

Российская академия наук
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
технический университет»

КОМПЛЕКСНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Материалы Международной
научно-практической конференции

(г. Воронеж, 12 ноября 2015 г.)

Часть VI

Воронеж 2015

УДК 620.9

Комплексные проблемы техносферной безопасности: материалы Международ. науч. - практ. конф. Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2015. Ч. VI. 258 с.

ISBN:

В сборник включены материалы Международной научно-практической конференции, в которой нашли отражение вопросы по научно-техническим проблемам техносферной безопасности. Материалы сборника соответствуют научным направлениям вуза и перечню Критических технологий Российской Федерации, утвержденному Президентом Российской Федерации.

Редакционная коллегия:

- В.А. Небольсин - ответственный редактор - д-р техн. наук, проф., декан ФРТЭ ВГТУ.
- В.Р. Петренко - д-р техн. наук, проф., ректор ВГТУ.
- Е.Н. Герасимова - ректор ЕГУ им. И.А. Бунина, заслуженный работник высшей школы РФ, д-р педагогических наук, профессор, г. Елец.
- В.В. Михайлов - д-р техн. наук, проф., полковник, заслуженный метеоролог Российской Федерации, начальник 1 факультета гидрометеорологического ВУНЦ ВВС (г. Воронеж).
- Н.В. Мозговой - д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности» ВГТУ, г. Воронеж.
- А.В. Калач - заместитель начальника Воронежского института ГПС МЧС России, д-р хим. наук, проф.
- А.В. Тертышников - д-р техн. наук, ведущий науч. сотр., ФГБУ "Институт прикладной геофизики им. акад. Е.К. Федорова", г. Москва.
- П.И. Пигулевский - д-р геол.-мин. наук, с. н. с. Институт геофизики НАН Украины, г. Днепропетровск, Украина.
- В.А. Саечников - д-р физ.-мат. наук, профессор Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь.
- Ю. Н. Шалимов - д-р техн. наук, проф., академик Сербской Королевской Академии наук, НПП «ЛУЧ»;
- М. Лутовац - д-р, проф., академик Сербской Королевской Академии Наук, Белград, Сербия (университет «Унион Никола Тесла» г. Белград, Сербия и факультет менеджмента г. Херцег-Нови, Черногория);
- О.В. Яковлев - д-р техн. наук, ведущий науч. сотр. Вычислительного центра им. А.А. Дородницына, РАН, г. Москва.
- А.В. Звягинцева - канд. техн. наук, доц. кафедры химии - ответственный секретарь.
- Реценденты:
- д-р геол. – минер. наук, проф., зав. кафедрой «Экологической геологии» ВГУ; академик Международной академии экологии и безопасности жизнедеятельности; ВГУ, И.И. Косинова.
- д-р техн. наук, проф., член Академии Информатизации образования, ВУНЦ ВВС «ВВА» им. проф. Жуковского и Гагарина (г. Воронеж), Н.А. Ус.

ISBN:

© Коллектив авторов, 2015

© Оформление. ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2015

ВВЕДЕНИЕ

Активная преобразовательская деятельность человека породила всё возрастающую проблему трансформации среды обитания, как самого человека, так и всего живого на Земле, создавая тем самым новую искусственную среду обитания – техносферу Земли или природно-техническую геосистему, называемую также эколого-экономической или социально-экономической системой.

Техносфера, созданная человеком, представляет собой территории, занятые городами, поселками, сельскими населенными пунктами, промышленными зонами и предприятиями. Она призвана обеспечить человека комфортными условиями проживания и защитить от опасностей естественных процессов и явлений природы. К техносферным относятся условия пребывания людей на объектах экономики, на транспорте, в быту, на территориях городов и поселков.

В процессе жизнедеятельности человек взаимодействует не только с естественной средой, но и с людьми, образующими, так называемую социальную среду. Она формируется и используется человеком для обмена опытом и знаниями, для удовлетворения своих духовных потребностей и накопления интеллектуальных ценностей. Деятельность человека, развиваясь в пределах физических химических, биологических и других состояниях биосферы, в то же время оказывает влияние на природные процессы, происходящие в ней. Природные процессы все теснее переплетаются с антропогенными процессами, между ними усиливаются обмен веществом и энергией, возрастает обмен информацией.

Антропогенные изменения окружающей среды приобрели такие размеры, что человек прямо или косвенно сам стал их жертвой. Антропогенная деятельность, не сумевшая создать техносферу необходимого качества как по отношению к человеку, так и по отношению к природе, явилась первопричиной многих негативных процессов в природе и обществе.

Современному человеку приходится решать проблемы, связанные не только с обеспечением комфортной жизни, принимая меры защиты от естественных негативных воздействий, но и с возникающими проблемами техносферной безопасности.

Следует отметить, что именно поэтому в последнее десятилетие стало, активно развиваться учение о безопасности жизнедеятельности в техносфере, основной целью которой является защита человека в техносфере от негативных воздействий антропогенного и естественного происхождения, достижение комфортных условий жизнедеятельности. Средством достижения этой цели является реализация обществом знаний и умений, направленных на уменьшение негативных воздействий до допустимых значений.

Материалы конференции ставят своей целью, продемонстрировать возможность безопасного взаимодействия человека с техносферой и природой; исследовать негативные воздействия техносферы на человека и окружающую среду, а также зоны воздействия опасностей техносферы и отдельных её элементов (предприятия, машины, приборы и т.п.). Кроме этого необходимо отразить современные проблемы техносферной безопасности и показать, как человечество преодолевает вызовы различного уровня, возникающие в техносфере, используя базовые, специальные и информационные технологии.

СЕКЦИЯ 1. БАЗОВЫЕ, СПЕЦИАЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.
АНАЛИЗ, ОЦЕНКА И ТЕХНОЛОГИИ СНИЖЕНИЯ
ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО РИСКА

УДК 532.582.7

А.А. Катрахова, В.С. Купцов

СИЛОВОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА МАЛЫЙ ЭЛЛИпсоИД
В НЕОДНОРОДНОМ ПОТОКЕ ВЯЗКОЙ НЕСЖИМАЕМОЙ
ЖИДКОСТИ

В работе вычислено поле скоростей и силовое воздействие на эллипсоид в неоднородном потоке вязкой несжимаемой жидкости. Получены нулевое и первое приближения задачи. Сделана оценка точности решения задачи

Ключевые слова: метод малого параметра, эллипсоид, нестационарный неоднородный поток, вязкая несжимаемая жидкость

Основной (невозмущенный) поток удовлетворяет уравнениям вида:

$$\frac{\partial U_i^0}{\partial t} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P^0}{\partial x_i} + \nu \sum_{j=1}^3 \frac{\partial^2 U_i^0}{\partial x_j^2}; \quad \sum_{j=1}^3 \frac{\partial U_j^0}{\partial x_j} = 0, \quad (1)$$

где t – время; x_j - декартовы координаты; U_i^0 - компоненты вектора скорости; P^0 -давление в жидкости; ρ - плотность жидкости; ν - коэффициент кинематической вязкости, $i=1,2,3$.

Решение уравнений (1) можно записать в виде разложения поля скоростей с помощью гармонических функций [1-4]. Для поля скоростей и давлений решением конкретной краевой задачи получены конкретные выражения, и с их помощью получено силовое воздействие на эллипсоид.

Пусть центр эллипсоида совпадает с началом координат y_i , причем направление осей y_i совпадает с направлением полуосей a_i , и полуоси эллипсоида подчиняются уравнению:

$$a_i = a + \varepsilon(\alpha \delta_{i2} + \delta_{i3})a. \quad (2)$$

где ε - мало, $0 < \alpha < 1$, a - радиус сферы. δ_{ij} - тензор Кронекера.

Введем новую систему координат:

$$z_i = \sum_{j=1}^3 (\delta_{ij} + \varepsilon \alpha \delta_{i2} \delta_{j2} + \varepsilon \delta_{i3} \delta_{j3}) y_j.$$

Уравнение эллипсоида в новой системе координат имеет вид: $z_j z_j = a^2$ (Здесь и далее по повторным индексам ведется суммирование). Применяя к уравнениям (1) метод операционного исчисления с учетом (2), и новой системы координат, будем иметь:

$$\begin{aligned} & \left[(\delta_{ij} k_j + \varepsilon \alpha \delta_{i2} k_2 \delta_{j2} + \varepsilon \delta_{i3} k_3 \delta_{j3}) \right]^{-1} (-2) (\partial^2 U_i) / (\partial z_i k^2) - p/v U_i = \\ & = 1/\mu \left[(\delta_{ij} + \varepsilon \alpha \delta_{i2} \delta_{j2} + \varepsilon \delta_{i3} \delta_{j3}) \right]^{-1} (-1) (\partial P) / (\partial z_j k); \left[(\delta_{ij} k_j + \varepsilon \alpha \delta_{i2} k_2 \delta_{j2} + \varepsilon \delta_{i3} k_3 \right. \end{aligned} \quad (3)$$

где p - параметр преобразования Лапласа; $U_i^{*эл}$, $P^{*эл}$ - образы компонент поля скоростей и давления в возмущенном эллипсоидом потоке, $\mu = \rho v$.

Граничные условия для уравнений (3) имеют вид:

$$U_i^{*эл} / r = 0; \quad U_i^{*эл} / r \rightarrow \infty = U_i^*(z_m, p), \quad (4)$$

где $r^2 = z_j^* z_j$, U_i^* - компоненты образа скорости невозмущенного потока.

Решение уравнений (3) с учетом граничных условий (4) будет:

$$\begin{aligned} U_i^{*эл} &= U_i^{*с} + \varepsilon V_i^{*эл}(z_m, p) + \dots; \\ P^{*эл} &= P^{*с}(z_m, p) + \varepsilon P^{*I}(z_m, p) + \dots \end{aligned} \quad (5)$$

Нулевое приближение задачи согласно (5) будет обтекание сферы неустановившимся потоком вязкой несжимаемой жидкости. Первое приближение:

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^3 \frac{\partial^2 V_i^{*эл}}{\partial z_j^2} - \frac{P}{v} V_i^{*эл} &= \frac{1}{\mu} \frac{\partial P^{*1}}{\partial z_i} + (\alpha \delta_{j2} + \delta_{j3}) \left(2 \frac{\partial^2 U_i^{*с}}{\partial z_j^2} - \frac{\delta_{ij}}{\mu} \frac{\partial P^{*эл}}{\partial z_k} \right); \\ \frac{\partial V_j^{*эл}}{\partial z_j} - (\alpha \delta_{j2} + \delta_{j3}) \frac{\partial U_j^{*с}}{\partial z_j} &= 0. \end{aligned} \quad (6)$$

Граничные условия:

$$V_i^{*эл} / r = 0; \quad V_i^{*эл} / r \rightarrow \infty = 0. \quad (7)$$

Решение (6) с учетом (7) представим как:

$$P^{*1} = T^{*1} - (\alpha \delta_{j2} + \delta_{j3}) z_j \frac{\partial P^{*с}}{\partial z_j}.$$

Подставим (8) в уравнения (6) - (7), то:

$$\sum_{j=1}^3 \frac{\partial^2 W_i^{*эл}}{\partial z_j^2} - \frac{p}{v} W_i^{*эл} = \frac{1}{\mu} \frac{\partial T^{*1}}{\partial x_i}; \quad \frac{\partial W_i^{*эл}}{\partial x_i} = 0. \quad (9)$$

где T^{*1} , - неизвестные функции координат и времени t ; при этом удовлетворяет:

$$W_i^{*эл}|_{r=a} = -(\alpha \delta_{j2} + \delta_{j3}) z_j \frac{\partial U_i^{*c}}{\partial z_j}; \quad W_i^{*эл}|_{r \rightarrow \infty} = 0. \quad (8)$$

Согласно результатам работы [4] имеем для сферы с условием прилипания жидкости на ее поверхности

$$U_i^{*c} = -\frac{v}{p \cdot \mu} \left\{ 1 + \frac{1}{2} \left(\frac{\alpha}{r}\right)^3 \frac{K_{2,5} \left(\alpha \sqrt{\frac{p}{v}}\right)}{K_{0,5} \left(\alpha \sqrt{\frac{p}{v}}\right)} - \left(\frac{\alpha}{r}\right)^{0,5} \frac{K_{0,5} \left(r \sqrt{\frac{p}{v}}\right)}{K_{0,5} \left(\alpha \sqrt{\frac{p}{v}}\right)} - \frac{1}{2} \left(\frac{\alpha}{r}\right)^{0,5} \frac{K_{2,5} \left(r \sqrt{\frac{p}{v}}\right)}{K_{0,5} \left(\alpha \sqrt{\frac{p}{v}}\right)} \right] \frac{\partial p^*}{\partial x_i}(\bar{q}, p) - \frac{3z_i z_j}{r^2} \left[\left(\frac{\alpha}{r}\right)^3 \frac{K_{2,5} \left(\alpha \sqrt{\frac{p}{v}}\right)}{K_{0,5} \left(\alpha \sqrt{\frac{p}{v}}\right)} - \left(\frac{\alpha}{r}\right)^{0,5} \frac{K_{2,5} \left(r \sqrt{\frac{p}{v}}\right)}{K_{0,5} \left(\alpha \sqrt{\frac{p}{v}}\right)} \right] \frac{\partial p^*}{\partial x_j}(\bar{q}, p) \right\} \quad (10)$$

где $K_n(r)$ - функция Макдональда дробного порядка; P^* - давление невозмущенного потока; q_j - координаты центра эллипсоида, $\bar{q} = \{q_j\}$. Решение (9) с учетом соответствующих граничных условий будет:

$$\begin{aligned}
W_{i \text{ эл}}^* = & r^{0,5} K_{2,5} \left(r \sqrt{\frac{p}{v}} \right) \left(\frac{p}{v} \right)^{1,25} \left[z_j \frac{\partial}{\partial z_e} \left(\frac{A^* m z_j z_e}{r^5} \right) - z_e \frac{\partial}{\partial z_j} \left(\frac{A^* m z_j z_e}{r^5} \right) \right] + \frac{\partial}{\partial z_i} \left(\frac{A^* m z_m}{r^3} \right) \\
& + \frac{\partial}{\partial z_i} \left[B_j \frac{\partial^2}{\partial z_2^2} \left(\frac{z_j}{r^3} \right) \right] + \frac{\partial}{\partial z_i} \left[K^0_j \frac{\partial^2}{\partial z_3^2} \left(\frac{z_i}{r^3} \right) \right] \\
& - 3 T_j r^{4,5} \left(\frac{p}{v} \right)^{2,25} K_{4,5} \left(r \frac{p}{v} \right) \frac{\partial}{\partial z_i} \left[\frac{\partial^2}{\partial z_2^2} \left(\frac{z_j}{r^3} \right) \right] \\
& - 4 T_j r^{-2,5} \left(\frac{p}{v} \right)^{2,25} K_{2,5} \left(r \frac{p}{v} \right) \frac{\partial}{\partial z_i} \left[r^7 \frac{\partial^2}{\partial z_2^2} \left(\frac{z_j}{r^3} \right) \right] \\
& - 3 L_j r^{4,5} \left(\frac{p}{v} \right)^{2,25} K_{4,5} \left(r \frac{p}{v} \right) \frac{\partial}{\partial z_i} \left[\frac{\partial^2}{\partial z_3^2} \left(\frac{z_j}{r^3} \right) \right] \\
& - 4 L_j r^{-2,5} \left(\frac{p}{v} \right)^{2,25} K_{2,5} \left(r \frac{p}{v} \right) \frac{\partial}{\partial z_i} \left[r^7 \frac{\partial^2}{\partial z_3^2} \left(\frac{z_j}{r^3} \right) \right]
\end{aligned} \tag{11}$$

где $A^* m z_j z_e = A_1 z_2 z_3 + A_2 z_1 z_3 + A_3 z_1 z_2, i \neq j \neq e$ и образуют перестановку чисел 1,2,3; $A^*_j, A_j, B_j, T_j, L_j, K^0_j$ - постоянные определяются из системы уравнений (4). Они имеют вид:

$$L_i = T_i / \alpha, K^0_i = B_i / \alpha,$$

$$A_i = -0,4 \alpha^2 [(\alpha + 1) \delta_{ij} - 0,5 \alpha \cdot \delta_{i2} \delta_{j2} - 0,5 \cdot \delta_{i3} \delta_{j3}] a^* i,$$

$$A^0_i = 0,4 [(\alpha + 1) \delta_{ij} - (3,5 + \alpha) \cdot \delta_{i2} \delta_{j2} + (1,5 \alpha - 1) \cdot \delta_{i3} \delta_{j3}] a^* i,$$

$$T_i = \alpha \cdot a^* i / 105 \alpha^2 n_*, B_i = \alpha \cdot a^* i (m_* + 7 \alpha^9 n_*) / 105 \alpha^2 n_*$$

. Получены оригиналы поля скоростей и давлений возмущенного течения, которые ввиду громоздкости в данной работе не приведены. Определим силовое воздействие на эллипсоид по формуле:

$$F_i^{\text{эл}} = \int_{S_{\text{эл}}} \sigma_{ij} n_j ds, \tag{12}$$

где $S_{\text{эл}}$ - площадь поверхности, n_j - компоненты нормали к данной поверхности, σ_{ij} тензор напряжений возмущенного потока жидкости. Используя нулевое и первое приближение в разложении (5), из (12) получено выражение для силы, действующей на эллипсоид. С учетом зависимости тензора напряжений от скорости и давления в жидкости:

$$F_i^{\text{эл}} = F_i^{\text{с}} + F_i^{\text{эл}}_{\text{уст}} + \varepsilon \cdot F_i'$$

где $F_i^{\text{с}}$ - компоненты силового воздействия на сферу, помещенную в нестационарный неоднородный поток вязкой несжимаемой жидкости:

$$-2\pi a^3 \left\{ \frac{\partial p'}{\partial x_j}(\bar{q}, t) + \frac{3v}{a^2} \int_0^t \left[1 + \frac{a}{(v\pi(t-\tau))^{0.5}} \frac{\partial p'}{\partial x_j}(\bar{q}, \tau) d\tau \right] \right\}$$

$F_i^{\text{эл}}_{\text{уст}}$ — силовое воздействие на эллипсоид, помещенный в установившийся поток неоднородной жидкости:

$$F_i^{\text{эл}}_{\text{уст}} = 6\pi\mu a U_i^0(\bar{q}, 0) + \pi a^3 \frac{\partial p^0}{\partial x_i}(\bar{q}, 0) + 2,4a \cdot \varepsilon [(1 + \alpha)\delta_{ij} - 0,5\alpha\delta_{i2}\delta_{j2} - 0,5\delta_{i3}\delta_{j3}] \left(\mu K_j^0(\bar{q}, 0) + \frac{1}{2} a^2 \frac{\partial p^0}{\partial x_j}(\bar{q}, 0) \right) + 2\pi a^3 \mu \varepsilon (\alpha\delta_{j2} + \delta_{j3}) \frac{\partial^2 U_i^0}{\partial x_j^2}(\bar{q}, 0)$$

Первое приближение за счет не стационарности потока:

$$\alpha \cdot \delta_{i2} \delta_{j2} + \delta_{i3} \delta_{j3}$$

Точность решения задачи для силового воздействия она будет порядка a^3 , для компонент вектора скорости-порядка (a/L) , где L - расстояние от центра эллипсоида до особенностей основного потока.

Литература

1. Седов Л.И. Механика сплошной среды. - М.: Наука, 1970. - Т.1. - 492 с.; - Т. 2. - 568 с.
2. Слезкин Н.А. Динамика вязкой несжимаемой жидкости. - М.: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1955. - 521 с.
3. Хаппель Дж., Бреннер Г. Гидродинамика при малых числах Рейнольдса. - Перевод с англ. - М.: Мир, 1976. - 630 с.
4. Купцов В.С. О силе, действующей на сферическую частицу, помещенную в нестационарный поток вязкой жидкости //В кн: Сб. статей по мех. сплош. сред. /Труды НИИМа. - Воронеж: ВГУ, 1976. - Вып. 18.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»

A.A. Katrachowa, W.S. Kuptsov

THE FORCE INFLUENCE ON THE SMALL ELLIPSOID IN THE NON-UNIFORM FLOW OF THE VISCOUS INCOMPRESSIBLE LIQUID

The Field of velocities and the force influence on the ellipsoid in the on-uniform flow of the viscous incompressible liquid have been calculated in this paper. The zeroth and first approximations of this problem were obtained and the estimation of the task precision was determined

Key words: **метод малого параметра, эллипсоид, нестационарный неоднородный поток, вязкая несжимаемая жидкость**

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Voronezh State Technical University»

УДК 616-001.2

А.Р. Закирова, Ж.М. Буканов

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ПОЛЯ НА РАБОЧИХ МЕСТАХ ПЕРСОНАЛА, ОБСЛУЖИВАЮЩЕГО КОНТАКТНУЮ СЕТЬ

В статье описаны проблемы обеспечения электромагнитной безопасности персонала, обслуживающего контактную сеть и перечислены возможные способы решения данной проблемы. С помощью программы EFC-400 проведены теоретические исследования МП вблизи контактной сети. Предлагается внедрение устройства для контроля магнитных полей разного рода тока и сигнализации, позволяющего информировать персонал о безопасных уровнях магнитных полей вблизи контактной сети

Ключевые слова: контактная сеть, магнитное поле, электрическое поле, электротехнический персонал, безопасность

Контактная сеть (КС) — система устройств, предназначенных для передачи электрической энергии от электрических станций через тяговые подстанции к электровозам.

Электротехнический персонал, обслуживающий контактную сеть, подвергается вредному воздействию электрического (ЭП) и магнитного (переменное и постоянное) полей.

Большой вклад в изучение воздействия ЭМП на биологические объекты, разработку нормативов, стандартов, способов и средств защиты от опасного и вредного воздействия ЭМП внесен такими учеными, как: Р.В. Афанасьев, В.Б. Байбурун, В.Н. Бинги, Ю.Г. Григорьев, Т.В. Коляда, В.Н. Никитина, Н.Б. Рубцова, Т.Е. Сазонова, Б.Н. Савин, А.И. Сидоров, Ю.П. Сыромятников, Г.И. Тихонова, Ю.А. Токарский, Б.С. Ксенофондов, Ю.П. Пальцев, Л.В. Подхозей, Ю.А. Холо-

дов, М.Г. Шандала, М. Andrew, D. Savitz, B. Robert и другие авторы [1-12].

Влияние ЭП и магнитного полей (МП) на биологические системы различного уровня организации, в том числе на центральную нервную систему представлены в [1-6]. Проблему биологического воздействия и гигиенического значения ряда физических факторов окружающей среды, а именно воздействие электромагнитных полей разных частотных диапазонов разрабатывал М.Г. Шандала [7]. Авторы [5] отметили статистически значимый МБЭ в присутствии параллельно постоянного поля, который наблюдался при частоте 32 Гц и воздействии постоянного МП напряженностью 42 мкТл и параллельно переменному МП напряженностью 75 мкТл и 150 мкТл.

С помощью специализированной программы EFC-400 проведен анализ электромагнитной обстановки вблизи контактной сети 3 кВ. При этом использованы следующие данные: расстояние от рельса до контактного провода $h = 6,2$ метра, ток $I_{кв} = 1500$ А, тип провода 2МФ -100 + М - 120. Расчетные значения индукции постоянного МП (мТл) в формате 3D вблизи КС приведены на рис. 1.

Из рис. 1 видно, что вблизи КС значения индукции постоянного МП составляют от 0,60 мТл до 6 мТл (от 600 мкТл до 6000 мкТл), при сравнении с уровнем ПДУ РФ (10 000 мкТл) превышение не наблюдается, постоянное МП не оказывает вредного воздействия на персонал.

Проведен расчет постоянного МП при следующих условиях: ток $I_{кв} = 100 \div 3500$ А, тип провода 2МФ -100 + М - 120. Полученные расчетные значения индукции постоянного МП из программы EFC-400 сведены в табл. 1. Из табл. 1, можно сделать вывод, что на уровне человеческого роста (1,8 метра от уровня головки рельса) и на уровне 5,7 м, 6 м и 6,7 метров (работа электротехнического персонала с изолированной съемной вышки) при разных значениях тока индукция постоянного МП не превышает ПДУ.

Напряженность магнитного поля, создаваемого прямолинейным проводником, при нахождении его в вакууме, равна [8-9]:

$$H = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{I}{r} \quad (1)$$

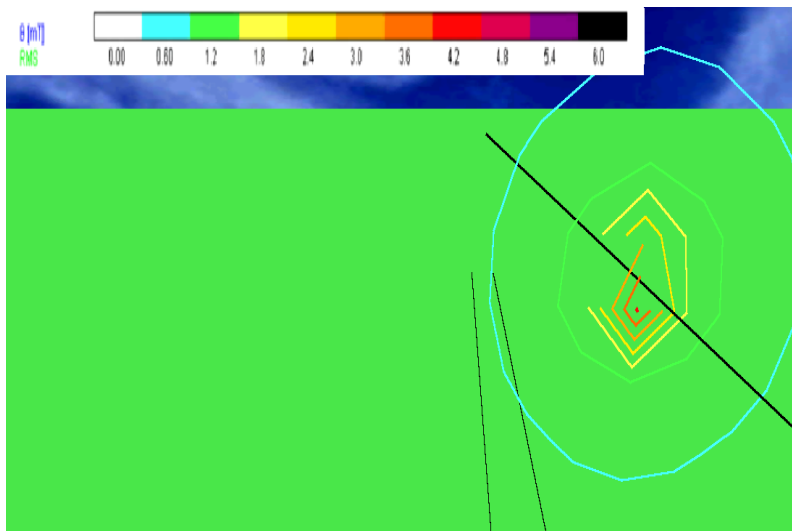


Рис. 1. Распределение индукции постоянного МП в формате 3D вблизи КС при $I = 1500 \text{ A}$

Таблица 1

Величина индукции постоянного МП вблизи КС

Икс, А	H, мкТл, При 1.8 м	H, мкТл, при 5,7 м	H, мкТл, при 6,2 м	H, мкТл, при 6,7 м	ПДУ, мкТл
100	0	200	240	160	10000
200	0	400	480	240	
300	0	600	720	480	
400	0	800	1000	600	
500	0	1000	1200	800	
1000	0	2000	2400	1600	
1500	0	3000	3600	2400	
2000	0	4000	4800	3200	
2500	0	5000	6000	4000	
3000	0	6000	7200	4800	
3500	0	7000	8500	5600	

В соответствии с формулой (1) напряженность магнитного по-

ля прямо пропорциональна величине тока в проводнике, поэтому с увеличением расстояния от проводов КС к уровню головки рельса индукция постоянного МП прямо – пропорционально уменьшается. Так как в контактной сети постоянного тока присутствует спектр высших гармонических составляющих выпрямленного напряжения и тока до 1 кГц, необходимо провести анализ МП выше указанного спектра частот. В программе EFC-400 проведен расчет переменного магнитного поля 50 Гц. В соответствии с отчетом [10] переменная составляющая выпрямленного тока составляет 4,2 % от величины постоянного тока. Результаты расчета МП 50 Гц вблизи контактной сети сведены в табл. 2.

Таблица 2

Индукция магнитного поля 50 Гц вблизи контактной сети

И _{кс} (переменная составляющая выпрямленного тока), А	Н, мкТл, при 1,8 м	Н, мкТл, при 5,7 м	Н, мкТл, при 6,2 м	Н, мкТл, при 6,7 м	ПДУ пере- менного МП, мкТл
21 (4,2 % от 500 А)	0	40	50	30	100 (при 8 ч воз- действии)
42 (4,2 % от 1000 А)	0	80	100	60	
63 (4,2 % от 1500 А)	0	127	152	101	
84 (4,2 % от 2000 А)	0	169	203	135	
105 (4,2 % от 2500 А)	0	211	254	169	
126 (4,2 % от 3000 А)	0	254	304	203	
147 (4,2 % от 3500 А)	0	296	355	237	

Из табл. 2 видно, что индукция магнитного поля МП 50 Гц в ряде случаев превышает ПДУ для 8 часового воздействия, при:
5,7 м от уровня головки рельса и $I_{кс} = 1500 \div 3500$ А;

6,2 м от уровня головки рельса и $I_{кв} = 1000 \div 3500$ А;

6,7 м от уровня головки рельса и $I_{кв} = 1500 \div 3500$ А.

Следовательно, необходимо контролировать время нахождения электротехнического персонала в МП 50 Гц. Так как электротехнический персонал, обслуживающий контактную сеть, выполняет работы под напряжением со съемных изолированных вышек, высота которых составляет 5,6 метров от уровня головки рельса, он попадает в зону влияния индукции МП от 30 мкТл до 355 мкТл, что превышает ПДУ МП 50 Гц (100 мкТл) до 3,5 раз.

Таким образом, с целью сохранения жизни и здоровья работников, обслуживающих контактную сеть, существует потребность в применении работниками, сигнализирующих устройств об уровнях МП на рабочих местах и при необходимости сокращение времени нахождения работников вблизи КС согласно СанПиН 2.2.4.1191-03 [11].

Для защиты электротехнического персонала, от вредного воздействия МП, предлагается внедрить устройство для контроля магнитных полей переменного и постоянного тока. На рис. 2 представлена схема устройства для контроля магнитных полей переменного и постоянного тока.

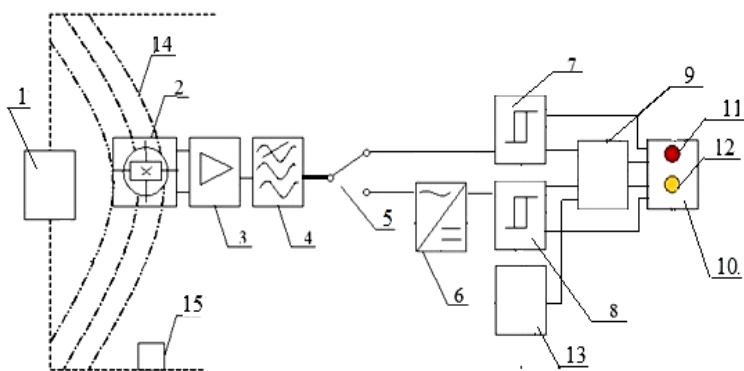


Рис. 2. Схема устройства для контроля магнитного поля переменного и постоянного тока

Схема устройства для контроля магнитного поля переменного и постоянного тока, включает: электроустановку переменного или по-

стоянного тока 1, датчик Холла 2, усилитель сигнала 3, звено частотной коррекции 4, элемент двухпозиционного переключателя 5, амплитудный детектор 6, пороговый элемент постоянного магнитного поля 7, пороговый элемент переменного магнитного поля 8, жидкокристаллический алфавитно-цифровой дисплей 9, сигнальное световое устройство 10 с красной 11 и желтой 12 лампами, элемент контроля уровня заряда батареи 13, магнитное поле (постоянное и переменное) 14, объект воздействия их 15.

Устройство позволяет измерять уровни постоянного и переменного МП на рабочих местах электротехнического персонала и предупреждать о превышении ПДУ МП.

Таким образом, с помощью программы EFC-400 проведены теоретические исследования МП вблизи контактной сети. Отмечена актуальность контроля времени нахождения электротехнического персонала в зоне влияния магнитного поля разного рода тока. Так как напряженность постоянного или переменного магнитных полей может резко меняться во времени из-за изменения токовой нагрузки и превышать максимальные предельно допустимые уровни, оказывая вредное воздействие на электротехнический персонал, предложено устройство, позволяющее постоянно измерять уровни магнитных полей от разного рода тока и сигнализировать о превышении ПДУ. При применении данного устройства возможно сокращение времени воздействия вредного производственного фактора – магнитное поле, на обслуживающий персонал без изменения режима труда и отдыха работников.

Литература

1. Smith S.D., McLeod B.R., Libo A.R. Effects of ion resonance tuned magneticfieldsonn-18 murine neuro blastoma cells //Charge and Field Effects in Bios stems – 3 /Ed. by M. J. Allen, S. F. Cleary, A. E. Sowers, D. D. Shillady. - Boston: Birkhauser, 1992. – P. 64.

2. Goodman R., Henderson A.S. Transcription and translation in cells exposed to extremely low frequency electromagnetic fields // Bioelectric. Bioener, 1991.– Vol.25.– PP. 335-355.

3. Evidence for genotoxic effects of resonant ELF magnetic fields / S. Tofani, A. Ferrara, L. Anglesio, G. Gilli // Bioelectric. Bioener, 1995. - Vol.36. - PP. 9-13.

4. Libo A.R., Smith S.D., McLeod B.R. Experimental evidence for ion cyclotron resonance mediation of membrane transport //Mechanistic

Approaches to Interactions of Electric and Electromagnetic Fields with Living Systems /Ed. by M. Blank, E. Findl. — New York: Plenum, 1987. - PP. 109-132.

5. Бинги В. Н. Ядерные спины в первичных механизмах биологического действия магнитных полей //Биофизика, 1995. — Т. 40, № 3. — С. 677-691.

6. Бучаченко А.Л., Сагдеев Р.З., Салихов К.М. Магнитные и спиновые эффекты в химических реакциях. - Новосибирск: Наука, 1978. — 294 с.

7. Шандала М.Г. Методологические вопросы гигиенического нормирования неионизирующих электромагнитных излучений для населения//Биологические эффекты электромагнитных полей. Вопросы их использования и нормирования. — Пушино, 1986. — С. 135-1504.

8. Кузнецов К.Б., Мишарин А.С. Электробезопасность в электроустановках железнодорожного транспорта. — Екатеринбург: УрГАПС, 1999. — 425 с.

9. Ландсберг Г.С. Элементарный учебник физики. Т.2. Электричество и магнетизм. - М.: Наука, 1985. — 479 с.

10. Четвергов В.А., Маслов Г.П., Поздняков О.И., Шалимов М.Г., Отчет № 960 о научно-исследовательской работе: Опытноконструкторская разработка, исследование и эксплуатационное освоение двенадцатипульсовых выпрямителей тяговых подстанций, 1980. — 149 с.

11. СанПиН 2.2.4.1191-03. Электромагнитные поля в производственных условиях» (с изменениями на 2 марта 2009 года). [Электронный ресурс] — Режим доступа — URL: <http://docs.cntd.ru/document/901853847> (дата обращения: 05.11.2015).

12. Закирова А.Р., Буканов Ж.М. Устройство для контроля напряженности магнитных полей переменного и постоянного токов. Решение о выдачи патента на изобретение от 02.09.2015.

ФГБОУ ВПО «Уральский государственный университет
путей сообщения» (УрГУПС), г. Екатеринбург

A.R. Zakirova, Zh.M. Bukanov

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ПОЛЯ НА РАБОЧИХ МЕСТАХ ПЕРСОНАЛА, ОБСЛУЖИВАЮЩЕГО КОНТАКТНУЮ СЕТЬ

The article describes the problems of electromagnetic safety of personnel servicing the contact network and lists possible solutions to this problem. With the help of EFC-400

theoretical research MP close contact network. It proposes the introduction of the device to control magnetic fields of various kinds of current and alarms, allowing the staff to inform about safe levels of magnetic fields in the vicinity of the contact network

Key words: contact network, magnetic field, electric field, electricians, security

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education «Ural state University of railway transport (USURT) », Yekaterinburg city

УДК 632.15

K.M. Mijanur Rahman, I.I. Rakhimov

ECOLOGICAL EFFECTS OF OIL SPILL ON BANGLADESH SUNDARBANS BIODIVERSITY

On December 9, 2014 approximately 94,000 gallons (78,271 Imperial gallons) of heavy furnace oil spilled into Shela River, which is considered as an important river of the Sundarbans mangrove forest ecosystems. This was the largest ever oil spill incident into the coastal mangrove forest ecosystem of Bangladesh Sundarbans. Vast number of ecologically important animals and plants populations is in great threats after this massive oil spill accident. The spread of oil and its biological effects is documented immediately. Intertidal mangroves plants, river grasses, algae, and associated invertebrates were badly covered by oil and some of them died soon after. The death of Irrawaddy Dolphin (*Orcaella brevirostris*), Oriental Small-clawed Otter (*Amblonyx cinereus*) has been reported because of oil spill. The presence of White Rumped Vulture (*Gyps bengalensis*) over the Sundarbans sky also indicated the large scale death of wild fauna. The secondary effect of oil spill is always much greater than the primary effects. So, proper initiatives should be taken in long run to protect the biological communities of Sundarbans

Key words: ecology, effects, oil, Bangladesh, Sundarbans, Biodiversity

Introduction

The Sundarbans, UNESCO World Heritage Site is the largest mangrove forest in the world comprising approximately 10,000 square kilometres of which major portion (60 %) situated in Bangladesh and rest (40%) of its situated in India [1]. The sandflats, mudflats, and grassy part along the coast are considered as the very important habitat for the different types of flora and fauna including variety of marine birds and other wildlife [2]. Moreover, the presence of the Bay of Bengal introduces many marine wildlife to the biodiversity of Sundarbans. A total of 334 species of plants

are recorded in Sundarbans [3]. It's also the habitat of 150 species of fish, 270 species of birds, 42 species of mammals including Royal Bengal Tiger (*Panthera tigris*), 35 reptiles including Estuarine Crocodile (*Crocodylus porosus*) and 8 amphibian species [4]. According to 2015 Tiger census, now Sundarbans have only 170 tigers [5]. In ecology, Sundarbans mangrove forest always considered as an important transitional zones from the marine to fresh water and terrestrial ecosystems and provides a habitat for numerous species of wildlife fauna. But this important ecosystem is in great threat from different directions. Illegal poaching, habitat destruction and fragmentation, over exploitation of forest resources, using forest river as a business route, oil spill and unplanned tourism are the most common causes for biodiversity destruction.

Petroleum products always have the great negative effects on the mangrove ecosystem on the basis of their composition and concentration. Sometimes, it causes the transformations of the chemical composition of the environment and alteration in its physical properties that lead to the destruction of the nutritional capital of the mangrove biomass which is so harmful for the animal health and as well as for the balance of biological environment.

The Sundarbans coastal waters are always noticed for its immense oil tanker traffic. Recent past, on 9 December 2014, a wrecked tanker in the Sundarbans of Bangladesh led to the release of approximately 94,000 gallons of heavy fuel oil into the Shela River and mangrove ecosystems [6].

Main Body

The Sundarbans is situated in the South-West area (21°30'- 22°30'N, 89°12'-90°18'E) of Bangladesh. It is intersected by a network of tidal canals, creeks and rivers. It is covered an area of 6000 km² of which 3956 km² mangrove forest lands and more than 1800 km² waterbodies. The forest is nationally and internationally considered to be of critical conservation significance for its environmental services and biodiversity [7].

Approximately 94,000 gallons of heavy furnace oil mixed into the Shela River water by an oil tanker accident on 9 December 2014. Furnace oil is a dark, viscous residual fuel oil with high viscosity similar to that of a heavy fuel oil [7]. When released, its physical and chemical properties will change due to evaporation, emulsification, dissolution, photo-oxidation and biodegradation processes and when this type's oil released at an extensive

rate to the coastal environment; of course it has great negative effects up on the whole biomass of that particular environment. Because of, water currents and winds may the oil slick to drift, spreading to coastal areas, open seas, marine and terrestrial habitats (Kingstone, 2002) [8]. For oil that is more volatile, a portion may evaporate making it viscous (Kingstone, 2002) [8]. A proportion of the oil may dissolve in water dispersing to compose a thick mousse, while some may sink combined with particulates while the residues form tar balls (Kingstone, 2002) [8]. With time, however, under the effect of protolysis and biodegradation, oil wastes disintegrate, but this depends on prevailing nutrients, presence of oxygen, micro-agents and temperature (Kingstone, 2002) [8].

Effects of Oil Spill

Oil is toxic to almost all organisms. The toxic effect depends on the composition and concentration of the oil, and the sensitivity of the species affected [9]. Oil spill have both quantitative and qualitative costs. Sometimes it causes the disappearance of pristine wildlife habitat.

Effects on Microbial Populations

Microorganisms in the coastal environment of the Sundarbans mangrove forest play major roles in food chains, biogeochemical cycles and the mineralization of pollutants such as oil spills. In a study describing the microbial ecology changes following the 1997-tanker accident in the Japan Sea the microbial populations have been analyzed using PCR-denaturing gradient gel electrophoresis (DGGE). In this study no control plot analysis could be used to compare the oily samples, but the same general groups of bacteria (alfa-Proteobacteria) were found to dominate the contaminated water-samples (Kasai et al. 2001) [10]. The group further found that the bacteria present in the oil paste samples belonged to types related to hydrocarbon degraders, exemplified by strains related to *Sphingomonas subarctica* (Kasai et al. 2001) [10]. To our knowledge, still no true research is carried out on how oils spills affect microbial populations in coastal environment of the Sundarbans.

Effects on Vegetation

Oil spill always have significant short and long-term effects on coastal area ecosystems. Chemical toxicity of the oil affect the plant water relationship, affect metabolism, become toxic to cell, hamper the photosynthesis of aquatic plants, and interfere with oxygen intake from atmosphere and soils. During heavy tide, spilled oil enter into the center of

the Sundarbans, and plants leaves and stem become covered by oil which will block the stomata, reduced oxygen diffusion to the roots, result will hamper the plant growth. It's reported that floating object like water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) with oil coating is helping in oil spread in Sundarbans too. Oil already mixed with soil has reduced oxygen resulting to anaerobic condition that in effect increases plant stress. Laboratory result showed that Plants with blocked leaves are more severely affected as compared to plants in contaminated soils (Ko & Day 2004) [11]. By visual observation it's noted that most of the plants of the Sundarbans are covered by oil including most famous plants named Sundari (*Heritiera fomes*) and Nipa palm (*Nypa fruticans*). Wholesome apparent acute effects of oil exposure (i.e., loss of leaves from some young mangrove trees at the low tide margin) were also observed [7]. In addition, clean-up process of the oil causes physical disturbance and compaction of the vegetation and soil (Pezeshki, Hester, Lin and Nyman, 2000) [12].

Effects on Wildlife

Oil spill have significant short and long-term negative effects on wildlife population of all trophic levels living in and around the coastal ecosystems. According to data provided by Dr. Abdullah Harun Chowdhury of Khulna University, who performed a visual evaluation of the spill region from 11 to 25 December 2014 in 15 different locations near the spill site, 27 oiled animals (five frogs, two monitor lizards, two crocodiles, 17 egrets, and one otter) [1]. After Oil spill, the death of Irrawaddy Dolphin (*Orcaella brevirostris*) and Oriental Small-clawed Otter (*Amblonyx cinereus*), has been reported and both of the species are globally Vulnerable according to IUCN. The presence of Vultures after oil spill over the Sundarbans sky also indicate the mass death of wildlife fauna. The above result is the short-term effects of oil spill. But oil spill have severe long-term effects. Jewett, Dean, Woodin, Hoberg and Stegeman (2002) using biomarkers of hydrogen exposure reported 10 years after the Exxon Valdez oil spill, near-shore fishes were still exposed to hydrocarbons [13].

Conclusions

Oil spill incident in the Shela River of the Sundarban wildlife sanctuary considered as a severe accident from ecological point of view. Already the death of several globally important wildlife species has been documented, another vast number of species severely affected by oil coating. Most of the plant species leaves and stem has been covered by oil.

For developing country like Bangladesh the secondary effects of oil spill could be more devastating because of the lacking of sufficient technology and skilled manpower for proper clean-up process. So, for protecting this ecologically important world heritage site government should build proper navigation channel that will not affect the important ecosystem of Sundarbans and have to ban the passage of vessels through Shela River and have to adopt modern technology and should buildup trained manpower to minimize this types of accident in near future.

References

1. Sundarbans, Bangladesh-The Encyclopedia of Earth. 19 October 2014. Retrieved 29, January 2015.
2. Khan MMH. Protected Areas of Bangladesh - A Guide to Wildlife. NishorgoProgram, Wildlife Management and Nature Conservation Circle, Bangladesh Forest Department. - 2008.
3. Prain D. The flora of Sundarbans. Records of the Botanical Survey of India.1903; 114: - P.P. 231–272.
4. Scott D.A. Asia and the Middle East in Wetlands. M. Finlayson and M. Moser (eds.). Oxford. - 1991. - P.P. 151–178 ISBN 0-8160-2556-8.
5. Theguardian 2015. Available: <http://www.theguardian.com/environment/2015/jul/27/only-100-tigers-left-in-bangladeshs-famed-sundarbans-forest>
6. National Geographic 2015. Available: <http://news.nationalgeographic.com/2015/05/150507-sundarbans-india-bangladesh-oil-spill-royal-bengal-tiger-irrawaddy-dolphin-bay-of-bengal/>
7. Sundarbans oil spill assessment-Joint United Nations/Government of Bangladesh Mission; Joint UNEP/OCHA Environment Unit, December. - 2014.
8. Kingstone P. Long-term environmental impact of oil spills', Spill Science & Technology Bulletin. - 2002. - Vol. 7. - No. 1. - P.P. 53-61.
9. Potential environmental impacts of oil spills in Greenland-An assessment of information status and research needs; National Environmental Research Institute, Ministry of the Environment. Denmark. - 2002.
10. Kasai Y. Molecular detection of marine bacterial populations on beaches contaminated by the Nakhodka tanker oil-spill accident. Environ. Microbiol /Y. Kasai, H. Kishira, K. Syutsubo & S Harayama – 2001, 3. - P. 246-255.

11. Ko J., & Day J. A review of ecological impacts of oil and gas development on coastal ecosystem in the Mississippi Delta', *Ocean & Coastal Management*. – 2004. - Vol. 47. - P.P. 597-623.

12. Pezeshki S. The effects of oil spill and clean-up on dominant US Gulf Coast marsh macrophytes: a review', *Environmental Pollution*. / S. Pezeshki, M. Hester, Q. Lin a& J. Nyman. – 2000. - Vol. 108. - P.P. 129-139.

13. Jewett S. Exposure to hydrocarbons 10 years after the Exxon Valdez oil spill: evidence from cytochrome P4501A expression and biliary FACs in nearshore demersal fishes, *Marine Environmental Research* / S. Jewett, T. Dean, B. Woodin, M. Hoberg & J. Stegeman. – 2002. - Vol. 54. - P.P. 21-48.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань
Kazan (Volga region) Federal University, Kazan

УДК 621.1:622.033:553.52

С.Ю. Приходько

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕХАНИЗМОВ УСТОЙЧИВОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТЭК ДОНБАССА

Для обеспечения устойчивого функционирования природно-промышленных систем необходимы оптимальные управленческие решения, особенно в регионах подверженных техногенным катастрофам

Ключевые слова: управленческие решения, амплитуда инверсионного подъема, градиент вертикального смещения, математическая модель

Современный период развития общества характеризуется все более нарастающими противоречиями между человеком и окружающей его природной средой. Созданные человеком техносфера и способ хозяйствования стали мощными факторами воздействия на природу. Демографический взрыв, промышленное производство, которое устаревает с каждым годом, сельское хозяйство, находящееся в глубоком кризисе, урбанизация территорий - это своего рода вызовы, брошенные человеком природе и послужившие причиной высокой степени обострения противоречий между обществом и природной средой. Они обостряются стихийными бедствиями и катастрофами. Резкий рост

населения усиливает антропогенные нагрузки, и представляют серьезную угрозу для экологической безопасности. Долгое время причинно-следственная связь между катастрофами и социально-экономическим развитием игнорировалась. Во многих странах планирующие органы практически не занимались проблемами катастроф. В лучшем случае плановики надеялись, что катастроф не будет, а если и будут, то с ними наиболее эффективно можно будет справиться благодаря помощи, предоставляемой извне. Программы развития не оценивались в контексте катастроф, ни с точки зрения воздействия катастрофы на программу развития, ни с точки зрения того, повышает ли намеченное развитие вероятность катастроф и не может ли оно усилить разрушающее действие катастрофы. Катастрофы рассматривались в контексте реагирования на чрезвычайную ситуацию, но не как часть долгосрочной программы развития. Если катастрофа происходила, то реагирование было направлено на удовлетворение элементарных потребностей и на ликвидацию последствий катастрофы. Весьма важным аспектом управления в чрезвычайных ситуациях (ЧС) является прогнозирование последствий ЧС для отдельных экономических объектов или целых территорий. Наличие подобных прогнозов в значительной мере позволяет определить наиболее важные аспекты деятельности по противодействию ЧС и подготовиться к ним. Вместе с тем следует указать, что в целом на Донбассе в настоящее время работы по прогнозированию последствий ЧС проводятся лишь в незначительных объемах.

Важной проблемой при этом является отсутствие общепризнанной методики и единых концептуальных подходов. Примечательно, что данные характеристики существуют на фоне достаточно богатого опыта проведения прогнозных работ в прошлом, а также больших возможностей, предлагаемых современной наукой для проведения подобных работ в настоящее время.

Важной особенностью проведения подобных прогнозов является целесообразность осуществления многовариантных расчетов одного и того же экстремального явления и просмотр различных сценариев физических и экономических последствий, в зависимости от различной силы и интенсивности факторов поражающего воздействия. С методической точки зрения подобный подход не представляет большой сложности, так как для этого достаточно определить переменные и постоянные параметры условий возникновения экстремальных явле-

ний. Это позволяет при одном и том же алгоритме расчета получать практически все возможные варианты физической обстановки возможной ЧС, а на ее основе рассматривать изменение показателей последующих разделов.

Определение физической характеристики последствий экстремальных явлений создает возможность для расчета экономических последствий ЧС. Основными входными параметрами при этом являются данные о наличии и составе основных производственных и непроизводственных фондов в населенных пунктах, которые попадают в зону влияния поражающих факторов, а также данные о численности населения, поголовье скота, объемах запасов материальных средств, объемах производства предприятий и размерах сельскохозяйственных угодий, подвергающихся возможному воздействию [1-3].

Подобная разработка прогнозов экстремальных явлений способствует значительному повышению эффективности работы органов управления в ЧС, так как дает возможность резко сократить время на оценку последствий уже возникшего экстремального явления и содержит основные возможные значения необходимых показателей. При этом пользователю достаточно задать только основные входные параметры. Кроме того, данные прогнозы позволяют получить комплексную картину и дают возможность на общегосударственном уровне рассмотреть вопросы устойчивости экономики региона, выявить имеющиеся узкие места и уточнить стратегию защиты от экстремальных явлений.

Донбасс представляет собой крупный топливно-энергетический комплекс, устойчивое функционирование которого в основном зависит от поведения горного массива, целостность которого нарушена выработанными пространствами. Физико-химические процессы, протекающие в горном массиве, определяются, как его уже ранее нарушенной структурой, так и текущим техногенным воздействием на него. Катастрофы, происходящие в регионе можно выделить в следующие группы:

1. Внезапные выбросы угля и газа в угольных шахтах.
2. Провалы земной поверхности, в результате шахтных подработок, и нарушение поверхностной инфраструктуры.
3. Нарушение подземного водного баланса и, как результат, подтопление подземных и наземных коммуникаций.

Важным аспектом управления в чрезвычайных ситуациях на Донбассе является прогнозирование опасных процессов в горных массивах и на основе данных прогнозирования принятие оптимальных управленческих решений. Поведение горного массива зависит от многофакторного на него воздействия и поэтому прогноз его устойчивого состояния требует системного подхода. Необходима реализация региональной физико-математической модели горного массива в 4-Д формате, включающей в себя 3-Д модель и базу физико-химических данных в реальном масштабе времени. Региональная модель дает возможность выделения локальных математических моделей как на уровне отдельных районов и городов, так и на уровне отдельных предприятий. На рисунке показана модельная реконструкция амплитуд инверсионного подъема ($h_{\text{мод}}$) на территории Донецкого бассейна, которая является основой 4-Д модели региона.

