)
  - память 256 Мб DDR RAM, 288 Мб флэш-памяти (256 Мб пользователя)
  - слот MicroSD (SDHC совместимый)
  - экран 3,5"сенсорный QVGA, 320×240 пикселей
  - клавиатура буквенно-цифровая, 29 клавиш
  - акустическая сигнализация, программируемые светодиоды
– коммуникационные возможности:
  - беспроводной доступ в Интернет IEEE 802.11 / B / G / N (WiFi)
  - беспроводной PAN Bluetooth 2.0 + EDR, класс 2
  - LAN Ethernet 10/100 на док-станции (по заказу)
  - USB USB 2.0 на док-станции
– радиочастотная идентификация (RFID):
  - диапазон частот ETSI 865…868 МГц или FCC / IC 902…928 МГц

- мощность передатчика 1 Вт / +30 дБм
- считывание в радиусе до 5 м, до 200 транспондеров/с
- возможность считывания всех стандартных штрих-кодов (по заказу)

– механические и другие характеристики:
  - габаритные размеры 250×105×175 мм
  - масса 0.75 кг
  - степень защиты IP54
  - защита от электростатического разряда при контакте ±4 кВ постоянного тока, в
  - воздухе ± 8 кВ постоянного тока
  - диапазон рабочих температур от -20…55 °С
  - относительная влажность от 10% до 95% без конденсации.

ЛИТЕРАТУРА

1. http://www.harting.ru/fileadmin/harting/documents/lg/hartingtechnologygroup/news/tec-news/tec-news18/tecnews18_russia_internet.pdf.
2. http://www.harting.com/fileadmin/harting/documents/lg/hartingtechnologygroup/news/tec-news/tec-news25/331213f_Harting_RU.pdf.
3. http://www.harting-rfid.com/en/home/.
4. http://www.harting-rfid.com/fileadmin/harting/documents/rfid/produkte/transponder/karussell/datasheet_ha-vis_rfid_ct_89-nt.pdf.
5. http://www.harting-rfid.com/fileadmin/harting/documents/rfid/produkte/transponder/datasheet_Ha-VIS_RFID_CF_89-NT_HARTING.pdf.
6. http://www.harting-rfid.com/fileadmin/harting/documents/rfid/produkte/transponder/datasheet_Ha-VIS_RFID_CS_89-NT_HARTING.pdf.
7. http://www.harting-rfid.com/en/products/ha-vis-rfid-transponder/ha-vis-rfid-ft-series-nt/.
8. http://www.harting-rfid.com/en/products/ha-vis-rfid-transponder/ha-vis-rfid-vt-series-ht/.
9. http://www.harting-rfid.com/en/products/ha-vis-rfid-transponder/ha-vis-rfid-sl-89-mt/.
10. http://www.harting-rfid.com/fileadmin/harting/documents/rfid/produkte/reader/data_sheet_Ha-VIS_RFID_Box_HARTING.pdf
11. http://www.harting-rfid.com/fileadmin/harting/documents/rfid/produkte/reader/datasheet_ha-vis_rfid_rf_r500_reader_.pdf
12. http://www.harting-rfid.com/fileadmin/harting/documents/rfid/produkte/reader/Ha-VIS_RFID_RF-R200_Reader_HARTING_GB_01.pdf
13. http://www.harting-rfid.com/fileadmin/harting/documents/rfid/produkte/reader/Datasheet_NordicID_Merlin_EN_V2.pdf.

Для нотаток

Для нотаток

Для нотаток

ЗМІСТ

Метод сингулярных интегральных уравнений и вычислительные технологии компьютерного моделирования
Довгий С.А., Черний Д.И. 5

Equilibrium states indynamics of ternary statistical experiments
Dovgyi S.A., Koroliouk D. and Bertotti M.L. 10

Трансдисциплінарна інтеграція інформаційних ресурсів
Стрижак О.Є. 14

Методологія синтезу інформаційно-комунікаційних систем на базі єдиної інформаційної платформи
Копійка О.В. 23

Управління лопатями ротора типу Дар'є як засіб поліпшення його динамічних характеристик
Лебідь О.Г. 26