В качестве основы для математического моделирования использовалась схема глубинных тектонических разломов фундамента Донбасса. В момент времени, выбранный за начальный, мы предполагаем, что массив находится в состоянии покоя. Западная и восточная и границы бассейна, соответственно в зонах Мариупольско-Курского и Липецко-Константиновского линейментов, зажаты ($h = 0$), а северная (Северо-Донбасский краевой разлом) и южная (Южно-Донбасский краевой разлом) - свободны ($\nabla h = 0$). Внутри массива, в зависимости от типов разрывных нарушений, задаются три вида разрывов:

$$(\nabla h|_1 - \nabla h|_2) \cdot \vec{n} = 0 \text{ - для слабых разрывов,}$$

$$(\nabla h|_1 - \nabla h|_2) \cdot \vec{n} + h = 0 \text{ - для упругих разрывов,}$$

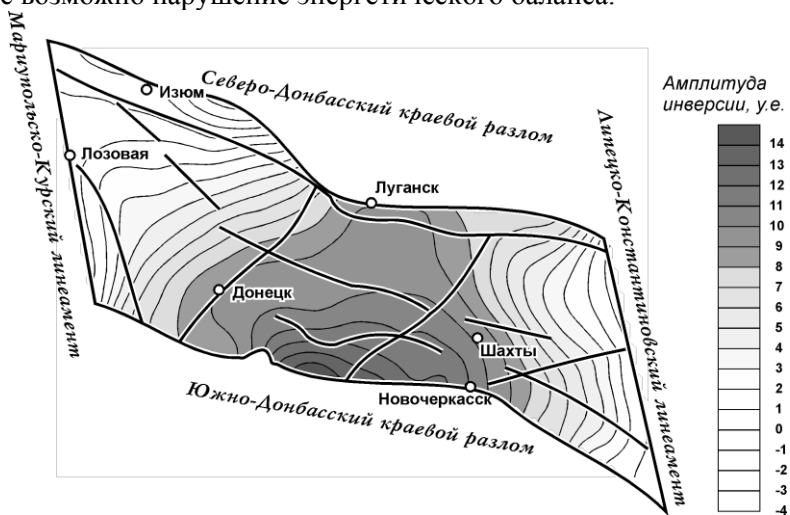
$$(\nabla h|_1 - \nabla h|_2) \cdot \vec{n} + h = 1 \text{ - для упругих разрывов со смещением,}$$

где \vec{n} - вектор нормали к линии разрыва.

Получающаяся при этом начально-краевая задача решается методом численного моделирования в наиболее простой ситуации, когда в уравнении:

$$\frac{\partial^2 h}{\partial t^2} = \frac{\mu}{\rho} \Delta h + c_1 h^{\beta-1} - c_2 h^\beta, \quad 0 < c_i < \infty, 0 < \beta = \frac{\alpha}{1-\alpha}, 0 < \alpha < 1.$$

Младшие слагаемые ведут себя линейным образом. Данное модельное уравнение учитывает зависимость вертикального смещения, а, следовательно, напряжений на земной поверхности, от взаимодействия внешнего и внутреннего суммарных потенциалов. Основной вклад в формирование и развитие земной поверхности привносит именно «конкуренция» между этими потенциалами. Соответствующий численный результат, представляющий собой картограмму изолиний амплитуд инверсионного подъема на территории Донецкого бассейна в условных единицах (у.е.) показан на рисунке. При построении математической модели горного массива был получен степенной коэффициент, определяющий энергетическое состояние открытой системы, включающей в себя горный массив, внешний и внутренний потенциалы. Были определены значения этого коэффициента, при которых в системе возможно нарушение энергетического баланса.



Модельная реконструкция амплитуд инверсионного подъема ($h_{\text{мод}}$), предшествовавшего складкообразованию в уральскую фазу складчатости герцинского орогенического цикла, на территории Донецкого бассейна

Из теории бинарных систем, хорошо известно, что знак начальной энергии системы существенно влияет на ее поведение, например, если начальная энергия отрицательна, то это приводит к

фазовому переходу.

Результаты анализа поведения градиента $\int |\nabla h|^2 dx$

$E(h(0))$	$\int \nabla h ^2 dx$
$0 < \beta < 1$	
$E(h(0)) < E^* < 0$	Квалифицированная оценка сверху на любом фиксированном временном интервале
$E(h(0)) = E^*$	$= (c_1 C_0^{\beta+1})^{\frac{2}{1-\beta}}$
$E^* < E(h(0)) < 0$	Универсальная двухсторонняя оценка сверху и снизу
$E(h(0)) \geq 0$	Универсальная оценка сверху
$\beta > 1$	
$E(h(0)) > 0$	Квалифицированная оценка сверху локальная по времени
$E(h(0)) \leq 0$	Универсальная оценка снизу и оценка сверху локальная по времени
$\beta = 1$	
$\chi > 0,$ $E(h(0)) < 0$	Квалифицированная оценка сверху на любом фиксированном временном интервале
$\chi > 0,$ $E(h(0)) = 0$	$= 0$
$\chi > 0,$ $E(h(0)) > 0$	Универсальная оценка сверху
$\chi < 0, E(h(0)) < 0$	Универсальная оценка снизу и квалифицированная оценка сверху на любом фиксированном временном интервале
$\chi < 0, E(h(0)) \geq 0$	Квалифицированная оценка сверху на любом фиксированном временном интервале

Применительно к нашей ситуации, это означает следующее: если $E(h(0)) < 0$, то в системе, при определенных значениях параметров, возможен быстрый рост градиента амплитуды инверсионного

подъема. Анализ математической модели показал, что случаи $0 < \beta \leq 1$ и $\beta > 1$ существенно отличаются. В таблице приведены результаты анализа поведения градиента $\int |\nabla h|^2 dx$.

Таким образом, определяя поведение градиента вертикального смещения (который связан с тензором деформаций \underline{H}) мы тем самым определяем поведение соответствующих напряжений в горном массиве. Найденная зависимость между значением начальной энергии системы и поведением градиента вертикального смещения, а как следствие и самого вертикального смещения, позволяет получать информацию о поведении напряжений внутри горного массива.

Практическое использование моделирования ЧС предусматривает значительный организационный аспект, связанный, как с разработками подобных моделей, так и с их применением. Применительно к разработке моделей в составе организационного аспекта стоят следующие задачи:

- обеспечение организации поступления информации из различных источников;
- придание разработчикам моделей достаточно высокого официального статуса, в целях решения организационных вопросов;
- своевременное и достаточное финансирование работ по прогнозированию и математическому моделированию;
- создание передовой технической базы, подключение к всемирной информационной сети;
- создание условий для работы специалистов.

Как показывает практика, без эффективного решения данных организационных задач создание действенных информационных систем невозможно.

Следует подчеркнуть, что количественное определение степени риска в современной экономике носит необходимый характер. Задача состоит в том, чтобы дать некую систему сравнения для практической и законодательной деятельности. Ранжирование рисков при этом позволяет на основе сравнения выбирать проекты, имеющие наибольшую экономическую устойчивость и эффективность.

Исходя из этого, можно отметить, что современная наука предоставляет значительные методические возможности для проведения работ по прогнозированию последствий ЧС в экономике регионов

или страны в целом. Проблема заключается лишь в осознании преимуществ наличия подобных прогнозов и обеспечении их разработок применительно ко всем потенциально объектам и зонам.

Литература

1. Таранец, Р.М. Новый подход к оценке влияния внешних и внутренних сил на поведение горного массив [Текст] /Р.М. Таранец, В.А.Привалов, С.Ю.Приходько //Проблеми екології. - Донецьк: ДонНТУ, 2007. - №1-2. - С. 46-50.

2. Таранец, Р.М. Об одном из аспектов нелинейной геодинамики: влияние массовых сил на тектоническое поведение земной поверхности на примере Донецкого бассейна [Текст] /Р.М. Таранец, В.А. Привалов, С.Ю. Приходько //Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: «Гірничо-геологічна». Випуск №6(125). - Донецьк, ДВНЗ «ДонНТУ», 2007. - С. 205-210.

3. Приходько, С.Ю. Исследование влияния внешних и внутренних сил на поведение горного массива [Текст] / С.Ю. Приходько, Р. М. Таранец //Материалы 11-й международной конференции «Геоинформационные технологии в управлении территориальным развитием», Ялта.- 2008.

ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет»,
Донецкая народная республика
S.Y. Prihodko

BASIC DIRECTIONS OF PERFECTION OF MECHANISMS OF STEADY FUNCTIONING OF FUEL AND ENERGY COMPLEX OF DONBAS

For providing of the steady functioning of the naturally-industrial systems optimal administrative decisions are needed, especially in regions subject to the technogenic catastrophes

Key words: management decisions, the amplitude inversion recovery, gradient vertical displacement, mathematical model

**Государственное высшее учебное заведение «Донецкий
национальный технический университет»,
Донецкая народная республика
Donetsk national technical university**

УДК 55.556

Т.С. Гоппен

НАБЛЮДАТЕЛЬНАЯ СЕТЬ МОНИТОРИНГА ПОДЗЕМНЫХ ВОД ЦЕНТРАЛЬНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА. ДИНАМИКА И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

В статье рассмотрена характеристика наблюдательной сети мониторинга подземных вод, изменения ее количественного и качественного состава, проблемы дальнейшего использования. Исследование основано на данных государственного мониторинга состояния недр

Ключевые слова: мониторинг, подземные воды, Центральный федеральный округ, динамика процесса, перспективы использования

Государственный мониторинг состояния недр (ГМСН) – это система регулярных наблюдений, сбора, накопления, обработки, анализа и обобщения информации. Одной из основных задач в сфере осуществления ГМСН является обеспечение информацией о состоянии недр и происходящих в них процессах органов управления государственным фондом недр и других органов государственной власти на региональном и территориальном уровнях, в том числе в оперативном режиме. Результаты оценки состояния геологической среды, как по субъектам Федерации, так и округу в целом, являются официальной информационной основой для обоснования и принятия управленческих и других решений, связанных с использованием и охраной геологической среды и хозяйственных объектов.

Наблюдения за гидродинамическим и гидрохимическим состоянием и режимом подземных вод на территории ЦФО ведутся по наблюдательным скважинам государственной опорной наблюдательной сети (ГОНС), территориальной наблюдательной сети (ТНС) и объектной (локальной) наблюдательной сети (ОНС, ЛНС).

Государственная опорная наблюдательная сеть по состоянию на 01.01.2015 г. включает в себя 1581 скважину, входящую в 1046 специализированных наблюдательных объектов (наблюдательные площадки, ярусные кусты). Наблюдения ведутся как за гидродинамическим, так и за гидрохимическим состоянием подземных вод. На пунктах наблюдений выполняются замеры уровней, температуры подземных вод, отбираются пробы на различные виды лабораторных исследований.

В структуре ГОНС функционирует 4 полигона. На полигонах «Каменная Степь» в Воронежской области, «Малая Истра» в Москов-

ской области и «Верхняя Волга» в Ярославской области выполняется комплекс наблюдений для изучения закономерностей условий формирования ресурсов и баланса подземных вод в различных гидрогеологических и ландшафтных условиях. На полигоне «Деменка-Кожаны» в Брянской области ведутся наблюдения за миграционными процессами радиоактивного загрязнения в результате аварии на Чернобыльской АЭС.

Территориальная наблюдательная сеть на 01.01.2015 г. сохраняется на территориях Калужской, Липецкой областей и г. Москвы, где действует финансирование за счет областного бюджета. В период с 2005-2013 гг территориальные наблюдения велись также в Курской, Тамбовской и Ярославской областях, но затем финансирование было прекращено. Таким образом, количество наблюдательных пунктов ТНС уменьшилось с 418 в 2010 году до 208 в 2014 году. Так же, как и в сети ГОНС, по территориальной сети ведутся наблюдения за гидродинамическим и за гидрохимическим состоянием подземных вод. В г. Москве по территориальной сети наблюдается состояние только четвертичных и мезозойских водоносных горизонтов.

Объектная наблюдательная сеть организована на объектах техногенного воздействия на подземные воды (крупные водозаборы, промышленные предприятия, разрабатываемые месторождения ТПИ, полигоны ТБО и другие объекты). Ее количество за анализируемый период также сократилось более, чем в 2 раза. В 2010 году были получены данные от 2237 объектов наблюдательной сети, а в 2014 – от 1071. Стоит отметить, что значительное количество наблюдательных пунктов ОНС не учитывается в системе государственного мониторинга, что в свою очередь связано с юридическими аспектами лицензирования пользования недрами и, в целом, невысокой дисциплиной недропользователей в плане предоставления отчетности.

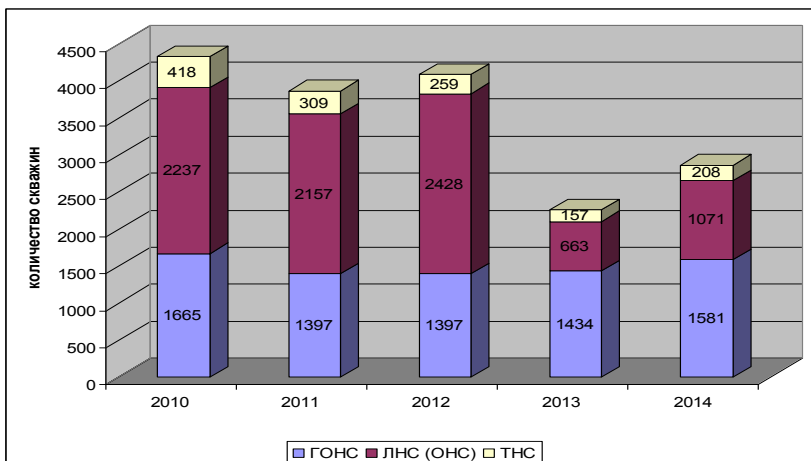
Наблюдательная сеть охватывает все присутствующие на территории ЦФО артезианские бассейны второго порядка: Ветлужский, Волго-Сурский, Днепровско-Донецкий, Ленинградский, Московский, Приволжско-Хоперский и Северо-Двинский. Наблюдательные скважины оборудованы на водоносные горизонты и комплексы различного возраста – от архей-протерозойского до четвертичного, наибольшее их количество – на основные эксплуатируемые водоносные горизонты и комплексы и на первые от поверхности водоносные горизонты, испы-

тывающее наибольшее техногенное воздействие.

Наблюдательная сеть, в том числе ГОНС в основном ориентирована на изучение режима подземных вод в нарушенных условиях. Большая часть (около 70 %) наблюдательных скважин расположена в районах интенсивной эксплуатации подземных вод – в зонах влияния водозаборов, водопонижительных систем и урбанизированных территорий. Соответственно, она не может покрыть изучаемую территорию с детальностью, необходимой для достоверного пространственного анализа гидродинамического и гидрохимического состояния подземных вод, в том числе для картирования депрессионных областей и воронок и участков загрязнения подземных вод.

На 01.01.2015 года вся наблюдательная сеть мониторинга подземных вод включала 2590 скважин (все скважины ГОНС, пригодные по техническому состоянию и отвечающие поставленным задачам, наблюдательные скважины объектной сети и ряд эксплуатационных скважин). Включение в режимные наблюдения мониторинга эксплуатационных скважин было продиктовано необходимостью компенсировать выбывание скважин опорной наблюдательной сети. Особенно много скважин было потеряно на территории Москвы и Московской области из-за их технически неудовлетворительного состояния, непригодного для получения кондиционных результатов, или ликвидации скважин при строительных работах. Несмотря на то, что выбор скважин для выполнения наблюдений осуществлялся с учетом принципа полноты получения информации, как по площади, так и по разрезу с учетом расположения имеющихся скважин ГОНС, практика показала малопригодность скважин эксплуатационной сети для целей мониторинга.

Неравномерность размещения наблюдательной сети усугубляется систематическим выходом из строя и ликвидацией наблюдательных скважин. За последние 5 лет было потеряно 84 скважины ГОНС. Новые наблюдательные пункты ГОНС не создавались уже более 15 лет. По результатам инспектирования в 2014 году установлено, что 118 скважин (8 % от общего числа) находятся в неудовлетворительном техническом состоянии и нуждаются в чистке или ремонтно-восстановительных работах.



Динамика изменения количества скважин мониторинга подземных вод по источникам финансирования с 2010 по 2014 гг.

Основными причинами потери скважин являются:

1. Отсутствие официального статуса наблюдательной сети, что влечет за собой их стихийную ликвидацию и попадание на территории частных земель и соответственно прекращение доступа к ним.

2. Прекращение работ по чистке и восстановлению скважин в связи с недостаточным финансированием.

Для достоверной оценки качества подземных вод, оценки и прогноза изменения гидрогеохимических условий каждого эксплуатируемого водоносного горизонта необходимо:

- расширить имеющуюся наблюдательную сеть;
- регулярно производить ревизию скважин, работы по их чистке и восстановлению;
- закрепить за скважинами ГОНС официальный статус, что воспрепятствует произвольному их уничтожению владельцами земельных участков;
- активно вести работу по сбору отчетности с недропользователями (объектная наблюдательная сеть) в соответствии с условиями лицензионных соглашений.

Литература

1. Ведение государственного мониторинга состояния недр территории Центрального федерального округа в 2008-2010 гг.. Отчет о НИР (заключит)/ ОАО «Геоцентр-Москва». Руководитель Лященко Г.В.; Гончаренко Д.Б., Печеникина О.А., и др. Росгеолфонд. Инв. № 498484. М., 2011. – 12614 с.

2. Гоппен Т.С. др. Информационный геологический отчет о результатах и объемах работ, выполненных за 12 месяцев 2014 года по объекту: «Государственный мониторинг состояния недр территории Центрального федерального округа в 2011-2015 г.г.» – 77 с.

3. Гоппен Т.С., Егоров Ф.Б. и др. Аналитический обзор состояния недр территории Центрального федерального округа за период 2010-2014 г.г. Выпуск №2. Москва, 2015. - 250 с.

4. Гоппен Т.С., Егоров Ф.Б. и др. Информационный бюллетень о состоянии недр территории Центрального федерального округа за 2013 год. Выпуск 19. М., 2014 г. – 220 с.

5. Гоппен Т.С., Егоров Ф.Б. и др. Информационный бюллетень о состоянии недр территории Центрального федерального округа за 2014 год. Выпуск 20. М., 2014 г. – 244 с.

Региональный центр мониторинга состояния недр по Центральному
федеральному округу, г. Москва.

АО «Геоцентр-Москва»

T.S. Goppen

**OBSERVANT NETWORK OF MONITORING OF GROUND WATERS
OF CENTRAL FEDERAL DISTRICT. DYNAMICS AND PROSPECTS
OF THE USE**

Description of observant network of monitoring of groundwaters, change of her quantitative and quality composition, problem of the further use is considered in the article. Research is based on data of the state monitoring of the state of bowels of the earth

Key words: **мониторинг, подземные воды, Центральный федеральный округ, динамика процесса, перспективы использования**

**Региональный центр мониторинга состояния недр по Централь-
ному федеральному округу, г. Москва.
АО «Геоцентр-Москва»**

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЯ ПРИ НИЗКОМ УРОВНЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

В данной статье рассматривается проблема энергетической безопасности предприятия при низком уровне показателей качества электроэнергии. В результате анализа было выявлено, что провалы напряжения, возникающие в системе электроснабжения предприятий, в результате отключения и последующего автоматического повторного включения – однофазного или иного, вследствие включения мощных электроприёмников и других причин негативно влияют на работу электроприемников. Прежде всего, чувствительные элементы к помехам, каковыми являются системы управления и контроля; последние в большинстве случаев выполняются на базе микропроцессорной техники либо использования ЭВМ. Также рассмотрено решение данных проблем, посредством внедрения и использования динамических компенсаторов искажений напряжения, приведен их принцип работы и представлены их основные достоинства

Ключевые слова: энергетическая безопасность предприятия, показатели качества электрической энергии

Одна из основных особенностей современного промышленного производства состоит в том, что сложное технологическое оборудование не может нормально существовать, если электроснабжение не бесперебойное. Для промышленных предприятий в нефте- и газодобыче, транспортировки нефти и газа, в химии, горно-обогатительных производствах, металлургии, целлюлозно-бумажной промышленности и многих других производствах перерыв электропитания на несколько секунд или даже десятые доли секунды ведёт к нарушению непрерывного технологического процесса или остановке производства.

До последнего времени проблема влияния кратковременного нарушения электроснабжения (КНЭ) на работу электроприемников решалась исключительно с помощью источников бесперебойного питания с аккумуляторным либо инерционным накопителями энергии. Провалы напряжения в десятые доли секунды очень часто приводят к частичной или полной остановке сложного автоматизированного производства. Прямые и косвенные ущербы предприятий и организаций достигают десятков тысяч и даже миллионов долларов в год. Статистика свидетельствует, что провалы напряжения с глубиной свыше 50

% составляют лишь 10 % от общего числа, а провалы напряжения с длительностью десятые доли секунды составляют более 80 %.

Выполнен анализ факторов и причин кратковременных нарушений режима на предприятии ОАО «Газпром нефтехим Салават». Обработав все данные, полученные на производстве можно сделать диаграмму кратковременных нарушений режима (рисунок).



Диаграмма кратковременных нарушений режима на предприятии

Факторы, негативно влияющие на надежность электроснабжения потребителей предприятия:

- резкое снижение надёжности системы внешнего электроснабжения объектов, вместо 2-3 отключений, которые закладывались в проектные решения, до 20-40 отключений в год;

- реформирование электроэнергетической отрасли, отсутствие технических и экономических механизмов повышения качества электрической энергии, разграничения зоны ответственности за качество электроэнергии;

- физический износ оборудования, отсталость технических решений по применению высоковольтного оборудования и устройства РЗиА энергосистемы и главных понижающих подстанций (ГПП) предприятий;

- недостаточное финансирование программ капитальных ремонтов, технического перевооружения и модернизации оборудования.

Динамические компенсаторы искажений напряжения (ДКИН) представляют собой устройство с двукратным преобразованием

напряжения. Вход напряжения подключен к системе электроснабжения и через управляемый выпрямитель напряжение подается на конденсаторы Q. Выход ДКИН через управляемый инвертор на базе ПУВ и через вольтодобавочный трансформатор (ВДТ) подключен к нагрузке.

ДКИН-AS обеспечивает за 1мс отклик на провал напряжения с последующим регулированием напряжения наполовину в течение 1 мс и полным восстановлением напряжения в следующую половину цикла.

Динамические компенсаторы искажений напряжения имеют исполнения:

- по входному напряжению:
380, 480, 690, 6000, 10000, ... 138000 В;
- по мощности устройств:
380В: от 25 до 6 000 кВА;
6(10) кВ от 1000 до 50 000 кВА;
- с системой водяного и/или воздушного охлаждения;
- контейнерного или шкафного исполнения;
- по условиям эксплуатации: 1 - 0 ч +40 °С; 2 - 20 ч +40 °С.

ДКИН'SS обеспечивают полную компенсацию провалов напряжения в пределах номинального напряжения при перегрузках по току 200 % в течение, не менее 30 сек. Частичного исправления для трехфазных провалов напряжения вплоть до 50 % и однофазных провалов до 55 % в течение не менее 30 сек.

Преимущества динамических компенсаторов искажений напряжения: частичная или полная защита от всех видов КЗ; время реакции на кратковременные нарушение электроснабжения 2 мс. Эффективность работы устройств более 98,8 % при 100 % нагрузке по отношению к мощности компенсатора; компенсация гармонических составляющих, фликеров; синусоидальная форма выходного напряжения; симметрирование напряжения на нагрузке; отсутствие аккумуляторных батарей, высокая надежность, низкая потребляемая мощность и малые затраты [1, 2].

Анализ нарушений электроснабжения предприятия, приведших к остановам производства и связанных с возмущениями, возникающими в энергосистеме, показывает резкое снижение показателей надёжности энергосистем предприятий.

Анализ аварийных нарушений электроснабжения позволил

сделать выводы:

- часты кратковременные нарушения электроснабжения на ВЛ, что свидетельствует об изношенности основного оборудования и релейной защиты линии электропередачи;

- сильное воздействие на технологический процесс оказывает кратковременное нарушение электроснабжения на шинах 0,4 кВ, что требует внедрения ДКИН для обеспечения непрерывности технологического процесса и снижение ущерба от недовыпуска продукции;

- внедрение ДКИН позволит исключить влияние провалов напряжения на работу всей подключенной к центральному распределительному пункту электродвигательной нагрузки, осуществить компенсацию реактивной мощности, устранить все виды искажений трёхфазной сети, обеспечить направленную компенсацию гармоник и устранить перенапряжения [2, 3].

Динамический компенсатор искажений напряжения обеспечивает непрерывное регулирование в пределах 1 % номинального напряжения, когда напряжение изменяется в пределах 90 — 100 % (или в пределах 90 — 110 % для ДКИН с расширенным диапазоном регулирования). Такое регулирование позволяет улучшить или оптимизировать точность и надежность работы электрической нагрузки вследствие стабильности электроснабжения. Регулирование выходного напряжения продолжается не только, когда происходят скачки напряжения, в отличие от других аналогичных устройств, но и когда нет дискретного изменения выходного напряжения [2].

Динамический компенсатор искажений напряжения может быть сконфигурирован так, чтобы обеспечить компенсацию падения напряжения в линии, питающей нагрузку. Динамический компенсатор искажений напряжения убирает падение напряжения по всей линии при больших нагрузках, таким образом, обеспечивая постоянное напряжение в конце линии на вводе в нагрузку [1].

Проведен анализ работы электрической сети после установки ДКИН. Для построения модели использована программная среда MatLab Simulink, в состав которой входит библиотека силовых элементов электрической сети Sim Power Systems. Исследование модели показало целесообразность использования ДКИН [1, 3].

Выводы:

1. Выполнен анализ факторов и причин кратковременных

нарушений режима на предприятии.

2. Обосновано использование ДКИН в распределительных сетях предприятия.

3. Проведен анализ работы электрической сети после установки ДКИН.

Литература

1. Вильданов Р.Г., Ионцева О.А., Исхаков Р.Р., Бикметов А.Г. Снижение потерь электроэнергии с помощью компенсации реактивной мощности //Современные проблемы науки и образования. – 2015. - № 1. – С. 265.

2. Вильданов Р.Г., Вагапов М.Р., Фарваев И.Р. Разработка мероприятий по энергосбережению в системах промышленной вентиляции //Современные проблемы науки и образования.– 2015.- № 1. – С. 380.

3. Авдеева К.Е., Вильданов Р.Г., Авдеев Р.В. Математическая постановка задачи распознавания и алгоритмостроения //В сборнике: Информационные технологии. Проблемы и решения Материалы Международной научно-практической конференции. Уфа: Восточная печать. – 2014. – С. 96-100.

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Уфа, Республика Башкортостан

S.S. Fomichev, K.V. Nedospasov

ENERGY SECURITY COMPANIES WITH LOW POWER QUALITY

This article addresses the problem of energy security of the enterprise at a low power quality. The analysis revealed that the voltage dips that occur in the electricity business due to blackouts and subsequent automatic reclosing - single-phase or another, due to the inclusion of high-power electrical receivers and other factors adversely affect the operation of power consumers and, above all pomehochuvstvitelnye elements, which are the systems management and control, last in most cases carried out on the basis of microprocessor technology, or use a computer. It is also considered a solution to these problems by introducing the use of dynamic compensators and voltage distortion, given their working principle and presented their basic dignity

Key words: **энергетическая безопасность предприятия, показатели качества электрической энергии**

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education

«Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Уфа, Республика Башкортостан

К.С. Щербакова, И. В. Ситников, А.А. Однолько

ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПОЖАРА ПРИ ОЦЕНКЕ ПОЖАРНОГО РИСКА ОБЪЕКТА ЗАЩИТЫ

Проанализированы интегральная и полевая математические модели пожара. Проведено сравнение результатов моделирования динамики опасных факторов пожара в производственном помещении, полученных на основе указанных моделей. Выявлено расхождение результатов, полученных посредством различных моделей

Ключевые слова: пожарная безопасность, пожарный риск, опасный фактор пожара, математическое моделирование пожаров, интегральная математическая модель пожара, полевая математическая модель пожара

Сведения об обстановке с пожарами в России, приведенная в табл. 1, свидетельствует о том, что, несмотря на тенденцию снижения количества пожаров, проблема обеспечения пожарной безопасности на объектах защиты остается сложной.

В начальной стадии развития пожара опасными для человека факторами являются: пламя, высокая температура, интенсивность теплового излучения, токсичные продукты горения, дым, снижение содержания кислорода в воздухе [1], поскольку при достижении критических значений они поражают его организм.

Таблица 1

Статистика пожаров за последние четыре года в России

Год	Количество пожаров, тыс.
2011 г.	168,528
2012 г.	162,975
2013 г.	153,208
2014 г.	153,002

Мерой воздействия опасных факторов пожара на людей является соотношение требуемого времени эвакуации с расчетным временем эвакуации, что лежит в основе определения пожарного риска, величина которого не должна превышать значение одной миллионной в

год [2].

Для расчета требуемого времени эвакуации, которое определяется временем блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара, широко применяются математические методы моделирования [3], которые получили распространение в других областях инженерной безопасности, в частности [4, 5, 6]. Для определения времени блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара применяются математические модели следующих видов – полевая, интегральная и зонная (зональная). Причем, в ряде случаев нормативными документами допускается применение различных видов моделей, проблема заключается в том, настолько совпадают результаты моделирования, полученных с помощью разных моделей.

Более подробно в работе рассматриваются две модели определения требуемого времени эвакуации – интегральная и полевая.

Интегральная математическая модель пожара основана на фундаментальных законах сохранения массы и энергии и имеет следующий вид [7]:

$$V \frac{d\rho_m}{d\tau} = \psi + G_6 - G_2 + G_{np} - G_{выт} \quad (1)$$

$$V \frac{d}{d\tau} \left(\frac{p_m}{k-1} \right) = (\eta \cdot Q_n^p + i_z) \cdot \psi + c_{pz} \cdot T_g \cdot (G_6 + G_{np}) - c_{pz} \cdot T_m \cdot (G_2 + G_{выт}) - Q_w \quad (2)$$

где ρ_m – среднеобъемная плотность, кг/м³; p_m – среднеобъемное давление, Па; T_m – среднеобъемная температура, К; μ_m – среднеобъемная оптическая плотность, Нп/м; V – объем помещения, м³; τ – время развития пожара, с; ψ – скорость выгорания (скорость газификации) горючего материала, кг/с; G_6 – массовый расход поступающего в помещение воздуха из окружающей атмосферы посредством естественной вентиляции, кг/с; G_2 – массовый расход выходящих газов из помещения в окружающую атмосферу посредством естественной вентиляции, кг/с; G_{np} – массовый расход, создаваемый механическим притоком, кг/с; $G_{выт}$ – массовый расход, создаваемый механической вытяжкой, кг/с; k – показатель адиабаты; η – коэффициент полноты сгорания; Q_n^p – низшая теплота сгорания, Дж/кг; i_z – энтальпия газовой среды, Дж/кг; c_{pz} – удельная изобарная теплоемкость газовой среды, Дж/кг К; Q_w – суммарный тепловой поток в ограждения, Вт.

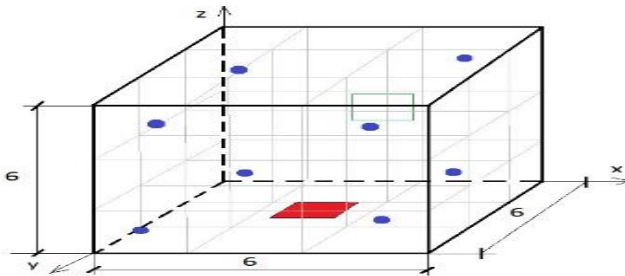
Основой для полевых моделей пожара являются уравнения, выражающие законы сохранения массы, импульса, энергии и масс компонентов в рассматриваемом объеме:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j}(\rho u_j) = 0 \quad (3)$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho h) + \frac{\partial}{\partial x_j}(\rho u_j h) = \frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\frac{\lambda}{c_p} \frac{\partial h}{\partial x_j} \right) - \frac{\partial \dot{q}_j^R}{\partial x_j} \quad (4)$$

где $h = h_0 + \int_{T_0}^T c_p dT + \sum_k Y_k H_k$ - статическая энтальпия смеси; H_k - теплота образования k -го компонента; $c_p = \sum_k Y_k c_{p,k}$ - теплоемкость смеси при постоянном давлении; \dot{q}_j^R - радиационный поток энергии в направлении x_j .

Моделирование пожара проводилось в условном производственном помещении с обращением горючих жидкостей, параметры которого представлены на рисунке. Результаты численного эксперимента сведены в табл. 2.



Производственное помещение с обращением горючих жидкостей

Таким образом, методика определения величины пожарного риска [7] допускает применять, при известных ограничениях, как полевую, так и интегральную математическую модель пожара. При сравнении необходимого времени эвакуации, полученного в ходе расчета по интегральной и полевой моделям, при одинаковых исходных данных получили расхождение результатов. Существует несовпадение получаемых результатов [8]. Это может привести к неточной оценке пожарного риска объекта строительства. Данная проблема требует бо-

лее глубоких теоретических и экспериментальных исследований.

Таблица 2

Время наступления критического значения опасных факторов пожара, с

Программный продукт ОФП	Исходная интегральная математическая модель пожара	Аналитическая интегральная математическая модель пожара	СИ-ТИС ВИМ	Pyro-Sim
Среднеобъемная плотность НСІ	50	50	100	240
Среднеобъемная плотность O ₂	80	95	155	197
Среднемассовая температура	80	90	145	190

Литература

1. Однолько, А.А. Теория горения и взрыва. Возникновение и распространение горения. Оценка пожаровзрывоопасности: курс лекций [Текст] /А.А. Однолько, С.А. Колодяжный, Н. А. Старцева - Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т. – 2-е изд., перераб. и доп. – Воронеж, 2011. – 137 с.

2. Федеральный закон N 123-ФЗ Российской Федерации от 22 июля 2008 г. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». Введ. 2008 –07 –22. – М.: НЦ ЭНАС, 2008. – 64 с.

3. Ситников, И.В. Анализ основных математических моделей пожара, применяемых для расчета времени блокирования путей эвакуации опасных факторов пожара [Текст] /И.В. Ситников, И.А. Шепелев, С.А. Колодяжный, А.А. Однолько //Инженерные системы и сооружения. – 2012. – № 1 (6). – С. 81-87.

4. Сазонова, С.А. Разработка модели анализа потокораспределения возмущенного состояния системы теплоснабжения /С.А. Сазо-

нова //Моделирование систем и информационные технологии. Сб. науч. тр. – Воронеж, 2007. – С. 52-55.

5. Квасов, И.С. Энергетическое эквивалентирование больших гидравлических систем жизнеобеспечения городов /И.С. Квасов, М.Я. Панов, В.И. Щербаков, С.А. Сазонова //Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2001. – № 4. – С. 85-90.

6. Сазонова С.А. Решение задач обнаружения утечек систем газоснабжения и обеспечение их безопасности на основе методов математической статистики //Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2015. – №14. – С. 51-55.

7. Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности: Приказ МЧС России от 30 июня 2009 г. № 382. - М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009. – 71 с.

8. Щербакова, К.С. Сравнение результатов численного моделирования динамики опасных факторов пожара, полученных на основе интегральной и полевой математических моделей /К.С. Щербакова, И.В. Ситников, Н. И. Атапин, А.А. Однолько //MateriályXmezinárodní vědecko-praktická konference «Moderní vymoženostivědy – 2014». Matematika. Fyzika.: Praha. Publishing House «Education and Science» s.r.o – P. 45 – 50.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный архитектурно-строительный университет»

K.S. Shcherbakova, I.V. Sitnikov, A.A. Odnolko

THE PROBLEMS OF APPLICATION THE MATHEMATICAL FIRE MODELS IN THE ASSESSMENT OF FIRE RISK ON THE PROTECTED OBJECT

There are two types of mathematical models to be analyzed as field and integrated in the article. A great deal was done with comparing replicas' results of dangerous factors dynamic for manufacturing apartments by the two types of mathematical models. The different results were revealed well

Key words: fire safety, fire risk, dangerous factor of fire, mathematical modeling of fires, an integrated mathematical fire model, fire field mathematical model

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
«Voronezh state architectural and Construction University»

Д.С. Мальцев¹, А.М. Чуйков¹, В.И. Лукьяненко²

ПРОБЛЕМЫ ЛИКВИДАЦИИ ПОЖАРОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ВЫСОТОК В г. ВОРОНЕЖЕ

Рассмотрены проблемы пожаротушения при строительстве высотных зданий в г. Воронеже

Ключевые слова: техногенные пожары, здания повышенной этажности, схемы подачи средств для тушения пожара на верхние этажи зданий

В настоящее время наблюдается резкое возрастание количества ЧС и тяжести их последствий. Поэтому растет необходимость в проведении комплекса спасательных и других неотложных работ. Это вызывает повышение уровня требований к качеству и времени проведения комплекса АСиДНР. Под чрезвычайной ситуацией (ЧС) понимается такое состояние объекта, определенной территории или акватории, при котором в результате возникновения источника чрезвычайной ситуации нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни или здоровья, наносится ущерб имуществу населения, экономике и окружающей природной среде. Ликвидация чрезвычайной ситуации осуществляется силами и средствами предприятий, учреждений и организаций независимо от их организационно-правовой формы, органов местного самоуправления, органов исполнительной власти субъектов, на территории которых сложилась чрезвычайная ситуация.

Это непосредственно касается проблемы строительства в г. Воронеже. Эта проблема стала актуальна много лет назад, когда город начал активно развиваться, строительство поглотило все свободные территории. Подъезд к многоэтажным домам стал затруднительным. Владельцы квартир оставляют машины во дворах рядом с домами, этим еще сильнее затрудняют подъезд пожарной техники к месту пожара. В настоящее время лимит свободных площадей для строительства в нашем городе практически исчерпан. Единственная возможность обеспечивать почти миллионный город новой жилплощадью – высотное строительство.

Для справки - высотными зданиями в нашей стране со времён

СССР считают строения высотой более 75 м или более 25 этажей. На практике таковыми считаются здания от 14 этажей или высотой около 50 м.

Высотные здания могут иметь разное назначение: быть бизнес-центрами, отелями, жилыми домами, учебными зданиями. Помимо помещений основного назначения в них размещаются автостоянки, магазины, офисы, кинотеатры.

В зарубежной практике высотные здания концентрируются в относительно небольшом районе – деловом центре города. Особенностью Воронежа оказывается отсутствие «Сити» как такового. Высотные здания: БЦ «Саммит», ЖК «Синяя птица», БЦ «Кристалл» - расположены в различных районах города. Кроме того высотные здания в силу своей специфики имеют большую степень потенциальной пожарной опасности в сравнении со зданиями нормальной этажности. Опасность для людей, находящихся в высотных зданиях, усиливается тем, что в отличие от малоэтажных домов сильно затрудняется эвакуация, а также возрастает сложность борьбы с пожарами. Эти факторы, а также многолюдность помещений, вынуждают относить высотные многофункциональные здания к объектам повышенного внимания со стороны проектировщиков и надзорных органов.

В связи с этим до недавнего времени в Воронеже действовало ограничение на возведение высоток: у пожарных не было возможностей бороться с огнем выше 16-го этажа. К счастью, технологии не стоят на месте. Новая же техника доставляет спасателей на высоту 30-го этажа. Это позволяет вести в Воронеже высотное строительство. А это не только экономика - это статус, как самого города, так и девелопера и владельца/арендатора помещений. Своего рода показатель престижа и степени развития города. Подобные проекты реализуются в расчете не столько на местных, сколько на иногородних, иностранных бизнесменов и гостей города.

В процессе тушения пожара РТП должен постоянно поддерживать связь с центральным узлом связи (далее – ЦУС), а старший диспетчер ЦУС при получении сведений с места пожара должен немедленно сообщить РТП место нахождения людей, которым необходима помощь, их состояние и количество. Сложность в тушении, представляют пожары, происходящие в верхней зоне зданий повышенной этажности. В первую очередь включают насосы-повысители и вводят в

работу стволов от внутреннего противопожарного водопровода. Одновременно производят прокладку магистральных и рабочих линий от пожарных машин, установленных у места пожара. Для подачи стволов в верхние этажи рукавные линии прокладывают внутри зданий между маршами, а также с наружной стороны зданий. Наиболее целесообразно рукавные линии собирать из скаток, поднятых на высоту по маршевым лестницам и спускать их вниз или поднимать по авто-лестницам, коленчатым автоподъемникам и по спасательным веревкам. Для подъема рукавов используют спасательные веревки длиной 30-50 м, специальные кронштейны с блоками, которые закрепляют за подоконники в верхних этажах зданий и другие приспособления.

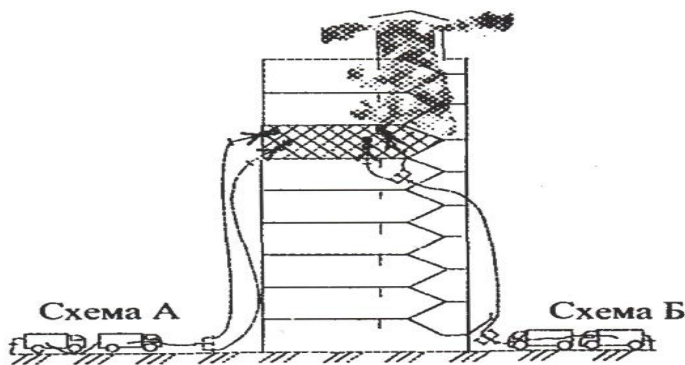


Рис. 1. Схемы подачи огнетушащих средств в верхней этажи зданий повышенной этажности

Подача воды к стволам при тушении пожаров в верхней зоне зданий может осуществляться пожарными насосами по различным схемам, приведенным на (рис. 1 и рис. 2). На высоту до 15-го этажа включительно при расположении водоисточников на расстоянии 60-80 м от здания воду к стволам можно подавать одним автонасосом. Воду к стволам, расположенным до 20-го этажа включительно, подают перекачкой из насоса в насос, при этом один из насосов устанавливают непосредственно у здания, а второй на водоисточник.

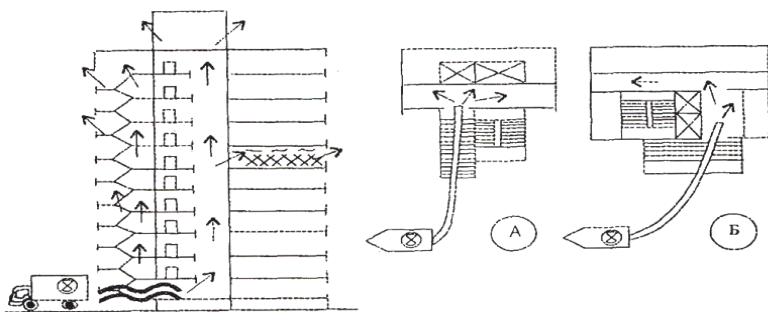


Рис. 2. Подача средств тушения в верхнюю зону зданий повышенной этажности

Рабочие линии при подаче стволов в верхнюю зону зданий повышенной этажности присоединяют к разветвлениям, которые устанавливают у зданий, а также на горящем этаже или нижерасположенном. От кранов, установленных у зданий, подают не более двух рабочих линий, а один патрубком всегда оставляют свободным для выпуска воды из рукавных линий при их уборке. При расположении разветвлений в верхних этажах на этой же магистральной линии у здания устанавливают второе разветвление для спуска воды или для этих целей оставляют свободным один напорный патрубок пожарных насосов.

Воду в верхние этажи также подают пожарными машинами по сухотрубам с последующей подачей стволов через внутреннепожарные краны. Для подачи воды на тушение пожаров в зданиях выше 20-го этажа используют промежуточные эластичные емкости объемом 2-3 м³, а в качестве насосов – переносные пожарные мотопомпы (далее – МП). Все рукавные линии, основные и резервные, проложенные в верхние этажи, надежно закрепляют через каждые 20 м (одна задержка на рукав), а для контроля над их работой в местах крепления выставляют посты с резервными рукавами в скатках. Для оказания помощи РТП на все здания повышенной этажности разрабатывают карточки, а на гостиницы и административные здания – планы тушения пожаров, в которых указывают: наличие систем дымоудаления и порядок их приведения в действие; наличие и расположение в здании незадымляемых лестничных клеток, межквартирных переходов, специальных лифтов

для подъема пожарных, характеристику внутреннего противопожарного водопровода, порядок включения насосов-повысителей, расположение внутренних пожарных кранов и кнопок для включения насосов, диаметр и вид соединительных головок, наличие и места подключения рукавных линий к сухотрубам; возможные места установки автолестниц, коленчатых автоподъемников, порядок эвакуации людей из этажей, превышающих длину лестниц и автоподъемников; расчет количества разведывательно-спасательных групп; наиболее целесообразные схемы развертывания; наличие систем оповещения о пожаре и управления эвакуацией. Необходимо в расписании выезда на пожар в зданиях повышенной этажности по первому сообщению предусматривать выезд пожарных автолестниц, коленчатых автоподъемников, автомобилей дымоудаления и дымососов большой производительности, автомобилей связи и освещения, ГДЗС, аварийных служб города, а также сообщать о выезде на пожары в диспетчерскую службу.

Литература

1. Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».

2. Безопасность жизнедеятельности: учебник для вузов / С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьяков и др./ под общ. ред. С.В. Белова. - 6-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2007. – 616 с.

¹ФГБОУ ВО «Воронежский институт Государственной противопожарной службы МЧС России»

²ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»

D.S. Maltsev¹, A.M. Chuykov¹, V.I. Lukyanenko²

TECHNOLOGIES OF LIQUIDATION OF CONSEQUENCES OF EMERGENCY SITUATIONS

The fire problems in the construction of high-rise buildings in Voronezh

Key words: **техногенные пожары, здания повышенной этажности, схемы подачи средств для тушения пожара на верхние этажи зданий**

¹Voronezh institute of the State fire-prevention services of the Ministry of Emergency Situations of Russia

²Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Voronezh State Technical University»

О ЕСТЕСТВЕННОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ПРУДОВ ВОДНОГО ТРАКТА КУБАНЬ-МАНЫЧ

В изучаемом регионе по причине географических особенностей наблюдается практически максимальное разнообразие водоемов и почвенно-климатических параметров. Проведен анализ особенностей формирования естественной продуктивности, в различных водоемах вновь образовавшегося водного пути от верхней Кубани до водоемов рек Западный и Восточный Маныч. Рассчитаны конкретные поправочные коэффициенты на естественную продуктивность в зависимости от температурных условий, ветра, почв, осадков, площади и глубины водоемов. Практическое использование этих материалов позволит более реально рассчитывать ожидаемые результаты выращивания рыб и определять конкретные материальные затраты необходимые для производственных процессов

Ключевые слова: водоемы, продуктивность, температура, ветер, почвы, площадь, глубина, осадки

В результате ирригационных работ в Центральном Предкавказье сложилась достаточно благоприятная ситуация для развития аквакультуры. Ранее засушливый регион с неустойчивым земледелием все больше превращается в водный край. Поэтому оценка образовавшегося водного фонда, его классификация по различным эколого-географическим позициям является без сомнения актуальной задачей, особенно для определения уровня естественной продуктивности для различных водоемов [1-8].

Главным сдерживающим фактором развития подобных технологий стало большое разнообразие производственных результатов даже в близлежащих водоемах. По нашему мнению это связано с большим разнообразием почвенно-климатических, гидрологических и других показателей различных водоемов на относительно небольшом расстоянии – от Кумо-Манычской впадины до Кавказских гор всего 300-400 км. По этой причине планирование результатов и необходимых затрат на производство рыбы с использованием естественной кормовой базы часто не совпадает с реальными возможностями и потребностями производителей.

В частности, в соответствие с рыбоводно-биологическими нормами для эксплуатации прудовых хозяйств изучаемый регион от-

несен по естественной рыбопродуктивности в VI зоне рыбоводства (по количеству дней с температурой воздуха более 15 °С) [8]. Но как оказалось в реальности этому климатическому показателю соответствует не более 30 % изучаемого региона. В целом на изучаемой территории, включая прилегающее среднегорье, где имеются прудовые хозяйства и водохранилища, по своей обеспеченности теплом встречаются все рыбоводные зоны общепринятые ранее в СССР. Горная часть аналогична I зоне (60 - 75 дней с температурой воздуха более 15°С - в целом пространства севернее Москвы, Урал и т.д.). На крайнем северо-востоке климатические условия соответствуют VII зоне (151 - 175 дней с температурой воздуха более 15°С - Азербайджан, Туркмения, Таджикистан, Узбекистан, юг Казахстана). Возможные различия по рыбопродуктивности по карпу в этом случае достигают от 85 кг/га в I зоне до 320 кг/га в VII. Очевидно, что для каждого отдельного рыбоводного хозяйства, а иногда и водоема зональные климатические данные достаточно приближительны. В этой связи нами предлагается в каждом отдельном случае проводить конкретные расчеты по естественной продуктивности, по карпу исходя из местных многолетних климатических наблюдений пользуясь предлагаемой расчетной зависимостью на основе нормативных данных [7] (достоверность аппроксимации $R^2 = 0,9896$):

$$y = - 0,016x^2 + 6,34x - 280,8$$

где y - естественная рыбопродуктивность по карпу (без кормления), кг/га; x - количество дней с температурой выше 15 °С.

При этом к полученной величине рыбопродуктивности по карпу предлагается планировать получение дополнительной биомассы растительноядных рыб с 54 % в III зоне до 66 % в VI зоне в соответствии со среднемноголетними данными по соотношению вылова рыб по данным рыбохозяйственных организаций.

Влияние окружающих водоем почв на химический состав воды, зарастаемость, а, в конечном счете, на рыбопродуктивность водоемов давно замечено практиками. В целом этот экологический фактор среды в гидробиологии признан одним из самых сложных для формализации. Возможно, поэтому в рыбоводных нормативных документах введен поправочный коэффициент лишь для почв высокой продуктивности (1,2 – черноземы и другие) и низкопродуктивных почв (галечниковые – 0,4, торфяные – 0,5 и песчаные и солончаковые 0,6). Между

тем в изучаемом регионе наблюдается существенное разнообразие почв – от песчаных до мощных черноземов. Существенно лучше эта проблема изучена в растениеводстве [1]. В этой связи предлагается использовать размерность, используемую в полеводстве применить к рыбоводным показателям, так как в целом принципиальные основы продуктивности почв и водных систем достаточно близки. При этом рекомендуемый коэффициент 1,2 был присвоен для средней величины общего балла по свойствам почв в растениеводстве. Максимальный балл (1,55) присвоен чернозему слабовыщелоченному сверхмощному, минимальный (0,24) для песчаных почв.

По самым различным причинам, которые можно объединить в понятие “управляемость пруда” (кормление, удобрение, защита от рыбоядных птиц, браконьеров), большое значение имеет площадь пруда. Анализ многолетнего материала (37 прудов разной площади из одной тепловодной зоны) из практики работы рыбхозов Ставропольского края позволил рассчитать следующую размерность поправочного коэффициента по площади спускных водоемов. Максимальный коэффициент присвоен для малых водоемов (до 10 га) – 1,25, минимальный для больших (200 и более га) – 0,95.

Было установлено, что существенное значение имеет изменение глубины прудов с 1,5 до 4 метров [2, 3, 4]. Уменьшение или увеличение глубины существенного значения не имеет. В пределах, когда показатель рыбопродуктивности изменяется в прямопропорциональный порядке эту зависимость можно выразить в следующем виде при очень высокой степени достоверности аппроксимации ($R^2 = 0.9918$):

$$y = 45,6x + 256,4$$

где y - естественная рыбопродуктивность по карпу (без кормления), кг/га, x – средняя глубина пруда, м.

Известно, что проточность водоемов (водообмен) существенно влияет на естественную продуктивность. Интенсивный водообмен приводит к вымыванию питательных веществ необходимых для формирования первичной кормовой базы, а отсутствие водообмена ухудшает условия обитания рыб. На практике воду в вегетационный период в пруды подают только для покрытия потерь на испарение и фильтрацию. Однако в изучаемом регионе атмосферная влагообеспеченность очень разнообразна по объему выпадения осадков (по коэффициенту увлажнения до 7 зон – от менее 0,3 до более 2,0). Абсолютное боль-

шинство рыбоводных хозяйств находится в зонах, где испарение превышает осадки (коэффициенты увлажнения от 0,1 до 0,9), а значит, существует потребность в подпитке водой, что достаточно дорого в настоящее время. В этой связи при планировании рыбоводных мероприятий необходимо учитывать и рассчитывать потребность и в водных ресурсах. Объемы дополнительной воды необходимо рассчитывать исходя из местных климатических показателей по разности между испарением и осадками, которое в пределах изучаемой территории составляет величину от 600 мм до 0. И, наоборот, при существенном превышении осадков над испарением необходимо принять все возможные меры по предотвращению активного водообмена (устройство обводных каналов, заливка прудов ниже нормативного уровня). Расчет удобнее всего проводить в метрах разницы испарения и осадков (1000 мм = 1 м) умноженный на площадь водоема также в метрах, так как в этом случае результат получается в кубометрах воды (показатель, используемый в гидрологии и рыбоводстве).

Предлагаемые поправки позволяют лишь уточнить производственные возможности каждого водоема в отдельности с учетом его индивидуальных особенностей и природно-климатического положения. Это в свою очередь позволит рыбоводам, в том числе не имеющих достаточной практики, более точно запланировать затраты и возможные результаты производства. В конечном счете, это позволит предупредить банкротства при создании новых рыбоводных хозяйств, что в последнее время стало обычным явлением.

Литература

1. Вальков В.Ф., Елисеева Н.В., Имгрунт И.И., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Справочник по оценке почв. - Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», 2004. – 236 с.
2. Дементьев М.С., Ткаченко А.С., Ермолина Л.П. Особенности нормирования рыбопродуктивности водоемов Северного Кавказа // Материалы юбилейной конференции посвященной 20-летию КБГСХА. - Нальчик, 2001.- С. 131-132.
3. Ермолина Л.П., Дементьев М.С. Особенности нормирования рыбопродуктивности в водоемах Ставропольского края // Фауна Ставрополя, 2000. - В.1Х. - С. 42-44.
4. Ермолина Л.П., Дементьев М.С. Региональный подход к рыбо-водно-биологическому нормированию // Проблемы развития биологии

на Северном Кавказе (материалы научной конференции «Университетская наука – региону»). - Ставрополь, 1998. - В.3. - С. 51-52.

5. Кучерявый П.П. О принципах ландшафтно-гидрологического районирования Северного Кавказа //Географические проблемы изучения, охраны и рационального использования природных условий и ресурсов Северного Кавказа. - Ставрополь, 1973. - С. 11-12.

6. Москул Г.А., Никитина Н.К., Задесенец И.В. Биопродуктивные возможности водоемов Ставропольского края //Фауна Ставрополя, 1998. - В. VIII. - С. 57-61.

7. Научно-прикладные справочники по климату Выпуск 13. Волгоградская, Ростовская, Астраханская области, Краснодарский, Ставропольский края, Калмыцкая, Кабардино-Балкарская, Чечено-Ингушская, Северо-Осетинская АССР. – Л.: Гидромеоиздат, 1990. - 724 с.

8. Сборник нормативно-технологической документации по товарному рыбоводству.- М.: Агропромиздат, 1986. - Т.1. – 260 с.

ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет»,
г. Ставрополь

Y.Y. Shtefko, M.S. Dementjev

ON NATURAL PRODUCTIVITY OF PONDS OF WATER TRACT OF THE KUBAN-MANYCH

In the study region due to geographical features observed practically the maximum diversity of water bodies and soil and climatic parameters. The analysis of the characteristics of the formation of natural productivity in different water bodies of the newly formed waterway from the upper basins of the rivers Kuban to West and East Manych. Calculated correction factors specific to natural productivity depending on the temperature conditions, wind, soil, rainfall, area and depth of water bodies. The practical use of these materials will allow for more realistic expectation of the expected results of the cultivation of fish and to identify specific material inputs required for production processes

Key words: ponds, productivity, temperature, wind, soil, area, depth, rainfall

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «North Caucasian Federal University», Stavropol

УДК 614

ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКОГО ХАРАКТЕРА

Рассматриваются характер, причины, масштабы и последствия предполагаемых эколого-биологических ЧС. Немало важную роль играет загрязнение окружающей среды. Окружающая среда имеет почти такую же долгую историю, что и история самого человечества. Долгое время первобытный человек мало чем отличался от других видов животных и в экологическом смысле находился в равновесии с окружающей средой. К тому же численность человечества была невелика. С течением времени в результате развития биологической организации людей, их умственных способностей, человеческий род выделился среди других видов: возник первый вид живых существ, воздействие которых на все живое представляет собой потенциальную угрозу равновесию в природе. Сделав вывод о необходимости интенсификации исследований в этом направлении, прогнозируется резкое ухудшение положения в этом отношении

Ключевые слова: эколого-биологические ЧС, окружающая среда, интенсификация промышленного строительства, водная и воздушная среда, сельское хозяйство рекреационная деятельность, загрязнение

Чаще всего под чрезвычайными ситуациями понимают аварии и катастрофы в их очевидном проявлении. Это землетрясения, пожары, наводнения, техногенные аварии. Между тем, по своим масштабам более опасны чрезвычайные ситуации внешне малозаметные, неочевидные в конкретные моменты населению и специалистам, а именно эколого-биологические опасности [1-5]. Биологическое загрязнение окружающей среды является также чрезвычайной ситуацией. Поэтому нужно находить методы предотвращения и минимизации влияния биологических веществ на окружающую среду.

Во-первых, они очень редко проявляются в узколокальных масштабах. Чаще всего они имеют, как минимум, региональную и даже трансграничную значимость.

Во-вторых, скорость их проявления, чаще всего, отличается экспоненциальным характером, когда одно терпимое качественное состояние окружающей среды скачкообразно переходит в другое очевидно угрожающее состояние.

В-третьих, эколого-биологические чрезвычайные ситуации, практически не могут быть однонаправленными, а распространяются,

как цепная реакция, но множестве направлений, захватывая все новые и новые области воздействия.

Важную роль играют и биологические загрязнения, влияющие на окружающую среду. Основными источниками биологического загрязнения являются сточные воды практически всех видов промышленного производства, сельского хозяйства, коммунального хозяйства городов и поселков, бытовые и промышленные свалки, кладбища скотомогильники, выбросы животноводческих комплексов и ряда перерабатывающих предприятий. Считается, что основными источниками биологического загрязнения водных объектов Ставропольского края являются очистные сооружения канализации.

Водные объекты напрямую связаны с биологическим загрязнением. В Ставропольском крае осуществляется забор воды на хозяйственно-питьевые нужды для 60 водопроводов. При этом используется 54 водных источников. Контроль качества воды таких источников осуществляется на 67 постоянных контрольных створах. Можно отметить, что существенная доля исследованных проб отвечали санитарно-гигиеническим требованиям. Количество неудовлетворительных проб не превышала 15 - 20 % [3]. Все это звучит несколько успокаивающим для населения и руководства края.

Более опасно, что на всей территории Ставропольского края присутствуют полигоны захоронения животных. Они находятся в собственности СХП или администрации. Бесплодные скотомогильники находятся в Арзгирском, Благодарненском, Грачевском, Левокумском районах. Наибольшее количество скотомогильников с сибиреязвенными трупами в Ставропольском крае находится в Георгиевском, Изобильненском и Кировском районах.

В результате анализа отчетных данных Ставропольской краевой станции по борьбе с болезнями животных по расположению скотомогильников и кадастра, стационарно неблагополучных по сибирской язве пунктов в Ставропольском крае, можно сделать следующий вывод. Ветеринарно-санитарное состояние мест захоронения животных в Ставропольском крае на 2015 г. находится в не надлежащем состоянии на территории Арзгирского, Минераловодского, Красногвардейского, Изобильненского районов [3].

Интенсификация промышленного строительства в ранее сельскохозяйственной провинции, увеличение дорожной инфраструктуры

и свалок, седиментационная деятельность лесов и другие процессы уже сегодня проявляются в стойком и растущем загрязнении атмосферы, воды и почв.

Особенно опасно для всего региона существенное увеличение мощности промышленных предприятий не сельскохозяйственного назначения. Фактическое перепрофилирование развития края в промышленном направлении (расширение химического производства, появление металлургии и цементного завода) в нашем сельскохозяйственном и рекреационном регионе достаточно спорно. Так стоит ли насыщать Северный Кавказ промышленностью, а не сосредоточиться на сельском хозяйстве и рекреационной деятельности. Тем более, что происходящие техносферные изменения могут привести к изменению биологической составляющей окружающей среды.

Почему-то у большинства людей сложилось мнение, что эволюция это что-то прошлое. Однако на самом деле она, наоборот, ускорила в результате антропогенного воздействия. Это приводит к возникновению новых и вымиранию старых видов, массовому появлению гибридных и геномодифицированных пород и сортов. Это вызвало изменению эколого-валентных свойств живых организмов, а значит их значения в жизнедеятельности человека. Нельзя забывать и том, что Северный Кавказ является природным резерватом чрезвычайно опасных заболеваний - холеры, чумы, сибирской язвы. В сущности, речь идет о появлении новой биологической среды окружающей человека, а история уже имеет примеры катастрофического снижения численности населения в результате эпидемий и других подобных проблем. Об этом очень мало говорится в учебниках по рассматриваемой проблеме.

Таким образом, опасность подстерегает со всех сторон, относительно биологического загрязнения объектов окружающей среды и других эколого-биологических чрезвычайных ситуаций на самом деле существенно опаснее по своей сути, так как могут привести к непригодности для проживания части или даже всего региона, что-то наподобие «Чернобыльской зоны». При определенных условиях возможно возникновение негативных факторов, способных привести к одному или совокупности нежелательных последствий для человека: фатальному ухудшению состояния окружающей среды. При этом биологические ЧС не столь очевидны для населения. В этом отношении необходимо существенно усилить образовательную составляющую по дисциплине

плинам, относящимся к оценке окружающей среды, возникновению и развитию чрезвычайных ситуаций.

Литература

1. Абрамов В.В. Безопасность жизнедеятельности. – М.: Высшая школа, 2013. – 365 с.

2. Государственный стандарт Российской Федерации Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения основных понятий. ГОСТ Р 22.02-94. (в ред. Изменения N 1, принятого Постановлением Госстандарта РФ от 01.01.2001 N 148-ст) – Дата введения 1 января 1996.

3. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Ставропольском крае в 2014 году: Государственный доклад. - М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2014. - 164 с.

4. Федеральный Закон РФ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» (от 21 декабря 1994 года № 68-ФЗ, в ред. Федеральных законов от 28.10.2002 № 129-ФЗ, от 22.08.2004 №122-ФЗ, от 04.12.2006 № 206-ФЗ, от 18.12.2006 № 232-ФЗ, от 30.10.2007 № 241-ФЗ). - 2007. – 6 мая.

5. Холмогоров Ю.П. Классификация чрезвычайных ситуаций. – М.: Статистика, 2001. – 240 с.

ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет»,
г. Ставрополь

Y.V. Kolotko, M.S. Dementev

EMERGENCY ECOLOGICAL AND BIOLOGICAL CHARACTER

Discusses the nature, causes, extent and consequences of the intended ecological and biological emergencies. Not less important role is played by environmental pollution. The environment is almost the same long history as the history of humanity itself. For a long time, primitive man differed little from other animal species and in the ecological sense is in balance with the environment. Moreover, the population was small. Over time as a result of the development of biological organization of people, their mental abilities, the human race stood out among other types: there was the first appearance of living creatures whose impact on all living things is a potential threat to the balance of nature. Making a conclusion about the necessity of intensification of research in this direction, the projected sharp deterioration of the situation in this respect

Key words: ecological and biological disaster, the environment, the intensification of industrial development, water and air environment, agriculture and recreation, pollution

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «North Caucasian Federal University», Stavropol

**СЕКЦИЯ 2. АЭРОКОСМИЧЕСКИЕ, РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ,
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ И ДРУГИЕ ТЕХНОЛОГИИ
И СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
ЗА СОСТОЯНИЕМ АТМОСФЕРЫ, ГИДРОСФЕРЫ
И ЛИТОСФЕРЫ**

УДК 502.5.8: 621.039

А.Н. Кизеев

**МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ
СРЕДЫ В РАЙОНЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ КОЛЬСКОЙ АТОМНОЙ
ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ**

В работе представлены результаты мониторинга в районе расположения Кольской АЭС. Установлена тенденция к накоплению радионуклидов различного генезиса в природных объектах. Полученные данные не превышают установленных нормативов и не приводят к загрязнению окружающей среды. В условиях незначительного повышения радиационного фона у растений активизируется ряд адаптивных механизмов

Ключевые слова: мониторинг, Кольская атомная электростанция, окружающая среда, радионуклиды естественного и техногенного происхождения

Кольский полуостров уникален по концентрации экологически опасных объектов, к числу которых относятся Кольская атомная электростанция (КАЭС), база Северного флота, объекты хранения радиоактивных отходов и отработанного ядерного топлива, а также крупные металлургические предприятия [1]. Ядерная энергетика (особенно после аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 г. и на Фукусиме в 2011 г.), требует рассмотрения в полном объеме вопросов безопасности таких предприятий для человека и биоты. Это создание технологически безупречного режима работы на АЭС, решение узловых проблем переработки радиационных отходов и отработанного ядерного топлива, обязательное экологическое обследование близлежащих территорий, фло-

ры, фауны, здоровья человека.

В спектре постоянных проблем радиобиологии и радиэкологии остаются извечные вопросы биологического действия малых доз ионизирующих излучений. В последние годы достигнуты значительные успехи в области разработки научных основ радиационной защиты биоты, причем, это касается не, только наработки экспериментальных материалов, но и выработки концептуальных положений. До конца прошлого столетия доминировал антропоцентрический подход к защите окружающей среды от действия радиации, сформулированный в 70-80 г.г. Международным комитетом по радиационной защите, кратко гласящий, что «если радиационными стандартами защищен человек, то в этих условиях защищенной от облучения оказывается и окружающая среда (биота)». Вместе с тем, в области охраны окружающей среды от воздействия радиации в противовес (или, точнее, в дополнение) к указанным выше антропоцентрическим воззрениям получили развитие экоцентрические принципы, во главе которых стоит необходимость прямого доказательства защищенности природных объектов. Такое усиление экоцентризма связано с решением задачи глобального значения – оценкой последствий планетарных изменений в биосфере под давлением техногенеза. Разработка этой концепции ставит ряд новых задач перед радиэкологией. К их числу относятся вопросы нормирования допустимого облучения биоты (установление предельно допустимых доз), определение критериев радиационного повреждения, сбор данных по зависимости «доза-эффект» для различных представителей биоты. Одновременно сохраняется и задача более детальной оценки состоятельности радиэкологической гипотезы «защищен человек – защищена окружающая среда» [2].

Целью настоящей работы был мониторинг состояния окружающей природной среды в районе расположения Кольской атомной электростанции.

Исследования проводили в течение 2009-2015 г.г. на 10 стационарных мониторинговых площадках. Эти площадки располагались в зоне наблюдения (ЗН) КАЭС, ограниченной окружностью 15 км, центр которой совпадает с геометрическим центром между венттрубами 1 и 2 очереди КАЭС. Пять пробных площадок (1-5) располагались в пределах ЗН, на расстоянии 10 км от станции и 5 контрольных (I-V) – за пределами ЗН, в 15 км от нее. Доминирующими биогеоценозами в

районе проведения исследований были ельники кустарничково-зеленомошные и сосняки кустарничково-лишайниковые со значительной примесью березы (до 40-50 %), V и Va класса бонитета, произрастающие на подзолистых Al-Fe-гумусовых почвах [3].

В качестве объектов мониторинга были выбраны ассимиляционные органы березы (*Betula pendula* Roth. X *Betula pubescens* Ehrh.), побеги черники (*Vaccinium myrtillus* L.) и почвенный покров. Образцы растительности и почвы отбирали ежемесячно, с июня по сентябрь, в 3 повторностях в соответствии с общими требованиями к отбору проб [4].

Радиометрическую съемку местности проводили с помощью поискового радиометра СРП-68-01. Радиозоологические исследования природных объектов включали в себя определение мощности экспозиционной дозы (МЭД, мкР/ч), суммарной удельной α - β -активности (Бк/кг) (радиометрическим методом), содержание наиболее радиотоксичных нуклидов природного (^{232}Th , ^{238}U , ^7Be , ^{40}K , и другие элементы) и техногенного (^{134}Cs , ^{137}Cs и другие элементы) происхождения (Бк/кг) (гамма-спектрометрическим методом). Концентрации химических элементов (мг/кг: N, P, K, S, Ni, Cu, Co, и других элементов) в растительных образцах определяли титриметрическим, спектрофотометрическим и атомно-абсорбционным методами. Для растений также определяли геоботанические (проективное покрытие), морфологические (площадь листовой пластинки) и физиологические (содержание пигментов) показатели по стандартным методикам [1, 3].

Установлено, что естественный радиационный фон на пробных площадках, расположенных в пределах ЗН КАЭС, варьирует от 5.5 до 7.2 мкР/ч, тогда как за пределами ЗН этот показатель на большинстве площадок ниже 7 мкР/ч, что не превышает МЭД для населения на открытой местности (0.2 мкЗв/ч). МЭД на поверхности сырой и воздушно-сухой массы растительных образцов составляет 0.15 мкЗв/ч. Данные величины соответствуют малым уровням ионизирующего излучения (область малых доз для живых объектов находится в пределах до 0.2-0.5 Зв) [5].

В почвенном покрове на исследуемых пробных площадках были обнаружены естественные радионуклиды ^{232}Th и ^{40}K , а также ^{137}Cs техногенного происхождения. В пределах ЗН в почве содержание ^{232}Th варьирует от 1.1 до 24 Бк/кг, содержание ^{40}K - от 62 до 273 Бк/кг, а со-

держание ^{137}Cs – от 5 до 58 Бк/кг. За пределами ЗН в почве содержание ^{232}Th варьирует от 0.6 до 3 Бк/кг, содержание ^{40}K – от 90 до 235 Бк/кг, а содержание ^{137}Cs – от 11 до 37 Бк/кг. Содержание ^{137}Cs в почве не превышало установленных нормативов [5].

Удельная α - и β - активность растительных проб существенно варьировала. Для побегов черники в пределах ЗН удельная α - активность изменялась от 7 до 44 Бк/кг, удельная β - активность – от 170 до 270 Бк/кг; за пределами ЗН удельная α - активность - от 6 до 15 Бк/кг, удельная β - активность – от 88 до 193 Бк/кг. Для листьев березы в пределах ЗН удельная α - активность изменялась от 1.7 до 14 Бк/кг, удельная β - активность – от 2 до 3.7 Бк/кг; за пределами ЗН удельная α - активность - от 4 до 10 Бк/кг, удельная β - активность – от 2.4 до 3.3 Бк/кг. Это было обусловлено различным накоплением в растительных объектах природных (^{232}Th , ^{40}K , ^7Be) и техногенных (^{137}Cs) радионуклидов.

Для побегов черники в пределах ЗН содержание ^{232}Th варьирует от 8 до 74 Бк/кг, содержание ^{40}K - от 739 до 1552 Бк/кг, содержание ^7Be от 69 до 258 Бк/кг, а содержание ^{137}Cs – от 47 до 133 Бк/кг; за пределами ЗН содержание ^{232}Th варьирует от 15 до 28 Бк/кг, содержание ^{40}K - от 609 до 1092 Бк/кг, содержание ^7Be от 36 до 191 Бк/кг, а содержание ^{137}Cs – от 3 до 85 Бк/кг. Для листьев березы в пределах ЗН содержание ^{232}Th варьирует от 3 до 24 Бк/кг, содержание ^{40}K - от 357 до 660 Бк/кг, содержание ^7Be от 55 до 193 Бк/кг, а содержание ^{137}Cs – от 9 до 35 Бк/кг; за пределами ЗН содержание ^{232}Th варьирует от 3 до 19 Бк/кг, содержание ^{40}K - от 406 до 659 Бк/кг, содержание ^7Be от 78 до 80 Бк/кг, а содержание ^{137}Cs – от 5 до 19 Бк/кг.

Основным источником поступления ^{232}Th в наземные органы черники и березы в районе исследований могут быть почва, грунтовые воды и атмосфера. Природный радионуклид космического происхождения ^7Be поступал с воздушными массами, атмосферными осадками и аэрозолями. В большом количестве в листьях растений содержался естественный радионуклид ^{40}K , который является для них неотъемлемым элементом. Накопление техногенного радионуклида ^{137}Cs в растительных объектах может быть связано с естественным круговоротом продуктов деления, поступивших в атмосферу и почву от атомной энергетики, от испытаний ядерного оружия, проводившихся ранее на полигонах планеты и от аварии на Чернобыльской атомной электро-

станции.

При сравнении накопления природных и техногенных радионуклидов в почве и в листьях исследуемых растений, были выявлены различия. Увеличение содержания в почве ^{232}Th от площадок 1 к I, ^{137}Cs от площадок 2 к II и ^{40}K от площадок 3 к III не сопровождалось накоплением данных радионуклидов в листьях черники и березы. В то же время, уменьшение содержания в почве ^{137}Cs и ^{232}Th на площадке V, наоборот, было сопряжено с накоплением этих радионуклидов листьями черники. Эти обстоятельства могут свидетельствовать о фильтрационной способности ассимиляционных органов растений к избирательной фильтрации или избирательному поглощению радионуклидов различного генезиса.

В условиях избирательного поглощения радионуклидов растениями черники и березы, в них селективно накапливались тяжелые металлы. В условиях минимального накопления ^{232}Th на площадке I, листья черники интенсивно накапливали соединения Cd, Ni, Co, Cr и Mn, а листья березы – Na, Pb и Fe. При этом уровень соединений Cd, Co и Cr в листьях березы снижался. При минимальном накоплении ^{137}Cs на площадке II, листья черники заметно накапливали соединения Pb и Cu, тогда как уровень соединений Cd, Co, Cr, Mn, Na и Ca в листьях снижался. Листья березы на площадке II, в свою очередь, интенсивно накапливали соединения Ca и Co, тогда как уровень содержания в листьях Cd, Pb и Cr уменьшался. При максимальном накоплении ^{137}Cs и ^{232}Th на площадке V листья черники интенсивно накапливали соединения Fe, тогда как содержание Pb, Ni и Co в листьях снижалось. Обнаруженные эффекты могут расцениваться как признаки антагонизма между радионуклидами и тяжелыми металлами в ассимиляционных органах растений.

При поглощении листьями черники радионуклидов и тяжелых металлов были выявлены перестройки морфологических и физиолого-биохимических вариаций. При избирательном поглощении/фильтрации листьями черники радионуклидов и тяжелых металлов на рассматриваемых площадках были отмечены существенные различия между растениями по характеристикам их продуктивности. Выраженный эффект избирательной фильтрации ^{232}Th и падения удельной α - и β - активности в растениях на площадке I в сравнении с площадкой 1, сопровождающийся повышенным содержанием пигмен-

тов, увеличенной площадью листьев и проективного покрытия, можно отнести к случаям активной адаптационной стратегии [3]. Возможно, что ее реализации в данном случае способствует накопление среди прочих элементов соединений Mn, способных стимулировать синтез зеленых пигментов.

Активное поглощение листьями черники ^{137}Cs и ^{232}Th , и повышение удельной α - и β -активности на V площадке по сравнению с площадкой 5, сопровождалось явным уменьшением содержания фотосинтетических пигментов и площади листьев, но увеличением проективного покрытия. Можно предполагать, что в этом случае также реализуется зависимость синтеза хлорофиллов от Mn. Обнаруженные различия свидетельствуют об альтернативной (пассивной) стратегии адаптации [3], которая реализуется при повышении содержания в растительных тканях ^{137}Cs и ^{232}Th . Пониженное содержание пигментов у растений V площадки по сравнению с площадкой 5 было, возможно, обусловлено усилением окислительной дегградации и/или ингибированием синтеза пигментов в условиях интенсивного накопления листьями черники радионуклидов природного и техногенного происхождения. Эти результаты согласуются с полученными ранее данными [1].

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

Выявлены особенности пространственного распределения удельной α - и β -активности, а также радионуклидов (^{226}Ra , ^{232}Th , ^{214}Pb , ^7Be , ^{137}Cs , ^{90}Sr и другие элементы) в природных объектах в центральной части Кольского полуострова. Установлен ряд потенциальных источников поступления этих радионуклидов в ассимиляционные органы растений. Максимальные величины радиационно-гигиенических характеристик не выходили за пределы природного радиационного фона.

Впервые выявлены закономерности, связанные с влиянием факторов радиационной и нерадиационной природы на морфологические и физиолого-биохимические характеристики растений. Взаимодействия этих факторов вносят вклад в токсические эффекты, приводящие к изменениям этих характеристик.

Характер изменчивости рассматриваемых характеристик растений в зависимости от колебаний содержания радиоактивных и нерадиоактивных химических элементов в ассимиляционных органах и в окружающей среде, дает основания предполагать использование ими различных приспособительных механизмов.

Дальнейшее изучение взаимоотношений радионуклидов с нерадиоактивными – природными и техногенными – элементами в формировании адаптивных реакций растений позволит приблизиться к пониманию нелинейного характера зависимости «доза-эффект» применительно к действию проникающей радиации на биологические объекты, что может быть использовано при разработке новых эффективных методов радиологического мониторинга.

Литература

1. Кизеев А.Н. Влияние промышленных эмиссий предприятий Кольского полуострова на ассимиляционный аппарат сосны [Текст] / А.Н. Кизеев, В.К. Жиров, А.Н. Никанов // Экология человека. – 2009, №1. - С. 9-14.

2. Алексахин Р.М. Радиоэкология: столетняя история этой области естествознания – уроки эволюции и современные задачи [Текст]: / Р.М. Алексахин // Биологические эффекты малых доз ионизирующей радиации и радиоактивное загрязнение среды: Материалы Международной конференции (Сыктывкар, Республика Коми, Россия, 28 сентября – 1 октября 2009 г.). – Сыктывкар, 2009. - С. 7-9.

3. Кизеев А.Н. Оценка свойств растений черники, произрастающей на территории с незначительно повышенным радиационным фоном [Текст]: / А.Н. Кизеев, С.Ф. Ушамова, В.К. Жиров, Н.В. Ивкова // Экология человека. – 2012. - №6 - С. 37-42.

4. Черных Н.А., Сидоренко С.Н. Экологический мониторинг токсикантов в биосфере [Текст]: монография / Н.А. Черных, С.Н. Сидоренко // М.: Изд-во РУДН, 2003. - 430 с.

5. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99): Гигиенические нормативы СП 2.6.1.758-99. [Текст]: - М.: Центр санитарно-эпидемиологического нормирования, гигиенической сертификации и экспертизы Минздрава России, 1999. - 116 с.

ФГБУН «Полярно-альпийский ботанический сад-институт имени Н.А. Аврорина Кольского научного центра РАН», г. Апатиты

A.N. Kizeev

MONITORING OF ENVIRONMENT IN AREA OF THE KOLA NUCLEAR POWER PLANT

In this work the results of monitoring in area around of the Kola Nuclear Power Plant are submitted. The tendency to accumulation of radionuclides of various genesis in natural objects is established. The received data do not exceed the established specifications and do not result in pollution of an environment. Under insignificant increase of the X-radiation, at least of some types of adaptive mechanisms were revealed

Key words: **мониторинг, Кольская атомная электростанция, окружающая среда, радионуклиды естественного и техногенного происхождения**
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Полярно-альпийский ботанический сад-институт имени Н.А. Аврорина Кольского научного центра Российской академии наук», г. Апатиты

УДК 551.509.326

Я.В. Иванов, В.Г. Фирсов, С.Н. Андреев

МЕТОДИКА УЧЕТА ФРАКТАЛЬНЫХ СВОЙСТВ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРИ ДЕШИФРОВАНИИ АЭРОФОТОСНИМКОВ

Рассматривается подход к решению задачи автоматизированного распознавания объектов при дешифровании аэрофотоснимков, основанный на использовании фрактальных свойств изображений

Ключевые слова: дешифрование, аэрокосмические фотографические снимки, метод двух мерной корреляции, метод фрактального ядра

В настоящее время значительно выросли потребности различных государственных и коммерческих структур в данных, полученных в результате дешифрирования аэрофотоснимков. При этом объем аэрофотоматериалов, поступающих от различных источников, в том числе и от получивших широкое распространение беспилотных летательных аппаратов (БЛА), значительно вырос. В связи с этим решение задач специального мониторинга, оперативного дешифрирования изображений местности, а так же ряда других научных и экономических задач осуществляется с использованием автоматизированных средств обработки информации.

Необходимо отметить, что во многих практических ситуациях объективная интерпретация изображений объектов на фоне подстилающей поверхности, формируемых в процессе специального мониторинга с использованием оптических и оптико-электронных средств, без предварительной их обработки крайне затруднительна, а в отдель-

ных случаях невозможна. Поэтому проблема разработки адаптивных методов и средств обработки и анализа изображений на основе единого критерия для решения широкого круга практических задач является актуальной и определяет цель данной работы.

В связи с этим, целью данной работы является определение характеристик изображений объектов на аэрофотоснимках, позволяющих решить задачу автоматизации процесса обработки данных специального мониторинга и автоматизированного распознавания объектов на фоне подстилающей поверхности.

Одним из основных методов, применяемых для предварительной обработки аэрофотоснимков, является корреляционный метод, позволяющий подготовить изображение для его последующей обработки с использованием, как правило, стандартных процедур.

Суть данного метода заключается в определении степени корреляции между изображением и шаблоном (элементом изображения, серым фоном, и пр.) в пространственной области. Итогом такой обработки исходного изображения является снижение «шума» на изображении и выделение контуров объекта [1-3].

На рис. 1 представлены изображения аэрофотосъемки последствий лесных пожаров у дороги и на окраине города.

Для обработки данных изображений в среде MathCAD были применены стандартные методы двумерной корреляции матрицы изображения M с шаблоном K :

$$\text{CORR2D} := \text{correl2d}(M, K), \quad (1)$$

$$K_{ij} := \exp\left[-\frac{(i-3)^2}{9}\right] \cdot \exp\left[-\frac{(j-3)^2}{9}\right], \quad (i=0..6, j=0..6) \quad (2)$$

и последующее нормирование результата в диапазон 8-битной шкалы яркости от 0 до 255:

$$\text{mcsccale}(x) := \left(\frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)} \cdot 255 \right). \quad (3)$$

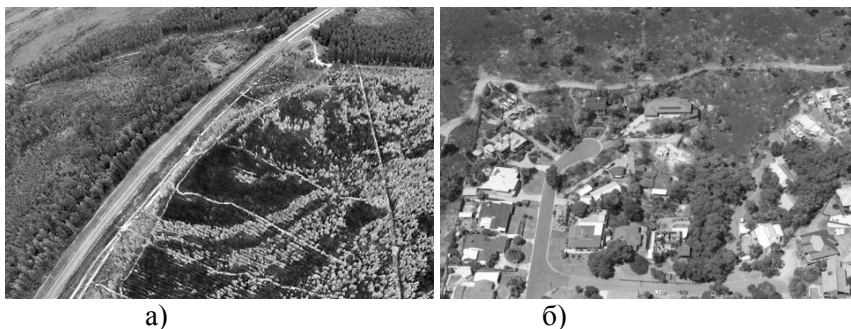


Рис. 1. Исходные изображения аэрофотосъемки последствий лесных пожаров у дороги (а) и на окраине города (б)

На рис. 2, показаны результаты обработки вышеуказанным методом исходных изображений, представленных на рис. 1. Из анализа обработанных изображений можно сделать вывод, что метод двумерной корреляции не в полной мере позволяет подготовить снимки для автоматизированного распознавания.

В то же время для решения задач классификации, использующих в качестве исходных данных изображения, содержащие сложные объекты и текстуры естественного происхождения широко применяется фрактальная размерность [2]. Возможность классификации на основе расчета фрактальной размерности основана на утверждении, что даже схожие в топологическом смысле объекты имеют разные фрактальные характеристики.



Рис. 2. Результат обработки исходных изображений методом двумерной корреляции матрицы изображения с шаблоном

Многие методы оценки фрактальной размерности изображений, по своей сути, сводятся к последовательной аппроксимации контуров объектов отрезками разной длины с последующим подсчетом полученных сегментов кривой с учетом длины этих сегментов [3]. Очевидно, что используя подобные подходы, в качестве промежуточного результата может быть получена последовательность кривых с разной степенью детализации исходной кривой, которые и являются исходными для алгоритмов расчета фрактальной размерности. Подобная последовательность кривых может быть получена и с использованием других алгоритмов обработки изображений. В частности, может быть использован разработанный применительно к нейросетевому методу распознавания образов метод фрактального ядра, позволяющий производить обработку исходного изображения с использованием сканирующего окна размером $2n \times 2m$ ($n=1..N$, $m=1..M$) пикселя:

$$D_{N \times M} = \frac{\sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^M s_{ij}}{\sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^M s_{ij}^*}, \quad (3)$$

где $D_{N \times M}$ – значение дробной размерности участка изображения размером $N \times M$, s_{ij} – площадь поверхности, образуемой значениями яркости пикселей над основанием изображения в окне сканирования, s_{ij}^* – площадь основания окна сканирования, $N \times M$ – размер изображения или его фрагмента.

Предложенный метод, апробирован в среде MathCAD.

Обработка исходных изображений (рис. 1) с использованием фрактального ядра (3) позволяет, в зависимости от заданных параметров (интервалов градаций яркости), получить различные адаптивные изображения в виде, представленном на рис. 3–4.



Рис. 3. Результат обработки исходных изображений методом фрактального ядра во всем диапазоне градаций яркости изображения

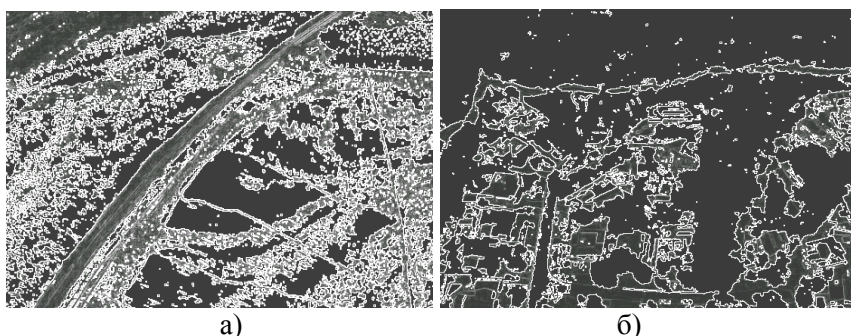


Рис. 4. Результат обработки исходных изображений методом фрактального ядра в интервале градаций яркости а) $I > 40\%$ и б) $I > 50\%$

Фрактальное число максимально в точке перехода из паттерна в другой [3], что и демонстрируют представленные на рисунках 3 и 4 результаты обработки исходных изображений. При этом численное значение дробной размерности изображений (а) и (б), соответственно, равны 30,248 (45,954 в интервале градаций яркости $I > 40\%$) и 14,161 (15,924 при $I > 50\%$). Очевидно, что чем более неоднородна текстура поля изображения, тем больше его фрактальное число. При этом техногенные объекты обладают рядом свойств, позволяющим им выделяются на фоне подстилающей поверхности, в то время как численное значение дробной (фрактальной) размерности природных объектов дают возможность судить лишь о степени неоднородности того или иного участка изображения.

Таким образом, при решении задачи автоматизации процесса обработки данных специального мониторинга и автоматизированного распознавания объектов на фоне подстилающей поверхности, фрактальная размерность может рассматриваться лишь как одна из характеристик изображения, которая хоть и является весьма информативной, но не является достаточной для решения задачи оперативного дешифрирования аэрофотоматериалов.

Литература

1. Яне Б. Цифровая обработка изображений. М.: Техносфера, 2007. - 584 с.
2. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. М.: Институт компьютерных исследований, 2002. – 464 с.
3. Данилов А.М., Смирнов В.А., Королёв Е.В., Круглова А.Н. Фрактальный анализ микроструктуры наномодифицированного композита //Нанотехнологии в строительстве. - 2011. - №5.

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

Y.V. Ivanov, V.G. Firsov, S.N. Andreev

METHOD OF ACCOUNTING FRACTAL PROPERTIES OF THE IMAGE WHEN DECRYPTING THE AERIAL PHOTOGRAPHY

An approach to the problem of automatic recognition object in the decryption of aerial photography is based on the use of fractal properties of images

Key words: дешифрование, аэрокосмические фотографические снимки, метод двух мерной корреляции, метод фрактального ядра

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

УДК 550.84 (571.53)

О.Ю. Астраханцева
УСТАНОВЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ГЕОХИМИЧЕСКОЙ
УСТОЙЧИВОСТИ ЭКОСИСТЕМ РЕЗЕРВУАРОВ ОЗЕРА

БАЙКАЛ

При попадании химических элементов и органических веществ в озеро Байкал с техногенным стоком экологические системы (резервуары) обладают способностью восстанавливать исходный химический состав вод. В отношении легкоподвижных компонентов, выносящихся со стоком озерных вод в соседние резервуары озера (четвертый класс экологической опасности) и умеренно подвижных компонентов (частично выносятся со стоком озерных вод, частично захораниваются) - третий класс экологической опасности.

Экологические системы геохимически неустойчивы (не способны восстановить исходный химический состав вод). При попадании с техногенным стоком слабоподвижных компонентов, накапливающихся в водах и донных отложениях, включающихся в биогеохимический круговорот целиком (первый класс экологической опасности) или частично (второй класс экологической опасности)

Ключевые слова: озеро Байкал, геологическая и химическая устойчивость экологической системы, класс экологической опасности, антропогенная нагрузка, подвижность компонентов

Введение. Разновеликое взаимодействие гравитационных полей вещества вод озера Байкал и вещества Земли по акватории озера из-за резкой расчлененности его дна является причиной, обуславливающей локализацию физико-химических состояний вещества вод озера Байкал в виде Южного, Селенгинского, Среднего, Ушканьеостровского, Северного резервуаров. А также индивидуальность приходной и расходной статей в энергетических балансах и, соответственно, самих энергетических балансов резервуаров [1-29]. Индивидуальность энергетического потенциала каждого резервуара объясняет индивидуальность отклика вещества резервуаров на поступление компонентов вещества потоков окружающей среды и, соответственно, параметры геохимической среды в резервуарах как результат этих процессов. Взаимодействие вещества вод озера Байкал с веществом потоков окружающей среды – природная стационарная мегасистема пространственно локализованных геохимических состояний вещества озера, открытых по отношению к веществу потоков окружающей среды. Модель структуры состояния вещества вод оз. Байкал, равновесного по физико-химическим параметрам с веществом окружающей среды, представляет собой различающиеся средне многолетние состояния геохимических сред, содержащих макро-, микрокомпоненты, биогенные элементы и органическое вещество. В подсистемах (вещество прибрежных,

поверхностных, глубинных, придонных вод) пяти резервуаров оз. Байкал, характеризующиеся стабильными среднегодовыми параметрами: температурой, давлением, химическим составом, минерализацией и рассчитанными через эти параметры характеристиками кислотно-основных и окислительно-восстановительных состояний геохимических систем, формами существования элементов.

Постановка проблемы. Проблема усиления техногенного пресса на оз. Байкал делает необходимым установление геохимической устойчивости экосистем каждого резервуара озера при попадании химических элементов и органического вещества с техногенным стоком. Установление способности экосистем к выносу загрязнителей за их пределы или к их утилизации внутри экосистемы (какие из элементов, попадающих в озеро с техногенным потоком, будут вынесены с течением времени за его пределы, а какие закрепятся в резервуарах: будут утилизированы в донные осадки или связаны в водах, вызывая негативную реакцию биоты на изменение химического состава вод) необходимо для разработки технологии снижения природного и техногенного риска.

Для изучения путей миграции, концентрации и рассеяния в водах озера макро-, микро-, биогенных элементов и органического вещества, поступающих в озеро с потоками химических компонентов природной составляющей окружающей среды, необходим комплексный междисциплинарный системный подход к исследованию однородности и целостности химического взаимодействия компонентов вещества вод оз. Байкал и компонентов вещества потоков природной составляющей окружающей среды.

Объект нашего исследования – вещество вод оз. Байкал – биокосное вещество, жидкий минерал H_2O с растворенными и взвешенными химическими компонентами (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Al , Si , Mn^{2+} , $Fe_{общ}$, SO_4^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , H^+ , O_2 , As , B , Cr , Cu , Cd , Hg , Pb , Sr , Zn , Co , U , V , Br , Rb , Mo , $C_{орг}$, $N_{орг}$, $P_{орг}$, $S_{орг}$, CO_2 , Ti), химически взаимодействующее с такими же компонентами вещества потоков природной составляющей окружающей среды, впадающих в озеро и вытекающих из него (реки, взвесь рек, дождь + снег, аэрозоль, подземные воды, минеральные воды, приток озерных вод из других резервуаров озера, поток из донных отложений, поток в донные отложения, сток озерных вод в другие резервуары озера и в реку Ангару).

Цель работы – для установления геохимической устойчивости вещества вод озера Байкал исследовать его внешнюю (функциональную) и внутреннюю (структурную) иерархии при взаимодействии химических компонентов вещества вод оз. Байкал и химических компонентов вещества потоков природной составляющей окружающей среды.

Для достижения этой цели впервые решены следующие задачи, которые можно считать пунктами в технологии, разрабатываемой для снижения природного и техногенного рисков для экосистем оз. Байкал:

– в акватории вещества вод оз. Байкал выделены пространственно локализованные зоны со стабильными физико-химическими параметрами в масштабе исторического времени (Южный, Селенгинский, Средний, Ушканьеостровский, Северный резервуары) [26]. В каждом резервуаре выделены поверхностные, прибрежные, глубинные, придонные воды. Используются методы изучения макросистем: – метод выделения из сложного эволюционирующего и иерархического объекта систем термодинамического типа – аксиоматический метод на основе принципов и методов локально-равновесной термодинамики.

Применительно к нашему объекту и предмету исследования этот метод включает следующие шаги:

1. Системный подход – познание свойств внутренней среды макросистемы “вещество вод оз. Байкал – вещество потоков природной окружающей среды” через общее (термодинамическое) взаимодействие;

2. Выявление частных взаимодействий (тепловое, химическое, гравитационное);

3. Применение законов термодинамики к закрытой макросистеме “вещество вод оз. Байкал – вещество окружающей среды”;

4. Применение закона транзитивности;

5. Применение метода многорезервуарности.

Следовательно, структура физико-химического состояния вещества вод оз. Байкал определена как многорезервуарная; из сложного эволюционирующего и иерархического объекта – мегасистемы «вещество вод озера Байкал – вещество потоков природной составляющей окружающей среды» выделены системы термодинамического типа:

установлена организованность в отношении структуры физико-химического состояния вещества вод озера Байкал и в отношении целостности функциональных характеристик в исследуемом химическом взаимодействии;

– учтена вся совокупность факторов при расчете среднесуточных содержаний и количеств компонентов: Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Al , Si , Mn^{2+} , $\text{Fe}_{\text{общ}}$, SO_4^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , H^+ , O_2 , As , B , Cr , Cu , Cd , Hg , Pb , Sr , Zn , Co , U , V , Br , Rb , Mo , $\text{C}_{\text{орг}}$, $\text{N}_{\text{орг}}$, $\text{P}_{\text{орг}}$, $\text{S}_{\text{орг}}$, CO_2 , Ti в поверхностных, прибрежных, глубинных, придонных водах, донных отложениях Южного, Селенгинского, Среднего. Ушканьеостровского, Северного резервуаров озера Байкал и потоках, впадающих и вытекающих из резервуаров озера: реки, взвесь рек, дождь + снег, аэрозоль, подземные воды, минеральные воды, приток озерных вод из других резервуаров озера, поток из донных отложений, поток в донные отложения, сток озерных вод в другие резервуары озера и в реку Ангару (в %, мг/л, г/год) в период 1957 – 1998 гг. [1-5, 8, 11, 12, 14-16, 22, 28, 29] Используются аналитические данные, апробированные в научной практике и опубликованные в научной литературе по оз. Байкал;

– проведен расчет равновесных составов компонентов подсистем (поверхностных, прибрежных, глубинных, придонных вод) выделенных резервуаров озера методом минимизации потенциала Гиббса – $G(T, P)$ [24];

– изучены морфометрические характеристики и водные балансы выделенных резервуаров оз. Байкал и потоков, оценена интенсивность водообмена в резервуарах [10, 13];

– количественно оценены масштабы движения подземных вод в водосборных бассейнах пяти резервуаров оз. Байкал, что позволило оценить масштабы подземного химического привноса в озеро [5-7, 9];

– изучены среднесуточные количества компонентов в потоках компонентов из донных отложений и в донные отложения в резервуарах оз. Байкал (в г/год) [23];

– изучены химические балансы компонентов в пяти выделенных резервуарах озера с учетом внутренней нагрузки – потоков компонентов из донных отложений [17-21, 25, 27];

– изучена пространственная миграция компонентов в водах пяти резервуаров озера, определены формы миграции компонентов (в твердой и растворимой фазе), выделены подвижные и инертные ком-

поненты [17-21, 25, 27];

– установлены классы элементов экологической опасности для каждого резервуара оз. Байкал (таблица);

– составлен прогноз поведения компонентов в резервуарах в случае их попадания с антропогенной нагрузкой (таблица).

Свойства исследуемых природных объектов возникают и обнаруживаются через отношения этих объектов с окружающей средой. Вещество вод озера Байкал обменивается с окружающей средой веществом и энергией, в нем непрерывно протекают химические реакции, происходит поступление реагирующих веществ извне и отвод продуктов реакций. Вопрос глобального осмысления сценария отношений в системе “вещество вод оз. Байкал – вещество окружающей среды” является ключевым в выяснении структурной и организационной сущности этой системы.

Разновеликое взаимодействие гравитационных полей вещества вод озера Байкал и вещества Земли по акватории озера из-за резкой расчлененности его дна является причиной, обуславливающей локализацию физико-химических состояний вещества вод озера Байкал. В виде Южного, Селенгинского, Среднего, Ушканьеостровского, Северного резервуаров и индивидуальность приходной и расходной статей в энергетических балансах и, соответственно, самих энергетических балансов резервуаров [26]. Индивидуальность энергетического потенциала каждого резервуара объясняет индивидуальность отклика вещества резервуаров на поступление компонентов вещества потоков окружающей среды и, соответственно, параметры геохимической среды в резервуарах как результат этих процессов. Взаимодействие вещества вод озера Байкал с веществом потоков окружающей среды – природная стационарная мегасистема пространственно локализованных геохимических состояний вещества озера, открытых по отношению к веществу потоков окружающей среды.

Модель структуры состояния вещества вод оз. Байкал, равновесного по физико-химическим параметрам с веществом окружающей среды, представляет собой различающиеся среднесезонные состояния геохимических сред, содержащих макро-, микрокомпоненты, биогенные элементы и органическое вещество. В подсистемах (вещество прибрежных, поверхностных, глубинных, придонных вод) пяти резервуаров оз. Байкал, характеризующиеся стабильными среднегодовыми па-

раметрами: температурой, давлением, химическим составом, минерализацией и рассчитанными через эти параметры характеристиками кислотно-основных и окислительно-восстановительных состояний геохимических систем, формами существования элементов.

Химические балансы вещества резервуаров озера позволяют установить организованность – сложное свойство вещества систем–резервуаров, заключающееся в наличии структуры и функционирования (поведения). Непременной принадлежностью систем являются их элементы (составные части) – в нашем случае это вещество подсистем вещества резервуаров озера – вещество поверхностных, прибрежных, глубинных, придонных вод, структурные образования, из которых состоит целое и без чего оно не возможно. Функциональность вещества резервуаров озера Байкал – это проявление определенных свойств (функций) при взаимодействии с веществом внешней среды (с веществом потоков (реки, взвесь рек, дождь + снег, аэрозоль, подземные воды, минеральные воды, приток озерных вод из других резервуаров озера, поток из донных отложений, поток в донные отложения, сток озерных вод в другие резервуары озера и в реку Ангару)). Назначение системы “вещество резервуаров озера Байкал – вещество потоков окружающей среды” в данном случае – движение материи и энергии в бассейне оз. Байкал, миграция, избирательный транзит и избирательная утилизация вещества, поступившего в озеро из внешней среды с веществом потоков.

Исследование химических балансов Южного, Селенгинского, Среднего, Ушканьеостровского, Северного резервуаров оз. Байкал [17-21, 25, 27] позволило установить геохимическую устойчивость вещества вод резервуаров озера в случае попадания в озеро техногенного загрязнения при техногенных авариях (таблица).

Озеро Байкал – ультрапресное озеро с малым содержанием биогенных элементов в ее водах. Прирост биомассы планктона ограничен поставкой биогенных элементов в трофогенный слой с потоком из донных отложений. Скорость водной миграции элементов позволяет разделить их на три группы:

1. Малоподвижные или связанные элементы (элементы, участвующие в химических круговоротах или элементы, захоранивающиеся в донных отложениях);
2. Частично выносимые, частично связанные (частично тран-

зитные, частично участвующие в химических круговоротах, частично захоранивающиеся в донных отложениях);

3. Легкоподвижные – “транзитные” компоненты – приходящие с внешней нагрузкой и уходящие со стоком озерных вод в другие резервуары озера и реку Ангару (таблица).

Из-за низкого стока озерных вод в резервуарах по сравнению с массами вод в каждом резервуаре, ликвидация техногенных аварий будет крайне медленной. Существующие в каждом резервуаре группы компонентов (“связанных”), участвующие в химическом круговороте, то есть уходящие с потоком в донные отложения и возвращающиеся с потоком из донных отложений. В случае техногенных аварий с этими компонентами, в четырех резервуарах не будут утилизированы, как в обычных неглубоких континентальных озерах, а с потоком из донных отложений, за исключением ничтожной захороненной части, вернутся обратно, вызывая вторичное заражение и накапливаясь в водах.