Портальні рішення та сучасні інструменти роботи із даними
Гуляєв К.Д. 31

Применение УМДВ, обобщенного для вязких вихревых сред для моделирования аэродинамики мембранного орнитоптера
Шеховцов А.В. 32

Моделирование влияния парковых зон на распространение вредных выбросов в жилых массивах
Буланчук Г.Г. 36

Використання методів дистанційного дослідження Землі із космосу при вирішенні завдань природно-ресурсного та оборонного характеру
Греков Л.Д. 40

Геомоделі в завданнях еколого – економічних оцінок земель та моніторингу їх використання
Красовський Г.Я. 46

Кооперативна ресурсна модель збалансованого розвитку та практичні проблеми її реалізації
Полумієнко С.К., Рибаков Л.О. 48

Радіаційна стійкість та механізми метаміктного розпаду структури мінералів під впливом автоопромінення
Радчук В.В., Брик О.Б. 54

Гідроекологічні дослідження на основі комплексної оцінки
Томченко О.В., Хижняк А.В., Федоровський О.Д. 58

Информационные технологии поддержки принятия решений в коммуникационных сетях с дискретными потоками
Трофимчук А.Н., Васянин В.А. *64*

Екологічна безпека техноприродних геосистем регіону
Трофимчук О.М., Триснюк В.М. *71*

Дослідження процесів підтоплення в окремих регіонах України
Волошкіна О.С. *77*

ГИС-технологии в задачах управления экологической безопасностью водоснабжения
Василенко С.Л. *81*

Про один підхід до прогнозування станів гідроспоруд за даними моніторингу
Стефанишин Д.В. *85*

Коливання фундаментів на складних основах
Савицький О.А. *91*

Інформаційні технології управління екологічною безпекою Західного Полісся
Мокрий В.І. *92*

Аналіз геодинамічної взаємодії споруд і грунтів методом наближених суперелементів
Січкаренко С.В. *96*

Формування наукового інтересу молоді в екологічному напрямку
Клименко В.І. *98*

Геопросторове моделювання поширення забруднень поверхневих вод методами ГІС та ДЗЗ
Анпілова Є.С. *101*

Побудова інформаційної системи комп'ютерної підтримки рішень (на прикладі системи моніторингу температурних явищ підстильної поверхні України)
Вишняков В.Ю. *104*

Застосування сучасних методів моніторингу для дослідження лімнологічних систем
Радчук І.В. *108*

Система контролю за станом довкілля у зоні впливу сміттєзвалищ
Новохацька Н.А. *112*

Формалізація розподіленої моделігідрологічних процесів «TOPKAPI-IPMMS» («опади-стік»)у геоінформаційному просторі її параметрів
Варчук І.В., Мокін В.Б. *116*

Побудова геоінформаційної моделі природних шкідливих факторів, які впливають на стан здоров'я людей, на основі просторово-хронологічної моделі даних у циліндричній системі координат
Вуж Т.Є., Мокін В.Б. *121*

Технологія оперативного екологічного моніторингу стану повітряного середовища та пересувних джерел його забруднення
Мокін В.Б., Дзюняк Д.Ю., Бондалєтов К.О. *126*

Технологія оптимізації управління водними ресурсами басейну р. Дністер шляхом автоматизації складання його водогосподарського балансу
Мокін В.Б., Крижановський Є.М., Скорина Л.М., Гребінь В.В. *131*

Розробка імітаційної моделі та комп'ютерної програми для автоматизації процесу еколого-економічного планування управління природокористуванням у регіоні із дотриманням вимог екологічної безпеки
Мокін В.Б., Яцолт А.Р., Крилик О.В, Собко Б.Ю., Довгополюк С.О. *135*

Інформаційне забезпечення системи моніторингу лісових масивів на базі впровадження аерокосмічних та краудсорсінгових технологій
Чумаченко С.М., Тесленко О.М., Азімов О.Т. *140*

Застосування сучасних інформаційно-телекомунікаційних технологій для моніторингу лісових пожеж на територіях радіоактивного забруднення
Чумаченко С.М., Нікулін О.Ф., Новіков О.В. *143*

Інформаційний інструментарій ГІС-оцінки еколого-економічних збитків від аварій на ХНО
Рогожин О.Г., Кодацький М.Б., Васинюк А.В. *146*