Данные компоненты будут связаны и не попадут в другие резервуары, но будучи вовлеченными в химический круговорот. Это нарушит существующее химическое и биологическое равновесия и вызовет этим катастрофические изменения качества вод в этом резервуаре. Любой большой по сравнению с существующим приток биогенных элементов извне вызовет их накопление в водоеме, сдвинет существующее равновесие “биогенные элементы – живое вещество” и повлечет за собой эвтрофикацию, массовое развитие фито- и бактериопланктона, особенно сине-зеленых водорослей, вызывающих цветение воды и резкое ухудшение ее качества. Другая группа компонентов (“подвижных” или проточных или “транзитных”) – основная часть вещества – в случае техногенных аварий, содержащих эти компоненты, со стоком озерных вод попадет в другие резервуары озера и в реку Ангару. Из-за низкого стока по сравнению с массами вод озера, эти компоненты будут накапливаться в водах озера и, повысив минерализацию озерных вод, опять же вызовут изменение качества воды.

Следовательно, только в Селенгинском резервуаре и только техногенный сброс, не содержащий “транзитные” компоненты, будет ликвидирован – утилизирован в донные осадки.

Классы экологической опасности компонентов и прогноз их поведения в резервуарах в случае воздействия антропогенной нагрузки на озере

Байкал

Компоненты	Южный резервуар	Селенгинский	Средний	Ушканьеостровский	Северный
K ⁺	У Д Ш	У В Д П	У В Д П	У В Д П	С В Д I
Na ⁺	У Д Ш	У Д Ш	У В Д П	У В Д П	У В Д П
Ca ²⁺	Л IV	Л IV	У Д Ш	Л IV	У В Д П
Mg ²⁺	У В Д П	У Д Ш	У В Д П	У В Д П	У В Д П
Al	С В Д I	С Д Ш	С В Д I	С В Д I	С В Д I
Si	С В Д I	С Д Ш	С В Д I	С В Д I	С В Д I
Mn ²⁺	С В I	У В Д П	С В Д I	С В Д I	С В Д I
Fe _{общ}	С В Д I	У В Д П	С В Д I	С В Д I	С В Д I
SO ₄ ²⁻	Л IV	Л IV	Л IV	Л IV	Л IV
HCO ₃ ⁻	Л IV	Л IV	Л IV	Л IV	Л IV
Cl ⁻	Л IV	Л IV	Л IV	Л IV	Л IV
NO ₃ ⁻	С В Д I	У Д Ш	С В Д I	С В Д I	С В Д I
PO ₄ ³⁻	С В Д I	У В Д П	С В Д I	С В Д I	С В Д I
As	С В Д I	У В Д П	С В Д I	С В Д I	С В Д I
B	Л IV	Л IV	У В Д П	Л IV	У В П
Cr	С В Д I	С Д Ш	С В Д I	С В Д I	С В Д I
Cu	С В Д I	Л IV	С В Д I	С В Д I	С В Д I
Cd	У В Д П	У В Д П	С В Д I	У В Д П	С В Д I
Hg	Л IV	Л IV	Л IV	Л IV	Л IV
Pb	С В Д I	У Д Ш	У В П	С В Д I	С В Д I
Sr	Л IV	Л IV	Л IV	Л IV	Л IV
Zn	У В Д П	Л IV	Л IV	У В Д П	С В Д I
Co	С В Д I	У В Д П	С В Д I	С В Д I	С В Д I
U	У В Д П	У В Д П	С В Д I	У В Д П	С В Д I
V	С В Д I	У В Д П	С В Д I	С В Д I	С В Д I
Br	У В Д П	У Д Ш	У В Д П	У В Д П	С В Д I
Rb	С В Д I	У В Д П	С В Д I	С В Д I	С В Д I
Mo	Л IV	У В Д П	У Д Ш	У В Д П	У В Д П
C _{орг}	У Д Ш	У Д Ш	У В Д П	У Д Ш	У В Д П
N _{орг}	У В Д П	У Д Ш	У В Д П	У В Д П	У В Д П
P _{орг}	С В Д I	У В Д П	С В Д I	С В Д I	С В Д I
S _{орг}	У Д Ш	У Д Ш	У В Д П	У Д Ш	У В Д П
Ti	С В Д I	У В Д П	С В Д I	С В Д I	С В Д I

Примечание. С – слабоподвижные накапливаются; У – умеренноподвижные, частично выносятся, частично накапливаются; Л – легкоподвижные выносятся; В – накапливаются в водах; Д – накаплива-

ются в донных отложениях; ВД – накапливаются в донных отложениях и водах, I, II, III, IV – классы экологической опасности

В остальных резервуарах утилизации этих веществ не будет – с потоком из донных отложений они вернутся обратно, вызывая вторичное заражение. Реализация предложенного подхода к оз. Байкал как к многорезервуарной системе позволяет: создать и систематизировать информацию по каждой системе мегасистемы “Оз. Байкал” и по каждому впадающему в озеро потоку; оперативно оценить возможные последствия катастрофического воздействия на экосистему озера. Вещественный баланс резервуаров озера является новым методом оценки его состояния и прогноза изменений в случае антропогенных воздействий. Границы экологических зон и нормативы допустимых воздействий на экосистему оз. Байкал являются важнейшими научными проблемами в формировании экологической политики в Байкальском регионе. В Нормативах допустимых воздействий в “перечень особо опасных веществ” для резервуаров оз. Байкал необходимо включить вещества, изменяющие интенсивность внутренней нагрузки – потока из донных отложений и потока в донные отложения, (элементы первого и второго класса экологической опасности) (таблица). Элементы третьего класса экологической опасности в резервуарах составляют компоненты, уходящие с потоком в донные отложения и захоранивающиеся в них. В четвертый класс экологической опасности входят легкоподвижные “транзитные” элементы, которые в случае техногенных аварий со стоком озерных вод попадут в соседние резервуары озера и в реку Ангару. Только по элементам, входящим в четвертый класс экологической опасности, резервуары – системы мегасистемы “Оз. Байкал” способны к саморегуляции – удалению их из системы со стоком с течением времени, остальные элементы при попадании резервуары аккумулируются в них – в водах или в донных отложениях. В таблице представлен прогноз поведения компонентов в случае попадания их в озеро Байкал с антропогенной нагрузкой.

Выводы. Предложенный комплексный междисциплинарный системный подход к исследованию однородности и целостности химического взаимодействия компонентов вещества вод оз. Байкал и компонентов вещества потоков природной составляющей окружающей среды позволяет сделать следующие выводы.

1. Относительно геохимической устойчивости резервуаров: при попадании химических элементов и органического вещества в озеро Байкал с техногенным стоком экосистемы - резервуары обладают способностью восстанавливать исходный химический состав вод в отношении легкоподвижных компонентов, выносящихся со стоком озерных вод в соседние резервуары озера (четвертый класс экологической опасности) и умеренно подвижных компонентов (частично выносятся со стоком озерных вод, частично захораниваются) - третий класс экологической опасности.

2. Экосистемы геохимически неустойчивы (не способны восстановить исходный химический состав вод) при попадании с техногенным стоком слабоподвижных компонентов, накапливающихся в водах и донных отложениях, включающихся в биогеохимический круговорот целиком (первый класс экологической опасности) или частично (второй класс экологической опасности).

Литература

1. Астраханцева О.Ю. Принципы создания модели “Мегасистема “Оз. Байкал””, база данных //Проблемы земной цивилизации. Сборник статей “Поиск решения проблем выживания и безопасности Земной цивилизации”. - Иркутск: ASPrint, 2002. - Вып. 6.- Ч.1. - С. 72-121.

2. Астраханцева О.Ю. База данных химического состава вод и потоков оз. Байкал //Экосистемы и природные ресурсы горных стран. Материалы Первого Междунар. симпоз. “Байкал. Современное состояние поверхностной и подземной гидросферы горных стран”. – Новосибирск: Наука. 2004. - С. 233-260.

3. Астраханцева О.Ю. Потоки “Атмосферный аэрозоль”, впадающие в системы мегасистемы Оз. Байкал //Фундаментальные проблемы изучения и использования воды и водных ресурсов. Материалы научной конф. (Иркутск: Институт географии СО РАН, 20-24 сентября 2005г.). - Иркутск: 2005. - С. 389-391.

4. Астраханцева О.Ю. Оценка фоновое содержания компонентов в потоках “Реки”, впадающих в резервуары мегасистемы “Оз. Байкал” и вклада в химические балансы резервуаров // Проблемы ресурсов и геоэкологии. Материалы междунар. научно-практич. симпоз. (Пенза, ПГУ, 17-19 мая, 2006г.). - Пенза, 2006. - С.38-42.

5. Астраханцева О.Ю. Количественная оценка потока “Подзем-

ные воды”, впадающего в оз. Байкал для пяти резервуаров оз. Байкал: Южного, Селенгинского, Среднего, Ушканьеостровского, Северного //Экология и технология. Материалы докладов VII междунар. конгресса “Вода: экология и технология” ЭКВАТЭК – 2006 (Москва, 30 мая-2 июня). - М., 2006. - Ч.1. - С.184 – 185.

6. Астраханцева О.Ю. Методика сбора и обработки данных по подземным водам артезианских бассейнов и гидрологическим массивам, окружающим озеро Байкал //Экология и технология. Материалы докладов VII междунар. конгресса “Вода: экология и технология”. ЭКВАТЭК – 2006 (Москва, 30 мая-2 июня). - М., 2006. - Ч.1.- С.189 – 190.

7. Астраханцева О.Ю. Потоки “Подземные воды”, впадающие в резервуары мегасистемы “Озеро Байкал” //Экология и технология. Материалы докладов VII междунар. конгресса “Вода: экология и технология” ЭКВАТЭК – 2006 (Москва, 30 мая-2 июня). - М., 2006. - Ч.1. - С. 228 – 229.

8. Астраханцева О.Ю. Средние содержания компонентов в потоках “Подземные воды”, впадающих в резервуары мегасистемы “Озеро Байкал” //Экология и технология. Материалы докладов VII междунар. конгресса “Вода: экология и технология” ЭКВАТЭК – 2006 (Москва, 30 мая-2 июня). - М., 2006. - Ч.1. - С.252 – 253.

9. Астраханцева О.Ю. Количественная оценка потока “Подземные воды”, впадающего в озеро Байкал, для пяти резервуаров озера Байкал: Южного, Селенгинского, Среднего, Ушканьеостровского, Северного //Вестник ИрГТУ, 2007. - № 3 (31). - С. 15-21.

10. Астраханцева О.Ю. Расчет морфометрических характеристик сложной системы “Озеро Байкал” //Вестник ИрГТУ, 2007. - № 4 (32). - С. 42- 49.

11. Астраханцева О.Ю. Оценка фоновое содержания компонентов в потоках “Речная взвесь”, впадающих в резервуары мегасистемы “Озеро Байкал” и вклада потоков “Речная взвесь” в химические балансы резервуаров //Материалы Всеросс. науч. конф. (Иркутск: Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, 24-30 сент., 2007г.). Иркутск, 2007. - С. 120-123.

12. Астраханцева О.Ю. Взвесь вод озера Байкал //Экология - 2007. Материалы докладов Междунар. молодеж. конф. (Архангельск, Институт Экологических проблем Севера УрО РАН, 18-21 июня

2007г.). Архангельск, 2007. - С. 99-101.

13. Астраханцева О.Ю., Глазунов О.М. Водный баланс мегасистемы “Озеро Байкал”. Вестник ИрГТУ, 2008. - № 3 (35). - С. 148-154.

14. Астраханцева О.Ю. Среднемноголетний химический балансовый состав потоков “Взвесь прибрежных и поверхностных вод оз. Байкал” //Экология -2007. Материалы докладов Междунар. молодеж. конф. (Архангельск, Институт Экологических проблем Севера УрО РАН, 18-21 июня 2007г.). Архангельск, 2007. - С. 101 - 103.

15. Астраханцева О.Ю. Среднемноголетний химический балансовый состав потоков “Взвесь глубинных и придонных вод оз. Байкал” // Экология -2007. Материалы докладов Междунар. молодеж. конф. (Архангельск, Институт Экологических проблем Севера УрО РАН, 18-21 июня 2007г.). Архангельск, 2007. - С. 103 - 105.

16. Астраханцева О.Ю. Оценка фоновое содержания компонентов в потоках “Речная взвесь”, выпадающих в резервуары мегасистемы “Озеро Байкал” и вклада потоков “Речная взвесь” в химические балансы резервуаров //Экология -2007. Материалы докладов Междунар. молодеж. конф. (18-21 июня 2007г.) / Отв. ред. чл. корр. РАН Ф.Н. Юдахин; Институт Экологических проблем Севера УрО РАН. – Архангельск, 2007. - С. 105 - 107.

17. Астраханцева О.Ю., Чудненко К.В., Глазунов О.М. Химический баланс Южного резервуара оз. Байкал //Вестник ИрГТУ, 2011. - № 8 (55). - С. 16-28.

18. Астраханцева О.Ю., Чудненко К.В., Глазунов О.М. Химический баланс Селенгинского резервуара оз. Байкал //Вестник ИрГТУ, 2012. - № 1 (60). - С. 20-32.

19. Астраханцева О.Ю., Чудненко К.В., Глазунов О.М. Химический баланс Среднего резервуара оз. Байкал //Вестник ИрГТУ, 2012. - № 3 (62). - С. 28-42.

20. Астраханцева О.Ю., Чудненко К.В., Глазунов О.М. Химический баланс Ушканьеостровского резервуара оз. Байкал //Вестник ИрГТУ, 2012. - № 5 (64). - С. 36-50.

21. Астраханцева О.Ю., Чудненко К.В., Глазунов О.М. Химический баланс Северного резервуара оз. Байкал //Вестник ИрГТУ, 2013. - № 3 (74). - С. 35-47.

22. Астраханцева О.Ю. Среднемноголетние содержания компонентов в донных отложениях Южного, Селенгинского, Среднего,

Ушканьеостровского, Северного резервуаров озера Байкал //Вестник ИрГТУ, 2014. - № 9 (92). - С. 53-63.

23. Астраханцева О.Ю., Филиппова Л.А. Исследование вклада потоков (из донных отложений и в донные отложения) в химические балансы Южного, Селенгинского, Среднего, Ушканьеостровского и Северного резервуаров оз. Байкал //Вестник ИрГТУ, 2014. - №10 (93). - С. 68-79.

24. Астраханцева О.Ю., Чудненко К.В. Расчет форм существования компонентов и характера геохимической среды (Еh, рН, минерализация) в подсистемах – глубинных водах резервуаров оз. Байкал через внутренние физико-химические параметры, равновесные с параметрами окружающей среды //Гелиогеофизические исследования, 2014. - №9 (9). - С.30-34.

25. Астраханцева О.Ю., Глазунов О.М. Исследование и сравнение функциональных характеристик вещества Южного, Селенгинского, Среднего, Ушканьеостровского, Северного резервуаров оз. Байкал // Вестник ИрГТУ, 2015. - № 3 (98). - С. 61-70.

26. Астраханцева О.Ю. Исследование внутренней (структурной) иерархии вещества вод озера Байкал //Вестник ИрГТУ, 2015. - № 4 (99). - С. 53-64.

27. Астраханцева О.Ю., Белозерцева И.А., Палкин О.Ю. Исследование внешней (функциональной) иерархии вещества в открытой по отношению к веществу потоков окружающей среды мегасистеме “вещество вод оз. Байкал” //Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, 2015. № 8-1. - С. 87 – 98.

28. Астраханцева О.Ю., Белозерцева И.А., Палкин О.Ю. Исследование среднемноголетних содержаний и количества химических компонентов в потоках “Минеральные воды”, впадающих в Южный, селенгинский, Средний, Ушканьеостровский, Северный резервуары оз. Байкал //Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, 2015. - № 8-2. - С. 303 – 321.

29. Астраханцева О.Ю., Белозерцева И.А., Палкин О.Ю. Исследование фоновых содержаний и количества химических компонентов в потоках “Подземные воды”, впадающих в Южный, Селенгинский, Средний, Ушканьеостровский, Северный резервуары оз. Байкал //Современные проблемы науки и образования, 2015. - № 2.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

«Институт геохимии имени А.П. Виноградова СО РАН», г. Иркутск

О.Ю. Астраханцева
УСТАНОВЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ГЕОХИМИЧЕСКОЙ
УСТОЙЧИВОСТИ ЭКОСИСТЕМ РЕЗЕРВУАРОВ ОЗЕРА
БАЙКАЛ

При попадании химических элементов и органических веществ в озеро Байкал с техногенным стоком экологические системы (резервуары) обладают способностью восстанавливать исходный химический состав вод. В отношении легкоподвижных компонентов, выносящихся со стоком озерных вод в соседние резервуары озера (четвертый класс экологической опасности) и умеренно подвижных компонентов (частично выносятся со стоком озерных вод, частично захораниваются) - третий класс экологической опасности.

Экологические системы геохимически неустойчивы (не способны восстановить исходный химический состав вод). При попадании с техногенным стоком слабоподвижных компонентов, накапливающихся в водах и донных отложениях, включающихся в биогеохимический круговорот целиком (первый класс экологической опасности) или частично (второй класс экологической опасности)

Key words: озеро Байкал, геологическая и химическая устойчивость экологической системы, класс экологической опасности, антропогенная нагрузка, подвижность компонентов

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Институт геохимии имени А.П. Виноградова Сибирского
отделения Российской академии наук», г. Иркутск

УДК 624.131(470.324)

А.С. Велин

ПРОГНОЗ ВОЗМОЖНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД
ТЕРРИТОРИИ БАЗЫ ТОПЛИВА СТАНЦИИ
«ВОРОНЕЖ - КУРСКИЙ»

Во второй половине 20-го века и в наши дни одним из опасных загрязняющих элементов окружающей среды являются нефтепродукты. Это связано с увеличением количества автотранспортных средств, нефтехранилищ, авторемонтных мастерских, АЗС. Загрязнение природной среды происходит на всех этапах хозяйственной деятельности, начиная от добычи нефти и завершая хранением и распределением нефтепродуктов. Практически на всех техногенных объектах, связанных с данным продуктом фиксируется загрязнение геологической среды той или иной степени

Ключевые слова: подземные воды, нефтепродукты, загрязнение

Одной из существенных экологических проблем современного времени является загрязнение геологической среды нефтепродуктами.

Такая ситуация связана как с широким развитием самого загрязнения, так и с большими трудностями его локализации и ликвидации. Ни одно другое загрязняющее вещество, каким бы опасным оно ни было, не может сравниться с нефтепродуктами по широте распространения, количеству источников загрязнения, величине единовременных нагрузок на все компоненты природной среды.

Характеризуемая территория находится на водоразделе рек Дон и Воронеж, в центральной части города Воронежа, в пределах территории железнодорожной станции «Воронеж - Курский». Исследуемый техногенный объект представляет собой хранилище нефтепродуктов. Поверхность земли в пределах территории базы, там, где нет асфальта и железнодорожных путей, представлена смесью строительного мусора и почвы с многочисленными включениями угля.

Прогноз загрязнения подземных вод на участке промышленного предприятия в первую очередь включает оценку времени достижения загрязненными водами, поступающими с земной поверхности, уровня грунтовых вод. При этом следует принимать во внимание то, что в районах промышленных зон загрязнение подземных вод происходит на всей территории промышленной площадки [1, 2].

Данный прогноз носит предварительный характер, ввиду отсутствия данных по характеристике ионообменных и сорбционных функций грунтов зоны аэрации в отношении различного ряда нефтепродуктов, играющих определяющую роль в характере миграции последних в геологической толще исследуемой территории. В связи с этим, была использована простейшая фильтрационная модель, не учитывающая сложные геохимические взаимодействия соединений в горных породах. Таким образом, выполненный прогноз представлен по так называемому «жесткому» варианту развития событий (скорости распространения химических соединений в грунтовой толще). В реальной ситуации процессы миграции нефтепродуктов, в особенности более тяжелых их разновидностей, будут протекать значительно медленнее. Тем не менее, «жесткий» вариант прогнозирования ориентирован на экстремальную направленность развития загрязнения и позво-

ляет оперативно реагировать на полученные результаты [2].

В данных расчетах принято условие, что фильтроваться через зону аэрации будут поверхностные воды с растворенными в них нефтепродуктами. При этом принимается что, фильтрация идет с постоянным расходом Q через площадь F (площадь промышленной площадки) и при напоре $H_0 = 0$, что проявляется при $K \geq Q / F$ (K – коэффициент фильтрации грунтов верхней части зоны аэрации), в этом случае попадающие на поверхность земли загрязненные воды полностью фильтруются.

При многослойном строении зоны аэрации со слабопроницаемым верхним слоем (экраном) время инфильтрации загрязненных вод с поверхности земли до уровня грунтовых вод складывается из суммы времён фильтрации каждого слоя. Если в разрезе зоны аэрации имеется несколько слабопроницаемых прослоев, то при расчёте по формуле берётся их суммарная мощность и средний коэффициент фильтрации.

Время достижения загрязненными водами уровня грунтовых вод может быть оценено по формуле [1]:

$$T = \frac{\mu \cdot x \cdot m}{\sqrt[3]{(Q/F)^2 \cdot x \cdot k}}$$

где m - мощность слоя грунтов зоны аэрации; k - коэффициент фильтрации пород зоны аэрации; μ - дефицит влажности пород ($\mu = n - n_0$) зоны аэрации; n - пористость грунтов; n_0 - начальная влажность грунтов.

Усредненные характеристики зоны аэрации и расчет времени фильтрации

Наименование геологического подразделения	Геологический индекс	Мощность, m , м	Кэфф. фильтрации K , м/сут.	Пористость, n , д.ед.	Начал. влажн. n_0 , ед.	Время фильтрации, $t_{сут}$.

Техногенные насыпные грунты: пески средней крупности, малой степени водонасыщения, вкл. строительного мусора	t H	2,0	0,0045	0,43	0,033	358
Суглинки полутвердые, ИГЭ-2	L, e _p I-III	4,0	0,01	0,43	0,24	262
Суглинки мягкопластичные зеленовато-бурые, с линзами песка	f I ds	1,0	0,07	0,45	0,25	36
Пески мелкие светло-серые, средней плотности, малой степени водонасыщения	f I ds	12,0	1,68	0,365	0,045	40
Супеси пластичные рыжевато-бурые	f I ds	2,0	0,4	0,37	0,14	46
Пески мелкие светло-серые, средней плотности, малой степени водонасыщения	f I ds	39,0	0,139	0,375	0,068	1718
Глины черные плотные	N ₂	3,0	0,001	0,45	0,27	401
Суммарное время фильтрации, сут.						3061
Суммарное время фильтрации, год						8,4

При расчете принимается, что через поверхность площадки фильтруются только атмосферные осадки. Исходя из среднегодовой суммы количества атмосферных осадков - 570 мм (0,570 м) и площади базы топлива - 15700 м², среднесуточный расход (Q) через всю площадку составит - 24,5 м³. Удельный расход (q = Q/F) составит - 0.00156 м.

Усредненные характеристики зоны аэрации в пределах площадки базы и расчет времени фильтрации приведены в таблице. Время достижения поверхностными водами с растворенными в них нефтепродуктами при перечисленных условиях составит 8,4 года.

Для снижения неблагоприятных воздействий на геологическую

среду, предотвращения дальнейшей миграции нефтепродуктов в грунтовой толще и возможного проникновения загрязнителей в водоносные горизонты, а также своевременного контроля над состоянием геологической среды и подземной гидросферы рекомендуется проведение работ по ликвидации (локализации) очагов загрязнения (организационные мероприятия) и мониторинговые работы.

Литература

1. Боровский Л.В. Методические рекомендации по выявлению, обследованию, паспортизации и оценке экологической опасности очагов загрязнения геологической среды нефтепродуктами /Л.В. Боровский. – М.: ГИДЭК, 2002. – 87 с.

2. Дашко Р.Э. Проблемы загрязнения и очистки подземных вод и грунтов от нефтяных углеводородов в Санкт-Петербургском регионе /Р.Э. Дашко, Н.С. Петров //Современные проблемы гидрогеологии. Пятое Толстихинские чтения. Материалы науч. - метод. конф. – Санкт-Петербургский горный ин-т. СПб, 1996. – С. 132 – 134.

3. Дурнев Ю.Ф. Геоэкологические особенности промплощадок нефтебаз г. Воронежа / Ю.Ф. Дурнев //Вестник Воронеж. ун-та. Серия: Геология. – 1997. – №4. – С. 154 – 158.

ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет»

A.S. Velin

FORECAST OF POSSIBLE CONTAMINATION OF GROUND WATER THE BASE FUEL STATION "VORONEZH - KURSK"

In the second half of the 20th century, and today one of the most dangerous by-polluting elements of the environment are petroleum products. This is due to have withdrawn-cheniem number of vehicles, storage tanks, auto repair shops, gas stations, etc. Pollution of the environment occurs at all stages of economic Dey-telnosti, ranging from oil and completing the storage and distribution of petroleum-products. Almost all manufactured objects associated with the product FIX-ruetsya pollution of the geological environment to some extent

Key words: underground water, oil, pollution of the geological environment, environmental conditions, the base fuel

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education «Voronezh State University»

ОЦЕНКА ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКОГО КАЧЕСТВА ВОДНОЙ СРЕДЫ ВОРОНЕЖСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

В работе дана оценка эколого-биологического качества водной среды Воронежского водохранилища, а также выявлены пространственно-временные различия в структуре альгоценозов

Ключевые слова: Воронежское водохранилище, эколого-биологическая оценка, структура альгоценозов

Сложившаяся в пределах Воронежского водохранилища неблагоприятная экологическая ситуация определяет актуальность работ по мониторингу состояния данного водного объекта. Одним из перспективных методов изучения является биоиндикационный метод, который позволяет проследить временное изменение качества водной среды, а также ее токсичности.

Целью исследования является оценка эколого-биологического качества водной среды Воронежского водохранилища, основанная на анализе сообществ низших водорослей.

Материалом для работы послужили пробы, отобранные в прибрежных частях водохранилища с начала мая по конец сентября 2015 года по 8 створам. Местоположение точек отбора проб показано в таблице. Отбор и обработка проб проводились по стандартным методикам [1-5]. Для учета встречаемости водорослей применялась балльная шкала, которая рассчитывалась исходя из полученных значений процентного содержания отдельных таксонов: менее 1 % - 1 балл, 2-3 % - 2 балла, 4-10 % - 3 балла, 10-20 % - 5 баллов, 20-40 % - 7 баллов, 40-100 % - 9 баллов.

Точки отбора проб

№ пробы	Местоположение
1	Поселок Рыбачий
2	Железнодорожный мост
3	Северный мост
4	Чернавский мост
5	Вогрэсовский мост
6	Район ул. Саврасова (Песчанка)

№ пробы	Местоположение
7	Масловский затон
8	Шлюз

Проведенный анализ показал, что доминирующими таксонами (7-9 баллов встречаемости) в начале мая являлись диатомовые водоросли -*Tabellariaflocculosa* (Roth.) Kütz. *Fragilariaconstruens* var. *Venter* Grun. субдоминирующими - *Fragilariaconstruens* (Ehr.) Grun., *Melosiravarians* Ag. Видовое разнообразие невелико – были обнаружены 18 таксонов диатомовых водорослей, 1 таксон синезеленых, 1 таксон эвгленовых.

В конце мая произошло обогащение видовой структуры сообщества – были встречены 44 таксона диатомовых водорослей, 5 зеленых, 2 синезеленых. При этом доминирующими по-прежнему оставались диатомовые водоросли. Наиболее многочисленные виды были представлены родом *Fragilaria* Lyngb. Лишь в воде Масловского затона наблюдалось доминирование таксонов зеленых водорослей (*Elakatothrix gelatinosa* Wille) и синезеленых (*Aphanothecestagnina* (Spreng. B-Peters/et.Geitl.)), что свидетельствует о начинающихся в этот вегетационный период неблагоприятных процессах.

В начале июля в пробах воды было обнаружено 55 таксонов диатомовых водорослей, 19 синезеленых, 4 эвгленовых, 8 зеленых.

При этом можно проследить четкое разделение видовой структуры сообществ водохранилища по линии Вогрэсовского моста. Если в верховьях преобладающими по численности еще оставались диатомовые водоросли (более 74 %), то уже у Вогрэсового моста их численность снизилась (до 41 %), а ниже по течению представители данного отдела уже не обнаруживались. В пробах воды района Песчанки, Масловского затона и шлюза уже в этот период времени доминирующими стали синезеленые водоросли (100 % по численности). Еще одной особенностью видовой структуры сообществ низовья водохранилища является крайне бедное видовое разнообразие – 3-5 таксонов. Такое уменьшение видового разнообразия и пространственно-временной гетерогенности, упрощение межвидовых отношений являются признаками состояния антропогенного экологического регресса [1].

В конце лета деструктивные процессы достигли своего пика в районе Масловского затона, наблюдалось массовое развитие синезеле-

ных водорослей, прежде всего рода *Microcystis*(Kütz.) Elenk., вода приобрела зловонный запах. Как показывают исследования водных экосистем Верхнего Дона [3], массовое присутствие водорослей рода *Microcystis* (Kütz.). Elenk свидетельствует о нарушении природных связей в сообществах фитопланктона водоема.

С середины сентября (период совпал с приходом «бабьего лета») сходные процессы проявились также и в средней части водохранилища. Об ухудшении экологической ситуации в водохранилище в этот период времени свидетельствуют полученные результаты анализа проб в начале и конце сентября.

В начале сентября в пробах воды были обнаружены 11 таксонов синезеленых водорослей, 4 зеленых, 36 диатомовых, 1 золотистых. При этом доля синезеленых водорослей по массе в нижнем и среднем участке водохранилища составляла от 34 % до 76 %. Доминирующими таксонами в нижнем участке являлись *Microcystisaeruginosa* Kütz. emend. Elenk., *Aulacoseiraitalicavar. tenuissima* (Grun.) Sim., *Aulacoseiragranulata* (Ehr.) Sim., *Cladophorafracta* (O.F. Müllerex Vahl) Kützing. В среднем участке – *Microcystisaeruginosa* Kütz. emend. Elenk. Вверхнем - *Fragilariaconstruens* (Ehr.) Grun., *Fragilariaconstruensvar. Venter* Grun.

В конце сентября в пробах воды встречались 62 таксона диатомовых водорослей, 10 таксонов зеленых, 21 таксон синезеленых, 2 таксона эвгленовых. Структура видового сообщества в районе шлюза, Масловского затона, района Песчанки и Вогрэсовского моста была обедненной – от 11 до 20 видов, доминирующими видами являлись водоросли рода *Microcystis* (Kütz.) Elenk. и *Aulacoseira* Thw. Наиболее неблагоприятная ситуация наблюдалась в районе Вогрэсовского моста, где доля синезеленых водорослей составляла 85,6 % по численности, а доминирующим таксоном был *Microcystisaeruginosa* Kütz. emend. Elenk. Затухание деструктивных процессов началось лишь в начале октября, когда температуры воздуха и воды резко упали.

Проведенный анализ структуры сообществ низших водорослей показал, что видовое разнообразие снижается вниз по течению. Структура сообщества в низовьях становится обедненной, 2-3 вида синезеленых водорослей становятся массовыми при единичном развитии других видов, периодически наблюдается полное исчезновение диатомовых водорослей. Такая ситуация характерна для уровня антропоген-

ного экологического регресса. Все это свидетельствует об относительно благополучной ситуации в верховье водохранилища, в то время как в среднем и нижнем участках наблюдается стадия кризисности водной экосистемы.

Для определения экологического состояния водоема и выявления направленности антропогенных преобразований, происходящих в нем, был использован метод вычисления индекса сапробности по Пантле и Букку в модификации Сладчека [2]. Этот метод позволяет представлять состояние вод числовыми значениями, что обеспечивает возможность сопоставления результатов биологического анализа вод, изученных в разное время.

Рассчитанные индексы Пантле-Букка в модификации Сладчека варьируют от 1,53 до 2,01 в разные промежутки времени. По соответствующей шкале все воды оцениваются как 3 класс качества воды – умеренно (слабо) загрязненные. Это является следствием достаточной проточности водоема, а также действием процессов самоочищения. По системе оценки качества вод, предложенной С.С. Бариновой и Л.А. Медведевой [4], воды водохранилища относятся к лимносапробной категории, степень сапробности варьирует от олиго-бета-мезосапробной (α - β) до бета-мезосапробной (β). То есть по степени кризисности эколого-биологического состояния воды водохранилище находится в стадии обратимых изменений.

Более точную информацию о состоянии вод в водоемах дает «индекс диатомового комплекса органического загрязнения воды» (DAI_{pro}-D), разработанный Т. Ватанабе. Чем меньше DAI_{pro}, тем большему органическому загрязнению подвергается водный объект. В наиболее чистых водотоках DAI_{pro} приближается к 100 [5].

Согласно проведенным расчетам, в общем составе сообществ диатомей в среднем и нижнем участках водохранилища преобладают виды-эврисапробы, которых отличает устойчивость к органическому загрязнению, в верхнем участке (начиная от Чернавского моста) – эврисапробы и ксеносапробы. Это обуславливает более высокие значения индексов DAI_{pro} по мере приближения к верховью водохранилища, что свидетельствует о большей чистоте воды в данной зоне. В нижних участках, наоборот, индекс DAI_{pro} колеблется около значения 50, в некоторых случаях его невозможно рассчитать из-за отсутствия диатомовых водорослей в структуре сообщества.

Общие показатели значений индекса органического загрязнения D по пунктам опробования относятся к интервалу от 49,0 до 83,0 % - в самом водохранилище и от 47,9 до 50,53 в притоке – р. Песчановке. Согласно классификации Т. Ватанабе [5], соотношение индексов во втекающей воде и самом водоеме свидетельствует о том, что вода в водохранилище чище, чем в притоке, что обуславливает «цветение» воды в водоеме в течение длительного времени.

Таким образом, экологическое обследование водоема выявило пространственно-временные различия в структуре альгоценозов. Качество водной среды водохранилища оценивалось как умеренно загрязненное, на некоторых участках близкое к стадии антропогенного экологического регресса.

Литература

1. Абакумов В.А. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / Абакумов В.А, 1992. – 318 с.

2. Анциферова Г.А. Биоиндикация водных экосистем. Учебно-методическое пособие для вузов. Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2014. – 57 с.

3. Анциферова Г.А. Оценка уровня режима грунтовых вод и теплового загрязнения вод Дона в районе Нововоронежской АЭС по сообществам низших водорослей /Г.А. Анциферова, А.Я. Смирнова, Л. Н. Строгонова //Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер. Геология. - 2006. - N 1. - С. 207-215.

4. Баринаева С.С. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды /С.С. Баринаева, Л.А. Медведева, О.В. Анисимова. – Тель-Авив, 2006. – 498 с.

5. Баринаева С.С. Метод Ватанабе в оценке органического загрязнения вод /С.С. Баринаева, Л.А. Медведева //Альгология. – 1998. - Т. 8. - №4. - С. 428-448.

ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет»

E.V.Bespalova

ASSESSMENT OF ECOLOGICAL AND BIOLOGICAL QUALITY OF THE WATER ENVIRONMENT OF THE VORONEZH RESERVOIR

The assessment of ecological and biological quality of the water environment of the Voronezh reservoir is given in this article. Also spatial and temporal distinctions in structure of algal communities are revealed

Key words: **Воронежское водохранилище, эколого-биологическая оценка, структура альгоценозов**

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education «Voronezh State University»

УДК 556.555.8:8553.078.4 (470.322)

Н.А. Вавилов, И.И. Косинова

РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ ПО СТЕПЕНИ ПРОЯВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОВ ПОДТОПЛЕНИЯ (г. УСМАНЬ ЛИПЕЦКАЯ ОБЛАСТЬ)

Проводится изучение участков подтопления в пределах города Усмань Липецкой области

Ключевые слова: река Усмань, уровень грунтовых вод, подтопление, отбор проб из колодцев

Всю историю человечества его преследовали и преследуют такие тяжелые бедствия, как наводнения, которые угрожают почти трем четвертям земной поверхности. Известно, что на реках происходят сезонные половодья, связанные с регулярным воздействием климатических факторов, в частности, с таянием снегов. При определенных условиях такие разливы превращаются в стихийное бедствие. Нередко причиной катастрофических паводков являются сильнейшие ливневые дожди, либо талые воды. Именно поэтому данная проблема на сегодняшний день является одной из самых важных, требующих конкретных технических решений. Для районов Липецкой области влияние наводнений и подтоплений является одним из основных видов негативного воздействия на жилые застройки. Вследствие этого, целью данной статьи является районирование территории по степени проявления процессов подтопления г. Усмань Липецкая область [1-5].

Город Усмань - административный центр Усманского района. Расположен южнее г. Липецка в 75 км и севернее г. Воронеж в 70 км. Характеризуется выгодным географическим положением и значительным потенциалом: природно-ресурсным, производственным, трудовым, инфраструктурным, историко-культурным. Город расположен в лесостепной юго-восточной части области в пределах Окско-Донской равнины [4]. Здесь находят распространение природные комплексы

речных долин, задровых равнин водоразделов и малоовражных лесополево-степных склонов со слабоврезанными в суглинки лощинно-балочными системами. Природные комплексы речных долин характеризуются наличием неразвитых луговых пониженных пойм переходящих в болотно-лесные поймы.

В геологическом плане рассматриваемая территория расположена в зоне распространения мощной толщи лессовидных суглинков, дающих предпосылки для скопления подземных вод на слабопроницаемом ложе. Поверхность города Усмань пересечена тремя ручьями, впадающими в р. Усмань (самый крупный - Острожный Лог). Беспорядочная застройка на участках этих логов послужила преградой поверхностному стоку и созданию условий для подтопления [3].

Процессы подтопления являются одним из основных сезонных негативных факторов, оказывающих негативное влияние на объекты ЖКХ и на экологическую ситуацию в целом. Нами были проведены исследования состояния процессов подтопления в границах г. Усмань, с. Пригородка, д. Терновка Усманского района Липецкой области, которые включали:

- проведение визуального обследования территории участков (1 раз весной, 1 раз осенью);

- проведение замеров уровня грунтовых вод на 11-ти пунктах наблюдения (по 14 замеров на каждом пункте).

Всего: 11 колодцев x 14 раз = 154 замера;

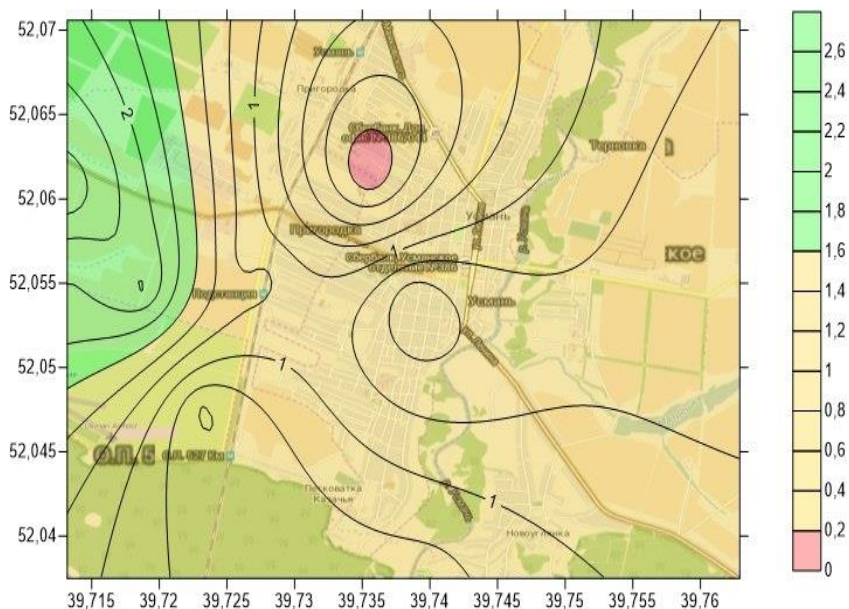
- проведение отбора проб подземных вод из колодцев.

Всего: 11 колодцев x 2 раза = 21 проба (– 1 проба вследствие пересыхания колодца в осеннюю межень) [1].

Из полученных данных видно, что в начале 2-го квартала (апрель) уровень грунтовых вод залегает очень близко к поверхности: средний уровень расположения грунтовых вод составляет 1,3 м, однако в некоторых скважинах он равен 0 м, располагается на поверхности. На протяжении всего года наблюдений отмечается динамика снижения уровней грунтовых вод, претерпевая незначительные колебания, вызванные, как правило, сезонными явлениями. Снижение уровней воды за год (апрель 2014г. – ноябрь 2014г.) составило от 0,43 до 2,41 м. В отдельных случаях, как, например, в колодце, расположенном на улице Совхозная, уровень воды в течение периода наблюдений упал на 2,41 м - с 0,57 до 2,98 м.

По имеющимся данным была построена карта уровня грунтовых вод на апрель 2014 года (рисунок). На карте показано районирование территории по степени опасности подтопления. Обозначено на рисунке различными цветами (темно-розовый цвет – высокая опасность подтопления, желтый цвет – средняя, зеленый цвет – низкая опасность). Из полученных данных можно сделать вывод, что большая часть территории г. Усмань находится в зоне высокой и средней вероятности подтопления. Так, в колодце по ул. Гоголя вода находится на уровне дневной поверхности. Это обусловлено находящимся рядом прудом и относится к участку с нарушением поверхностного стока в зоне воздействия усиленной антропогенной нагрузки. На остальных участках уровень воды колеблется от 0.2 м до 1.6 м. Они находятся в зоне низкой поймы и плоского рельефа с малой величиной поверхностного стока. Ориентировочная площадь подтопления территории около 650 га, что составляет 50 % от площади всего населенного пункта.

Для реализации эффективных инженерных мероприятий по борьбе с подтоплением необходимо предусмотреть выполнение комплекса инженерных изысканий, включающего инженерно-геологические и инженерно-гидрометеорологические работы. Их целью является определение количественных характеристик гидрогеологического и гидрологического режимов грунтовых вод (объем поверхностного и подземного стока, составление карты подтопления, расчеты паводков различной процентной обеспеченности).



Карта уровня грунтовых вод на апрель 2014 года

Для улучшения сложившейся ситуации наиболее целесообразным будет применение следующих действий:

1. Предусмотреть дренажные системы.
2. Проводить инженерно-гидрогеологические расчеты поверхностного стока.
3. Рассмотреть варианты искусственного повышения территории.
4. Построение защитных сооружений в пойме реки Усмань.
5. Рекомендуется продолжать дальнейшие наблюдения за уровнем грунтовых вод.

Литература

1. ООО «Экогеосистема», отчет по результатам работ «Организация и ведение мониторинга экзогенных геологических процессов в потенциально опасных районах Липецкой области».
2. Методы эколого-геохимических, эколого-геофизических исследований и рациональное недропользование. /И.И. Косинова, В.А.

Богословский, В.А. Бударина. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2004. – 284 с.

3. <http://www.vsegei.ru>

4. <http://www.admlip.ru>

5. <http://studopedia.ru>

ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет»

N.A. Vavilov, I.I. Kosinova

ZONING OF THE TERRITORY ACCORDING TO THE DEGREE OF MANIFESTATION OF PROCESSES OF FLOODING OF THE CITY OF USMAN OF THE LIPETSK REGION

A study of flooding within the city Usman, the Lipetsk region

Key words: r. Usman, groundwater level, flooding, water sampling from wells

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education «Voronezh State University»

УДК 629.76

В.А. Фадеев, А.К. Гайсин

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРЫ, ГИДРОСФЕРЫ И ЛИТОСФЕРЫ С ПОМОЩЬЮ СПУТНИКОВ ФОРМАТА CUBESAT

Рассматриваются проблемы современных космических исследований. Предлагается перспектива использования спутников CubeSat для передачи коротких телеметрических сообщений для мониторинга состояний оболочек Земли. Рассматривается возможность организовать обучающий проект по спутникам CubeSat

Ключевые слова: космос, CubeSat, изучение атмосферы

История спутников CubeSat началась в 1999 году, когда Калифорнийский Технологический и Стенфордский Университеты совместно разработали документ, в котором были закреплены спецификации на малые спутники. В стандарте были определены размеры, вес и другие параметры спутников, а также процедуры тестирования и подготовки к запуску. Спутники имеют размер 10x10x10 см и запускаются при помощи Poly Pico Satellite Orbital Deployer (P-POD). Стандарт допускает объединение 2 или 3 стандартных кубов в составе одного

спутника (обозначаются 2U и 3U и имеют размер 10x10x20 или 10x10x30 см). Вид полезной нагрузки ограничивается только габаритами, весом и энергетическими возможностями, предоставляемыми на борту малого космического аппарата [1, 2].

Одной из главных задач CubeSat являются образовательные программы и отработка новейших технологий, методов и программно-аппаратных решений. Студенты в процессе обучения имеют возможность собрать собственный спутник. Создать спутник серии CubeSat способна не большая команда в течение 1,5-2 лет.

На сегодняшний день формат спутников CubeSat является одной из самых доступных форм в космических исследованиях. Так как данный формат спутников позволяет использовать малые габариты (1 л объема и массу не более 1.33 кг) и при этом достигать выполнения ряда задач обычных спутников, мы можем получить минимум два положительных результата. Во-первых, материальная выгода в производстве и запуске; а, во-вторых, возможность одновременного запуска на орбиту нескольких десятков спутников для выполнения различных задач.

На данный момент различные виды полезной нагрузки несут на себе следующие из действующих спутников:

1. GeneSat-1: биологические исследования.
2. PharmaSat: изучение действия противогрибковых мер на штаммы дрожжей в условиях микрогравитации, около 96 часов.
3. BeeSat-1: проверка технологии маховиков.
4. ROBUSTA: изучение воздействия радиации на схемы с биполярными транзисторами.
5. e-st@r: развитие и тестирование активной ADCS и COTS.
6. Xatcobeo: проверка системы измерения количества ионизирующей радиации (RDS), разработка SDR радио (SRAD), экспериментальная система раскрытия солнечных панелей (PDM)
7. SOMP: измерение концентраций атомарного кислорода.
8. SwissCube-1: изучение верхних слоев атмосферы.
9. Jugnu: получение изображений, диапазон — ближний ИК. Приемник GPS.
10. Goliat: получение изображений Земли и измерения космического окружения.
11. UNICubeSAT: атмосферные исследования.

Благодаря устанавливаемым датчикам имеется возможность исследовать состав и состояние верхних слоев атмосферы, а так же проводить измерения радиации. Так, например, спутник Swiss-Cube выполняет следующую прикладную функцию: спутник наблюдает явление — свечение атмосферы, люминесцентный слой располагается на высоте около 100 километров. SwissCube осуществляет захват изображения с разрешением 188 x 120 пикселей 767-нм телескопом с длиной 50 мм. Питание осуществляется от солнечных батарей 1,5W с двумя литий-ионными аккумуляторами 1,2 А·ч. Определение местоположения и контроля над спутником осуществляет 6 датчиков, 1 трехосный магнитометр, 1 гироскопа и датчика температуры.

Спутники данного формата можно использовать в геодезии и исследовании геодезических полей. Для этой цели на них устанавливаются фотокамеры. На спутнике QuakeSat [2] проверяется теория о том, что в преддверии крупных землетрясений в районе стихийного бедствия регистрируются магнитные поля крайне низкой частоты (КНЧ лежит в диапазоне от 5 Гц до 2 кГц). Для регистрации этих предшественников землетрясения на QuakeSat установлен прибор – магнитометр.

CubeSat можно использовать для астрономических наблюдений. Для реализации данной идеи устанавливаются камеры и датчики, принимающие информацию в разных диапазонах. Группа из нескольких маленьких спутников вполне способна заменить дорогостоящие спутники. Еще одной интересной областью применения является прогнозирование погоды. С этой целью на них устанавливают датчики для определения отраженной радиации. Также с помощью данного формата возможно изучение различных влияний на живые организмы в условиях космоса. Возможен перенос функций классической космической лаборатории в плоскость формата спутников CubeSat, что позволит минимизировать затраты на исследования благодаря удешевлению производства и запуска самих спутников. Исходя из опыта проектов «Даурия» [1] и «PharmaSat» можно вести речь о передаче телеметрии, что уже обеспечит успех в данном направлении. При необходимости также возможна пересылка фотографий.

В дальнейшем с развитием использования прогрессивных видов антенны, способных работать на высоких частотах и при этом затрачивать минимальное количество энергии [2], на наш взгляд, воз-

можно и расширение функций CubeSat.

Целью нашего проекта является также теоретическое обоснование перспектив выхода CubeSat на уровень системы, которая позволит комбинировать различные функции, за счет нескольких полезных нагрузок, оставаясь при этом работоспособной длительное время. Также благодаря доступности формата CubeSat в плане материальной реализации планируется развитие обучающей функции нашего проекта благодаря вовлечению в него студентов и, возможно, школьников. Данная функция не только поможет внести вклад в развитие данной инновационной отрасли в нашей стране, но и сыграет позитивную роль в подготовке будущих специалистов с творческим мышлением.

Литература

1. Официальный сайт проекта «Даурия» <http://russia.dauria.ru>
2. Alomar W. An Extendable Solar Array Integrated Yagi-Uda UHF Antenna for CubeSat Platforms /W. Alomar, J. Degnan, S. Mancewicz, M. Sidley, J. Cutler and B. Gilchrist //Department of Electrical and Computer Engineering University of Michigan Ann Arbor, MI USA.

ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технический университет имени А.Н. Туполева», г. Казань

V.A. Fadeev, A. K. Gaisin
MONITORING OF ATMOSPHERE, HYDROSPHERE
AND LITHOSPHERE USING SATELLITE FORMAT CUBESAT

The problems of modern space research. Offer the prospect of using satellites CubeSat to send short messages telemetry to monitor the state of the spheres of Earth. The possibility of organizing a training project for satellites CubeSat

Key words: space, CubeSat, the study of the atmosphere

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технический университет имени А.Н. Туполева», г. Казань

УДК 551.58(98):65.018

Ю.В. Шипко, Е.В. Шувакин

РАСЧЕТ И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ОБОБЩЕННОГО ПОКАЗАТЕЛЯ БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТ НА ОТКРЫТОМ ВОЗДУХЕ В ЖЕСТКИХ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЯХ

На базе разработанной модели обобщенного биоклиматического показателя предлагается зависимость от температуры, влажности воздуха и скорости ветра к оценке уровня безопасности работ на открытом воздухе в жестких (холодных) погодных условиях

Ключевые слова: обобщенный биоклиматический показатель, функция Харрингтона, индекс холодового стресса, безопасность работ на открытом воздухе

Освоение ресурсов и развитие инфраструктуры Арктической зоны Российской Федерации – стратегические задачи нашего государства [1–3]. Здесь сосредоточены разнообразные и значительные по запасам минерально-сырьевые и другие природные ресурсы, многие из которых уже вовлечены в хозяйственный оборот.

Особенностью Арктической зоны, оказывающей влияние на формирование государственной политики в Арктике, являются экстремальные природно-климатические условия. В этой связи представляет особую актуальность исследование влияния погодно-климатических условий Арктики на жизнедеятельность человека.

Зависимость самочувствия человека от погоды определяется комплексом метеорологических величин и выражается в виде биоклиматических показателей [4]. Известны и применяются в различных целях в практике гидрометеорологического обеспечения десятки биометеорологических показателей (индексов), условно подразделяемых на различные группы [5, 6].

В данной работе для оценки безопасности работ на открытом воздухе в жестких погодных условиях используется подход [7, 8], где предложен обобщенный биоклиматический показатель на базе преобразования значений нескольких критериев жесткости погоды в безразмерную шкалу желательности Харрингтона [7-9], относящуюся к вербально-числовым шкалам. Обобщенный показатель представляется в виде средней геометрической:

$$D = \prod_{j=1}^p d(y'_j)^{1/p}, \quad (1)$$

где $d(y'_j)$ – частная функция желательности для отдельного показателя

жесткости погоды y_j ($j = 1, 2, \dots, p$), $d(y'_j) = \exp(-\exp(-y'_j))$ [9]; y'_j – кодированное значение признака y_j (представленное в условном масштабе).

Если ранее [7, 8] в качестве частных признаков y_j использовались в (1) только индексы «холодового стресса», то в данном случае модель комплексного показателя строится с учетом показателей:

- условий охлаждения (обморожения) [10], балл:

$$y_1 = 34,654 - 0,4664 \cdot t + 0,6337 \cdot v; \quad (2)$$

- величины теплопотерь (индекс Сайпла-Пассела) [11], ккал $\text{ч}^{-1}\text{м}^2$:

$$y_2 = (10,45 + 10 v^{0,5} - v) (33 - t); \quad (3)$$

- теплоощущений человека – эквивалентно-эффективной температуры (формула А. Миссенарда) [12], $^{\circ}\text{C}$:

$$y_3 = 37 - \frac{37 - t}{0,68 - 0,0014f + \frac{1}{1,76 + 1,4 v^{0,75}}} - 0,29 t \left(1 - \frac{f}{100}\right), \quad (4)$$

где t – температура окружающего воздуха, $^{\circ}\text{C}$; v – скорость ветра, м/с; f – относительная влажность воздуха, %.

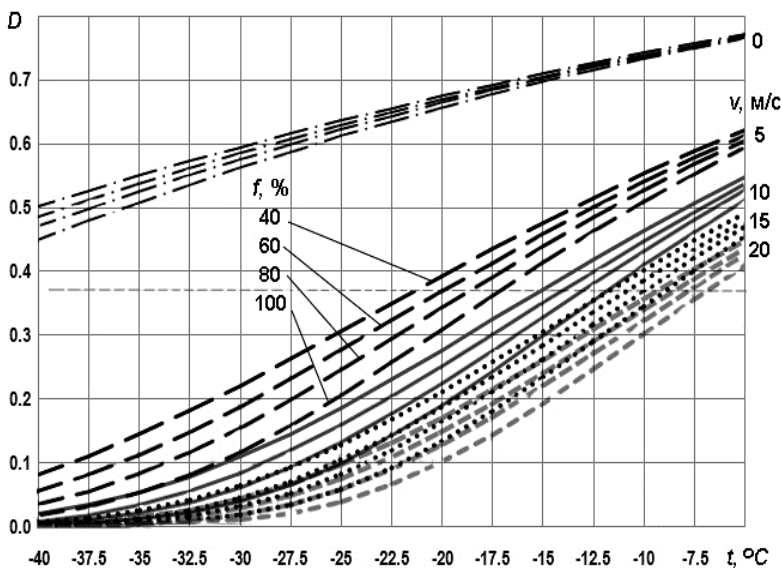
При установлении границ допустимых значений для частных показателей и последующем выборе значений желательности $d(y'_j)$ использовались соответствующие спецификации с ограничивающими пределами индексов. При этом под удовлетворительными условиями работы полагается возможность нахождения персонала на открытом воздухе в зимний период без обморожений открытых участков тела (носа, щек, ушей, пальцев рук) и переохлаждений (с риском менее 5 %), по крайней мере, в течение часа (в этом случае желательность $d(y'_j) = 0,37$).

Предполагается, что работающий персонал имеет защитную одежду, соответствующую особым требованиям защиты от холода и приложения физических нагрузок (многослойная одежда, где каждый слой служит специальным целям) [10-12].

Разработанный температурно-ветро-влажностный показатель, оценивающий возможность безопасного пребывания персонала на открытом воздухе в течение одного часа (обобщенная функция желательности), согласно (1) представляется в виде:

$$D = \exp\left\{-\frac{1}{3}[\exp(-2,7762 + 0,0589y_1) + \exp(-2,6878 + 0,0019y_2) + \exp(-2,3048 - 0,0589y_3)]\right\}. \quad (5)$$

Формула (5) позволяет рассчитать по входным метеорологическим параметрам (температуре, влажности воздуха и скорости ветра) значения желательности работы персонала на открытом воздухе без обморожений. Для практических расчетов показателя D может быть использована зависимость в виде номограммы. На рисунке представлена номограмма расчета обобщенного показателя D от комплекса входных параметров (t, v, f).



Номограмма расчета обобщенного показателя D по комплексу параметров t, v, f

На рисунке пунктирной линией отмечено значение $D = 0,37$. Область $D \geq 0,37$ соответствует формулировке условий погоды «удовлетворительные и лучше». Как видно из рисунка, этой области функции желательности соответствуют различные сочетания значений метеорологических параметров t, v, f во всех представленных интервалах. Данное критериальное условие для показателя D может корректи-

роваться руководителем работ (лицом, принимающим решение) в зависимости от специфики (важности) выполняемых задач.

Таким образом, обобщенный показатель жесткости погоды (5) в виде функции желательности, являющийся результатом свертки аналитических индексов (2)–(4), может быть использован для восстановления (прогноза) величины желательности работ персонала на открытом воздухе без обморожений в районах Арктической зоны по заданным (прогностическим) значениям метеорологических параметров.

Литература

1. Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу / Утв. распоряжением Президента РФ от 18 сентября 2008 г. Пр-1969 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.scrf.gov.ru/documents/98.html> (дата обращения: 9.10.2015).

2. Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.minec.govmurman.ru/activities/strat_plan/arkticzone (дата обращения: 17.02.2012).

3. Государственная программа Российской Федерации «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации на период до 2020 года»/ Утв. постановлением Правительства РФ от 21 апреля 2014 г. № 366 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.m.rg.ru/2014/04/24/arktika-site-doc.html> (дата обращения: 9.10.2015).

4. Руководство по специализированному климатологическому обслуживанию экономики [Текст] /Под ред. Н.В. Кобышевой. – СПб.: АСТЕРИОН, 2008. – 336 с.

5. Сергеева, Г.А. Оценка биоклиматических условий по рассчитанным значениям показателей климатической комфортности (на примере Волгоградской области): автореф. дис. на соиск. канд. геогр. наук [Текст] / Российский гос. гидромет. ун-т. – СПб, 2007. – 25 с.

6. Шерстюков, А.В. Оценки климатологических показателей комфортности проживания человека в изменяющемся климате [Электронный ресурс]. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. Режим доступа: http://www.meteo.ru/publish_tr/monogr1.pdf (дата обращения: 6.07.2013).

7. Шипко, Ю.В. Специализированный климатический показа-

тель оценки безопасности работ на открытом воздухе в жестких холодных условиях [Электронный ресурс] / Ю.В. Шипко, Е.В. Шувакин // Электронный науч. журнал / Гелиогеофизические исследования, 2014. – Вып. 9. – С. 161–165. Режим доступа: [http:// vestnik.geospace.ru](http://vestnik.geospace.ru) (дата обращения: 12.10.2015).

8. Шипко, Ю. В. Модель показателя жесткости климата для гидрометеорологического обеспечения потребителей в Арктической зоне России [Текст] /Ю.В. Шипко, Е. В. Шувакин //Информатика: проблемы, методология, технологии: материалы XIV Международная научно-методическая конференция 7–8 февраля 2014 г., Воронеж, ВГУ: в 4 т. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр ВГУ, 2014. – Т.3. – С. 57–61.

9. Адлер, Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий [Текст]/Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский. – М.: Наука, 1976. – 280 с.

10. МР 2.2.7.2129-06. Методические рекомендации. Физиология труда и эргономика: Режимы труда и отдыха работающих в холодное время на открытой территории или в неотапливаемых помещениях [Текст] /Введ. в д. 01.11.2006. – 12 с.

11. Siple, P.A. Measurements of dry atmospheric cooling in sub-freezing temperatures [Text] /P.A. Siple, C.F. Passel //Proc. Amer. Philos. Soc., 1945. – V. 89. P. 177–199.

12. Руководство по практике метеорологического обслуживания населения: Всемирная метеорологическая организация [Текст] / Второе издание. ВМО, № 834. – Женева, Швейцария: Секретариат ВМО, 2000. – 210 с.

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

Yu.V. Shipko, E.V. Shuvakin, A.S. Repnikov
CALCULATION AND INTERPRETATION GENERALIZED INDICATOR OF SAFETY WORK OUTDOORS IN THE SEVERE WEATHER CONDITIONS

On the basis of the developed model, generalized bioclimatic index dependence on temperature, humidity and wind speed is proposed to the score safety work outdoors in harsh weather conditions

Key words: generalized bioclimatic indicator, function Harrington, index of cold

stress, work safety outdoors

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

УДК 551.508.8

А.И. Тищенко, А.В. Купцов

**ОЦЕНКА ВЫСОТЫ НИЖНЕЙ ГРАНИЦЫ ОБЛАЧНОСТИ
С ПОМОЩЬЮ ИНФРАКРАСНЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ
В ИНТЕРЕСАХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ БЕСПИЛОТНЫХ
ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ МЧС**

Статья посвящена использованию регрессионной зависимости между температурой воздуха на высоте нижней границе облачности и температурой гидрометеорологических частиц облачности, измеренной с помощью пирометра, для оценки высоты нижней границы облачности

Ключевые слова: высота нижней границы облачности, пирометр, инфракрасные средства измерения

В настоящее время при выполнении или обеспечении задач в зонах чрезвычайных ситуаций используются беспилотные летательные аппараты (БЛА) с различными целевыми нагрузками. Они позволяют значительно повысить эффективность применения личного состава, специальной техники подразделений МЧС как в ходе борьбы с чрезвычайными ситуациями, так и при устранении их последствий.

Практика организации полетов БЛА в переходный период года показывает, что при попадании БЛА в облачность на нем происходит отложение льда, он обледеневает, в результате теряется его управляемость вплоть до падения. Для исключения подобных случаев полеты БЛА необходимо планировать и выполнять на высотах ниже высоты нижней границы облачности (ВНГО).

В подразделениях осуществляющих запуск БЛА, штатных средств измерения ВНГО нет, получить информацию о ВНГО от метеорологических подразделений, где имеются такие измерители, не всегда представляется возможным. Поэтому возникает необходимость поиска доступных методов и средств измерения и диагностики ВНГО для расчетов БЛА. В качестве средства оценки ВНГО предлагается

использовать пирометр, работающий в инфракрасном режиме [1].

Целью статьи является получить количественные оценки возможности использования результатов измерения с помощью пирометра температуры гидrometeorных частиц (ГМЧ) на высоте нижней границы облачности для диагноза высоты нижней границы этой облачности.

Решение поставленной цели, в силу случайного характера изменчивости как ВНГО, так и результатов ее измерения с помощью пирометра, осуществлялось статистическим методом на основе регрессионного анализа.

Выбор предикторов и предиктантов производился исходя из следующей модели измерения. С помощью пирометра измеряется температура ГМЧ на нижней границе облачности $T_ч$. Эта температура зависит от температуры окружающего ГМЧ воздуха $T_в$. Если количественно установить связь между $T_ч$ и $T_в$, то по результатам измерений $T_ч$ можно определить $T_в$, а затем, зная температуру воздуха у поверхности земли $T_о$, которую можно измерить с помощью термометра ТМ-8, и вертикальный градиент температуры воздуха γ , можно оценить высоту нижней границы облачности H .

Для реализации модели была создана выборка, в которую вошли:

1. Результаты совместных измерений H с помощью лазерного измерителя высоты нижней границы облаков ЛИНГО-1М и $T_ч$ с помощью пирометра UT303В в период с 26 февраля по 30 марта 2015 года проводимых в ВУНЦ ВВС «ВВА» (г.Воронеж). Объем выборки – 298 случаев. Результаты измерений H принимались в качестве истинных значений ВНГО;

2. Значения $T_в$ на ВНГО и γ от поверхности земли до ВНГО, полученные по данным аэрологического зондирования на станции Воронеж за указанные выше сроки наблюдений.

В выборку вошли наблюдения за слоистыми St (117 случаев) и слоисто-кучевыми Sc облаками (181 случай). Из St облаков осадки отсутствовали, из Sc облачности в отдельные сроки наблюдений выпадал снег. Выборка в соотношении 2:1 была разбита на две – контрольную и обучающую. Построение регрессионных уравнений и оценка диагностических значений H производились на обучающей выборке, а оценка эффективности предлагаемой модели на контрольной.

Для установления вида зависимости между T_c и T_e с использованием выражений (1), (2) были рассчитаны соответственно коэффициент корреляции r_{xy} и корреляционное отношение $\eta_{y/x}$ [2]:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{(n-1)\sigma_x\sigma_y}, \quad (1)$$

$$\eta_{y/x} = \frac{\sigma_{\hat{y}}}{\sigma_y}, \quad (2)$$

где n – объем выборки, x_i – i -е значение случайной величины T_c , y_i – i -е значение случайной величины T_e , \bar{x} , \bar{y} – средние значения соответственно T_c и T_e , σ_x , σ_y – среднеквадратические отклонения соответственно T_c и T_e , $\sigma_{\hat{y}}$ – среднеквадратическое отклонение условных средних y от средних \bar{y} .

В результате расчетов получено, что $r_{xy} = 0,74$, а $\eta_{y/x} = 0,24$. На основании полученных результатов установлено, что связь между исследуемыми величинами линейная, на основании чего получено регрессионное уравнение связи между температурой воздуха на нижней границе облачности и термодинамической температурой облачных частиц, измеренных с помощью пирометра (3) [2]:

$$T_e = 0,37T_c - 1,34. \quad (3)$$

На основе контрольной выборки, полученного уравнения регрессии оценена эффективность предложенной модели диагноза высоты нижней границы облачности. В качестве оценки эффективности использовалась средняя квадратическая ошибка σ диагноза ВНГО, определяемая выражением (5):

$$\sigma = \sqrt{|H_o - H|^2}, \quad (4)$$

где H_o – оценочное значение ВНГО, полученное по предлагаемой модели, H – ВНГО, измеренная с помощью лазерного измерителя высоты нижней границы облачности.

В результате получено, что погрешность оценки высоты нижней границы облачности составила ± 116 м.

Большое значение погрешности диагностики ВНГО связано с неоднородностью выборки с точки зрения внутренней структуры

наблюдаемых облаков и условий распространения электромагнитных волн от облачности к пирометру. В нее вошли случаи с различными формами облаков, расположенных на различных высотах. Анализ наблюдений показал, что измерение термодинамической температуры облачных частиц производилось для облачности двух форм – St с высотой нижней границы облачности от 50 до 400 метров, Sc с высотой от 400 до 600 метров. В отдельные сроки из Sc облачности выпадал слабый снег.

Рассмотрим влияние внутренней структуры наблюдаемых облаков. Из [3] известно, что радиусы капель Sc облачности составляют 5 мкм, а St облачности 4-5 мкм, т.е. они практически равны. Исходя из этого, можно предположить, что размеры капель на точность измерения термодинамической температуры, следовательно, и на диагноз высоты нижней границы облачности, не оказывают существенного влияния.

Влияние условий прохождения электромагнитных волн от облачности к пирометру. Как выпадающий из Sc облачности снег, так и изменение протяженности трассы прохождения электромагнитных волн от нижней границы облачности до пирометра в случаях с St облачностью могли оказать влияние на точность измерения термодинамической температуры облачных частиц, из-за изменчивости и неоднородности оптической толщины подоблачного слоя.

Для уменьшения влияния внутренней структуры облачности и условий прохождения электромагнитных волн на точность оценки высоты облачности была произведена адаптация предлагаемой методики диагностики ВНГО применительно к форме облачности и к интервалам высот 50 – 100, 100 – 200, 200 – 400 и 400 – 600 метров. Результаты адаптации представлены в табл. 1 и 2.

Анализ таблицы показывает, что в результате адаптации погрешности диагноза ВНГО уменьшились, за исключением Sc облачности. Связано это, скорее всего, с выпадающим снегом различной интенсивности из этой облачности во время проведения эксперимента, который вносил в T_v дополнительную добавку ΔT_v . Для ее учета необходимо проводить дополнительные исследования.

Таблица 1

Результаты адаптации методики для слоистой облачности

Интер-	50-100	100-200	200-400
--------	--------	---------	---------

валы ВНГО, м			
r_{xy}	0,68	0,53	0,80
Уравне- ния регрес- сии	$T_b=0,38T_q+0,66$	$T_b=0,18T_q+1,20$	$T_b=0,66T_q+3,21$
σ , м	6	40	83

Таблица 2

Результаты адаптации методики для слоисто-кучевой облачности

Интервалы ВНГО, м	400-600
r_{xy}	0,3
Уравнение регрессии	$T_b=-0,01T_q-0,78$
σ , м	152

Таким образом, проведенные исследования показали принципиальную возможность использования пирометров для оценки ВНГО подразделениями, осуществляющих запуск БЛА.

Литература

1. Тищенко, А.И. Об измерении высоты нижней границы облачности с помощью пирометров в чрезвычайных ситуациях/ А.И.Тищенко, Р.А. Рымар //Комплексные проблемы техносферной безопасности: материалы Международной научно-практической конференции. – Воронеж 12 ноября 2014 г. – С. 85-90.

2. Абузгауз, Г.Г. Справочник по вероятностным прогнозам / Г.Г. Абузгауз [и др.]. – М: Военное издательство, 1970. – 536 с.

3. Хргиан, А. Х. Атлас облаков. Справочник /Хргиан А. Х., Новожилова Н.И. – Л: Гидрометеиздат, 1978. – 268 с.

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

A.I. Tishchenko, A.V. Kuczpov

ESTIMATION OF THE HEIGHT OF THE BOTTOM EDGE TO CLOUD

BY MEANS OF INFRARED FACILITIES OF THE MEASUREMENT IN INTEREST OF THE SUBDIVISIONS UNMANNED FLYING MACHINE MINISTRY ON EXCEEDING SITUATION

It is considered use of regression dependencies between the temperature of the air on height to bottom edge to cloud and the temperature hydrometeor particles to cloud, measured by means of pyrometer, for estimation of the height of the bottom edge to cloud

Key words: height of the bottom edge to cloud, pyrometer, infrared facilities of the measurement

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

УДК 504.05

И.И. Гаврилин, А.А. Коньшев

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ И НЕДОСТАТКИ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ В РАМКАХ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ

В статье рассмотрены некоторые виды исследований из состава работ в рамках инженерно-экологических изысканий, определены их недостатки и возможные пути их решения и совершенствования. Особое внимание уделено перспективным и современным методам исследований компонентов окружающей среды, которые целесообразно применять при проведении и подготовке инженерно-экологических изысканий

Ключевые слова: инженерно-экологические изыскания, исследования, строительство, окружающая среда

Инженерно-экологические изыскания для строительства (далее ИЭИ) являются основой для разработки разделов «Мероприятия по охране окружающей среды», «Перечень мероприятий по охране окружающей среды» (далее ПМОС, МОС) проектной документации [1]. Они выполняются для оценки современного состояния и прогноза возможных изменений окружающей природной среды под влиянием антропогенной нагрузки с целью предотвращения, минимизации или ликвидации вредных и нежелательных экологических и связанных с ними социальных, экономических и других последствий и сохранения оптимальных условий жизни населения [1, 2].

В настоящее время появляется множество научных разработок и методик в области экологической безопасности и охраны окружающей среды, которые целесообразно применять не только в процессе мониторинга, оценки состояния окружающей среды, но и на стадии выполнения изысканий. При этом исследования должны быть экономически обоснованными, выполнимыми в короткие сроки, и достаточными для полной, комплексной и объективной оценки территории, предназначенной для реализации намечаемой хозяйственной деятельности. В связи с этим необходима разработка новых способов, методов и средств повышения эффективности ИЭИ на этапе их подготовки и проведения, что делает данное направление весьма актуальным.

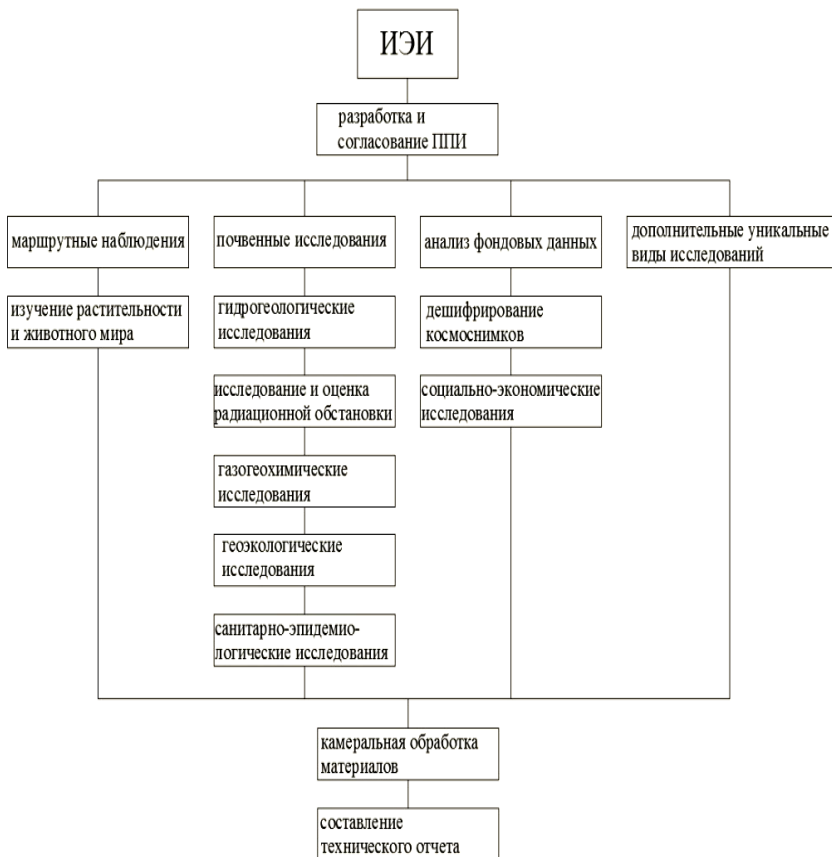
Одним из главных этапов ИЭИ является проведение полевых работ, которые играют решающую роль в оценке территории, с точки зрения возможности ее использования для размещения объектов строительства, а также включают в себя различные виды исследований, что в свою очередь порождает некоторые виды проблем и трудностей при реализации данного вида изысканий.

Во время выполнения полевых работ в составе ИЭИ в соответствии с нормативными требованиями [1-11] проводится опробование компонентов окружающей среды, и различные виды исследований для оценки её состояния до начала строительства (рисунок).

В каждом конкретном случае перечень этих видов исследований уникален и может изменяться в зависимости от различных природных и техногенных условий района строительства. Необходимо отметить, что на выбор видов и объемов исследований в рамках ИЭИ оказывают влияние разность климатических зон и типов растительности, нахождение объектов в городских и природных условиях, времена года. Рассмотрим некоторые виды работ, различные недостатки и возникающие проблемы их проведения.

При определении шумового воздействия на селитебную территорию в рамках ИЭИ производятся измерения эквивалентных и максимальных уровней звука в соответствии с ГОСТ 23337-2014 [4]. Данный вид исследований по правилам можно проводить только при отсутствии осадков и сильного ветра, при этом допустимая скорость ветра до 3 м/с. При скорости ветра от 3 до 5 м/с следует применять ветровую защиту. При сильных порывах ветра происходит вибрация мембраны в микрофонном капсуле, что сильно искажает измеренные

уровни и может поставить под сомнение полученные результаты.



*- ППИ – программа производства изысканий
 Основные виды исследований в рамках ИЗИ

Работа в дождливую погоду также влечет за собой искажение результатов в большую сторону, потому что происходит запись ударов капель дождя об окружающие сооружения, деревья, а это тоже в свою очередь может привести к повреждению аппаратуры при попадании на нее влаги. Достоверно известно, что даже при отсутствии в момент исследования осадков при измерении шума на селитебной территории, где основной источник воздействия транспорт, после дождя из-за

влажности дорожного покрытия шумомер показывает значения больше на несколько дБ, чем при сухом асфальте. Возможным выходом из сложившейся ситуации является разработка методики расчетов или измерений с учетом мокрого асфальта, а также введение дополнительных поправочных коэффициентов при проведении измерений в неблагоприятных метеорологических условиях.

При проведении ИЭИ в зимнее время года лимитирующим фактором служит температура окружающего воздуха, в пределах которой разрешается эксплуатация шумомера. Как правило, граница разрешенной температуры эксплуатации микрофона ниже разрешенной температуры самого прибора, что позволяет выполнить измерения, установив микрофон на штатив и соединив его с основным блоком прибора удлинителем, а основной блок расположить, например, во внутреннем кармане верхней одежды. Наряду с этим, в условиях сильного мороза методов измерения шума также не разработано. Исходя из выше изложенного, данный вид исследований сильно зависит от метеорологических условий и может быть, сильно растянут во времени ожиданием оптимальных условий для проведения измерений.

Следует обратить внимание на то, что в зимний период года на автомобилях используются, главным образом, шипованные шины с повышенной по сравнению с летней «резиной» шумовой характеристикой, а зеленые насаждения, зачастую, в этот период года не выполняют шумозащитных функций. В результате зимой наблюдаются наиболее неблагоприятные условия с точки зрения акустического дискомфорта, поэтому наиболее целесообразно иметь значения уровней звука в холодный период года и, исходя из них, разрабатывать шумозащитные мероприятия.

Натурное обследование территории с определением состояния компонентов окружающей среды также носит сезонный характер, потому что под слоем снега невозможно невооруженным взглядом определить, например, наличие несанкционированных свалок или выявить редкие растения. Однако в ИЭИ, проводимые в зимнее время есть преимущество, а именно возможность использования в качестве индикатора загрязнения - снеговой покров, проанализировав химический состав которого можно дать оценку состоянию загрязнения окружающей среды в режиме реального времени.

Наличие хвойных деревьев в районе изысканий также может

помочь при оценке состояния окружающей среды, хвойные деревья являются круглогодичными фитоиндикаторами [5].

Другими важными исходными данными, которые определяются во время проведения изысканий, для последующего выполнения экологических расчетов разделов «МООС» и «ПМООС» являются климатические характеристики района. Однако метеопосты в некоторых удаленных районах отсутствуют и климатические характеристики используют в расчетах лишь на основании данных с отдаленных постов, что является не достаточно точным показателем характеристики климата территории. Современные достижения в науке позволяют использовать «память» деревьев в рамках проведения исследований и последующего анализа годичных колец, что в свою очередь позволяет определить не только точный возраст деревьев, но и «рассказать» о климате за сотни лет до выполнения изысканий. Анализ представляет собой изучение ширины колец и плотности древесины, одновременно можно получить данные о таком опасном явлении погоды, как критически низкие температуры, которые оставляют морозобойные кольца на древесине [6].

Научное направление, которое позволяет определить точные климатические характеристики территории является дендрохронология. Кроме того, деревья могут быть использованы в качестве индикатора в результате выполнения исследований по уникальной и перспективной методике оценки их состояния на основании измерения влажности прикамбиального слоя [7].

Исследование и оценка радиационной обстановки в составе работ по инженерно-экологическим изысканиям проводится в два этапа в соответствии с нормативными документами [8, 9]. Ограничения по этим исследованиям состоят в невозможности проведения работ данного вида при отрицательных температурах, толщина снегового покрова должна быть не более 0,1 м и глубина промерзания до 0,1 м. Применение обогревателей могло бы решить проблему, однако их использование провоцирует процесс таяния, который приводит к избыточной влажности почвы, что является не характерным для обследуемой территории, и является нарушением методики измерений. По этой же причине не допускается делать измерения в дождливый период характерный для осени или весны. Нередко нужно проводить изыскания на объектах в зимнее время года и даже в условиях вечной мерзлоты

заведомо идя на противоречие с методикой исследования радиационного фона территории. Решением этой проблемы могли бы стать расширенные исследования проб почв, снегового покрова по показателям радиоактивности и разработка соответствующих методик.

Еще одним не менее важным этапом ИЭИ, на который тратится большое количество времени и ресурсов, является подготовительный, в рамках которого составляются и отправляются запросы в государственные органы с целью получения справок и заключений о наличии/отсутствии ограничений природоохранного характера, зон с особыми условиями использования территории (далее ЗОУИТ).

Для экономии времени целесообразно применять современные информационные ресурсы с картографическим материалом и нанесением на них объектов культурного наследия, особо охраняемых природных территорий различных уровней, ЗОУИТ, ареалов распространения редких растений и животных, занесенных в красные книги РФ и субъектов РФ. В настоящее время существует Федеральная государственная информационная система территориального планирования (далее ФГИС ТП) [10], которая частично содержит указанные выше сведения. К недостаткам этой системы следует отнести следующее:

1. На карте представлено недостаточное количество сведений;
2. Не решен вопрос с интерфейсом и поиском в документах градостроительного планирования;
3. Информация зачастую может быть устаревшей.

Целесообразным является перенос базы данных ФГИС ТП на общую карту РФ и создания интерактивного интернет-ресурса для получения актуальных и достаточных сведений в режиме онлайн, возможным направлением является ответвление от данного ресурса для выполнения нужд изыскателей.

При экологическом дешифрировании космических снимков, которое выполняется в составе работ ИЭИ для предварительной оценки антропогенного воздействия и определения общей экологической обстановки в районе обследования, чаще всего используются космоснимки разных годов, чтобы отследить изменения этой обстановки в течение нескольких лет. Компания Google и журнал Time облегчили эту работу, создав архив спутниковых фотографий всего мира с 1984 года и объединив их в единую карту [11], в которой можно переключать год съемки и смотреть фотографии в режиме анимации. Однако к

недостаткам данного проекта следует отнести невозможность приближения ближе 1 км для более точного обследования обстановки вокруг объекта.

На основании анализа различных видов исследований в рамках ИЭИ можно сделать вывод о том, что в настоящее время существует необходимость создания новой и переработки существующей методической базы для некоторых видов работ и исследований. Необходима разработка новых методов, средств и технологий, исходя из современных тенденций развития науки и информационных ресурсов, которые являются перспективными направлениями в изысканиях.

Литература

1. Положение о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию, утвержденное Постановлением Правительства РФ от 16.02.2008 г. № 87 (в ред. от 28.07.2015 г. № 767) // СЗ РФ. 25.02.2008, № 8. Ст. 744; СЗ РФ. 20.12.2010, № 51 (3 ч.). Ст. 6937.

2. СП 47.13330.2012. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96 /Госстрой России. – М., 2012. – 115 с.

3. СП 11-102-97. Инженерно-экологические изыскания для строительства /Госстрой России. – М., 1997. – 41 с.

4. ГОСТ 23337-2014 Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – М., 2014. – 20 с.

5. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем /З.И. Никитина /Под редакцией Р. Шуберта, пер. с нем. / М.: Мир, 1988. - 348 с.

6. Е.А. Ваганов, С.Г. Шиятов. Дендроклиматические и дендро-экологические исследования в Северной Евразии //Лесоведение. - 2005. - № 4. - С. 18-27.

7. Гаврилин И.И. Устойчивость древесных растений в урбоэкосистемах северных территорий (на примере г. Братска Иркутской области): дисс...канд. биологических наук: 03.02.08 /Гаврилин Игорь Игоревич. - Ульяновск, 2012. - 191 с.: ил.

8. СанПиН 2.6.1.2523-09. Нормы радиационной безопасности / Главный Государственный санитарный врач по объектам и территориям, обслуживаемым Федеральным управлением Медбиозэкстрем. – М., 2009. – 101 с.

9. МУ 2.6.1.2398-08. Радиационный контроль и санитарно-эпидемиологическая оценка земельных участков под строительство жилых домов, зданий и сооружений общественного и производственного назначения в части обеспечения радиационной безопасности / Главный государственный санитарный врач Российской Федерации. - М., 2008. – 29 с.

10. Федеральная государственная информационная система (ФГИС ТП) [Электронный ресурс] //Минэкономразвития России [сайт]. [2015]. URL: <http://fgis.economy.gov.ru/fgis/> (дата обращения 28.10.2015).

11. Google Earth Engine [Электронный ресурс] //[2015]. URL: <http://earthengine.google.org/> (дата обращения 24.10.15).

ФГБОУ ВПО «Уральский государственный университет путей сообщения» (УрГУПС), г. Екатеринбург

I.I. Gavrilin, A.A. Konyshev

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ И НЕДОСТАТКИ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ В РАМКАХ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ

The article discusses some types of research as part of the work within the engineering-ecological researches, identified their shortcomings and possible solutions and improvement. Particular attention is given to promising and modern methods of research components of the environment that it is advisable to use at the moment in the conduct and preparation of engineering-ecological researches

Key words: engineering-ecological researches, studies, construction, environment

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education «Ural state University of railway transport (USURT) », Yekaterinburg city

УДК [502:338] (075.8)

Л.А. Межова, А.А. Куликов

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ДЕППО НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

В статье анализируются особенности влияния предприятий железно-

дорожного транспорта на окружающую среду

Ключевые слова: геоэкологический анализ, качество окружающей среды, техногенная нагрузка

Предприятия железнодорожного транспорта занимают территории в среднем от 2 до 50 га, отличающиеся не только размерами, но и степенью загрязнённости. Характер технологических процессов, осуществляемых предприятием, определяет вид и площадь загрязнения. Наиболее распространёнными загрязнителями территорий предприятий железнодорожной отрасли являются нефть и нефтепродукты, мазут, дизельное топливо, масла и смазочные материалы, антисептики, фенолы, а также остатки перевозимых грузов и отходы производства. Площадь загрязнённых участков колеблется от 5 до 25 % общей территории предприятия [1-3].

Причиной загрязнения железнодорожных путей нефтепродуктами является утечка их на пути и межпутье из цистерн, неисправных котлов и сливных приборов во время перевозки.

Локомотивные и вагонные депо занимают территории, площадь которых колеблется в среднем в пределах 4-5 га. Около 20 % этой площади загрязняется нефтепродуктами в процессе осуществления производственной деятельности: дизельным топливом и дизельными маслами, проливающимися во время заливок локомотивов. Количество загрязнений колеблется от 5 до 20 г на килограмм грунта.

Территории промывочно-пропарочных станций занимают в среднем до 12 га, из которых примерно четвертая часть довольно сильно загрязнена остатками перевозимых нефтяных грузов [3, 4].

Основными загрязнителями территории ШПЗ являются сланцевые и каменноугольные масла, содержащие фенолы. Концентрации загрязнений в среднем составляют 50-100 г/кг грунта, поскольку по существующей технологии процесса пропитки тележки со шпалами выкатываются из пропиточных цилиндров, отстаиваются для стекания избытка пропиточного масла и разгружаются на склад готовой продукции.

Железнодорожные станции, пункты технического обслуживания вагонов занимают площади от нескольких до сотен гектаров. Из них 10 % составляют загрязнённые территории. Пункты подготовки пассажирских вагонов, где осуществляется наружная обмывка и внутренняя промывка вагонов (занимают 2-3 га территории), технологиче-

ские процессы этих предприятий не способствуют образованию больших загрязнённых площадей (3-5 % занимаемой территории).

Загрязнение территории отрицательно сказывается на состоянии окружающей природной среды. На некоторых предприятиях и железнодорожных путях грунты пропитаны нефтепродуктами на значительную глубину, что создаёт угрозу как поверхностным водоёмам, так и подземным водам. Во время снеготаяния и выпадения дождей образуются поверхностные сточные воды, которые, смывая пыль, различный мусор, нефтепродукты и другие загрязнения, сбрасывают их в ближайший водоём. На шпалопропиточных заводах в поверхностном стоке присутствуют также фенолы [1].

Отходы промышленных предприятий являются самым крупным источником загрязнения почв. Отходы бывают твёрдыми, жидкими и газообразными, а по своему составу разделяются на органические и неорганические. Они возникают как в результате производственной деятельности, так и при потреблении. В больших количествах образуются такие отходы, как загрязнённый нефтепродуктами и маслами грунт промплощадок предприятий, активный ил с биологических очистных сооружений. В меньших количествах образуются отработанные масла и смазки. К отходам, требующим внимания с точки зрения их токсичности, относятся также отработанные лампы дневного освещения и старогодние деревянные шпалы. Последние отходы по своему удельному весу составляют значительную часть номенклатуры промышленных отходов железнодорожной отрасли. Отработанные масла и отработанные ртутные лампы отправляются на переработку на спецпредприятия [5].

Основными источниками шума на железнодорожном транспорте являются движущиеся поезда, путевые машины и производственное оборудование предприятий.

Интенсивное движение поездов вблизи линии жилой застройки, в черте города Воронежа и посёлков заметно ухудшает акустический климат населённых пунктов и жилых помещений. Одним из основных источников шума в движущемся поезде является локомотив. Общий шум дизельного двигателя тепловоза на расстоянии 0,5 м от его корпуса и аэродинамический шум выхлопа на расстоянии 1 м от выхлопа патрубка достигает 120 дБ, тогда как при 130 дБ у человека возникают болевые ощущения.

Источниками вибрации на железнодорожном транспорте являются такие технологические процессы, как укладка бетонных смесей, формовка железнодорожных изделий на виброплощадках и производство крупнопанельных конструкций. Эти вибрации через фундамент передаются в окружающее пространство. Источниками вибрации являются также движущиеся поезда, механические колебания, которые они возбуждают, особенно велики при движении по тоннелям и искусственным сооружениям. Так, при следовании поезда через мост вибрация передаётся через его основание на реку и рядом находящиеся объекты.

Радиоактивное воздействие железнодорожного транспорта на окружающую природную среду представлено ионизирующим излучением - это потоки частиц и квантов электромагнитного излучения, прохождение которых через вещество приводит к ионизации и возбуждению его атомов и молекул. Источником ионизирующего излучения является перевозка радиоактивных грузов и строительных материалов с повышенным уровнем радиации, например, гранита.

Различают α -, β -, γ - излучения:

α - излучение представляет собой поток ядер атомов гелия. Его проникающая способность составляет в воздухе - 7-10 см, в воде - 0,1 см, в биологической ткани - 0,02-0,04 мм.

β - излучение представляет собой поток электронов, проникающая способность в воздухе - 14 м, в алюминии и пластмассе - 7 мм, в биологической ткани - 2,5 см

γ - излучение является потоком электромагнитного излучения с очень короткой длиной волны. Гамма - лучи глубоко проникают в организм человека и представляют собой большую радиационную опасность. Радиация опасна даже в небольших дозах, так как способна повреждать молекулы ДНК - генетический материал организма. В результате облучения у человека замедляется рост, снижается иммунитет, сокращается продолжительность жизни. По действующему стандарту уровень радиации считается безопасным, когда человек получает за год до 170 мбер. Такая доза принимается за безопасный уровень.

Земля обладает естественным магнитным (геомагнитным) полем. На его состояние оказывают влияние космические излучения, особенно процессы, происходящие на солнце (солнечные пятна и другие проявления солнечной активности, воздействуя на магнитное поле

Земли, порождают нарушения водного режима, магнитные бури, отражающиеся на различных процессах в биосфере).

Развитие науки и техники обусловило появление различных искусственных магнитных полей. Устройства, генерирующие, передающие и использующие электрическую энергию, создают в окружающей среде электромагнитные поля (ЭМП). Основными источниками ЭМП являются воздушные линии электропередач (ЛЭП) и открытые распределительные устройства (ОРУ), радиотехнические объекты (РТО), телевизионные и радиолокационные станции (РЛС), термические цеха на машиностроительных предприятиях.

На железнодорожном транспорте имеется ряд систем и объектов, воздействующих через ЭМП на окружающую среду и жизнедеятельность людей. К ним относятся: тяговые и трансформаторные подстанции, посты секционирования, линии продольного электроснабжения напряжением от 0,25 до 35 кВ, многопрофильные линии связи и телемеханики, системы электрообеспечения на подвижном составе. Кроме того, рельсы путей, являясь обратными проводниками тягового тока, представляют собой источник излучения ЭМП.

Интенсивность поглощения энергии электрических полей организмом человека определяется мощностью поля, продолжительностью облучения и длиной волны колебаний. Чем выше мощность поля, короче длина волны и продолжительное время облучения, тем выше отрицательное воздействие поля на организм человека.

Совместное действие нескольких источников излучений оценивается по формуле:

$$E = E_1^2 + E_2^2 + \dots + E_n^2,$$

где E_1, E_2, \dots, E_n – напряжённости электрического поля, создаваемые каждым источником в контрольной точке, V^2/m^2 .

Таким образом, стационарные источники воздействия железнодорожного транспорта имеют как геохимическое, так и геофизическое влияние. Недостаточно изученным остается воздействие электрического поля железнодорожного транспорта на состояние здоровья человека.

Литература

1. Крупенин Н.Н. Управление природоохранной деятельностью на железнодорожном транспорте. - М., 2004. - 32 с.
2. Малов Н. Н., Коробов Ю. И. Охрана окружающей среды на

железнодорожном транспорте. - М.: Транспорт, 2004. - 238 с.

3. Машуков А.А. Информационные основы эколого-экономического мониторинга на железнодорожном транспорте // Информационные технологии и проблемы моделирования сложных систем. - Иркутск: ИргУПС, 2005. - Вып. 2. - С. 44-54.

4. Машуков А.А. Система автоматизированного эколого-экономического мониторинга предприятий железнодорожного транспорта // Тр. Междунар. науч. чтений "Приморские зори-2005". - Владивосток: ДВГТУ, 2005. - Выпуск второй. - С. 65 - 69.

5. Стандарт предприятия: Единая система управления экологической безопасностью и охраной окружающей среды на Свердловской железной дороге СТП Н 001-01. — Екатеринбург, Свердловская железная дорога, 2001. — 126 с.

ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный педагогический университет»

L.A. Mezхова, A.A. Kulikov

GEOECOLOGICAL ANALYSIS OF THE IMPACT OF THE RAILWAY ON DEPO OKRUZHAUSHEY ENVIRONMENT

In the article the features of influence of enterprises of railway transport on the environment

Key words: geoenvironmental analysis, the quality of the surrounding environment, technogenic load

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education «**Воронежский государственный педагогический университет**»

УДК 556.5 (470.324), 556.55:574

М.В. Акопян¹, А.А. Макаренко²

ДИНАМИКА УВЛАЖНЕННОСТИ ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ НА ЗАПОВЕДНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ

В статье изучаются изменения увлажненности черноземных почв заповедника «Стрелецкая степь». Устанавливаются взаимосвязи между увлажнением почв и атмосферными осадками

Ключевые слова: динамика увлажненности, черноземные почвы, режим заповедности, водный режим

Курская область находится в 193 км к юго-западу от Москвы. Она находится между 50°54' и 52°26'N и 34°05' 38°31' E. Область занимает 28,9 тыс. км² площади, что составляет примерно 0,18 % территории России. Почвы Курской области характеризуются совмещением многообразия чернозёмов (выщелоченных, обыкновенных, типичных, и прочих), сформировавшихся под воздействием степной растительности, и серых лесных почв, образованных лесной растительностью [1].

Самый большой участок ЦЧЗ – это Стрелецкий. Он занимает 2046 га из всей площади ЦЧЗ. Стрелецкая степь расположена в 10 км южнее г. Курска и растянута неширокой полосой (1,5-2,5 км) на северо-восток с юго-запада почти на 8 км, имея в своей западной части 3 небольших лесных урочища: Соловьятник, Дуброшина и Дедов Веселый, а в восточной части – Петрин лес.

По водному режиму лесостепных черноземов Среднерусской почвенной возвышенности было написано достаточное количество работ: Большаков А.Ф., Герцык В.В., Афанасьева Е.А., Коковина Г.П., Евлахина С.И. и другими учеными [1-5]. Указанными авторами водный режим черноземов рассматривался за относительно короткие промежутки времени - 8 лет. Более длительный ряд наблюдений (27 лет) был проанализирован Герцык В.В. и Роде А.А. в 1987 с целью выявления цикличности водного режима почв. Дан анализ динамики запасов влаги за период с 1947 по 1987 годы и выявлено влияние на них режимов заповедности в условиях Стрелецкой степи, являющейся составной частью Центрально-Черноземного заповедника, который расположен в 20 километрах к югу от города Курск. Она представляет собой разнотравно-злаковую степь [2, 3].

Режим заповедности введен в степи с 1940 года. Режим ежегодного кошения сена — более ранний. По имеющимся архивным документам, Стрелецкая степь выделена Курским стрельцам как сенокосное угодье еще в 1624 году. Гидрологические исследования были начаты на обоих участках в 1947 году. Основным методом измерения влажности за весь период наблюдений был термостатновесовой метод. Пробы отбирались ежемесячно в течение вегетационного периода в 3-х кратной повторности со слоев 0—5 см; 5—10 см; и далее через каждые 10 см по всему почвенному профилю.

Климатические условия определяются среднегодовым ко-

личеством осадков, испаряемостью и коэффициентом увлажнения за теплый период. Гидрометеорологические условия исследуемого многолетнего ряда характеризуются чередованием сухих и влажных периодов. Наблюдения Большакова А.Ф. и Герцык В.В. (1946—1953 гг.) относятся к периоду повышенного увлажнения. Годы исследований Е.А. Афанасьевой (1954—1961 гг.) совпали с четко выраженным сухим периодом. Почвообразующей породой на территории Стрелецкой степи является пылеватый лессовидный суглинок, который делится на два слоя: верхний, тяжелый по механическому составу, и нижний — более легкий. Граница между слоями выражена отчетливо и прослеживается на водоразделе и пологих склонах на глубине 200—220 см.

В нижних частях суглинка длинных при водораздельных склонов на глубине 240—250 см, а на балочных склонах граница смены наносов опускается на глубину до 3 м и более. Смена гранулометрического состава в нижней части почвенного профиля или непосредственно под ним имеет существенное значение для процессов в почвенной толще и для влагообеспеченности растительности. Двучленность почвообразующей породы влияет на водный режим черноземов, способствуя накоплению легкодоступной, легкоподвижной капиллярной влаги. Почва в таких условиях способна удерживать сверх величины НВ (наименьшая влагоемкость) до 100 мм влаги, что имеет большое значение в водообеспеченности растительности. Анализ многолетней динамики весенних запасов влаги в степи с абсолютно-заповедным режимом (АЗР) в толще 0—300 см, показывает, что четко выделяется 2 периода, которые отличаются между собой по абсолютной величине запасов влаги.

Средние многолетние запасы в степи с ЕКР (ежегодно-косимый режим) в эти оба периода отличаются между собой значительно и составляют соответственно 789 мм и 781 мм. Весьма близко к ним по величине среднее значение запаса влаги за весь многолетний ряд наблюдений — 788 мм. Анализируя эти данные, можно сделать вывод о том, что водный режим черноземов под степью с ежегодно-косимым режимом (ЕКР) в течение наблюдаемого ряда лет довольно стабилен, так как на протяжении последних 300—350 лет он формировался под влиянием сенокосения. В отличие от последнего режим заповедности

относительно «молодой», более динамичен. В этот режим был переведен ранее скашиваемый участок степи площадью 20 га. Замена режима Охраны повлекла за собой постепенную смену растительности.

Черноземы под заповедной степью зимой промерзают менее глубоко, чем под ежегодно косимыми участками, а в отдельные годы совсем не промерзают. Запасы воды в снеге на участке с АЗР превышают таковые на ежегодно косимых площадях в 1,5—2 раза, а иногда даже в 3 раза. Впервые 19 лет наблюдаемые весенние запасы влаги в почвенном профиле под степью в заповедном режиме по величине были меньшими или одинаковыми с запасами под степью в ежегодно косимом режиме (последние, как правило, превышают их). Результаты статистического сравнения показали, что в первом периоде наблюдений (1947 — 1965 гг.) разница в весенних запасах влаги на участках недостоверна, а во втором (1966/1987 гг.) — в высшей степени достоверна.

Показатель точности средних значений весенних запасов влаги в почве для вторичного периода под степью с АЗР и ЕКР составил, соответственно, 0,58 и 0,06 %.

Следовательно, средний весенний запас влаги за второй период исследований в толще чернозема (0—300 см) под степью в заповедном режиме (848 мм) и ежегодно косимом режиме (781 мм) является довольно точной оценкой для изучаемых режимов. Влияние режима заповедности на водный режим черноземов первые 19 лет отсутствовало и начало проявляться с 1966 года. Выражается это в накоплении дополнительной (по сравнению со степью в ежегодно косимом режиме) влаги в количестве 92 мм [2].

Режим абсолютной заповедности способствует накоплению влаги в почве, главным образом, во втором и третьем метровом слоях. Выявлены закономерности перераспределения влаги внутри профиля черноземных почв в зависимости от горизонтов. Для гумусового горизонта характерны два основных периода по увлажнению — весенний и летне-осенний. В этом горизонте наблюдаются наибольшие сезонные изменения влажности, обусловленные присутствием основной массы корневых целинных травостоев. Ниже корнеобитаемого слоя се-

зонность в увлажнении выражена слабее, и влажность находится в интервале от ВРК до НК. Влажность более глубоких слоев постоянна [1].

Глубокое промачивание черноземов Стрелецкой степени с образованием слоя подперто-подвешенной влаги в нижней части почвенного профиля имеет место не только во влажные периоды, но и в сухие, если влажная осень сменяется теплой многоснежной зимой. Периодическое промачивание зоны аэрации под целинными черноземами, впервые установленное А.Ф. Большаковым, подтвердилось и нашими исследованиями за 40-летний период. Водный режим типичных и выщелоченных черноземов относится к периодически промывному водному типу.

Таких территорий в черноземной зоне почти не осталось, но изучение их режима позволяет понять процессы в почвах под пашней и определить те изменения, которые возникают в режиме черноземов при их сельскохозяйственном использовании. Черноземная зона — это зона недостаточного увлажнения. Даже в лесостепи вероятность засушливых и полузасушливых лет около 40 % [5].

В динамике влаги в черноземах Г.Н. Высоцкий выделил два периода:

1. Иссущение почвогрунта летом и в первую половину осени, когда влага интенсивно расходуется растениями и испаряется в условиях восходящих потоков над нисходящими потоками;
2. Промачивание, начинающееся со второй половины осени, прерывающееся зимой и продолжающееся весной под влиянием талых вод и весенних осадков.

Эти периоды в водном режиме черноземов характерны для всех черноземов, но продолжительность и сроки иссушения и увлажнения для каждого подтипа свои. Они зависят от количества осадков, их распределения во времени и от температуры [2].

От черноземов оподзоленных и выщелоченных к черноземам южным наблюдаются уменьшение глубины промачивания, усиление иссушения при удлинении периода иссушения. Увлажнение черноземных почв в большой степени зависит от рельефа и гранулометрического состава. Черноземы легкосуглинистые и супесчаные промачиваются на большую глубину. На выпуклых элементах рельефа и склонах расход влаги усиливается за счет поверхностного стока и повышенного испарения; в понижениях поверхностные воды накапливаются, испа-

рение ослабляется, создаются условия для более глубокого промачивания почв. Особенно сильно это проявляется в закрытых понижениях, где промачивание почвы достигает грунтовых вод [1].