Про один підхід до обґрунтування проектних сейсмічних подій на основі оцінки залишкового ризику збитків
Романчук К.Г., Стефанишин Д.В. *154*

Метод выделения пластов-коллекторов в обсаженных стальной колонной скважинах
Миронцов М.Л. *159*

Визначення об'ємів ґрунтів, охоплених деформаціями та зміщеннями на схилах
Демчишин М.Г, Кріль Т.В. *163*

Захист історичних ландшафтів біологічними методами
Демчишин М.Г., Анацький О.М., Соковніна Н.Х., Вдовиченко С.В. *168*

Типізація геологічного середовища урбанізованих територій при освоєнні підземного простору
Гайко Г.І., Кріль Т.В. *173*

Геоінформаційні системи як інструмент для виявлення регіональних закономірностей освоєння територій
Кріль Т.В., Дубосарський В.Р. *181*

Методика пошуку та локалізації ділянок незаконного видобутку бурштину за матеріалами багатозональної космічної зйомки
Філіпович В.Є., Крилова Г.Б., Лубський М.С. *189*

Еколого-мікрокліматичне районування та моніторинг ландшафтно-функціональних зон Херсонської агломерації за матеріалами багатозональних космічних зйомок
Ліщенко Л.П., Теременко О.М. *199*

Структурні критерії пошуку покладів рідкісних та рідкісноземельних металів за матеріалами космічних зйомок (на прикладі Пержанського рудного поля)
Мичак А.Г., Філіпович В.Є. *203*

Сейсмостійкість і надійність промислово-господарських споруд у районах з підвищеним сейсмічним ризиком
Бицань Є.М. *209*

Сейсмическая активность и ее динамика в 2015 году
Щербина С.В., Пигулевский П.И. *214*

Способ предупреждения взрывов в шахтах с учетом сейсмической активности Карпато-Балканского региона (зона ВРАНЧА)
Осокина Н.П., Несмянович Э.И. *216*

A Method of Computer-Aided Image Analysis on Planar Scintigraphy Data
Nicolay E. Kosykh, Sergey Z. Savin, and Nikita M. Sviridov *222*

The computer modeling of the local structure of radiation carbonate centers in apatite
Kalinichenko E.A., Radchuk V.V., Brik A.B. *230*

Забезпечення екологічної безпеки при викидах техногенного тритію
Коваленко О.В. *233*

Побудова алгоритму для вирішення задач представлення поліномів найкращого наближення
Кряжич О.О. *237*

Обґрунтування вибору просторових даних для математичного моделювання руслових потоків в зонах місцевого розмиву
Ходневич Я.В., Корбутяк В.М., Стефанишин Д.В. *241*

Інформаційні технології управління екологічною безпекою Західного Полісся
Мокрий В.І., Радчук В.В., Радчук І.В., Загородня С.А., Шумейко В.О., Охарєв В.О., Гасько Р.Т., Курляк І.М. *247*

Інформаційно-аналітичні технології управління безпекою антропогенізованих лімноекосистем
Загородня С.А., Новохацька Н.А., Охарєв В.О., Попова М.А., Радчук І.В. *250*

Можливості покращення точностних характеристик GPS приймачів побутового класу
Петричук В.В., Вишняков В.Ю. *255*

Онтологія взаємодії в середовищі геоінформаційної системи (на прикладі інформаційно-аналітичного середовища фахівців з оцінювання якості поверхневих вод)
Попова М.А. *266*

Модель оцінювання впливу екологічного стану навколишнього середовища на здоров'я населення Тернопільської області
Триснюк В.М., Крихівський М.В. *270*

Інформаційно - аналітичні технології дослідження штучно створених водойм
Триснюк Т.В. *278*

Вплив сонячної активності на зміну температури повітря та кількості опадів Карпатського регіону
Ісмаілова О.В. *284*

Інформаційна-психологічнаї безпека: система підтримки прийняття рішень в умовах сугестивного ризику
Качинська К.А. *288*

Моделирование квазицикличности колориметрических параметров посевов культурных растений, демаскирующих нарушения почвенного покрова
Клочко Т.А., Беспалов Ю.Г. *296*