В нижних горизонтах этих черноземов, глубже слоя максимального промачивания, всегда содержится некоторое количество доступной влаги, которое может быть резервом влаги для растений в засушливые годы. Под зерновыми культурами ко времени их уборки на обыкновенных и южных черноземах корнеобитаемый слой подвергается полному физиологическому иссушению [5].

Запасы влаги в черноземных почвах имеют существенное значение при формировании урожайности сельскохозяйственных культур. Так, в условиях края, на черноземах выщелоченных и обыкновенных для получения урожайности зерна яровой пшеницы 2,0-2,7 т/га расходуется 210-270 мм атмосферных осадков при общем расходе влаги 340-370 мм. В неблагоприятные по увлажнению годы (150 мм осадков за вегетационный период) для получения примерно 2,0 т/га зерна яровой пшеницы необходимо создать запас влаги в метровом слое почвы перед посевом не менее 260 мм, что практически соответствует запасу влаги с наименьшей влагоемкостью почвы. Поэтому все агротехнические мероприятия должны быть направлены на максимально возможное восстановление к весне будущего года запасов влаги во всем корнеобитаемом слое почвы.

На пахотных черноземах за счет поверхностного стока талых вод возможна значительная потеря влаги. Сдувание снега приводит к более глубокому промерзанию почв и их позднему оттаиванию. Снижение водопроницаемости неоттаявших слоев почвы сопровождается большими потерями влаги от поверхностного стока. Запасы питательных для растений веществ в черноземах большие — они колеблются в зависимости от содержания гумуса и гранулометрического состава почв. Так, в черноземах тучных глинистых запасы азота в пахотном слое достигают 12-15 т/га, среднегумусных среднесуглинистых — 8-10 т/га. С глубиной содержание и запасы азота, как и других питательных веществ, постепенно уменьшаются. В целом территория ЦЧР характеризуется неустойчивым увлажнением. Отмечаются, как периоды (несколько лет подряд) с большим количеством атмосферных осадков, так и острозасушливые годы. Отличительной особенностью является неравномерность их выпадения в течение года. Засушливые периоды ча-

сто сопровождаются суховеями юго-восточного направления, и сочетаются с низкой относительной влажностью воздуха и высокой температурой. Повышенная увлажненность территории в годы с обильными осадками приводит к активизации процессов усиления гидроморфизма и локальному появлению сезонно-переувлажненных почв. Распределение атмосферных осадков отличается неравномерностью, их среднегодовая сумма достигает 500-550 мм в лесостепной и 450-490 мм в степных частях региона; 30 % этого количества осадков выпадает в холодный период года. В среднем повторяемость длительных засух в ЦЧР один раз в 3-4 года. За последние 70 лет неблагоприятные погодные наблюдались:

в Липецкой области – один раз в 17 лет, в Белгородской и Курской областях – 19 лет, в Тамбовской области – 20 лет и Воронежской области - 21 год.

Сумма осадков за период с температурой +10 °С в лесостепной части составляет 250-260 мм и 240-250 мм в степной зоне, запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы к началу вегетации достигает соответственно 135-140 мм и 120-125 мм. Количества выпадающих осадков вполне достаточно для получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур [4].

Таким образом, динамика водного режима черноземных почв тесно взаимосвязана с климатическими показателями

Литература

1. Афанасьева Е.А. Черноземы Среднерусской возвышенности. /Е.А. Афанасьева — М.: Наука, 1976. - С. 12-25.
2. Большаков А.Ф. Водный режим мощных черноземов Среднерусской возвышенности /А.Ф. Большаков. - М.: Изд-во АН СССР, 1971. - С. 94, 112.
3. Большаков А.Ф. Водный режим мощных черноземов под дубовым лесом /А.Ф. Большаков, В.В. Гердык.- Тр. ин-та леса АН СССР. Т. 22. – М.: Изд-во АН СССР. --1988. - С. 49-92.
4. Новиков А.А. Гумусное состояние почв в севооборотах различной конструкции на чернозёмах обыкновенных /А.А. Новиков / Научный журнал КубГАУ, 2012. - №78 (04). – 10 с.
5. Петриков А.В. (отв. за подготовку доклада) //Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения. М.:

ФГНУРосинформагротех, 2010. – 100 с.

¹МБОУЛ «ВУВК имени А.П. Киселева», г. Воронеж

²МБОУ СОШ № 48, г. Воронеж

M.V. Hakobyan¹, A.A. Makarenko²

MOISTURE DYNAMICS OF CHERNOZEM SOILS IN THE PROTECTED AREAS OF THE CENTRAL CHERNOZEMYA

In this paper we study changes in the moisture content of Chernozem soils of the reserve «Streletskaya steppe». Establishes the relationship between soil moisture and precipitation

Key words: dynamics of moisture, soil, mode of wilderness protection, water regime

¹Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение лицей «Воронежский учебно-воспитательный комплекс имени А.П. Киселёва», г. Воронеж

²Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение средняя общеобразовательная школа № 48, г. Воронеж

УДК 504.06 (571.62)

В.В. Базюкова, Л.А. Межова

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА БИОТУ

В статье рассматриваются вопросы влияния химического загрязнения на состояние растительного организма. Определяется степень устойчивости организма и необратимые физиологические реакции в нем.

Ключевые слова: химическое загрязнение, техногенные факторы, устойчивость растений

Техногенное воздействие и химическое загрязнение естественной среды обитания приводит к стрессовому состоянию растительного организма. В результате ослабления защитной реакции происходит изменения структуры биотических взаимоотношений. К числу негативных последствий можно относиться:

- уменьшение числа видов симбиотических организмов и их количества особей симбионтов;
- увеличение количества паразитирующих видов и рост численности особей;

- рост заболеваемости, вызываемой организмами паразитами (грибковые, бактериальные, вирусные паразиты);
- подверженность воздействию насекомыми и птицами-энтомофагами.

Устойчивость растения состоит в способности организма предотвратить или ограничивать внедрение потенциальных патогенных организмов. На реакцию организма при взаимодействии системы «растение-патоген» оказывают влияние такие факторы как генетическая предопределённость, анатомо-физиологические реакции, абиотические и биотические факторы среды. Результатом изменения процесса метаболизма является заболевание или повреждение растения.

Буферными свойствами для патогенных организмов обладает почва. Так при температуре выше 24 С° и высокой влажности деятельность бактерий усиливается. Это условие важно в связи с тем, что большинство бактерий не образуют капсул в процессе жизнедеятельности, а их жизнеспособность связана со скоростью проникновения в организм [1-3].

Основными путями проникновения являются устьица, кутикула, чечевички, листовые следы, травматические повреждения различного происхождения. Вирусы могут проникать и в процессе прорастания спор и через контактные повреждения животными.

Под воздействием закисления почв быстро снижается количество и активность нитрифицирующих и азотфиксирующих бактерий. Последствия изменения приводят к существенным последствиям снижения скорости роста и развития, увеличения чувствительности к действию фитотоксикантов.

Изменение химической реакции коры хвойных пород происходит за счёт аккумуляции металлов, оксидов азота, соединений аммония приводит к исчезновению эпифитов (лишайников, аэрофильных водорослей).

В зависимости от типа загрязнений меняется характер воздействия. Чаще всего нарушается водный баланс. В первую очередь воздействию подвергаются системы, регулирующие поступление загрязняющих веществ, а также химические реакции, ответственные за процессы фотосинтеза, дыхания и производство энергии.

Основным канцерогенным веществом для растений является диоксид серы. Загрязняющее вещество первоначально поступает в рас-

тение через устьица – отверстия, имеющееся на листьях и в нормальных условиях, использующихся для газообмена. Диоксид серы, прежде всего, воздействует на клетки, которые регулируют открывание этих отверстий. Степень их открывания и факторы, влияющие на нее, в начальный период являются основными параметрами, определяющими интенсивность воздействия загрязнителей. Даже при очень малых концентрациях диоксид серы способен оказывать стимулирующее действие, в результате которого при достаточно высокой относительной влажности устьица остаются постоянно открытыми. В тоже время при высоких концентрациях диоксида углерода устьица закрываются. Кроме того, в случае высокой влажности устьица открываются, в случае низкой – закрываются.

Попав в межклеточные пространства листа, загрязняющее вещество вступает в контакт с мембраной окружающей клетку. При нарушении целостности этой полупроницаемой мембраны нарушается баланс питательных веществ и процесс поступления ионов.

Пройдя в клетку, диоксид серы взаимодействует с органеллами – митохондриями и хлоропластами, в том числе и с их мембранами, что может привести к весьма серьезным последствиям.

Сера необходима для нормального роста растений, и присутствие SO_2 может оказывать влияние и на усвояемость серы. Растения ее потребляют в восстановленном состоянии. В присутствии SO_2 основным продуктом становится сульфат, а также цистеин, глутатион. Основными промежуточными соединениями при восстановлении сульфатов являются сульфиты.

Возможна также дезактивация ферментов. Диоксид серы ингибирует различные биохимические реакции. Сульфиты, обладающие слабокислотными свойствами, дезактивируют некоторые ферменты, блокируя активные центры, препятствуя протеканию основной химической реакции. Диоксид серы является конкурентным ингибитором дифосфат карбоксилазы, препятствующим фиксации CO_2 в процессе фотосинтеза.

Последствия воздействия фторидов на процессы обмена в клетке в общих чертах схожи с воздействием диоксида серы, хотя их механизмы, естественно различаются. Фториды содержатся во всех растительных тканях, однако их избыток может оказывать токсическое действие. Большинство растений способно накапливать в листьях кон-

центрации фторидов. Некоторые виды, например, чай и камелия, могут накапливать фториды в листьях в очень высоких концентрациях – нормальное содержание их составляет несколько сот миллионных долей [3].

Фториды воздействуют на целый ряд ферментов и обменных процессов. В растениях, окуранных парами, могут наблюдаться изменения в содержании органических кислот, аминокислот, свободных сахаров, крахмала и других полисахаридов; эти изменения происходят до проявления видимых симптомов. Фториды изменяют механизм распада глюкозы, что может вызвать отклонения от нормального развития листьев.

Озон, третий из наиболее вредных загрязняющих веществ. Сначала он воздействует на растения на молекулярном уровне. И в этом случае первичным объектом воздействия оказываются устьица листьев и мембраны. Озон способствует закрыванию устьиц, однако степень воздействия сильно зависит от величины фоновой концентрации озона до наступления интенсивного воздействия. Устьица растений, выращенных в профильтрованном воздухе, при действии значительных концентраций озона закрываются с более высокой скоростью.

Первичные гистологические изменения, которые можно наблюдать визуально, происходят в хлоропластах, которые через короткое время подвергаются грануляции, разрыву и приобретают светло-зеленую окраску. Прежде всего, воздействию подвергается строма; ее гранулирование может быть связано с изменением состава ионов в хлоропластах или с нарушением проницаемости мембран, связанным с действием озона. Мембраны хлоропластов разрушаются, хлорофилл диспергируется в цитоплазме, повреждается оболочка ядра клетки, и происходит плазмолиз клетки.

В последние годы обнаружено еще одно явление, связанное с загрязнением атмосферы и оказывающее влияние на биологические объекты. Осадки, как правило, всегда имеют, кислую реакцию. Это связано с присутствием в атмосфере диоксида углерода, а также оксидов азота и серы. Дождь, снег или пыль могут приобрести, более кислую реакцию из-за избыточного количества оксидов антропогенного происхождения. Осадки могут иметь и щелочную реакцию, в частности в тех районах, где присутствуют основные компоненты, например,

ионы кальция. В настоящее время нет точных данных о том, каков относительный вклад антропогенных источников в образовании кислых осадков [2].

При оптимальном содержании питательных веществ в почве чувствительность повышается в связи с интенсификацией физиологических процессов у растущих организмов в начале вегетационного периода, особенно у генеративных особей сосны.

На механизм восприятия растениями техногенных воздействий существенное влияние оказывает генетически определённая устойчивость особей различных популяций. Устойчивость к загрязнению рассматривается с использованием различных критериев: чувствительность органов растения, скорость продукции биомассы, скорость прохождения фаз развития и способность к выживанию организма. Поражаемость растения может быть следствием снижения устойчивости, тогда как скорость формирования и биологической продуктивности может быть выше; скачкообразный переход в следующую возрастную фазу может быть проявлением способности к выживанию особи. Только оценка подобных реакций с точки зрения существования вида во времени поможет определить адаптационный характер изменений к изменяющимся условиям среды.

Таким образом, изучение реакции организмов на химическое воздействие техногенных факторов можно использовать для биоиндикационных исследований.

Литература

1. Глянько А.К. Реакция растительного организма на азотное питание и температуру /А.К. Глянько. - Автореферат д. б. н. – Иркутск: 2000 – 56 с.

2. Израэль Ю.А. Кислотные дожди /Ю.А. Израэль, И.М. Назаров, А.Я. Пресман. - Ленинград, 1983. – 205 с.

3. Луговской А.М. Дендроиндикационный мониторинг в системе управления качеством среды при антропогенном природопользовании: монография /А.М. Луговской, В.Т. Дмитриева, Г.М. Майнашева, Л.А. Межова, Л.А. Луговская, Г.Н. Чернятина. – Воронеж: Воронежский государственный педагогический университет, 2012.- 168 с.

ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный педагогический университет»

V.V. Bazhukova, L.A. Mezhova

GEOECOLOGICAL ANALYSIS OF ANTHROPOGENIC IMPACT ON BIOTA

The article answers questions about the influence of chemical poisoning of plants. The degree of stability of the organism and irreversible physiological reactions are also determined

Key words: chemical poisoning, technogenic factors, the stability of plants

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education «Voronezh state pedagogical university»
УДК [55+502/504](470/082)

А.М. Луговской¹, Л.А. Межова²

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ МАРГИНАЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

В статье проводится анализ особенности проявления противоречий природопользования на маргинальных территориях

Ключевые слова: природопользование, маргинальные территории, экологические противоречия

Острой проблемой для заповедников является сохранение уникальных ландшафтов маргинальных территорий. Заповедник Галичья гора является одним из самых маленьких на территории России.

Все урочища заповедника испытывают на себе колоссальный антропогенный прессинг. Из них максимальную нагрузку, вследствие особенностей положения, расположения на нем главной усадьбы заповедника, испытывает урочище Морозова гора, что и послужило причиной взятия его для детального анализа экологического состояния [1, 2]. Урочище Морозова гора было взято под охрану более 70 лет назад. Морозова гора сильно пострадала во время Великой Отечественной войны — там до сих пор можно видеть остатки траншей и окопов; во время ликвидации заповедника (с 1951 по 1969 гг.) и образования Агробиостанции на территории проводились сельскохозяйственные эксперименты (в урочище до сих пор сохранился участок с доминированием райграса над остальными растениями).

Антропогенные воздействия в их конкретном проявлении

можно разделить по их источникам на внешние и внутренние. Первые обусловлены хозяйственной деятельностью на прилегающих территориях, вторые — организационно-хозяйственной и заповедно-режимной деятельностью самих заповедников [3-6].

Среди внешних воздействий можно выделить сельскохозяйственные, промышленные, транспортные, рекреационные и селитебные воздействия.

Сельскохозяйственные воздействия на урочище Морозова гора связаны с развитием в его окрестностях земледелия, животноводства, птицеводства и пчеловодства. Урочище Морозова гора не имеет вокруг своих границ буферной зоны, которая должна ослаблять и сдерживать антропогенную деятельность человека, поэтому влияние окружающих полей на территорию урочища особенно велико. Не обустроенность маргинальных территорий влияет на сохранение ландшафтной структуры заповедника [4].

От поля, на котором в разные года, в зависимости от севооборота, высевают пшеницу, бобовые, гречиху и другие культуры, урочище отделяет лишь неширокая полоса 15-20 м шириной, по которой проходит асфальтированная дорога к усадьбе заповедника. Это приводит к занесению ветром, животными на охраняемую территорию семян культурных растений и сорняков. Особенно большое влияние может оказать внедрение в экосистему сеgetальных видов (сорняков), которые являются сильными конкурентами в борьбе за пространство, свет, воду, питательные вещества по сравнению с редкими и реликтовыми видами растений. Вблизи границ урочища со стороны поля отмечено массовое размножение таких сорняков, как выюнок полевой, циклахена дурнишниколистная, водосбор обыкновенный, недотрога мелкоцветная и другие растения. Все это приводит к обеднению популяции редких и исчезающих растений. С соседних полей мигрирует с поверхностным стоком ДДТ и его метаболиты. Эти вещества накапливаются в почвенных и растительных пробах [3].

Выпас скота на маргинальных территориях приводит к вытаптыванию охраняемых участков. Влияние скота выражается в угнетении растительного покрова, развитии пастбищной эрозии, в кормовой конкуренции, поедании редких и исчезающих видов растений, загрязнении почвы экскрементами и заносу с ними синантропных видов растений [7].

Большое влияние на состояние экологической системы Морозовой горы оказывает птицевая фабрика, находящаяся в селе Донское. Отходы птицепроизводства сливаются менее чем в 1 км от границ урочища. Это приводит к чрезмерному размножению и обилию на территории урочища мухи домашней, которая тоже составляет конкуренцию диким видам мух, кроме того, при попутном ветре в сторону усадьбы заповедника на его территории ощущается неприятный запах сливаемых отходов. А запахи играют важную роль в спаривании, размножении, охране территории не только насекомых, но и крупных млекопитающих.

На маргинальных территориях урочища Морозова гора местные жители в лесополосах содержат пасеки. Это приводит к неумеренной интродукции медоносной пчелы. Искусственное внедрение пчеловодами большого количества семей медоносной пчелы в биоценозы, где она ранее была немногочисленна или отсутствовала вообще, может крайне неблагоприятно отразиться на пищевых ресурсах диких пчелиных, особенно реликтовых видов, поскольку медоносная пчела — широко политрофный вид. При этом пчелы изымают из сбалансированных цепей питания большое количество пыльцы и нектара, что несовместимо со статусом заповедника. Особенно страдают при этом моно- и олиготрофные виды пчелиных (то есть питающиеся пыльцой нескольких или даже единственного вида растений), так как в этой ситуации они не могут переключиться на резервные источники питания.

Размещение пасек на соседней территории имеет значение и с точки зрения дальнейшего видообразования энтомофильных растений в результате сопряженной приспособительной эволюции насекомых и покрытосеменных растений [5].

Считается, что техногенное загрязнение среды представляет особую опасность для живых организмов и экосистем, и оно будет главной проблемой для заповедников в ближайшем будущем [7].

Опасность этого антропогенного фактора заключается в его масштабности, неотвратимости, во многих случаях скрытности воздействия, кумулятивности эффекта и в позднем обнаружении его результатов. Реакция разных организмов на воздействие загрязняющих веществ различна как по скорости, так и по силе.

Урочище Морозова гора находится между двумя наиболее развитыми промышленными узлами Липецкой области — г. Липецком

(приблизительно 45 км) и г. Ельцом (приблизительно 25 км) и испытывает воздействие этих двух промышленных центров. В структуре выбросов в атмосферу преобладают оксид углерода, двуоксид серы, углеводороды и фенолы [1]. Под воздействием тяжелых металлов наблюдается загрязнение атмосферы и почвы, а результатом является сокращение численности лишайников, почвенной микро- и мезофауны, накопление канцерогенов в грибах и съедобных плодах растений.

Превышение ПДК в атмосфере по диоксиду серы приводит к повышению кислотности осадков, а в результате проявляются некрозы и хлорозы на хвое и листьях деревьев, кустарников.

Строительство и эксплуатация транспортных магистралей на маргинальных территориях заповедника влияют на компоненты ландшафтов. Рядом с урочищем Морозова гора проходят две асфальтированные дороги. Одна из них является магистралью областного значения — шоссе Липецк - Елец и другая местного (от шоссе к усадьбе заповедника и далее к селу Донское).

Маргинальные территории вдоль автомагистралей загрязнены выхлопными газами автомобилей, содержащими в себе оксиды азота, углерода, серы, свинца и пылью. Так еще в 80-е годы XX века при исследовании растительности Морозовой горы Барабаш Г.И. и Камаевой Г.М. [2] была обнаружена одна особь льнянки обыкновенной с необычным соцветием и своеобразным строением цветков. Они предположили, что ливневые дожди, характерные для летних сезонов, обусловили образование хотя и малозаметного вначале, но постоянного русла стока с асфальтированной дороги, прошедшего по территории урочища. Это привело к значительному изменению экологических условий, в частности эдафического и гидрологического режима. В полосе стока появилось большое число более мезофильных, даже луговых видов, сменивших степные, а также сорняки.

Воздействие транспорта еще проявляется и в заносе рудеральных, сеgetальных, адвентивных и других синантропных растений на территорию заповедника.

Увеличение плотности населения в окрестностях заповедника, вызывают загрязнение природной среды отходами промышленности, коммунального хозяйства, способствуют проникновению в заповедники несвойственных им видов.

Возле урочища Морозова гора, менее чем в двух километрах от

него, расположено село Донское. Обычно регистрируется большое число нарушений заповедного режима местными жителями: сбор грибов и ягод на заповедной территории, лекарственных растений, сбор цветов, неорганизованный отдых, разжигание костров и другие аспекты антропогенной деятельности. Все это приводит к снижению численности редких растений, синантропизации флоры, беспокойству птиц и животных. Разжигание костров может привести к пожару.

Непосредственно на маргинальной территории урочища Морозовой горы располагается естественный пляж на берегу Дона. Рекреационное использование влечет за собой шумовое загрязнение, загрязнение среды, сбору отдыхающими цветущих видов растений на территории заповедника.

Социо-эколого-правовая незащищённость маргинальных территорий приводит к значительному ущербу заповедника от всех видов антропогенного природопользования.

На территории заповедника ведется приусадебное хозяйство, которое также влияет на компоненты природной среды заповедника.

С обустройством территории усадьбы связаны формирование антропогенного ландшафта, асфальтового покрытия, тропинок, загрязнение бытовыми отходами и минеральными удобрениями, проникновение синантропных видов животных (домовая мышь и серая крыса), птиц (сизый голубь, кольчатая горлица, ласточка, домовый воробей, скворец) и растений (одичавших культурных растений — подсолнечника, кукурузы, щавеля, хрена, декоративных, экзотов девичьего винограда пятилисточкового, эхиноцистиса лопастного, тладианты сомнительной, сеgetальных и рудеральных видов). В огороды и сады проникают зайцы, лисицы, кабаны, полевки, черная крыса, лесная куница [7].

Свет электроламп привлекает ночных насекомых, многие из которых погибают от ожога или из-за невозможности выбраться из помещения. Собирающиеся возле источников света насекомые, в свою очередь, привлекают жаб, лягушек, змей, жертвами которых, кроме обычных, массовых видов, становились редкие — бражник мертвая голова, сатурния малая и другие виды.

Ценопопуляционные исследования сотрудников заповедника влияет на структуру и динамику биоты. Сенокосение как вид использования природных ресурсов имеет двоякое влияние. В одном случае

его рассматривают как способ регулирования развития травяных экосистем, как биотехническое мероприятие для создания страхового запаса сена диким животным и удержания их в пределах ограниченного пространства, а также вариант антропогенного прессинга.

В заповедниках предусмотрены участки хозяйственного использования. В урочище Морозова гора ежегодно выкашивается пойменный луг между рекой Дон и дубравой. С сенокосением, как правило, связаны разнообразные нарушения заповедного режима, которые впоследствии приводят к нарушению состава и структуры травостоя, изменению микроклимата луговых сообществ и их ксерофитизации [3].

Покос приводит к резкому изменению энтомофауны к уничтожению внутри стебельных обитателей (златки, усачи рода *Agapanthia*, долгоносики родов *Larinus*), обитатели высоких растений (богомолы, кузнечики), гусеницы многих видов чешуекрылых, куколок белянок. Скашивание цветущей растительности ведет к уменьшению численности диких пчел, мух, бабочек, перепончатокрылых [4].

Внешние и внутренние антропогенные факторы действуют суммарно, но различаются интенсивностью. Влияние внешних антропогенных факторов на территории заповедника приводит к деградации. Развитие экологического туризма на маргинальных территориях также может оказывать негативное и в этой связи требуется научные исследования по оценке его воздействия. Так как «экологически безопасного» туризма не существует.

Внешние антропогенные факторы и те, что возникают в результате деятельности человека внутри самого заповедника, со временем приобретают определенную направленность и постоянство, зависящее от локальных (или региональных) эколого-экономических условий. Рано или поздно это заметно сказывается на целостности биоты и эталонных качествах природного комплекса.

Таким образом, научные исследования на маргинальных территориях позволят обосновать систему природоохранной деятельности особо охраняемых территориях различного типа [7].

Литература

1. Андреев Д.Н. Экогеохимическая индикация антропогенной трансформации сосновых экосистем //Д.Н. Андреев. //Научно-практический рецензируемый ежемесячный электронный журнал

«Russian journal of Earth Sciences». - 2012. - №10(10). - С. 44-45.
URL:<http://www.ores.su>

2. Барабаш Г.И. Об аномальных формах льянки обыкновенной // Г.И. Барабаш, Г.М. Камаева. Исследование растительного и животного мира заповедника «Галичья гора». - Сб. статей. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1982. – С. 27-31.

3. Бузмаков С.А. Особо охраняемые природные территории г. Перми: монография /Бузмаков С.А., Воронов Г.А., Андреев Д.Н. [и др.] /под ред. С.А. Бузмакова и Г.А. Воронова. – Пермь: Перм. гос. Уни-т., 2012. – 204 с.

4. Виноградов Н.П., Голицын С.В. Северо-Донской реликтовый район //Н.П. Виноградов, С.В. Голицын. - В сб. Труды Воронежского университета. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1958. – Т.15. - Вып. 3.

5. Зелинская Л.М. Редкие и исчезающие виды насекомых Черноморского заповедника и их охрана //Л.М. Зелинская. Изучение и охрана редких и исчезающих видов фауны СССР. - М.: Наука. 1985. - С. 116-118.

6. Яушев А.Б. Геоэкологический аспект влияния автомобильных дорог на водные ресурсы //А.Б. Яушев, С.А. Куролап. - сб. Использование и охрана водных ресурсов Центрально-черноземного региона России. - Воронеж: Из-во ВГУ, 2009. - С. 61-63.

7. Петин А.Н. Экологические основы экскурсионной и рекреационной деятельности //А.Н. Петин, И.С. Королева, М.Е. Корнева. – Белгород: ИПК НИУ «БелГУ», 2012. – 192 с.

Исследование проведены при финансовой поддержке РГНФ в рамках научно-исследовательского проекта № 14-02-00472 «*Экономическая оценка потенциала при формировании кластерно-логистической структуры туристско-рекреационной системы маргинальных территорий урбанизированных районов*».

¹ ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве РФ»,
г. Москва

²ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный педагогический университет»

М.А. Lugovskoy¹, L.A. Mezhova²

GEO-ENVIRONMENTAL ISSUES OF MARGINAL TERRITORIES OF

VARIOUS ENVIRONMENTAL MANAGEMENT SYSTEMS

In the article the analysis of features of manifestation of the contradictions of the use of marginal land

Key words: management, marginal areas, ecological contradictions

¹Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
«Финансовый университет при Правительстве РФ», г. Москва
«Financial University under the Government of the Russian Federation»

²Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional
Education «Voronezh state pedagogical university»

СЕКЦИЯ 3. ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ, ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД И ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ. МАЛООТХОДНЫЕ И БЕЗОТХОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРОИЗВОДСТВА. ФИЗИЧЕСКИЙ И ХИМИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ НАД СОСТОЯНИЕМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

УДК 556.124: 574 (470.324-25)

Т.И. Прожорина, Н.И. Якунина

ОЦЕНКА ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ГОРОДСКУЮ СРЕДУ ПО ЗАГРЯЗНЕННОСТИ СНЕЖНОГО ПОКРОВА

В работе приведены результаты исследования химического состава снежного покрова, выпавшего в г. Воронеже в течение зимы 2015г. Результаты анализа химического состава талой воды указывают на повышенный техногенный уровень загрязнения снежного покрова во всех исследуемых функциональных зонах г. Воронежа

Ключевые слова: город Воронеж, загрязнение, снежный покров, химический состав, техногенное воздействие

В настоящее время наиболее востребованными являются экспрессные методы контроля качества окружающей среды. Один из таких методов основан на использовании снежного покрова. Снег обладает высокой сорбционной способностью и осаждают из атмосферы на земную поверхность значительную часть продуктов техногенеза. Мно-

голетний мониторинг снежного покрова позволяет выявить пространственно-временные особенности распределения элементов, выявить очаги загрязнения и определить тенденцию в изменении качества окружающей среды [1, 2].

Цель работы заключалась в исследовании химического состава снежного покрова в различных функциональных зонах г. Воронежа и выявлении зависимостей между наличием загрязняющих веществ и уровнем техногенного воздействия.

В период, предшествующий снеготаянию, 11.02.2015 г. были отобраны 47 проб снега в различных функциональных зонах г. Воронежа с разной степенью техногенного воздействия: 11 проб в жилой зоне, 9 - в промышленной зоне, 9 - в транспортной зоне, 6 - в зоне рекреации, 10 – районы перспективной застройки (жилые) и 2 фоновые пробы.

Репрезентативные пробы «лежалого» снега отбирались по всей толще снежного покрова [1]. Пробы снега растапливались при комнатной температуре, талую воду фильтровали. По осадку, полученному на фильтре, определяли количество взвешенных частиц в отобранной пробе (весовым методом), а в фильтрате определяли следующие показатели: NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- (колориметрический метод); общая жесткость, Ca^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- (титриметрический); рН (потенциометрический); минерализация и Mg^{2+} (расчетный) [3].

Исследования химического состава снега выполнены на базе учебной эколого-аналитической лаборатории факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского государственного университета.

Для более объективной характеристики геохимической индикации загрязнения снежного покрова за основу принимается сопоставление концентраций поллютантов городских проб снега с соответствующими значениями их фонового аналога. Это достигается расчетом коэффициента концентрации химических элементов (Кс) [2]. В качестве фона были выбраны 2 пробы: № 34 - находится в черте города на территории санатория имени Горького; № 47 - расположена в северном направлении в 15 км от города. Результаты анализа показывают, что пробу снега в черте города (№ 34) только условно можно считать фоновой, так как содержание загрязняющих веществ в ней существенно выше, чем в пробе снега, отобранной за городом (№ 47). Таким образом, для расчета коэффициентов концентрации в качестве фо-

новой будем считать пробу снега № 47, которая расположена в Рамонском районе, СТ «Северный бор».

С целью выявления степени техногенной нагрузки на различные районы г. Воронежа, был сделан сравнительный анализ полученных результатов: 1) по данным фактического присутствия загрязняющих веществ в атмосферных осадках для исследуемых функциональных зон; 2) по рассчитанным коэффициентам концентрации химических элементов для исследуемых проб снега.

Результаты анализа химического состава талой воды указывают на повышенный техногенный уровень загрязнения снежного покрова во всех исследуемых функциональных зонах г. Воронежа.

Величина рН снежных проб изменяется в интервале от 5,3 до 8,12. Наиболее высокие значения рН (7,0-7,3) отмечаются в пробах снега, отобранных преимущественно в транспортной зоне (пробы № 6, 8, 10, 33), а также в промышленной зоне (пробы № 5, 12, 14, 29).

По степени минерализации и содержанию взвешенных веществ (пыли) в снеге можно судить о «техногенном давлении» на среду.

Для проб снега, отобранных в *зоне рекреации*, значения минерализации составляют от 61,41 до 143,27 мг/л, а содержание взвешенных веществ от 35 (проба № 19) до 220,5 мг/л (проба № 30). Наиболее «чистой» парковой зоной является проба № 19 (ул. Маршала Одинцова, 11). Наиболее «загрязненная» зона рекреации отмечена проба № 30 (ул. 9 Января, 262/1). В среднем величина минерализации для проб снега в зоне рекреации составляет 90,0 мг/л, а взвешенных частиц – 103 мг/л. Многие зоны рекреации располагаются вблизи крупных автодорог (например, ул. Набережная Масалитинова, ул. 9 Января), они тоже загрязнены продуктами выбросов автотранспорта.

В жилой зоне было выделено 3 подзоны: центральная историческая часть города (*жилая ЦИ*); кварталы с современной многоэтажной застройкой (*жилая СП*) и частный сектор (*жилая ЧС*). Анализ показал, что наибольшая минерализация и содержание пыли наблюдается в зонах *жилая ЧС* и *жилая СП*.

Среди проб *жилой ЦИ* наиболее «чистая» проба № 9 (ул. Ворошилова, 30), наиболее «загрязненная» – проба № 3 (ул. Героев Стратосферы, 8), для них содержание взвешенных веществ возрастает от 107,3 до 290,4 мг/л соответственно.

Для проб *жилая ЧС* наиболее «чистая» проба № 24 (ул.

Шишкова, 53). Наиболее «загрязненные» – пробы № 13 (ул. Циолковского) и № 25 (ул. Нагорная, 25), для них минерализация достигает 161 мг/л, а количество взвешенных частиц – 373,6 мг/л.

Для проб *жилой СП* трудно выделить наиболее «чистую» зону. Однако, очевидно, что наиболее «загрязненная» – проба № 45 (ул. Грамши, 70), которая характеризуется высокими значениями минерализации (95,3 мг/л) и взвешенных частиц (367 мг/л).

Для проб снега, отобранных в *промышленной зоне*, величина минерализации изменяется незначительно от 94,1 до 128,7 мг/л, а содержание взвешенных веществ варьирует в широком диапазоне – от 40,39 до 351,4 мг/л. Большинство проб превышают фоновую минерализацию в 3,1 – 4,2 раза. Из полученных результатов трудно выделить наименее загрязненную пробу. К наиболее «загрязненной» промышленной зоне по содержанию взвешенных частиц и азотистых соединений можно отнести сразу несколько проб снега:

проба № 12 (ул. Ленинградская, 98а) - взвешенные вещества превышают фон в 9,5 раза; минерализация – в 3,1; нитраты – в 19,8 раза;

проба № 28 (проспект Труда, 111) - взвешенные вещества превышают фон в 9,8 раза; минерализацию – в 3,3 раза; нитраты – в 17 раз;

проба № 29 (ул. 9 Января, 180) - взвешенные вещества превышают фон в 10,1 раза; минерализацию – в 3,2 раза; нитриты и нитраты – в 23,5 и 17 раз соответственно;

проба № 31 (ул. Дорожная, 15) - взвешенные вещества превышают фон в 7,7 раза; минерализацию – в 4,2 раза; нитриты и нитраты – в 24 и 22 раза соответственно.

Величина минерализации для проб снега, отобранных в *транспортной зоне*, варьирует от 93,1 до 172,9 мг/л, а содержание взвешенных частиц – от 94,7 до 620,08 мг/л. Наименее загрязненная проба № 11 (ул. Саврасова). К наиболее «загрязненной» транспортной зоне относятся сразу несколько проб снега:

проба № 6 (ул. Московский проспект, 36) – взвешенные вещества превышают фон в 15,1 раза; жесткость – в 6,9 раза; нитриты и нитраты – в 30 и 31 раз соответственно;

проба № 16 (ул. Брусилова - Ленинский проспект) - взвешенные вещества превышают фон в 17,7 раза; минерализация – в 5,6 раза; нитриты и нитраты – в 13 раз;

проба № 33 (ул. Скрибиса, 16) - взвешенные вещества превышают фон в 7,8 раза; минерализация – в 5,7 раза; нитраты – в 23,5 раза; хлориды – в 13 раз;

проба № 21 (бульвар Победы - ул. 60 лет Армии) - взвешенные вещества превышают фон в 5,9 раза; минерализация – в 4,7 раза; нитриты и нитраты – в 18,8 и 23,2 раза соответственно;

проба № 7 (ул. 9 Января) - взвешенные вещества превышают фон в 8,8 раза; минерализация – в 3,7 раза; нитраты – в 26,7 раза;

проба № 10 (ул. Матросова, б) - взвешенные вещества превышают фон в 8,8 раза; минерализация – в 3,3 раза; нитраты – в 18,5 раза.

Из 10 проб снега *перспективной застройки*, 2 пробы (№ 36 и 39) по состоянию снежного покрова характеризуются как «загрязненные». В них обнаружены существенные превышения по минерализации в 6,2 и 5,2 раза соответственно. Проба № 36 (ул. Московский проспект, 90/1) характеризуется наибольшим коэффициентом концентрации по содержанию сульфатов в снеге ($K_c = 10,3$) по сравнению с остальными пробами. А в пробе № 39 (ул. Острогжская, 148) обнаружено значительное превышение фона по содержанию всех форм азота (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^-) – в 14,4; 23,5 и 34,2 раза.

Результаты анализа показали, что по качественным и количественным характеристикам проведенных исследований к наиболее «чистым» можно отнести четыре пробы снега *перспективной застройки* (№ 40, 41, 42, 43), расположенные в поселке Шилово и Отрадное.

Таким образом, исследования химического состава снежного покрова в различных функциональных зонах г. Воронежа позволили сделать следующие выводы.

1. Содержание минеральной пыли, и величина минерализации снеговых вод характеризуют интенсивность техногенного пресса на городскую среду, а состав талых вод указывает на характер ее загрязнения.

2. В пробах снега всех городских зон г. Воронежа преобладающее место занимают NO_3^- , NO_2^- , Cl^- - ионы, что косвенно отражает состав техногенных выбросов в атмосферу.

3. По степени загрязненности, исследуемые городские зоны можно расположить в следующий убывающий ряд:

транспортная > промышленная > жилищная и рекреация > перспективная застройка > фоновая.

4. По степени загрязненности, исследуемые жилые подзоны можно расположить в следующий убывающий ряд:

жилая ЧС > жилая СП > жилая ЦИ.

Литература

1. Гаврилова И.П. Практикум по геохимии ландшафта /И.П. Гаврилова, Н.С. Касимов. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1988. – 447 с.

2. Касимов Н.С. Экогеохимия городских ландшафтов /Н.С. Касимов. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1995. – 336 с.

3. Прожорина Т.И. Эколого-аналитические методы исследования окружающей среды: учебное пособие /Т.И. Прожорина, Н.В. Каверина, А.Н. Никольская, Е.Ю. Иванова, А.И. Федорова и др. – Воронеж: Истоки, 2010. – 304 с.

ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет»

T.I. Prozhorina, N.I. Yakunina

ASSESSMENT OF TECHNOGENIC INFLUENCE ON URBAN ENVIRONMENT BY POLLUTION SNOW COVER

The paper presents the results of a study of the chemical composition of snow that had fallen in Voronezh during winter 2015. The results of the analysis of the chemical composition of the melt water indicate an increased level of technogenic pollution of snow cover in all investigated functional areas of Voronezh

Key words: **город Воронеж, загрязнение, снежный покров, химический состав, техногенное воздействие**

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education «Voronezh State University»

УДК 504.064. (470.324)

В.А. Шаталина, В.С. Стародубцев АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ В РАЙОНЕ ПОЛИГОНА «ВОРОНЕЖ-ТБО»

В данной статье рассматривается динамика развития очага загряз-

нения подземных вод от полигона ТБО в период с 2010 по 2013 гг. Обозначаются ведущие элементы-загрязнители, а так же наиболее уязвимые участки

Ключевые слова: подземные воды, полигоны ТБО, показатель химического загрязнения (ПХЗ), техногенный горизонт, элементы-загрязнители

Накопление отходов производства и потребления является одной из крупных нерешенных экологических и социальных проблем. Значительное количество твердых бытовых отходов (ТБО) попадает на несанкционированные свалки, количество которых постоянно растет. Полигоны складирования ТБО являются объектами высокого экологического риска загрязнения окружающей природной среды, способствуя распространению опасных веществ. При этом в условиях истощения природных ресурсов практически не учитывается промышленный потенциал накопленных и образующихся отходов, являющихся техногенным ресурсом [1-3].

Для анализа динамики пространственного распространения загрязнения в районе ЗАО «Воронеж-ТБО» было отобрано 27 проб воды за период с 2010г. по 2013г. из наблюдательных скважин № 13, 14 и № 26, 27 (рис. 1). По этим пробам был сделан полный химический анализ.

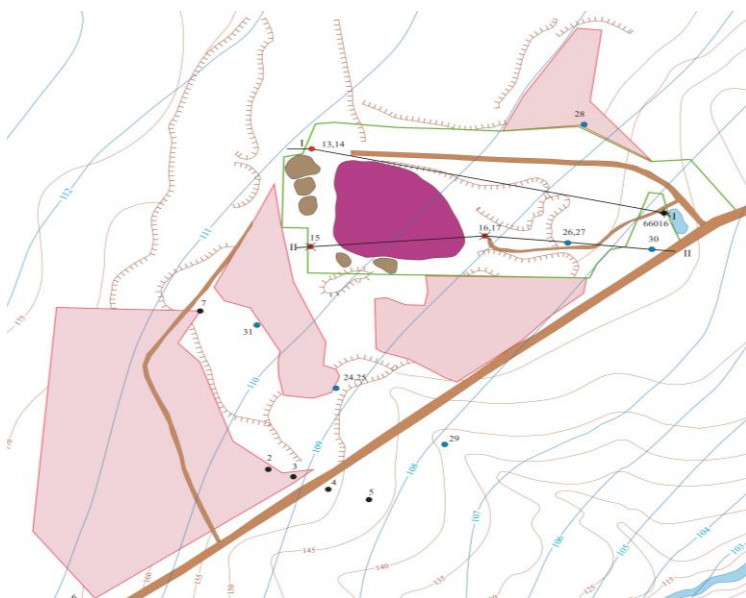


Рис. 1. Карта фактического материала

Интегральная оценка и прогноз качества воды

Для совокупной оценки загрязнения использовался суммарный показатель химического загрязнения (ПХЗ). Показатель химического загрязнения (ПХЗ) характеризует уровень загрязнения сразу по нескольким веществам, каждое из которых многократно превышает допустимый уровень (ПДК). Далее приводятся результаты.

Показатель химического загрязнения (ПХЗ) для скважин № 13, 14 (рис. 2) является критическим. Наибольшие пиковые значения показателя ПХЗ для скважины № 13 приходятся на осень 2011г. (351 мг/л), низкие значения наблюдаются в весенний период 2012г. (52,1 мг/л). Скважина № 14 характеризуется амплитудными скачками показателя ПХЗ. Наивысший пик приходится на весну 2010г. (318 мг/л), осень 2011г. (441 мг/л) и весну 2013г. (431 мг/л), минимум приходится на весну 2012г. (119 мг/л).

Таблица 1

Полученные результаты показателя химического загрязнения для скважин № 13, 14, 26, 27

Год	Сезоны	ПХЗ			
		скв. № 13	скв. № 14	скв. № 26	скв. № 27
1	2	3	4	5	6
2010	весна	134	318	6,02	84,8
	осень	104	190	10,7	15,8
2011	весна	108	129	29,1	4,23
	осень	351	441	21,8	1,25
2012	весна	52,1	118	20,7	18,6
2013	весна	55,3	431	18,8	21,2
	осень	149	231	27,9	-

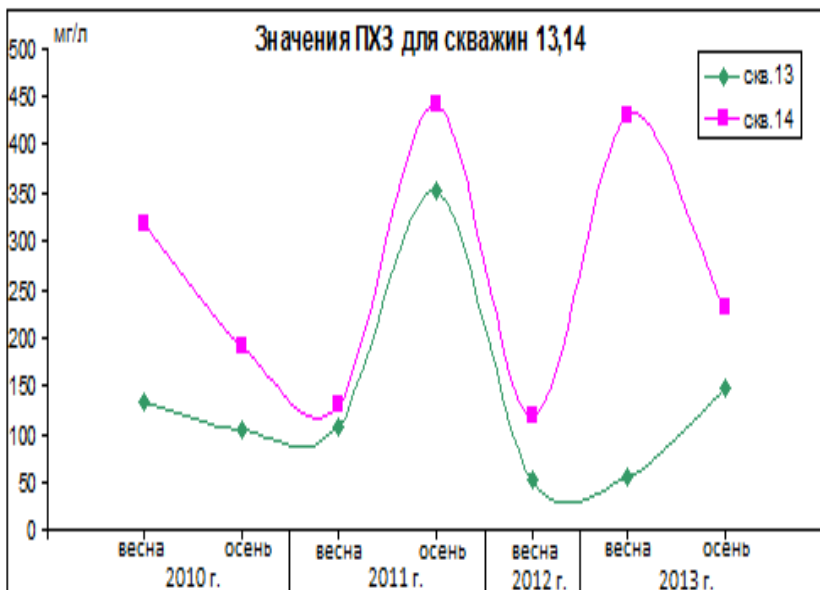


Рис. 2. Динамика значений ПХЗ для скважин № 13, 14

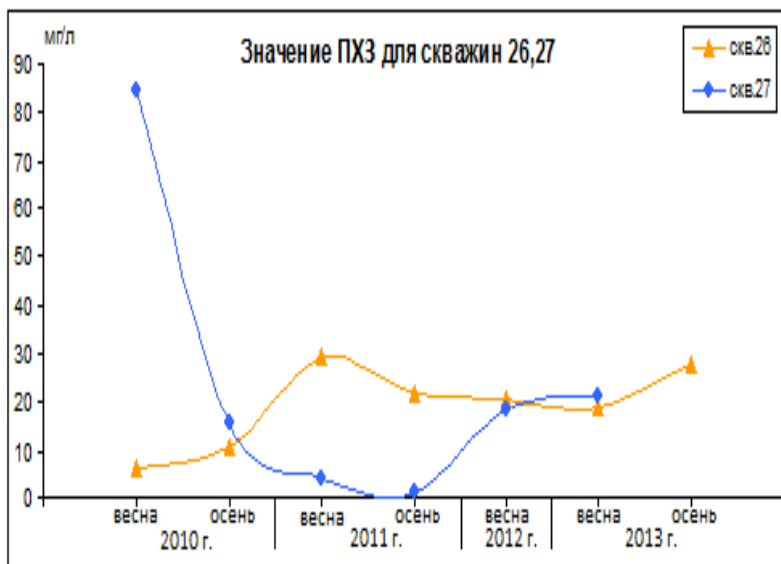


Рис. 3. Динамика значений ПХЗ для скважин № 26, 27

Скважины № 26 и № 27 характеризуются невысоким интегральным показателем ПХЗ (рис. 3). В скважине № 26 максимум приходится на весну 2011г. (29,1 мг/л) и осень 2013г. (27,9 мг/л), минимум наблюдается в весенний период 2010г. (6,02 мг/л). Наибольшее значение ПХЗ для скважины № 27 приходится на весну 2010г. (84,8 мг/л), далее наблюдается резкий спад. Минимум для скважины № 27 зафиксирован осенью 2011г. (1,25 мг/л). Если сравнивать скважины по значениям показателя ПХЗ, можно сделать вывод, что скважины № 13 и № 14 являются самыми загрязненными, это вызвано высокой суммарной загрязненностью по всем компонентам, превышающим ПДК. Динамика по годам является еще более сложной – для каждой скважины и компонентов выделяются свои тренды.

Наиболее полное представление о составе и качестве воды дает метод Емельяновой В.П. По этой методике оценивается комплексность загрязненности воды исследуемого объекта, с использованием коэффициента комплексности (К). Ниже представлена характеристика скважин показателя комплексности загрязнения (табл. 2).

Таблица 2

Полученные результаты показателя комплексности загрязненности для скважин № 13, 14, 26, 27

Год	Сезоны	Комплексность загрязненности			
		скв. № 13	скв. № 14	скв. № 26	скв. № 27
1	2	3	4	5	6
2010	весна	44,4	61,1	16,6	11,1
	осень	38,8	61,1	16,6	16,6
2011	весна	46,6	60	25	16,6
	осень	66,6	53,3	33,3	8,3
2012	весна	53,3	53,3	45,4	18,1
2013	весна	22,2	55,5	27,7	16,6
	осень	61,1	61,6	16,6	-

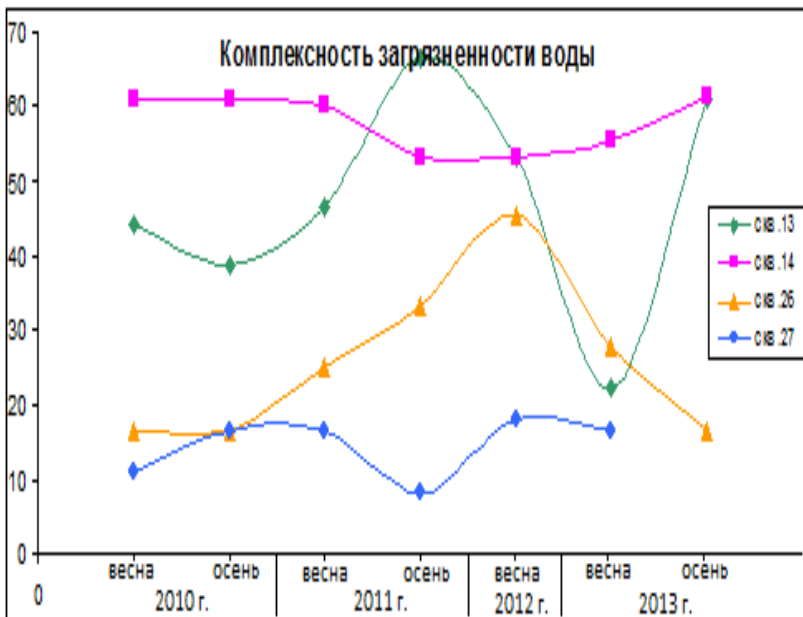


Рис. 4. Динамика значений коэффициента комплексности для скважин № 13, 14, 26, 27

Скважина № 13 характеризуется скачкообразным содержанием комплексного коэффициента загрязненности в период с 2010г. по 2013г., максимум наблюдается осенью 2011г. (66,6 %), минимум приходится на весну 2013г. (22,2 %). Скважина № 14 характеризуется высоким процентным содержанием комплексного коэффициента загрязненности в период с 2010г. по 2013г. и колеблется в пределах 60 %. Скважина № 26 характеризуется равномерным подъемом комплексного коэффициента загрязненности. Максимальный пик приходится на весну 2012г. (45,4 %), после наблюдается спад и продолжается до осени 2013г. Скважина № 27 характеризуется незначительным процентным содержанием комплексного коэффициента загрязненности и колеблется в пределах от 8 % до 10 % во все периоды года (рис. 4). В соответствии с этим, качество воды в скважинах № 13 и № 14 можно отметить, как крайне загрязненное.

По результатам исследований за период 2010-2013г.г. можно сделать вывод, что очаг загрязнения находится непо-

средственно под площадкой полигона ТБО. Это подтверждается результатами анализов подземных вод из скважин №№ 13,14, находящихся в непосредственной близости от секции складирования ТБО и пробуренных на слабоводоносный современный техногенный горизонт и водоносный аптский терригенный горизонт соответственно.

Изучение динамики развития очага загрязнения подземных вод от полигона ТБО проведено по наблюдательным скважинам второго пояса, находящихся вниз по потоку, в сторону реки Дон. Это скважины №№ 26, 27. По данным химических анализов, распространения высоких концентраций элементов-загрязнителей по потоку подземных вод в аптском терригенном горизонте и петинском терригенном горизонте не наблюдается. То есть по мере удаления от полигона ТБО закономерно уменьшается содержание этих компонентов в результате адсорбции их породами, рассеяния природными водами.

Литература

1. Батищев, В.В. Полигон ТБО Воронежа и состояния подземных вод: [Текст] /В.В. Батищев, В.И. Кияшкин, С.А. Довгань. – Воронеж, 2000. – 128 с.

2. ГН 2.1.5.689-98. Предельно-допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Гигиенические нормативы. Минздрав РФ. - Москва, 1998.

3. Гагарина, О.В. Оценка и нормирование качества природных: критерии, методы, существующие проблемы: [Текст]: учебно-методическое пособие /О.В. Гагарина - Ижевск: Изд-во УдГУ, 2012. – 199 с.

ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет»

V.A. Shatalina, V.S. Starodybcev

ANALYSIS OF THE DYNAMICS OF SPATIAL DISTRIBUTION OF POLLUTION IN THE TESTING AREA «VORONEZH-MSW»

This article discusses the dynamics of the outbreak of groundwater contamination from the landfill between 2010 and 2013m, designated by the leading elements of polluters, as well as the most vulnerable areas

Key words: groundwater, landfills, chemical pollution index (CPI), manmade horizon polluting elements

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education «Voronezh State University»

УДК 547.26 ' 122.05

В.С. Авилова, Т.А. Куриленко, Н.А. Рахимова

ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ФТОРСОДЕРЖАЩИМ ШУНГИТОМ

Модификация шунгита октафторпентанолом и введение фторсодержащего шунгита в полимерные композиционные материалы позволяет регулировать их физико-механические свойства путем изменения концентрации фтора в шунгите и количества фторсодержащего модификатора в композиции

Ключевые слова: шунгит, сополимер изопрена и бутадиена, полимеры, дибутилдилауринат олова

Использование в качестве модифицирующего наполнителя шунгита является одним из перспективных направлений модификации резинотехнических материалов. Шунгит – это уникальный фуллеренсодержащий природный минерал – нового поколения природных минеральных сорбентов (ПМС), промежуточный продукт между аморфным углеродом и кристаллическим графитом, содержащий углерод (30 масс. %), кварц (45 масс. %) и силикатные слюды (около 20 масс. %). При этом привлекает его доступность и дешевизна по сравнению с такими традиционными наполнителями, как диоксид цинка, титана и др.

Перспективным направлением модификации полимеров является использование микро - и нано-модификаторов. Поли - и перфторированные соединения для этих целей представляют интерес, поскольку благодаря уникальной природе атома фтора придают полимерным материалам гидролитическую устойчивость, свето -, термо -, износостойкость и другие полезные свойства. Однако, введение небольших количеств поли - и перфторированных модификаторов в полимерную матрицу, как правило, связано с трудностями их равномер-

ного распределения по объему [1-5]. В связи с этим, модификация шунгита полифторированными соединениями, может быть использована для придания композициям ряда необычных физико-химических и технологических свойств, необходимых при производстве РТИ.

В силу особенностей своей химической и физической структуры шунгит положительно влияет на свойства резин, в частности, он может быть использован для полной или частичной замены активаторов серной вулканизации. Учитывая специфику химического состава и уникальность структуры шунгита – наличие в нем оксидов металлов, углерода в форме графита, фуллеренов, наноуглеродных трубок, а также оксида кремния и силикатов, можно было предположить его высокую активность относительно галогенсодержащих эластомеров. В частности, влияние на процессы структурирования эластомеров, содержащих функциональные группы, в состав которых входят активные атомы галогенов, в том числе хлор и фтор в отличие от традиционных минеральных наполнителей (каолин, тальк). Исходя из химического состава, дифильной природы и специфики поверхности шунгита, содержащей активные центры, представляется перспективным изучить влияние шунгита принципиально в новом качестве, благодаря чему порошки шунгитовых пород смешиваются со всеми известными веществами (водными суспензиями и фторопластами, каучуками, смолами и цементами). Следствием высокой совместимости шунгитов со связующими является способность создавать высоконаполненные композиции, в том числе на основе каучуков.

В связи с этим возникла необходимость изучить влияние фторсодержащего шунгита на свойства композиционных материалов на основе политана и олигодиенуретанов (например, использование сополимера изопрена и бутадиена марки ПДИ-1К), что позволит улучшить экономические и производственные показатели производства полиуретанов за счет использования новых перспективных наполнителей.

Композиты с фторсодержащими наполнителями представляют практический интерес, поскольку их введение в полимер улучшает износостойкость материала [6, 7]. При этом покрытия сохраняют, в основном, свойства, присущие исходным полимерам, в том числе стойкость к агрессивным средам.

Нами проведено полифторалкилирование шунгита обработкой

его частиц полифторированным спиртом- 2.2.3.3.4.4.5.5 - октафторпентанолом (ПФС-2) и изопропиловым спиртом. В качестве исходных компонентов используемых полиуретанов, брали политан Р4000 на основе полиоксипропиленгликоля и композицию на основе олигомерного каучука марки ПДИ-1К (сополимера изопрена и бутадиена), включающую хлорпарафин марки ХП-470 и мел в качестве наполнителя. Содержание каучука в композиции составляло 25,6 %.

В составе композиции с политаном для отверждения использовался изоцианатный форполимер БФМ на основе полиоксипропиленгликоля, полиизоцианат (ПИЦ), глицерин и катализатор ДБДЛО (дибутилдилауринат олова). На 53 массовые части (масс. ч.) политана Р4000 брали БФМ - 24 масс. ч., ПИЦ – 10,8 масс. ч., глицерина – 0,5 масс. ч, ДБДЛО – 0,5 масс. ч.

В составе композиции на основе сополимера изопрена и бутадиена марки ПДИ-1К для отверждения использованы: полиизоцианат, глицерин и катализатор дибутилдилауринат олова. Содержание ингредиентов на 100 масс. ч каучуковой композиции было следующим: ПИЦ -5 масс. ч, глицерина – 0,76 масс. ч, ДБДЛО – 0,5 масс. ч.

Деформационно-прочностные показатели определяли по ГОСТ-270-75 [8], твердость композиций определяли по ГОСТ 263-75 [9, 10].

Влияние модифицированного шунгита можно оценить по изменению свойств композиции [8]. Как правило, введение наполнителя меняет морфологию полимера. Поэтому целесообразно оценить влияние фторсодержащего наполнителя, содержащего октафторпентильный фрагмент на свойства композиционного материала на основе политана Р 4000 и сополимера изопрена и бутадиена марки ПДИ-1К.

В данной работе определяли влияние количества фторсодержащего наполнителя на свойства композиционных материалов и изучали физико-механические свойства полученных композиций (рис. 1-5).

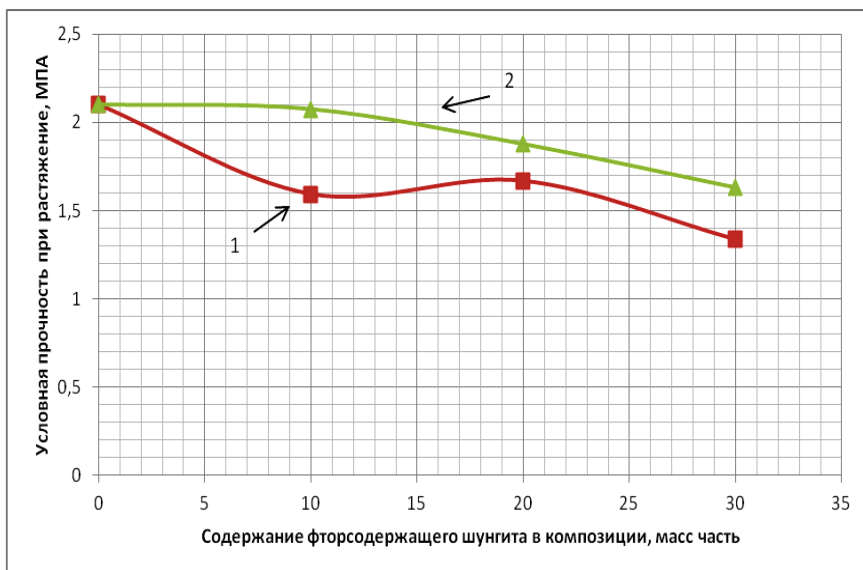


Рис. 1. Зависимость условной прочности при растяжении от количества добавленного фторсодержащего шунгита в композиции на основе политана. Обозначение: 1- содержание фтора 2,57 %; 2 - содержание фтора 3,5%

Перед химической промышленностью, важнейшей задачей является создание новых материалов, обладающих высокими эксплуатационными свойствами (прочность, стабильность, упругость, износостойкость, и другие) и снижение негативного антропогенного влияния на окружающую среду за счет рационального использования сырьевых и природных ресурсов [1-4]. Из перспективных направлений модификации резинотехнических материалов является использование в качестве модифицирующего наполнителя – шунгита. Шунгит - это природный органосиликат сложного состава, одним из основных компонентов которого является фуллереноподобный шунгитовый углерод. При этом привлекает его доступность и дешевизна по сравнению с такими традиционными наполнителями, как диоксид цинка, титана.

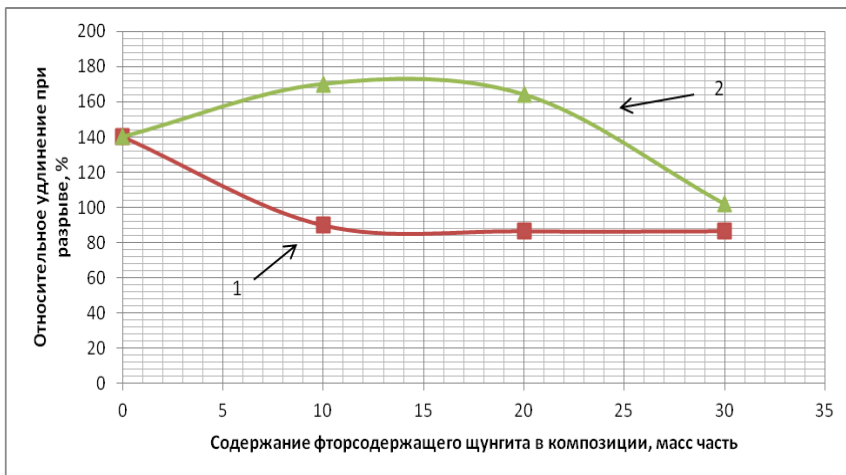


Рис. 2. Зависимость относительного удлинения при разрыве от количества добавленного модифицированного шунгита в композиции на основе политана. Обозначение: 1 - содержание фтора 2,57 %; 2 - содержание фтора 3,5 %

На рис. 1. показано влияние модифицированного шунгита с различным содержанием фтора на прочность материала из композиции на основе политана Р4000. На рис. 1 видно, что содержание фтора приводит к незначительному снижению прочности. При этом относительное удлинение при разрыве (рис. 2) существенно возрастает в диапазоне дозировок модифицированного шунгита 10-20 масс. ч. при содержании октафторпентильных фрагментов, соответствующем концентрации фтора в модифицированном шунгите 3,50 %. Следует отметить, что твердость по Шору полученных образцов эластомерного материала меняется незначительно (в пределах 62-66 единиц).

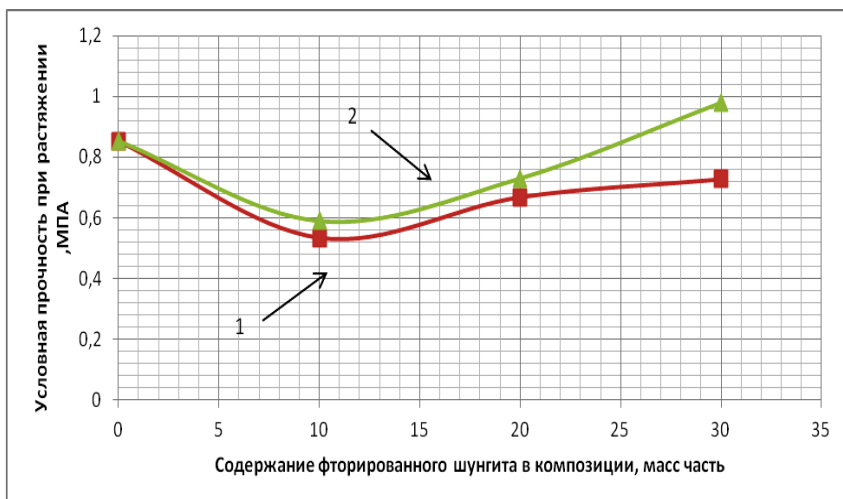


Рис. 3. Зависимость условной прочности при растяжении от количества добавленного фторированного шунгита в композиции на основе сополимера изопрена и бутадиена марки ПДИ-1К. Обозначение: 1 - содержание фтора 2,57 %; 2 - содержание фтора 3,5 %

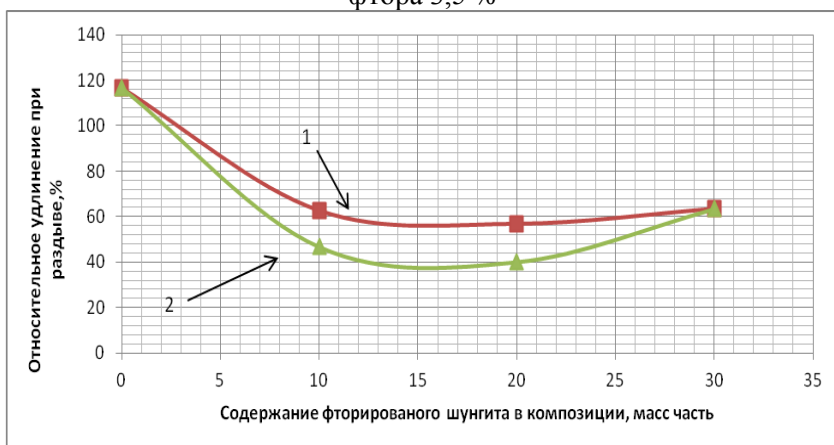


Рис. 4. Зависимость относительного удлинения при разрыве от количества добавленного фторированного шунгита в композиции на основе сополимера изопрена и бутадиена марки ПДИ-1К. Обозначение: 1- содержание фтора 2,57 %; 2 - содержание фтора 3,5 %

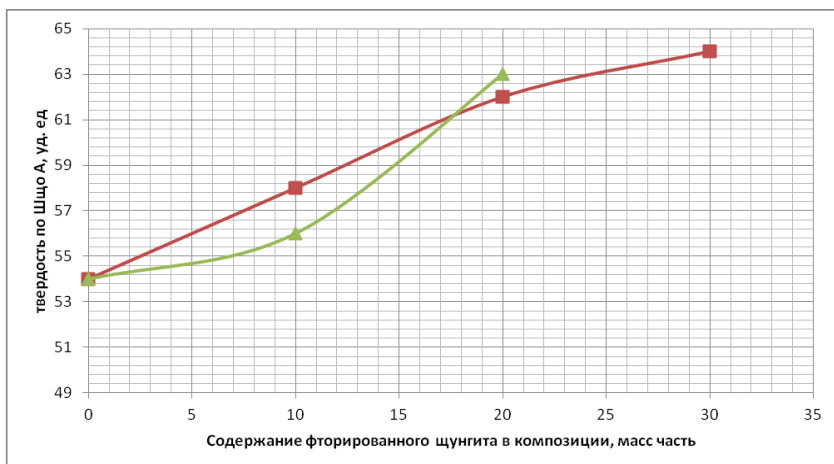


Рис. 5. Зависимость твердости по Шор А от количества добавленного фторированного шунгита в композицию на основе сополимера изопрена и бутадиена марки ПДИ-1К. Обозначение: 1 - содержание фтора 2,57 % ; 2 - содержание фтора 3,5 %

При введении шунгита с октафторпентильными фрагментами в композицию на основе сополимера изопрена с бутадиеном марки ПДИ-1К наблюдается заметное увеличение прочности с увеличением количества шунгита до 30 масс. ч. с содержанием фтора 3,50 % (рис. 3). При этом следует отметить снижение относительного удлинения (рис. 4) и повышение твердости по Шору (рис. 5) образцов эластомера с увеличением количества вводимого модифицированного шунгита, что связано с увеличением общей степени наполнения композиции.

Показано, что модификация шунгита октафторпентанолом и введение фторсодержащего шунгита в полимерные композиционные материалы позволяет регулировать их физико-механические свойства путем изменения концентрации фтора в шунгите и количества фторсодержащего модификатора в композиции.

Литература

1. Тимофеева В.А. Структурные изменения поверхности полимерных материалов в условиях объемной и поверхностной модификации по данным атомно-силовой микроскопии: Дис. канд. хим. наук. М., 2005.
2. Кербер М.Л. Полимерные композиционные материалы:

структура, свойства, технология. - СПб.: Профессия, 2008. - 560 с.

3. Трение и износ фторсодержащих нанокompозитовполидиенуретан – органомонтмориллонит / И.А. Новаков, Н.А. Рахимова, А.В. Нистратов, В.Ф. Желтобрюхов, С.В. Кудашев, О.А. Барковская //Изв. ВолгГТУ. Серия «Химия и технология элементоорганических мономеров и полимерных материалов». Вып. 9: межвуз. сб. науч. ст. /Волгоград: ВолгГТУ, 2012. - № 5. - С. 178-182.

4. Влияние гидроксосоликатов металлов на свойства резиновых смесей и их вулканизатов /О.О.Тужиков, Б.А. Буравов, Н.В. Сычев, О.И. Тужиков //Изв. ВолгГТУ. Серия «Химия и технология элементоорганических мономеров и полимерных материалов». Вып. 13: межвуз. сб. науч. ст. /Волгоград: ВолгГТУ, 2014. - № 22. - С. 80-84

5. Витязь П.А. Основы нанотехнологий и наноматериалов. Минск: Выш. шк., 2010. – 302 с.

6. Охлопкова А.А., Адрианова О.А., Попов С.Н. Модификация полимеров ультрадисперсными полимерами.- Якутск: Ф. Изд-ва СО-РАН, 2003. – 224 с.

7. Рахимова, Н.А. Гидрофобизация бентонита полифторированными спиртами. Известия ВолгГТ: межвуз. сб. науч. ст. /Волгоград: ВолгГТУ, 2010. – С. 49-53. – (Сер. Химия и технология элементоорганических мономеров и полимерных материалов. Вып. 7).

8. ГОСТ 270-75 Резина. Метод определения упругопрочностных свойств при растяжении.

9. ГОСТ 263-75 Резина. Метод определения твердости по Шор А.

10. Пол. Д.Р. Полимерные системы /Д.Р. Пол, К.Б. Банкел. - СПб.: научные основы и технологии. - 2009. - 606 с.

ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет»

V.S. Avilova, T.A. Kurilenko, N.A. Rachimova

STUDYING THE STRUCTURE AND PROPERTIES OF COMPOSITE
POLYMER MATERIAL MODIFIED BY THE FLUORINE-
CONTAINING SHUNGITE

Modification shungit octafluoropentanol and the introduction of a fluorine-containing shungit in polymer composite materials allow adjusting their mechanical properties by changing the concentration of fluoride in shungit and amount of fluorine-containing modifier composition

Key words: **шунгит, сополимер изопрена и бутадиена, полимеры, дибутилдилауринат олова**

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education «Volgograd State Technical University»

УДК 504

В.В. Позднякова, Е.Г. Раковская

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕАБОТКИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ МЕТОДОМ ПИРОЛИЗА

Статья посвящена преимуществам и технологиям переработки твердых бытовых отходов методом пиролиза

Ключевые слова: твердые бытовые отходы, пиролиз, утилизация, карбонизированный остаток

Начало 21 века характеризуется резким ростом углеродсодержащих отходов, к которым относятся твердые бытовые отходы, осадки сточных вод, изношенные автомобильные шины, резинотехнические, пластмассовые, древесные и растительные отходы, отходы сельскохозяйственных производств.

Основными способами утилизации крупнотоннажных отходов являются сжигание и складирование на полигонах. Но они не могут считаться эффективными с точки зрения снижения экологического

риска и экономической отдачи. Сжигание мусора хоть и уменьшает исходное количество отходов, но в результате образуются новые, требующие отдельных методов утилизации, отходы. Кроме того, в результате окисления органических веществ выделяется большое количество токсичных компонентов, оказывающих неблагоприятное воздействие на окружающую среду. При этом приемы, используемые для газоочистки, весьма дорогостоящие и требуют особого подхода к реализации процесса сжигания, например к строительству специальных мусоросжигательных заводов, оснащенных системами каталитической очистки.

Строительство полигонов и формирование отвалов сопряжено с отчуждением значительного количества территорий, кроме того больших затрат требует их содержание с соблюдением норм безопасности. Постепенное разложение органических веществ в них приводит к появлению токсичных компонентов, загрязнению почвы, водоемов, воздуха. Более того, складирование больших объемов однородных отходов органического происхождения (угольный отсев, опилки) может привести к самовозгоранию. В то же время твердые органические отходы (древесные отходы, резина) – сами по себе ценнейшее сырье, конверсия которого позволяет получать различные материалы, пользующиеся спросом.

Один из эффективных методов, позволяющих реализовать процесс переработки органических материалов – пиролиз. Данный процесс конверсии может быть реализован в виде единой технологической цепочки, когда одновременно возможно получение твердых, газообразных и жидких компонентов. Если применение неконденсируемой фракции сводится преимущественно к ее сжиганию в целях получения тепла, то технический углерод и жижка могут быть использованы для получения ценных материалов, находящих применение в промышленности, сельском хозяйстве и в быту.

На рисунке представлена схема возможных вариантов получения и применения продуктов пиролиза некоторых видов углеродсодержащего сырья.

Известны различные схемы пиролиза углеродсодержащего сырья, отличающиеся как конструктивно, так и функционально. Большинство технологических процессов используются для получения твердых компонентов в виде угля, а жидкая и неконденсируемая фрак-

ции сжигаются для обеспечения работы установок или получения тепла. При этом как в России, так и за рубежом зачастую используются установки циклического действия, осуществляющие переработку крупномерного сырья (древесных чурок, опилочных брикетов, автопокрышек, не предназначенные для переработки крупнотоннажного мелкодисперсного сырья в виде опилок, стружки, каменноугольной крошки)

В процессе работы таких систем выделяют три фазы: загрузку исходного сырья, собственно пиролиз и выгрузку готового продукта. Установки непрерывного цикла используются достаточно редко, имеют сложную конструкцию и зачастую не могут обеспечить получение качественной угольной фракции со стабильными характеристиками и приемлемую экологическую безопасность. Кроме того, в подавляющем большинстве случаев попутные пиролизные газы без конденсации сжигаются в топках установок для получения тепловой энергии. Тем самым безвозвратно утерянным оказывается конгломерат весьма ценных компонентов, которые могут быть использованы как топливо, сырье в химической промышленности.



Варианты получения и применения некоторых продуктов пиролиза углеродсодержащих материалов

В таблице представлены варианты применения карбонизированного остатка, полученного методом пиролиза.

Применения карбонизированного остатка

Сырье и материалы для технологических процессов и веществ	Компонент в составе различных материалов
Исходное сырье: древесные отходы и другие отходы растительного происхождения	
Металлургическое топливо, восстановитель	Добавка к шихту для производства стекла и хрусталя
Изоляционный материал	Добавка в животные корма
Покровный флюс	Пигмент в составе красок
Улучшитель почвы	Компонент материала электродов
Бытовое топливо	Наполнитель пластмасс
Сорбент	Компонент в составе электроугольных изделий с заданными свойствами
Сырье для активации	Основа ряда антикоррозийных порошков и смазок
Абразив для полировки	Компонент карбюратора
Сырье для получения дымового	-

пороха	
Сырье для производства кристаллического кремния	-
Сырье для производства сероуглерода	-
Исходное сырье: резина	
Сорбент для очистки сточных вод и сбора нефтяных разливов	Пигмент в составе красок
Топливо для коммунального хозяйства	Наполнитель резин
Сырье для активации	Добавка в жидкое котельное топливо
Восстановитель в металлургии	Наполнитель смесей для дорожных покрытий
Исходное сырье: отсев каменного (бурого) угля	
Топливо для коммунального хозяйства	Добавки в шихту для получения металлургического кокса

Разработка технологий процесса непрерывного пиролиза с возможностью конденсации и сбора жидких продуктов – актуальная задача. В целом установки такого рода должны удовлетворять таким современным требованиям, как:

1. Непрерывность (без остановки оборудования) загрузки исходного сырья, пиролиза и выгрузки готового продукта;
2. Высокое качество получаемого угля, его стабильные характеристики;
3. Нетребовательность к виду обрабатываемого материала, простота адаптации системы при переходе от одного сырья к другому;
4. Возможность конденсации и сбора сопутствующих жидких компонентов;
5. Дожигание неконденсируемой фракции с получением тепловой энергии, необходимой для сопровождения пиролиза, нужд отопления;
6. Экологическая безопасность, обусловленная невозможностью неконтролируемого попадания продуктов пиролиза в окружающую среду;
7. Простота изготовления, компактность и мобильность;
8. Простота управления, обслуживания и ремонта;

9. Взрыво - и пожаробезопасность.

В настоящее время проводятся научно-исследовательские работы по созданию экологически чистых низкотемпературных пиролизных установок, которые должны решить актуальный вопрос – переход от технологии сжигания отходов к технологии термохимической конверсии отходов с применением пиролиза.

Литература

1. Золоторев Г.М. Утилизация углеродсодержащих отходов. Пиролизные установки //Твердые бытовые отходы, 2011. - №4. – С. 60 – 64.
2. Скурыдин Ю.Г., Скурыдина Е.М. Переработка твердых отходов методом пиролиза //Твердые бытовые отходы, 2014. - №1. – С. 53-56.

ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова» (СПбГЛТУ)

V.V. Pozdniakova, E.G. Rakovskaia

INVESTIGATION OF POSSIBLE RECYCLING OF SOLID WASTE BY PIROLYSIS

The article is devoted to the advantages of technology and recycling of municipal solid waste by pyrolysis

Key words: municipal solid waste, pyrolysis, recycling, carbonized residue

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education «Saint-Petersburg State Forest Technical University»

УДК 504.4.054

М.О. Тарасова, А.С. Козодаев

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЫСОКОГО СОДЕРЖАНИЯ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ОЧИСТКУ СТОЧНЫХ ВОД

Статья посвящена влиянию поверхностно-активных веществ на природные воды и очистку сточных вод. В работе рассмотрены источники загрязнения водоёмов поверхностно-активными веществами, их влияние на человека и окружающую среду. Сформулирована проблема очистки стока с повышен-

ным содержанием ПАВ

Ключевые слова: поверхностно-активные вещества, очистка сточных вод, флотация

В настоящее время в мире производится большое количество химических веществ, что непосредственно связано с их влиянием на окружающую среду. А именно со сбросами сточных вод, содержащих загрязнители химического происхождения, в водоёмы. Одним из основных загрязнителей являются поверхностно-активные вещества. Это связано с широким использованием синтетических моющих средств [1, 2]. ПАВ (поверхностно-активные вещества) – это химические соединения органической природы, которые обладают способностью уменьшать поверхностное натяжение воды.

Мировое производство ПАВ составляет 2-3 кг на душу населения в год. При этом 50 % производимых ПАВ используется для бытовой химии, остальное - в промышленности (текстильной, кожевенной, химической, бумажной и нефтедобычи) и сельском хозяйстве. В поверхностные источники ПАВ попадают со сточными водами предприятий. Существенный вклад в поступление ПАВ в водные объекты также вносят талые и ливневые стоки с территорий городов, промышленных объектов и сельскохозяйственных угодий.

Поверхностно - активные вещества (ПАВ) относят к загрязнителям воды третьей группы дисперсности (диаметр частиц от 1 до 10 нм) [3-7]. При низкой концентрации они находятся в воде в виде молекул или ионов, образуя с ней однофазные системы. При высокой концентрации и присутствии в воде других загрязняющих веществ, они образуют коллоидные структуры — мицеллы.

Критическая величина мицеллообразования (ККМ) определяется как концентрация ПАВ, при которой в растворе возникает большое число мицелл, находящихся в термодинамическом равновесии с молекулами (ионами), и резко изменяются свойства раствора (электропроводность, поверхностное натяжение, вязкость). Мицеллы ПАВ находятся в обратимом термодинамическом равновесии с молекулами; при разбавлении раствора они распадаются, а при увеличении концентрации вновь возникают. Обычно такие растворы обладают моющей способностью.

По типу гидрофобности групп ПАВ подразделяют на ионогенные, неионогенные и амфотерные. Ионогенные также, делятся еще

на две группы - анионоактивные и катионоактивные.

Ионогенные ПАВ диссоциируют в воде на ионы, причем один из них обладает адсорбционными свойствами, другой нет. Если анионы адсорбционно активны, то ПАВ анионоактивные, в случае, когда катионы обладают адсорбционной поверхностью, то ПАВ называют катионоактивными. Амфотерные ПАВ в кислом растворе проявляют катионоактивные свойства, а в щелочном - анионоактивные. Неионогенные вещества в воде не образуют типичных ионов.

Большинство ПАВ отрицательно влияют как на организм человека, так и на водные экосистемы. ПАВ обладают устойчивостью к действию микроорганизмов, могут быстро разрушаться в окружающей среде, но и обладают свойством кумулятивности (накопления) по отношению к водоёмам, почве и организму человека.

Следует отметить, что присутствие в воде поверхностно-активных веществ не только отражается на ее санитарно-химических показателях, увеличивая ее окисляемость и химическое потребление кислорода, истощая запас растворенного кислорода, но и существенно усиливает коррозию в ней металлов [3, 4].

Одним из основных физико-химических свойств ПАВ является высокая пенообразующая способность, причём в сравнительно низких концентрациях (порядка 0,1-0,5 мг/дм³) [5]. При попадании ПАВ в воду на поверхности образуется слой пены, который затрудняет тепло-массообмен водоёма с атмосферой, снижает поступление кислорода из воздуха в воду (на 15-20 %), замедляя осаждение и разложение взвесей, процессы минерализации органических веществ, и тем самым ухудшает процессы самоочищения. Также ПАВ усиливают воздействие загрязняющих веществ и тормозят процесс их естественной переработки.

Поверхностно-активные вещества отрицательно влияют на качество воды, организм человека, а также усиливают неблагоприятное действие других веществ, что требует ограничения их содержания в воде [1].

Основными методами очистки сточных вод от взвешенных веществ, нефтепродуктов и ПАВ являются флотация, коагуляция, флокуляция, для доочистки стока применяют сорбцию.

Наиболее эффективным способом очистки является флотация, это в первую очередь связано с тем, что поверхностно-активные веще-

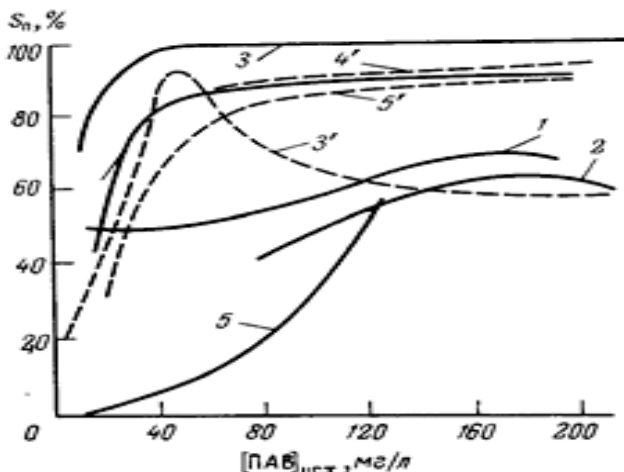
ства являются реагентами-собирателями, которые, адсорбируясь на частицах, понижают их смачиваемость, делают их гидрофобными. А метод флотации заключается в извлечении частиц загрязнений, которое происходит в результате их прилипания (или адсорбции) к пузырькам газа и дальнейшего всплытия, образовавшихся флотокомплексов. Таким образом, ПАВ в некоторых случаях способны интенсифицировать флотационный метод очистки сточных вод от взвешенных веществ и нефтепродуктов.

Однако большое количество ПАВ способно препятствовать процессу флотации, заполнять все свободное пространство на пузырьке воздуха, при этом невозможно удаление из воды других загрязняющих веществ.

Практикуемые в настоящее время методы очистки вод с повышенным содержанием ПАВ сводятся, в основном, к механической очистке, обработке сточных вод коагулянтами, флокулянтами и флотационной очистке. Достигаемая при этом степень удаления ПАВ требует подачи воды на другие очистные сооружения или допускает её сброс в водоём при соответствующем разбавлении (8-24 раз) [5, 6].

Решение данной проблемы является актуальной задачей на настоящий момент. Следовательно, необходимо изучить влияние повышенного содержания ПАВ на флотационное извлечение гидрофобных загрязнений, и в дальнейшем разработать технологию очистки такого стока.

С увеличением исходной концентрации ПАВ возрастает пенообразующая способность раствора и степень его извлечения, а время, необходимое для максимально возможного извлечения ПАВ, уменьшается. На рисунке можно увидеть влияние исходной концентрации различных ПАВ на степень извлечения [7]. Это происходит вследствие того, что с увеличением концентрации ПАВ, как правило, возрастает дисперсность образующихся пузырьков. В первый момент времени (пока объем продуваемого раствора еще велик) процесс извлечения ускоряется и уменьшается время максимального извлечения [7].



Влияние исходной концентрации ПАВ на степень извлечения:

- 1 - ОП-7; 2 - пальмитат калия; 3 - гексадецилсульфат натрия;
 4 - тетрадецилсульфат натрия; 5 - додецилсульфат натрия (пунктирные
 линии – те же опыты в присутствии 0,025 М NaCl)

По проведенным экспериментам было выявлено, что при возрастании исходной концентрации ПАВ в растворе резко увеличивается объем пенного продукта вследствие перехода в пенный продукт все большего количества воды. Последнее объясняется сильными гидрофильными свойствами. При возрастании концентрации ПАВ увеличивается степень турбулизации движения пузырьков и их количество в единице объема раствора. В результате пузырьки быстро слипаются, образуются большие воздушные полости, ячейки в возникающей пене становятся неустойчивыми, пленка пены быстро разрушается и остаточная концентрация увеличивается. Дальнейшее увеличение концентрации ПАВ приводит к образованию мицелл. При достижении ККМ поверхностное натяжение растворов ПАВ с увеличением их концентрации в растворе практически не изменяется.

Таким образом, увеличение концентрации ПАВ приводит к снижению эффективности извлечения загрязнений из сточных вод флотационным способом. В дальнейшем будут проведены эксперименты по выявленной проблеме.

Литература

1. Методические указания по санитарной охране водоемов от загрязнения синтетическими поверхностно-активными веществами / Разраб. Е.А. Можаяевым М.: Минздрав СССР, 1976. - 16 с.
2. Королев В.А. Очистка грунтов от загрязнений. - М.: МАИК Наука // Интерпериодика, 2001. - 365 с.
3. Ксенофонов Б.С. Очистка сточных вод: флотация и сгущение осадков. - Химия, 1992. - 144 с.
4. Воронов Ю.В., Яковлев С.В. Водоотведение и очистка сточных вод. - М.: Издательство Ассоциация строительных вузов, 2006. - 704 с.
5. Стахов Е.А. Очистка нефтесодержащих сточных вод предприятий хранения и транспорта нефтепродуктов. - Л.: Недра, 1983. - 263 с.
6. Когановский А.М., Клименко Н.А. Физико-химическое извлечение ПАВ из водных растворов и сточных вод. - Киев: Наукова думка, 1978. - 176 с.
7. Пушкарев В.В. Физико-химические особенности очистки сточных вод от поверхностно-активных веществ /В.В. Пушкарев, И. Д. Трофимов. — М.: Химия, 1975. - 144 с.

ФГБОУ ВПО «Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана»
М.О. Tarasova, A.S. Kozodaev

THE EFFECT OF HIGH SURFACTANTS CONTENTS ON THE WASTEWATER TREATMENT

The article deals with the effect of high surfactants contents on natural water bodies and wastewater. The sources of surfactants pollution are considered as well as their influence on people and environment. The problem in treatment of sewages with high surfactant content is determined

Key words: surfactants, wastewater treatment, flotation

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education «**Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана**

УДК 681.5

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ГОРЕНИЯ СМЕСИ ГАЗОВ В ПЕЧАХ ПИРОЛИЗА

В статье рассматриваются особенности системы управления процессом горения смеси природного и пиролизного газа в печи пиролиза. Система управления строится на базе нечеткого регулятора второго порядка, что позволяет оптимизировать процесс горения в печи. При этом критерием оптимизации является минимизация расхода природного газа при поддержании технологических параметров

Ключевые слова: процесс горения газов, нечеткий регулятор, двойной консеквент, пиролиз

Под пиролизом принято понимать процесс термического разложения углеродосодержащих материалов, происходящий без доступа кислорода. Пиролиз твердых бытовых отходов способствует созданию современных безотходных технологий утилизации мусора и максимально рациональному использованию природных ресурсов [1]. Во время пиролиза происходят следующие процессы: сушка, сухая перегонка, горение остатков и газификация.

При нагреве твердого топлива (дерева, торфа, отходов лесозаготовок) происходит разделение его на твердый углеродистый остаток, который называют коксом, пары и пиролизный газ. Кокс у всех видов топлива состоит в основном из углерода [2]. Пиролизный газ состоит в основном из углерода и водорода.

Главным элементом в любой пиролизной установке (рис. 1) является реактор, состоящий из швель шахты и шахтной печи. В верхнюю часть реактора поступает твердое углеродосодержащее топливо, которое в процессе пиролиза спускается ниже через швель шахты. В верхних слоях реактора происходит подсушивание сырья, которое под действием собственного веса, усыхая, продвигается в среднюю часть реактора, где и происходит процесс пиролиза. В процессе пиролиза кокс поступает в нижнюю часть реактора и выводится наружу.

Количество и химический состав продуктов пиролиза напрямую зависит от исходного сырья и температуры разложения. Следовательно, при ведении процесса пиролиза необходимо поддерживать температуру на оптимальном уровне. На низких температурах процесс становится неэффективным, а на высоких температурах снижается ко-

личество конечного продукта (кокса), и увеличивается газовыделение.

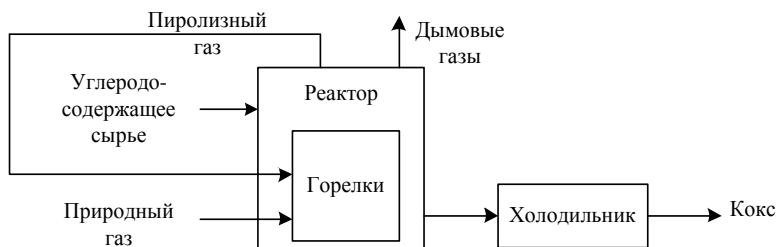


Рис. 1. Структура печи пиролиза

В целях повышения эффективности процесса пиролиза и улучшения показателей ресурсосбережения перед подачей в печь пиролиза природный и пиролизный газы смешиваются. В результате этого процесса изменяется состав, калорийность и другие характеристики используемого газообразного топлива, нарушается режим процесса горения. Состав и свойства пиролизного газа зависят от вида топлива и температурного режима.

Полное горение достигается в том случае, если в продуктах сгорания, выходящих в атмосферу, отсутствуют горючие вещества. При полном сгорании в атмосферу выделяется углекислый газ и пар. Кроме этих газов в атмосферу с горючими газами выходят азот и оставшийся кислород. Из-за невозможности полного перемешивания смеси газов с воздухом процесс горения необходимо вести при избытке воздуха. Коэффициент избытка воздуха α зависит от типа конкретной горелки, конструкции печи, температуры и состава газа и воздуха и других факторов [3].

Коэффициент избытка воздуха α необходимо держать на оптимальном уровне $\alpha_{\text{опт}}$. При $\alpha < \alpha_{\text{опт}}$ происходит недогар газовой смеси, что приводит к выбросам вредных веществ в атмосферу и повышенному износу реактора пиролизной печи. При $\alpha > \alpha_{\text{опт}}$ увеличивается приток холодного воздуха и снижается КПД процесса горения.

Существующие системы управления рассчитаны на относительно постоянный состав природного газа. При смешивании природного и пиролизного газов меняется состав и температура топлива. Следовательно, необходимо корректировать расход смеси и коэффициент избытка воздуха. Так как состав пиролизного газа сильно зави-

сит от сырья [1, 2], то корректировки расхода и коэффициента избытка воздуха будут индивидуальны для каждого типа топлива.

На практике к существующим контурам управления по температуре воздуха, расходу газа и температуре в печи пиролиза добавляют коррекцию по расходу пиролизного газа. В результате система управления имеет сложную структуру, настройка которой на оптимальный режим работы во всем диапазоне входных и возмущающих воздействий становится невозможной.

Применение экстремальных систем управления требует включения в контур газоанализаторов. Данные системы дороги в установке и эксплуатации и не позволяют добиться оптимального коэффициента избытка воздуха [3].

В данной работе предлагается построить систему управления на базе нечеткого регулятора второго порядка. Концептуальная модель системы управления на базе нечеткого регулятора второго порядка для управления процессом горения смеси природного и пиролизного газов представлена на рис. 2. На вход нечеткого регулятора подаются следующие параметры: расход газа V_G , расход V_p и температура T_p пиролизного газа, температура T и влажность ϕ воздуха и атмосферное давление P . Нечеткий регулятор по входному воздействию формирует необходимый расход воздуха. Вместо расхода воздуха можно формировать управляющие воздействия, подаваемые на вход регулирующих органов.

Расход газа регулируется внешним регулятором по отношению к нечеткому регулятору контуру, который поддерживает температуру процесса пиролиза на оптимальном уровне.

Нечеткий регулятор второго порядка является статическим многомерным нелинейным звеном, обладающим высокой точностью и быстродействием [4-6]. Следовательно, его в контуре управления можно рассматривать как пропорциональное звено с переменным коэффициентом усиления, систему управления можно рассматривать как одноконтурную нелинейную систему.

Нечеткий регулятор для конкретной системы управления процессом горения строится на основании экспериментальных данных. Пример синтеза нечеткого регулятора второго порядка описывается в работах [3-5]. В работе [6] описывается возможный алгоритм адаптации нечеткого регулятора. Адаптация нечеткого регулятора позволит

первоначально настроить его грубо, и в процессе работы он самостоятельно выйдет на оптимальный режим.

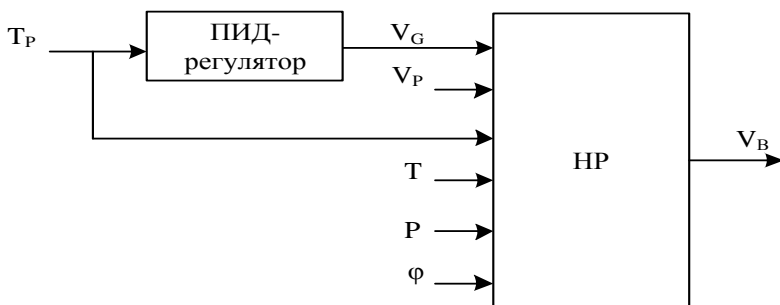


Рис. 2. Концептуальная модель системы управления

Литература

1. Кузнецов И.В. Пиролиз биотоплива в колпаке и сжигание его продуктов в системе «Свободного движения газов» [Электронный ресурс]. Екатеринбург, 2004. URL: <http://www.stove.ru/index.php?rs=116>.

2. Пиролиз: понятие, технология, процесс, схема, продукты [Электронный ресурс]. URL: <http://ztbo.ru/o-tbo/stati/piroliz/piroliz-ponyatie-texnologiya-process-sxeama-produkti>.

3. Соловьёв К.А., Муравьева Е.А., Султанов Р.Г., Соловьёва О.И. Синтез нечеткого регулятора для управления соотношением расходов «газ – воздух» на основе режимной карты // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». - 2015. - № 1. - С. 275-291. URL: http://ogbus.ru/issues/1_2015/ogbus_1_2015_p275291_SolovevKA_ru.pdf.

4. Муравьева Е.А., Соловьёв К.А., Султанов Р.Г., Соловьёва О.И. Синтез нечеткого регулятора с заданной многомерной статической характеристикой // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». - 2015. - № 1. - С. 245-260. URL: http://ogbus.ru/issues/1_2015/ogbus_1_2015_p245-260_MuravevaEA_ru.pdf.

5. Соловьёв К.А., Муравьева Е.А., Султанов Р.Г. Адаптация нечеткого регулятора // Нефтегазовое дело. - 2014. - Т.12.- № 3. - С. 123-128.

6. Соловьёв К.А., Муравьева Е.А. Синтез эталонной модели для системы управления технологическим процессом на базе нечеткого регулятора второго порядка // Авиакосмическое приборостроение. -

2015. - № 10. - С. 42-46.

¹ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» филиал в г. Салават, Республика Башкортостан

²ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» филиал в г. Стерлитамак, Республика Башкортостан

³ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический университет», Республика Башкортостан

K.A. Solovlev¹, E.A. Muravyova², O.I. Soloveva¹, R.G. Sultanov³

THE GASES MIXTURE COMBUSTION PROCESS CONTROL IN PYROLYSIS FURNACES

The article considers peculiarities of the combustion process of a natural gas and pyrolysis mixture control system in the pyrolysis furnace. The control system is constructed on the basis of the second order fuzzy controller which allows to optimize the combustion process in the furnace. In this case the optimization criterion is the minimization of natural gas consumption while maintaining process parameters

Key words: gases combustion process, fuzzy controller, double consequent, pyrolysis

¹Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет» в г. Стерлитамаке, Республика Башкортостан

²Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет» в г. Салавате, Республика Башкортостан

³Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education «Уфимский государственный авиационный технический университет», Республика Башкортостан

УДК 544.723.23

А.В. Косарев, А.В. Гороховский, Е.В. Третьяченко, М.А. Викулова

МОДЕЛЬ ИНТЕРКАЛЯЦИИ ИОНОВ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ В НАНОСТРУКТУРУ ПОЛИТИТАНАТА КАЛИЯ

Настоящая работа посвящена моделированию процесса очистки промышленных сточных вод от ионов переходных металлов с помощью наноструктурированного полититаната калия. Получены соотношения, позволяющие оценить эффективность интеркаляции ионов переходных металлов в структуру полититаната калия

Ключевые слова: переходные металлы, полититанат калия, интеркаляция, диффузия, математическое моделирование, сточные воды

Проблема очистки сточных вод от ионов переходных металлов, таких как Ni^{2+} , Cd^{2+} , в настоящее время приобретает в настоящее время все большую роль. Это связано с расширением сферы промышленного применения данных соединений. Основными их источниками выступают сточные воды металлургических, химических и гальванических производств. Одним из наиболее эффективных физико-химических подходов к снижению содержания ионов переходных металлов в промышленных сточных водах является применение адсорбентов на основе наноструктурированного полититаната калия (ПТК) [1]. Нами разработана математическая модель, описывающая взаимодействие ПТК с ионами тяжелых металлов. Данная модель позволяет определить количество ионов переходных металлов, связанных с наночастицами ПТК. Взаимодействие ионов переходных металлов с частицами ПТК осуществляется по механизму интеркаляции.

Рассмотрим диффузию иона переходного металла в зазоре между двумя титан - кислородными слоями ПТК (рисунок). Толщина слоя составляет 1,8 нм, толщина межслойного пространства – 0,9-1,4 нм [1].

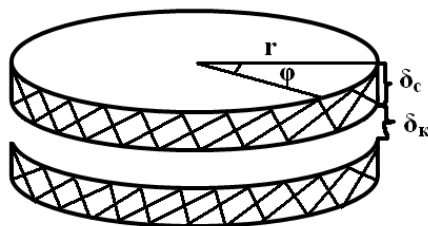


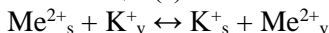
Схема титан - кислородного слоя ПТК

Пусть n – это количество ионов Me^{2+} , попавших в сегмент (r, φ) наночастицы ПТК. Тогда в сегмент $dr, d\varphi$ попадет количество ионов:

$$\frac{\partial^2 n}{\partial r d\varphi} = \alpha k_1 n, \quad (1)$$

где k_1 – константа равновесия ионного обмена ионов Me^{2+} , адсорбированных на поверхности (s) наночастицы из водной макрофазы, и катионов K^+ калия, содержащихся в структуре ПТК (v).

С поверхности наночастицы (s) в ее объем (v):



В процессе диффузии катиона Me^{2+} внутрь микрочастицы ПТК закономерность радиальной подвижности данного иона может быть описана уравнением:

$$\frac{dr}{dt} = k_{диф} r, \quad (2)$$

где $k_{диф}$ – константа скорости диффузии ионов Me^{2+} внутрь микрочастицы ПТК. Из уравнения (2) следует, что зависимость радиальной составляющей диффузионного пути катиона Me^{2+} определяется соотношением:

$$r = r_0 e^{k_{диф} t} \quad (3)$$

С учетом соотношения (3) выражение (1), описывающее распределение катионов Me^{2+} в наноструктуре ПТК преобразуется к виду:

$$\frac{1}{r_0 k_{диф} e^{k_{диф} t}} \cdot \frac{\partial^2 n(Me^{2+})}{\partial t d\varphi} = \alpha k_1 n \quad (4)$$

Будем рассматривать диффузию катиона Me^{2+} в микрогетерогенной системе на основе водной суспензии ПТК как диффузию данных ионов в водных каналах, которая лимитируется стерическими препятствиями, такими как столкновение между ионами K^+ и Me^{2+} , протяженность свободного для диффузии пространства и другими факторами, определяемыми структурой ПТК. Выражение для константы скорости диффузии $k_{диф}$ в фазе ПТК с учетом стерического фактора S можно записать следующим образом:

$$k_{диф} = k_{диф} S, \quad (5)$$

где:

$$S = p_N \frac{\delta_\kappa}{\delta_c} p_{K^+} \quad (6)$$

Здесь δ_κ – межслойное расстояние, δ_c – толщина титан-кислородного слоя, p_{K^+} – вероятность столкновения с катионами K^+ .

Определим выражение для стерического фактора S . В начале охарактеризуем роль фактора радиального распределения наночастиц относительно оси симметрии. Рассмотрим микрочастицу, представляющую собой ансамбль из N наночастиц ПТК, каждая из которых смещена относительно оси симметрии. Вероятность смещения центра i -ой частицы на величину r относительно центральной оси симметрии пропорциональна величине r . Тогда плотность p вероятности радиального распределения такой системы может быть представлена следующим образом:

$$p = Ar \quad (7)$$

Предполагаем, что смещение центра i -ой частицы на величину r не превышает величину радиуса R наночастицы. В таком случае условие нормировки функции (7) может быть задано так:

$$A \int_0^R r dr = 1 \quad (8)$$

Из соотношения (8) следует, что:

$$A \frac{r^2}{2} \Big|_0^R = 1 \quad (9)$$

Откуда получаем, что выражение константы A имеет вид:

$$A = \frac{2}{R^2} \quad (10)$$

С учетом соотношения (14) выражение функции плотности вероятности, для системы, состоящей из двух наночастиц, имеет вид:

$$p = \frac{2r}{R^2} \quad (11)$$

Для микросистемы из N наночастиц эта функция плотности радиального распределения может быть представлена следующим образом:

$$p_N = \frac{2r}{R^2} N, \quad (12)$$

где R - радиус наночастицы. r – величина смещения наночастицы от центральной оси симметрии упаковки наночастиц в микроструктуре.

Тогда решение уравнения (1) с учетом толщины микроструктуры ПТК может быть записано следующим образом:

$$\ln \frac{n(Me^{2+})}{n_0(Me^{2+})} = \alpha k_1 r_0 2\pi h e^{k_{эфф}} \quad (13)$$

Выражение (8) позволяет определить эффективность извлечения ионов переходных металлов путем их интеркаляции в структуру ПТК.