Технология прогнозирования урожайности сельскохозяйственных зерновых культур дешифрированием космических снимков
Гребень А.С. *299*

Создание полнофункциональной ГИС-системы велотуризма по г. Харькову для платформы Android
Поденко К.Ю., Семёнова Е.А., Тесля Д.А. *302*

Создание классификатора эталонных участков для земель сельскохозяйственного назначения по космическим снимкам с использованием геоинформационных технологий
Толчевская О.Е. *305*

Застосування інноваційного ГІС-контролера LeicaZeno 20 у природокористуванні
Горб О.І., Прядка К.О. *307*

Моделирование задач управления региональной экологической безопасностью.
Ночвай В.И. *311*

ГІС-моделі в оцінці впливу на довкілля військових об'єктів: критерії екобезпеки
Шаравара В.В., Касіяник І.П., Ганечко А.Д. *313*

Технологія створення точної електронної картографії для підприємств лісового господарства
Богомолов В.В., Борисенко О.І., Жадан І.В., Полупан А.В. *316*

Використання штучного гіпобіозу у рибогосподарстві
Хижняк С.В., Мельничук С.Д., Сисолятін С.В., Войціцький В.М. *319*

Вода, її властивості та роль в організмі, основні способи очищення
Хижняк С.В., Арсан В.О., Бабенко Г.І., Варганова А.Д., Войціцький В.М. *324*

Визначення залишкових кількостей пестицидів у грунтах поблизу їх сховищ
Земцова О.В., Баранов Ю.С., Глухота Г.В. *330*

Наркотики: сучасна класифікація та їх дія як допінгових речовин
Войціцький В.М., Лапоша О.А. *338*

Вплив гідрокортизону на електромеханічне спряження гладеньких м'язів антрального відділа шлунка
Пелюх П.Ф., Макарчук М.Ю. *347*

Зміни електромеханічних показників гладеньких м'язів кишечника викликані L-аргініном
Пелюх П.Ф., Макарчук М.Ю. *357*

Екотехнологія ДУКАТм®: мікробіологічне знешкодження нафтозабруднень різного походження і віку з екологічним екрануванням та біоремідіацією порушених екосистем
Дуброва О.А., Дубров Є.В., Дубров Ю.В., Кудін Є.С. *367*

Стабильность мембран эритроцитов человека в поле β-излучения ($^{90}Sr/^{90}Y$) малой мощности
Жирнов В.В, Яковенко И.Н., Войцицкий В.М., Хижняк С.В. *372*

Діагностика лейкозу великої рогатої худоби – сучасний погляд на проблему
Іщенко Л.М., Спиридонов В.Г., Іщенко В.Д., Мельничук С.Д. *373*

Застосування сучасних біологічних методів для вирішення проблеми мікотоксикозів
Білецька В.В., Недосєков В.В., Лапоша О.А., Іщенко В.Д. *378*

Сучасні засоби для проведення медичної дезінсекції
Карпенко Л.В., Осіпова О.Е., Таран В.В. *382*

Влияние дозовой нагрузки электромагнитного излучения аппарата информационно-волновой терапии «Порог-1» на электрическое сопротивление биологически активных точек человека
Литвин В.В., Кулиш С.Н., Олейник В.П. *386*

Топінамбур: альтернативний овочевий продукт
Рихлівський І.П. *392*

Системы радиочастотной идентификации для промышленных применений
Макаренко В.В. *406*

Секретаріат конференції зауважує, що надані кольорові графічні матеріали з технічних причин надруковані у чорно-білому форматі.

XIV Міжнародна
науково-практична конференція

Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях

Збірник наукових праць

Комп’ютерна верстка
Данько В.П.

Відповідальність за синтаксис і орфографію включених у збірник матеріалів несуть автори.

Підписано до друку 29.09.2015 р.
Формат 60×84/16. Папір офсетний. Гарнітура Times.
Ум. друк. арк. 26,2.
Наклад 100 прим.

Надруковано в МП "Леся".
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб’єктів видавничої справи серія ДК № 892 від 08.04.2002
МП "Леся"
03148, Київ, а/с 115
Тел./факс: +38 050 469 7485, 044 407 6197
E-mail: lesya3000@ukr.net