Полученные результаты являются теоретической основой применения основе ПТК в качестве высокоэффективных средств очистки промышленных сточных вод на основе сочетания адсорбционных и диффузионных свойств. Высокая эффективность и низкая стоимость данных систем очистки обуславливает их важную роль в устойчивом развитии промышленных экосистем.

Литература

1. Гороховский А.В., Палагин А.И., Аристов Д.В. Субмикро- и нано- размерные титанаты калия и перспективы их применения //Нанотехника, 2009. - №4 (20). - С. 90-94.

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

A.V. Kosarev, A.V. Gorokhovsky, E.V. Tretyachenko, M.A. Vikulova

MODEL INTERCALATION OF TRANSITION METAL IONS IN POTASSIUM POLYTITANATE NANOSTRUKTURE

The present work is devoted to the modelling of industrial wastewater treatment from transition metal ion using nanostructural potassium polytitanate. Correlations to assess the effectiveness of intercalation of transition metal ions in potassium polytitanate structure

Key words: transition metals, potassium polytitanate, intercalation, diffusion, mathematical modeling, wastewater

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
«Саратовский государственный технический университет имени
Гагарина Ю.А.»

УДК 543.068.8

Ж.Ю. Кочетова¹, Т.А. Кучменко², О.В. Базарский³

СПОСОБ ЭКСПРЕСС - ОЦЕНКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГРУНТОВ
КЕРОСИНОМ

Разработан экономичный, экспрессный способ определения содержания керосина в грунтах «на месте» с применением газоанализатора на основе пьезокварцевого резонатора. Способ характеризуется точностью определения керосина в грунтах в широком диапазоне температур и концентраций, не требует стадий пробоотбора и пробоподготовки

Ключевые слова: определение керосина, грунты, газоанализатор, пьезокварцевый резонатор

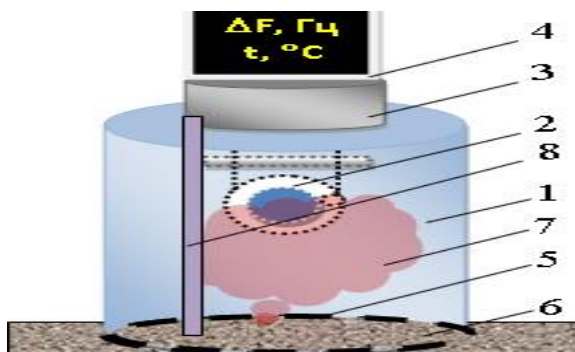
Оценить объем загрязнения геологической среды за период функционирования аэродромов не представляется возможным из-за отсутствия должного учета и скрытия как незначительных, так и крупных проливов топлив. Однако, факт ухудшения экологической ситуации на аэродромах и приаэродромных территориях, нефтебазах, автозаправках и стоянках неоспорим и требует незамедлительного решения [1]. Известен способ определения содержания нефтепродуктов в почве с использованием спектроскопии в ближней инфракрасной области в диапазоне значений массовой доли нефтепродуктов от 0,1 % до 10,0 % [2]. Его недостатком является сложность аппаратного оформления, наличие стадий пробоотбора и пробоподготовки, необходимость специально оборудованной лаборатории, дополнительных блоков, химической посуды и реактивов, квалифицированного персонала для проведения измерений и обработки результатов анализа.

Цель исследований - разработка экспрессного способа определения содержания керосина в грунтах в широких интервалах температур и концентраций с помощью газоанализатора с открытым входом [3] на основе сорбционно-емкого, чувствительного и устойчивого к парам керосина пьезокварцевого резонатора (ПКР).

Эксплуатационные характеристики ПКР (чувствительность,

«время жизни», пределы определения, время отклика и регенерации) варьируют модификацией его электродов твердыми, жидкими или вязкоупругими тонкими пленками различной природы (стандартными хроматографическими фазами, природными полимерами). В результате присоединения дополнительной массы к чувствительному пленочному покрытию электродов ПКР изменяется сдвиг его резонансной частоты (F , Гц). Оптимальные эксплуатационные характеристики при определении содержания керосина в грунтах в широких интервалах температур и концентраций проявляет пленочное покрытие электродов ПКР на основе углеродных нанотрубок [4].

С помощью газоанализатора с открытым входом и одним ПКР возможно определение содержания керосина в грунтах по концентрации его равновесных паров в системе грунт/воздух без пробоотбора и пробоподготовки (рисунок). Газоанализатор состоит из корпуса (1), внутри которого расположен модифицированный ПКР с собственной частотой колебаний $F = 8 - 15$ МГц (2); устройства для возбуждения колебаний и фиксирования сигналов резонатора (3); цифрового табло для отображения информации (4). Корпус выполнен в виде цилиндра с высотой 5-10 см без дна с острыми краями (5) для обеспечения лучшего сцепления с грунтом (6) и сохранения герметичности внутри корпуса.



Устройство газоанализатора с открытым входом. Обозначения:

- 1 – корпус газоанализатора; 2 – пьезокварцевый резонатор с модифицированными электродами; 3 – устройства для возбуждения и фиксирования колебаний резонатора;

4 – электронное табло; 5 - открытый вход газоанализатора; 6 – грунт,
7 – пары керосина; 8 - электронный термометр

Газоанализатор устанавливается на грунт так, чтобы пары керосина (7), скапливающиеся над поверхностью грунта на высоте 5-10 см, самопроизвольно диффундировали в околосенсорное пространство, при этом температура грунта (t_2 , °C) измеряется встроенным электронным термометром (8). Адсорбция паров керосина на модификаторе электродов ПКР приводит к изменению частоты его колебаний на величину ΔF , зависящую прямо пропорционально от концентрации керосина в грунте. Адсорбцию паров керосина проводят до момента установления равновесия в системе грунт/воздух, при этом скорость изменения частоты колебаний ПКР замедляется до $\Delta F/\tau \leq 2$ Гц/с. Время установления равновесия в системе грунт/воздух ($\tau_{\text{равн}}$) главным образом зависит от объема ячейки детектирования и концентрации керосина в грунте; при объеме ячейки детектирования 100 см^3 и $C_k = 5$ ПДК $\tau_{\text{равн}} \leq 1,5$ мин. Аналитический сигнал микровзвешивания паров керосина (ΔF , Гц) рассчитывают по формуле:

$$F_0 - F_{\text{равновесн}} = \Delta F, \quad (1)$$

где F_0 – начальная частота колебаний ПКР без нагрузки парами керосина; $F_{\text{равновесн}}$ – частота колебаний при равновесии в системе грунт/воздух.

Регенерацию пьезосенсора проводят после каждого измерения без доступа паров керосина в околосенсорное пространство до установления $F_0 \pm 2$ Гц. Время регенерации ($\tau_{\text{рег}}$) зависит от природы пленочного покрытия электродов ПКР и возрастает с увеличением концентрации адсорбируемых на его поверхности паров керосина. Для пленочного покрытия электродов на основе углеродных нанотрубок и определяемой концентрации керосина в грунте 5 ПДК $\tau_{\text{рег}} \leq 2,5$ мин.

Концентрацию керосина в грунте (C_k) определяют по градуировочному графику, полученному заранее в лабораторных условиях при температуре t_1 :

$$\Delta F_k = f(C_k), \quad (2)$$

где $\Delta F_k = \Delta F - \Delta F_{\text{фон}}$ – изменение частоты колебаний ПКР при сорбции паров керосина с учетом фонового значения $\Delta F_{\text{фон}}$, обусловленного эмиссией естественных летучих газов грунта (вода, продукты жизне-

деятельности микроорганизмов).

Для построения градуировочного графика готовят серию стандартных проб грунта (например, чернозема) с точно известными концентрациями керосина (C_k , мг/кг) в интервале от 0 до 5 ПДК [2]. Пробы помещают в емкости с диаметрами не меньшими диаметра ячейки детектирования ($d \geq 5$ см); термостатируют при температуре $t_1 = 25$ °С и измеряют $\Delta F_{\text{фон}}$ и ΔF . Для исследуемого чернозема зависимость аналитического сигнала сорбции от концентрации равновесных паров над грунтом описывается зависимостью:

$$\Delta F_k = 9,9 \cdot C_k + 12. \quad (3)$$

Влияние температуры грунта на эмиссию паров легколетучих газов в реальных условиях определения содержания керосина учитывают с помощью температурного коэффициента, который определяют в лабораторных условиях. Для этого готовят стандартные пробы керосина с точно известной концентрацией в черноземе (например, $C_k = 100$ мг/кг). Каждую пробу грунта термостатируют в заданном интервале температур с шагом 1-5 °С. Измеряют аналитический сигнал сорбции равновесных паров керосина при разных температурах грунта по методике, указанной выше и рассчитывают температурный коэффициент k по уравнению линейной интерполяции:

$$k = (\Delta F_{t_1} - \Delta F_{t_2}) / (t_1 - t_2), \quad (4)$$

где ΔF_{t_1} и ΔF_{t_2} – аналитические сигналы сорбции паров керосина с концентрацией в грунте 1 ПДК при температуре построения градуировочного графика t_1 и температуре анализируемого грунта t_2 соответственно.

Рассчитанные температурные коэффициенты сорбции равновесных паров керосина в системе чернозем/воздух на пленочном покрытии электродов ПКР из углеродных нанотрубок представлены в таблице.

При определении содержания керосина в полевых условиях измеряют температуру грунта t_2 , фоновое значение $\Delta F_{\text{фон}}$, аналитический сигнал сорбции равновесных паров керосина ΔF и рассчитывают ΔF_k с учетом температурного коэффициента по формуле:

$$\Delta F_k = (\Delta F + k \cdot \Delta t) - \Delta F_{\text{фон}}. \quad (5)$$

Температурные коэффициенты сорбции равновесных паров керосина в системе чернозем/воздух

Температура грунта t, °С	$\Delta F \pm 2$ Гц	k, Гц/°С	Температура грунта t, °С	$\Delta F \pm 2$ Гц	k, Гц/°С
0	103	6,1	25	294	1
5	134	6,2	30	329	7,0
10	168	6,8	35	366	7,2
15	203	7,0	40	404	7,3
20	239	7,1	45	442	7,4

Содержание паров керосина в грунте определяют по градуировочной зависимости (уравнение 3). Таким образом, возможно проведение не менее 2500 циклов сорбция-десорбция с применением одного ПКР на основе углеродных нанотрубок; общее время анализа не превышает 5 мин. «Старение» пленочного покрытия электродов отрицательно влияет на точность определений, поэтому необходимы периодическая замена ПКР на аналогичный резонатор и проведение повторной калибровки газоанализатора.

Правильность и точность определений содержания керосина в грунтах предложенным способом проверяли по стандартной методике с помощью БИК-спектрометра [2] и методом «введено-найдено». Относительная погрешность определений $S_r \leq 2,5 \%$.

Литература

1. Лихман, Е. В Минобороны собираются очищать аэродромы от керосина [Электронный ресурс] /Е. Лихман //Военновости.ру. - Режим доступа: <http://voennovosti.ru/2012/07/v-minoborony-sobirayutsya-ochishhat-aerodromy-ot-kerosina/>. – Дата обращения 17.10.2015.
2. ГОСТ РФ 54039-2010 Качество почв. Экспресс-метод спектроскопии в ближней инфракрасной области для определения содержания нефтепродуктов [Электронный ресурс] //Стандарт ГОСТ.ру. – Режим доступа: <http://standartgost.ru/54039-2010/>. - Дата обращения 14.09.15.
3. Пат. 2302627 Российская Федерация, МПК G01N27/12. Газоанализатор с открытым входом на основе пьезосенсоров [Текст] / Кучменко Т.А., Кочетова Ж.Ю., Силина Ю.Е.; заявитель и патентообладатель ООО «Сенсорные технологии». - №2006102742/28; заявл. 31.01.2006; опубл. 10.07.2007, Бюл. № 19. – 8 с.: ил.

4. Пат. 2379699 Российская Федерация, МПК 01 G01N27/12. Способ формирования на электродах пьезосенсоров сорбционных покрытий из углеродных нанотрубок [Текст] /Кучменко Т.А., Шогенов Ю.Х.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Воронежск. гос. техн. акад.». - №2008150975/28; заявл. 22.12.2008; опубл. 20.01.2010, Бюл. № 2. – 8 с.: ил.

¹Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

²ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»

³ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет»

Zh. Yu. Kochetova¹, T.A. Kuchmenko², O.V. Bazarsky³

METHOD RAPID ASSESSMENT OF CONTAMINATED SOIL KEROSENE

Designed economical way to express the determination of kerosene in the ground "on the spot" with the use of a gas analyzer based on quartz crystal resonator. The method is characterized by determining the accuracy of kerosene in the ground in a wide range of temperatures and concentrations does not require the steps of sampling and sample preparation

Key words: definition of kerosene, soils, gas analyzers, piezoelectric resonators

¹Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

²Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Voronezh State University of Engineering Technologies»

³Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education «Voronezh State University»

УДК 630*812:674.812

А.И. Дмитренков¹, С.С. Никулин², И.С. Дунаев¹

БЕЗОПАСНЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ДРЕВЕСИНЫ

Статья посвящена исследованию свойств древесины, модифицированной олеиновой кислотой, а также с применением кремнийорганических жидкостей на основе полиметил - и полиэтилсилоксанов. Предлагаемые покрытия позволяют улучшить показатели и защитные свойства древесины

Ключевые слова: модификация, олеиновая кислота, кремнийорганические жидкости, планирование эксперимента, пропитка, водопоглощение древесины

В настоящее время древесина остается одним из самых доступных и экологически безопасных материалов, широко применяемых в различных областях промышленности и строительстве. К ценным свойствам древесины относится ее доступность, возобновляемость и то, что она является достаточно прочным и в то же время легким материалом, хорошо противостоит ударным и вибрационным нагрузкам, а также обладает отличными теплоизоляционными свойствами. Древесина отличается высокими декоративными свойствами, является немагнитным материалом и легко обрабатывается на станках. Следует также отметить достаточно высокую химическую стойкость древесины. Однако наличие в древесине разнообразных полостей и сосудов приводит к способности впитывать влагу, что приводит к изменению влажности древесины, к ее набуханию, растрескиванию, изменению формы деталей из древесины и снижению ее прочностных характеристик.

В современных условиях разрабатываются все новые способы преодоления естественных недостатков древесины. Поэтому продолжают работы по поиску новых эффективных и безопасных модифицирующих материалов, способных защитить древесину от внешних воздействий и придать изделиям из древесины комплекс необходимых свойств, особенно из менее стойких лиственных пород – березы, осины, липы.

Для модифицирования древесины широко применяют как неорганические, так и органические вещества. Эффективным методом улучшения свойств древесного материала является ее модифицирование синтетическими полимерами [1, 2]. Пропитка древесины синтетическими полимерами не только повышает ее физико-механические характеристики и ограничивает анизотропность свойств, но и позволяет повысить ее огне-, био- и химическую стойкость [3].

В предыдущих работах [4-6] для модификации древесины ма-

лоценных пород использовали растворы и расплавы высших карбоновых кислот. Исследована [4, 5] технология модифицирования древесины лиственных пород расплавом стеариновой кислоты, которая позволяет уменьшить водопоглощение древесного материала, сократить продолжительность пропитки в расплаве и расширить ее температурный интервал.

В данной работе исследованы технологии модификации древесины малоценных пород олеиновой кислотой, а также кремнийорганическими жидкостями на основе полиметил- и полиэтилсилоксанов.

Олеиновая кислота $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_7-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$ относится к высшим ненасыщенным карбоновым кислотам и по физическим свойствам представляет собой бесцветную вязкую жидкость с температурой плавления от 13,4 до 16,3 °С, температурой кипения 286 °С и плотностью 0,895 г/см³. Олеиновая кислота растворяется в органических растворителях, но нерастворима в воде. Олеиновую кислоту и ее производные применяют в качестве компонентов моющих средств, лаков, олиф, эмульгаторов, как пластификаторы целлюлозы в хроматографии. Высшие жирные карбоновые кислоты также применяются в строительстве. Например, остатки от разгонки жирных кислот на фракции, содержащие такие кислоты, используются в качестве гидрофобизирующих составов для обработки строительных материалов. Такая обработка позволяет придать строительным материалам улучшенные водоотталкивающие свойства. Олеиновая кислота наряду с другими жирными кислотами (стеариновой, пальметиновой, линолевой, линоленовой) входит в состав экстрактивных веществ древесины [7].

Для исследований использовали образцы древесины березы и липы влажностью 8-11 % стандартных размеров 20×20×30 мм. Пропитку осуществляли следующим образом. Технологический процесс модифицирования древесины лиственных пород включает в себя ряд операций по подготовке образцов, пропитке древесины в модифицирующем составе и термозакаливанию обработанной древесины.

Для пропитки образцов древесины лиственных пород в данной работе использовали способ капиллярной пропитки, который заключается в погружении подготовленных заготовок древесины в ванну с олеиновой кислотой, уровень которой должен быть выше образцов на определенную величину. После выдержки образцов в течение опреде-

ленного времени и при заданной температуре, их извлекали из модифицирующего состава и охлаждали на воздухе до температуры окружающей среды, после чего пропитанную древесину подвергали термообработке при заданной температуре в течение определенного времени. Для изучения технологического процесса модифицирования древесины олеиновой кислотой использовали метод планирования эксперимента по схеме греко-латинского квадрата четвертого порядка [8]. В качестве факторов, оказывающих наиболее существенное влияние на свойства получаемых модифицированных образцов древесины березы и липы, были выбраны: температура пропиточного состава, продолжительность пропитки, температура и продолжительность термообработки. Для каждого фактора были взяты четыре уровня варьирования:

температура пропитки – 20, 50, 80, 110 °С;

продолжительность пропитки – 1, 2, 3, 4 ч;

температура термообработки – 110, 130, 150, 170 °С;

продолжительность термообработки – 1, 3, 5, 7 ч.

Свойства древесины лиственных пород, модифицированной олеиновой кислотой, контролировали по изменению таких показателей как водопоглощение, разбухание в радиальном и тангенциальном направлениях через одни и тридцать суток их нахождения в воде.

На основании полученных экспериментальных данных установлено, что наиболее существенное влияние на гидрофобные свойства обработанной олеиновой кислотой древесины оказывают продолжительность и температура пропитки, а также температура термообработки.

После обработки экспериментальных данных с использованием компьютерных программ получены уравнения регрессии, описывающие влияние основных технологических параметров процесса пропитки олеиновой кислотой на показатели водопоглощения, разбухания в радиальном и тангенциальном направлениях образцов модифицированной древесины после 1 и 30 суток испытаний (нахождения образцов в воде).

По полученным уравнениям зависимостей показателей древесины от исследуемых факторов определены наилучшие условия модифицирования.

Олеиновая кислота относится к полярным веществам, имеет сравнительно небольшую молекулярную массу и легко проникает в

стенки клеток древесины. Как показал эксперимент, олеиновая кислота достаточно хорошо впитывается в древесину и эффективно защищает ее от гниения, плесени, грибков, воздействия влаги и других атмосферных факторов.

Перспективным направлением получения экологически безопасных покрытий для древесины является использование кремнийорганических соединений. В качестве таких продуктов в данной работе использовали полиметил- и полиэтилсилоксаны, которые представляют собой прозрачные маслянистые кремнийорганические жидкости различных вязкостей. Для пропитки древесины березы применяли полиметилсилоксановую жидкость ПМС-20 и полиэтилсилоксановую жидкость ПЭС-3М. Изучение свойств древесины, обработанной кремнийорганическими жидкостями, проводили с использованием метода планирования эксперимента, построенного по плану греко-латинского квадрата четвертого порядка. Исследовано влияние таких факторов, как температура пропиточного состава, продолжительность пропитки, температура и продолжительность термообработки.

В качестве функций отклика выбраны такие показатели, как водопоглощение древесины, разбухание в радиальном и тангенциальном направлении. Получены уравнения регрессии, описывающие влияние основных технологических параметров процесса модификации на показатели древесины. Показано, что кремнийорганические покрытия на основе полиметил- и полиэтилсилоксанов обладают хорошими гидрофобизирующими свойствами и химической устойчивостью.

Предлагаемые модифицирующие материалы не имеют запаха, экологически безопасны и не оказывают вредного влияния на здоровье людей и животных. Это особенно актуально в связи с постоянным ужесточением экологических требований к производственным условиям и выпускаемой продукции.

Таким образом, предлагаемые технологии модифицирования древесины лиственных пород олеиновой кислотой и кремнийорганическими жидкостями обладают экологической безопасностью, позволяют придать изделиям на ее основе высокие декоративные свойства, улучшить характеристики древесного материала и повысить устойчивость к атмосферным воздействиям, что даст возможность расширить области ее применения.

Литература

1. Хрулев, В.М. Обработка древесины полимерами [текст]: учеб. /В.М. Хрулев. – Улан - Уде: Бурят. кн. изд-во, 1984.- 142 с.

2. Хрулев, В.М. Химическая стойкость натуральной и модифицированной древесины [текст] / В.М. Хрулев // Лесной журнал, 1988. № 2.- С.56-59.

3. Мельникова, Л.В. Технология композиционных материалов из древесины [текст] /Л.В. Мельникова. - М.: МГУЛ, 1999.- 226 с.

4. Дмитренко, А.И. Модифицирование древесины расплавом стеариновой кислоты [текст] /А.И. Дмитренко, Л.И. Бельчинская, С.С. Никулин //Лесной журнал, 1992. - № 1.- С. 74-78.

5. Дмитренко, А.И. Пути улучшения свойств древесины при ее обработке в расплавах органических кислот [текст] / А.И. Дмитренко, С.С. Никулин, Г.А. Фролов //Научный вестник Воронежской государственной лесотехнической академии. - Воронеж, 2009. - Вып. 1. - С. 70-75.

6. Дмитренко, А.И. Исследование свойств древесины, обработанной раствором малеиновой кислоты, с использованием методов оптимизации эксперимента [текст] /А.И. Дмитренко, Н.С. Никулина, О.Н. Филимонова, С.С. Никулин //Математическое моделирование, компьютерная оптимизации технологий, параметров оборудования и систем управления: межвуз. сб. науч.тр. /под ред. В.С. Петровского.- Воронеж, 2010. - Вып. 15.- С. 95-98.

7. Кононов, Г.Н. Химия древесины и ее основных компонентов [текст] / Г.Н. Кононов.- М.: МГУЛ, 2002. - 259 с.

8. Ахназарова, С.Л. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии [текст] /С.Л. Ахназарова, В.В. Кафаров. - М.: Высш. шк., 1985.- 328 с.

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

²ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»

A.I. Dmitrenkov, S.S. Nikulin, I.S. Dunaev

БЕЗОПАСНЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ДРЕВЕСИНЫ

The paper is devoted to investigation of the properties of wood modified by oleic acid. The experiment was organized using the optimization methods. The suggested technol-

ogy allows improving the parameters and protective properties of wood

Key words: modification, oleic acid, planning of the experiment, impregnation, water absorption of wood

¹Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
«The Voronezh state forestry engineering university by the name
of G.N. Morozov»

²Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Vo-
ronezh State University of Engineering Technologies»

УДК 699.844

А.В. Болучевский, В.Ф. Асминин, Д.С. Осмоловский

ЗАВИСИМОСТЬ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВРЕМЕННО-ВОЗВОДИМЫХ ПЕРЕГОРОДОК ОТ ИХ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

Для снижения шума до допустимых нормативных значений в производственных помещениях с постоянными и временными рабочими местами возникает необходимость в разработке облегченных и быстро возводимых внутренних перегородок и акустических экранов. Обязательным требованием к этим перегородкам относятся малая масса конструкции, упрощенные монтаж-демонтаж, транспортировка и складирование. Данные требования обусловили поиск рациональной конструкции панели и акустических экранов при условии их акустической эффективности. Предлагаемая конструкция облегченной панели может использоваться для быстро монтируемых и демонтируемых перегородок внутри помещений, а так же для акустических экранов. Для разработанной конструкции предлагается использовать полимерные плёчатые материалы. Результаты экспериментальных исследований позволяют сделать вывод, что предлагаемое конструктивное исполнение облегченной панели, перегородки или экрана обладает высокой акустической эффективностью и позволяет улучшить эксплуатационные свойства разрабатываемых переносных акустических экранов, заключающиеся в потере объёма конструкции, что упрощает её монтаж-демонтаж, транспортировку и хранение




Ключевые слова: акустическая панель, звукоизоляция, уровень звука, прохождение звука




С целью определения наиболее эффективного конструктивного решения проведено поисковое экспериментальное исследование, в рамках которого исследовали панели с различными вариантами комбинаций геометрических профилей. В соответствии с выдвинутым критериальным требованием упрощённого монтажа-демонтажа, транспортировки и хранения для переносной панели её конструкция должна быть гофрированная. Поэтому для экспериментального исследования выбраны шесть различных типов структуры:

- 1) одна плоская перегородка;
- 2) две параллельные плоские перегородки;
- 3) одна гофрированная перегородка;
- 4) две гофрированные перегородки с отнесением;
- 5) ромбовидная перегородка;
- 6) ромбовидная перегородка, заключенная между двумя плоскими.

кими.

Коэффициенты звукоизоляции (в дБ) панелей различной структуры

Тип структуры	f_3 , Гц										α , дБ
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
	2,8	-5,6	1,6	2,1	2,9	12,2	13,2	15,7	19,3	10,7	
	10,6	-12,4	0,1	2,3	3,5	14,4	20,3	21,8	33,9	12,3	
	7,6	0,2	-0,2	0,9	3,0	7,2	13,8	15,6	27,2	9,8	

	10,2	0,7	-0,4	1,0	4,3	16,2	20,7	23,5	37,4	13,2
	11,7	1,3	0,6	4,5	2,5	9,8	21,6	22,2	21,2	14,5
	11,8	6,2	10	8,3	10,1	18,6	29,0	40,6	39,6	19,6

Для удобства анализа для всех типов структур рассчитаны и сведены в одну таблицу коэффициенты звукоизоляции (таблица), изображены на гистограмме для удобства анализа (рис. 1), а также построены частотные зависимости коэффициентов звукоизоляции (рис. 2).

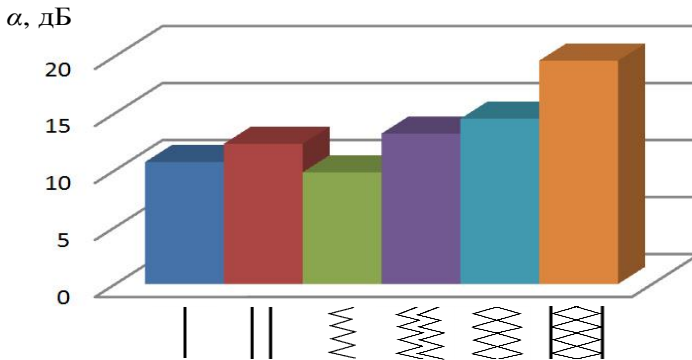


Рис.1. Коэффициенты звукоизоляции панелей с различной структурой

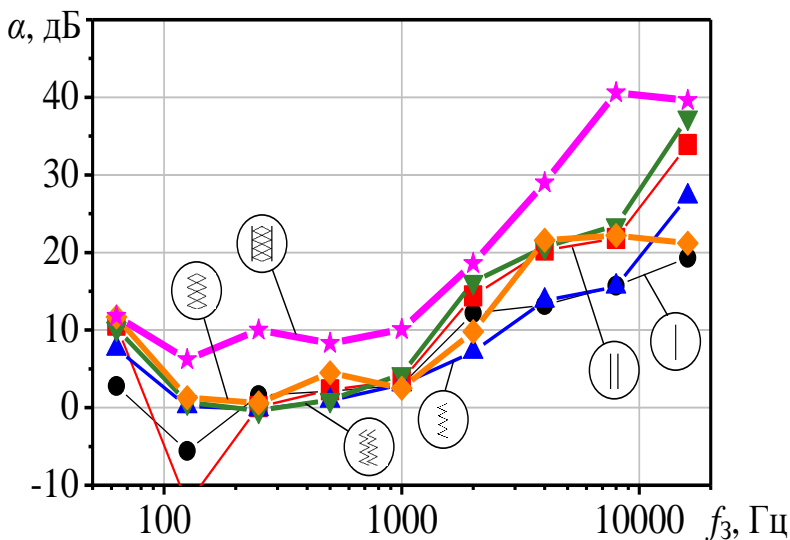


Рис. 2. Зависимость коэффициента звукоизоляции от частоты для панелей различной структуры

Как видно из таблицы, наилучшую акустическую эффективность имеет вариация структуры № 6. Проведенное ранее с помощью модели аналогичное исследование звукоизолирующих свойств панелей различной структуры дало результаты, хорошо согласующиеся с экспериментальными данными. Некоторые отличия (порядка 5 %) могут быть связаны с недостатками модели (допущения, погрешности исходных данных), с погрешностями эксперимента (систематические ошибки), а также с невозможностью полного сравнения результатов моделирования и эксперимента (например, из-за различной геометрии и физико-механических свойств материала, из-за различных способов измерения сравниваемых показателей).

Можно было бы ожидать, что при сдваивании профилей (двойная плоская панель вместо одинарной панели, двойная гофрированная вместо одинарного гофра) коэффициент звукоизоляции увеличится вдвое. Однако для плоских панелей увеличение составляет лишь около 15 % (по дБ, рис. 1), а для гофр лишь около 35 %. По-видимому, из-за возникающей интерференционной картины между сдвоенными пане-

лями простых геометрических форм часть энергия звука неэффективно отражается и рассеивается и звук достаточно свободно распространяется в направлении микрофона экспериментальной установки [1].

Ромбовидная панель (№ 5) близка по звукоизолирующим свойствам двойной гофрированной панели. Однако имеет несколько более высокий показатель α , так как два ряда гофр в ромбовидной перегородке жестко связаны между собой, благодаря чему в местах соединений лучше гасятся колебания среды, и, кроме того, повышенная жесткость конструкции затрудняет ее раскачивание, благодаря чему большая часть звуковой энергии отражается обратно и не проходит через панель.

Добавление вертикальных стенок к ромбовидной структуре (№ 2 + № 5) позволяет еще на 35 % (по дБ) улучшить звукоизоляцию α . Физической причиной этого, по-видимому, является появление дополнительных плоскостей, препятствующих прохождению звука и вынуждающих его дополнительно отражаться (звуку необходимо преодолеть от трех до четырех плоскостей). Кроме того, в структуре панели появляются камеры треугольной формы, в которых разрушается согласованность колебаний среды, и возникает дополнительное поглощение в стенках и вершинах треугольных камер. Также, благодаря боковым стенкам конструкция панели становится более жесткой, и поступающему звуку сложнее "раскачать" панель и проще отразиться [2].

При сдваивании панелей (плоских, либо гофрированных) происходит резкое улучшение звукоизоляции (примерно на 10 дБ) в диапазонах 80–200 Гц и 3–16 кГц, и практически не происходит изменений в диапазонах 50–80 Гц и 200–3000 Гц.

Для всех исследуемых панелей с увеличением частоты эффективность звукоизоляции сначала уменьшается (ориентировочно с 10 дБ), потом возрастает (ориентировочно до 20–40 дБ) [3]. Для некоторых панелей коэффициент α становится даже отрицательным при 80–200 Гц, однако это связано с невозможностью качественного измерения в диапазоне длин волн, сопоставимых с размерами экспериментальной камеры. В то же время при более высоких частотах 300–16000 Гц (длина волны звука менее размеров установки) экспериментальная установка обеспечивает измерения с высокой точностью. С увеличением частоты длина волны звука становится сопоставима с размером

геометрических особенностей панелей (расстояние между сдвоенными панелями, период гофры, размеры ромба), благодаря чему поступающий звук лучше вовлекает панель в колебания, и большая доля звуковой энергии рассеивается в панели и отражается от нее в обратном направлении.

Важной особенностью конфигурации № 6, в отличие от панелей других типов, является то, что она обеспечивает хорошее ослабление (около 10 дБ) в области низких частот 60–1000 Гц (2, звездочки). По-видимому, благодаря высокой пространственной жесткости панели из-за большого количества соединений отдельных элементов, звук вовлекает в колебания не отдельные фрагменты панели, а всю панель целиком, благодаря чему увеличивается характерный размер препятствия и эффективно рассеиваются и довольно длинные звуковые волны. Также, важным преимуществом конфигурации №6 является наличие двух горизонтальных участков на зависимости $\alpha(f_3)$: от 60 до 1000 Гц и от 8 до 16 кГц, что обеспечивает стабильное и прогнозируемое снижение шума [5].

Таким образом, среди различных структур облегченных звукоизолирующих панелей наилучшими акустическими характеристиками обладает панель с конфигурацией № 6.

Литература

1. Борьба с шумом на производстве: Справочник /Под общ. Ред. Е.Я. Юдина. М.: Машиностроение, 1985.
2. Иванов Н.И., Никифоров А.С. Основы виброакустики: учебник для вузов. - СПб.: Политехника, 2000.
3. Снижение шума в зданиях и живых районах /Под ред. Г.Л. Осипова, Е.Я. Юдина. - М.: Стройиздат, 1987.
4. Снижение шума на рабочих местах облегченными звукоизолирующими панелями с гофрированной ромбовидной структурой (ОЗПГРС) /Болучевский А.В., Асминин В.Ф., Осмоловский Д.С. В сборнике: Комплексные проблемы техносферной безопасности Материалы Международной научно-практической конференции. - 2014.- Т.6. - С. 39-43.
5. Экспериментальное обоснование конструкции облегченной панели для переносных акустических экранов /А.В. Болучевский, В.Ф. Асминин, В.Н. Мелькумов. - Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строитель-

ство и архитектура. - 2012. - № 4 (28). - С. 114-119.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

A.V. Boluchevsky, V.F. Asminin, D.S. Osmolovsky

DEPENDENCE OF ACOUSTIC EFFICIENCY OF THE TEMPORARY BUILT PARTITIONS ON THEIR GEOMETRICAL PROFILE

For noise reduction to admissible standard values in production rooms with constants and temporary workplaces there is a need for development of the facilitated and quickly built internal partitions and acoustic screens. The obligatory requirement to these partitions the small mass of a design, the simplified installation dismantle, transportation and warehousing belong. These requirements caused search of a rational design of the panel and acoustic screens on condition of their acoustic efficiency. Results of pilot studies confirm their high soundproofing properties not conceding by acoustic efficiency to partitions from materials of higher density. Results of pilot studies allow to draw a conclusion that the offered design of the facilitated panel, a partition or the screen possesses high acoustic efficiency and allows to improve the operational properties of the developed portable acoustic screens which are in loss of dimensions of a design that simplifies its installation dismantle, transportation and storage

Key words: acoustic panel, sound insulation, sound level, passing of a sound

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education

«The Voronezh state forestry engineering university

by the name of G.N. Morozov»

УДК 699.844

А.В. Болучевский, В.Ф. Асминин, Д.С. Осмоловский

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОХОЖДЕНИЯ ЗВУКА ЧЕРЕЗ ОБЛЕГЧЁННУЮ ЗВУКОИЗОЛИРУЮЩУЮ ПАНЕЛЬ С ГОФРИРОВАННОЙ РОМБОВИДНОЙ СТРУКТУРОЙ (ОЗПГРС-ПАНЕЛЬ)

Разработанная математическая модель распространения звука в целом базируется на методах механики сплошных сред и численном решении уравнений Навье - Стокса. Звуковая волна, падающая на звукоизолирующую панель, в модели является плоской и задается одновременным изменением координат узлов. Исследования проводили для трех типов звука: синусоидального, а также одиночных звуковых импульсов прямоугольной и гауссовой формы. Приемником звука в модели является крайний правый ряд узлов. По общепринятой классификации моделей, предлагаемая модель является алго-

ритмической, но не аналитической. Это означает, что выходные характеристики модели рассчитываются повходным не путем аналитических преобразований (это в принципе не возможно из-за сложности моделируемого процесса), а с помощью пространственной и временной дискретизации, и соответствующего алгоритма расчета

Ключевые слова: математическая модель, звуковая волна, звукоизоляция

Ниже описана математическая модель прохождения звука через ОЗПГРС-панель (рис. 1).

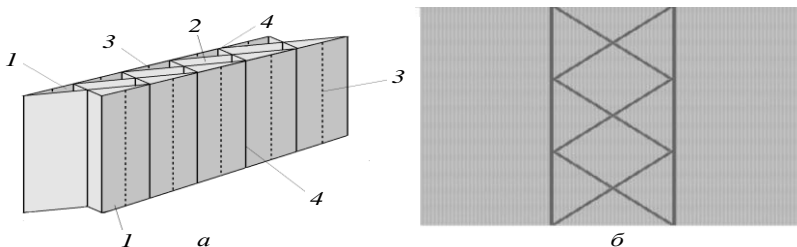


Рис. 1. Структура ОЗПГРС (а) и ее представление в модели (б):

- 1 – плоская перегородка; 2 – ромбовидная перегородка;
- 3 – линия изгиба; 4 – место крепления прямой перегородки к ромбовидной

Выходные характеристики модели рассчитываются повходным не путем аналитических преобразований (это в принципе не возможно из-за сложности моделируемого процесса), а с помощью пространственной и временной дискретизации, и соответствующего алгоритма расчета (рис. 2).

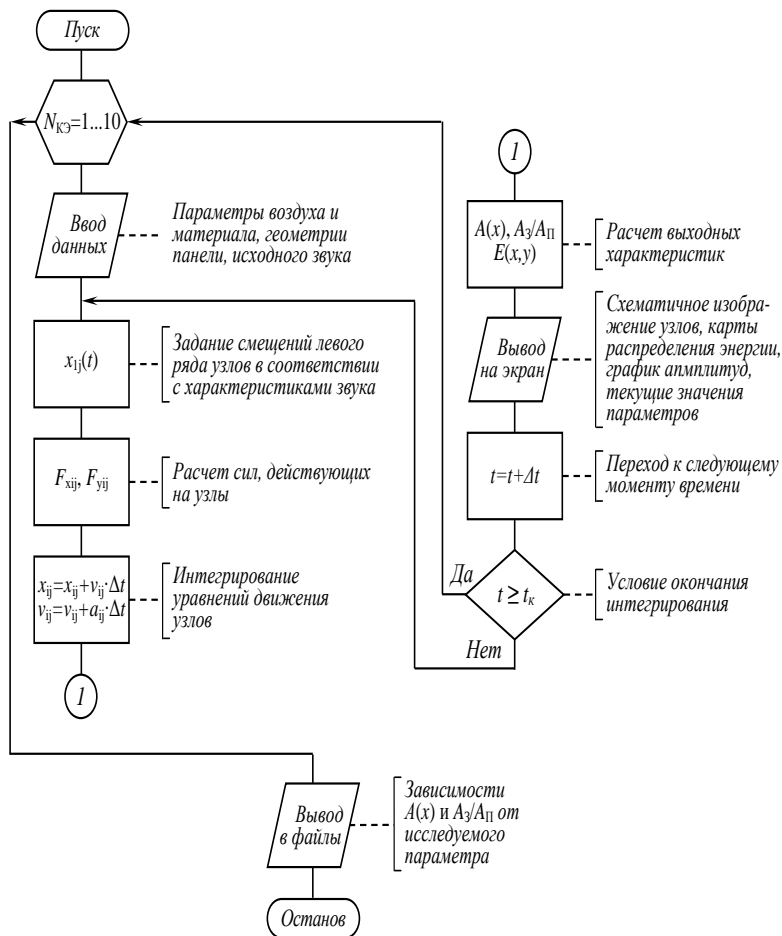


Рис. 2. Схема алгоритма моделирования прохождения звука через звукоизолирующую панель

В модели используются следующие начальные условия. В начальный момент времени смещения x , y и скорости узлов являются нулевыми. Приняты следующие допущения: среда считается сплошной; физические свойства среды сосредоточены в узлах и связях между ними и характеризуются для каждой среды тремя параметрами

(плотность, коэффициенты жесткости и вязкости). Взаимодействие узлов считается линейным вязкоупругим; узлы совершают механическое движение вблизи равновесных позиций по законам классической механики; не рассматривается действие силы тяжести на среду.



Рис. 3. Форма вывода результатов компьютерного эксперимента в разработанной программе: карты смещений узлов среды и графика зависимости амплитуды звука от продольной координаты

Для удобства исследования математической модели составлена компьютерная «Программа для моделирования прохождения звука через облегченную звукоизолирующую панель с гофрированной ромбовидной структурой» на языке Object Pascal в интегрированной среде программирования Borland Delphi 7.0 (рис. 3) [2].

Взаимосвязь между входными параметрами модели и ее выходными характеристиками схематично показана на рис. 4.

По мере прохождения звука через ОЗПГРС-панель происходит целый ряд сложных физических процессов, которые в диссертации подробно проанализированы на основе зависимостей амплитуды возмущения в горизонтальном направлении (рис. 5а), а также серии карт распределения смещений (рис. 3) и звуковой энергии (рис. 5б) для различных моментов времени.

Обнаружен эффект существенного "размытия" звуковых импульсов по мере прохождения через ОЗПГРС из-за разной скорости

движения звука по перегородкам и в звуковых полостях, а также из-за наличия вторичных источников звуковых волн цилиндрической формы. Благодаря «размытию» при прохождении звука через ОЗПГРС его амплитуда уменьшается более чем в 5 раз, как для синусоидальных звуковых сигналов, так и для одиночных сигналов [4].

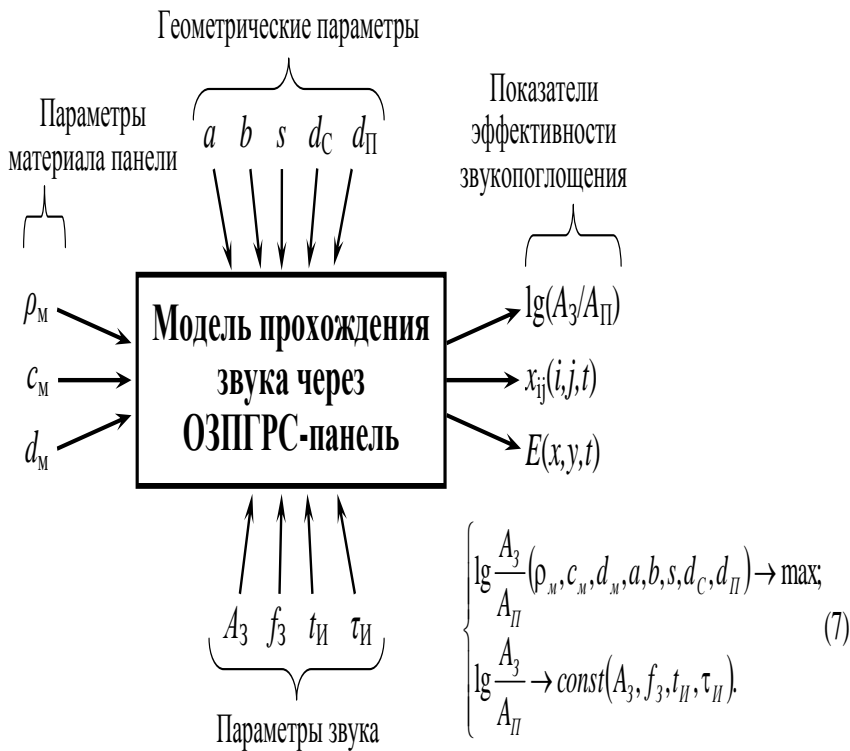


Рис. 4. Входные и выходные параметры математической модели

Полученная с помощью модели частотная характеристика звукоизолирующих свойств ОЗПГРС хорошо совпадает с измеренной экспериментальной зависимостью. Во всем диапазоне звуковых частот ОЗПГРС обеспечивает эффективную звукоизоляцию не менее 10–15 дБ, имея наибольшую эффективность (до 30–40 дБ) в области низких

(менее 300 Гц) и высоких (более 2000 Гц) частот.

Боковые стенки и перегородки дают важный вклад в звукоизолирующую способность ОЗПГРС-панели. В то же время, увеличение их толщины (соответственно d_c и d_n) свыше 1–2 мм нецелесообразно, так как приводит скорее к росту массы панели, чем улучшению звукоизоляции. В процессе теоретического исследования, на основе визуального анализа прохождения звука (по картам смещений узлов и распределения энергии среды), удалось выделить основные физические эффекты, обеспечивающие высокие звукоизолирующие свойства ОЗПГРС-панели (рис. 6).

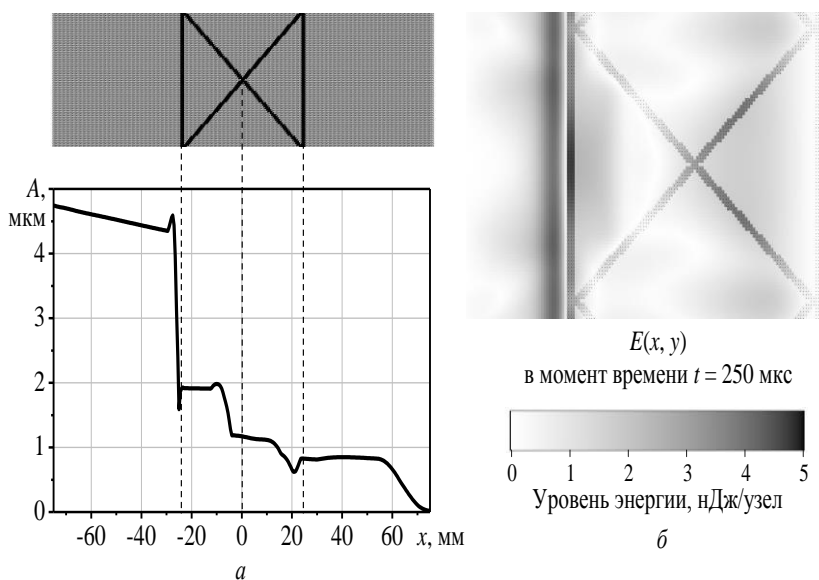


Рис. 5. Зависимость амплитуды A звука от продольной координаты (a) и карта распределения звуковой энергии в среде (b) при прохождении звукового импульса гауссовой формы через ОЗПГРС-панель

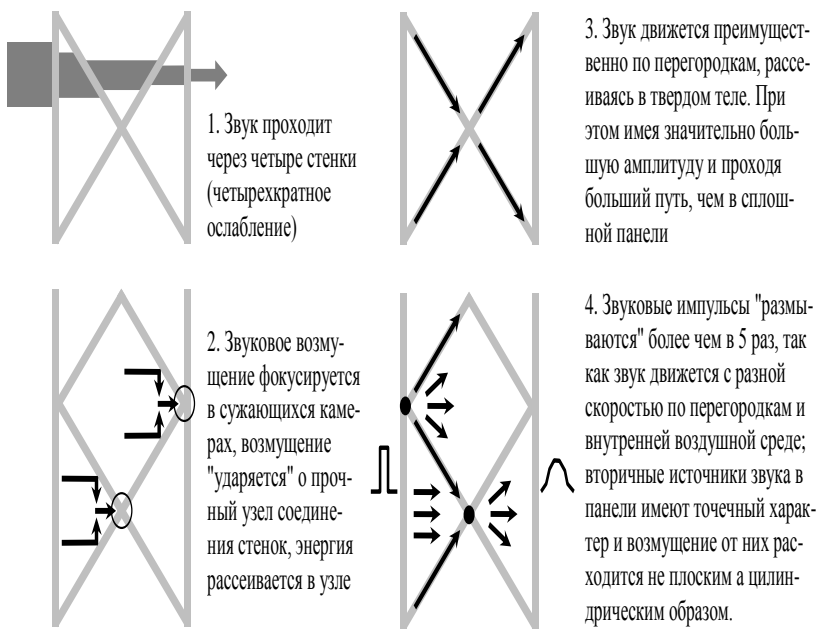


Рис. 6. Основные физические эффекты, обеспечивающие высокие звукоизолирующие свойства ОЗПГРС-панели

Литература

1. Борьба с шумом на производстве: Справочник /Под общ. Ред. Е.Я. Юдина. М.: Машиностроение, 1985.
2. Иванов Н.И., Никифоров А.С. Основы виброакустики: учебник для вузов. - СПб.: Политехника, 2000.
3. Патент на полезную модель 123431 РФ, МКП Е04В1/82. Облегчённая звукоизолирующая панель /А. В. Болучевский, В. Ф. Асмнин; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО "ВГЛТА". -№ 2012130680/03; заявл. 17.07.2012; опубл. 27.12.2012, Бюл. № 34.
4. Снижение шума на рабочих местах облегченными звукоизолирующими панелями с гофрированной ромбовидной структурой (ОЗПГРС) /Болучевский А.В., Асмнин В.Ф., Осмоловский Д.С. В сборнике: Комплексные проблемы техносферной безопасности Материалы Международной научно-практической конференции. - 2014.-

Т.6. - С. 39-43.

5. Экспериментальное обоснование конструкции облегчённой панели для переносных акустических экранов /А.В. Болучевский, В.Ф. Асминин, В.Н. Мелькумов. - Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. - 2012. - № 4 (28). - С. 114-119.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»
A.V. Boluchevsky, V.F. Asminin, D.S. Osmolovsky

MATHEMATICAL MODEL OF PASSING OF THE SOUND VIA THE FACILITATED SOUNDPROOFING PANEL WITH CORRUGATED DIAMOND-SHAPED STRUCTURE (OZPGRS-PANEL)

The developed mathematical model of distribution of a sound in general is based on methods of mechanics of continuous environments and the numerical solution of the equations of Navier-Stokes. The sound wave falling on the soundproofing panel in model is flat and is set by simultaneous change of coordinates of knots. Researches were conducted for three types of a sound: sinusoidal and also single sound impulses of a rectangular and Gaussian form. The sound receiver in model is an extreme right number of knots. On the standard classification of models, the offered model is algorithmic, but not analytical. It means that output characteristics of model pay off on entrance not by analytical transformations (it in principle not perhaps because of complexity of the modelled process), and by means of spatial and temporary sampling, and the corresponding algorithm of calculation

Key words: mathematical model, sound wave, sound insulation

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
«The Voronezh state forestry engineering university
by the name of G.N. Morozov»

СЕКЦИЯ 4. ВОПРОСЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ, СПЕЦИАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И НАНОТЕХНОЛОГИЙ

УДК 537.228

А.Г. Горшков, А.В. Кочегаров ПОЛУЧЕНИЕ, ИССЛЕДОВАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ МАГНИТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КОМПОЗИТОВ ФЕРРИТ- СЕГНЕТОЭЛЕКТРИК РАЗНОГО ТИПА

Показаны способы получения и применения магнитоэлектрических композитов разного типа. Изучены магнитоэлектрические свойства в слоистых композитах феррит – сегнетоэлектрик, изготовленных разными способами

Ключевые слова: композиты феррит-сегнетоэлектрик, магнитные и электрические свойства, получение, слоистая структура

Одним из перспективных направлений использования композиционных феррит - пьезоэлектрических материалов является создание датчиков физических величин с широким частотным диапазоном. Керамическая технология изготовления композиционных материалов обуславливает их низкую стоимость по сравнению с монокристаллическими и поликристаллическими материалами и позволяет изготавливать датчики в микроэлектронном исполнении.

В качестве примеров МЭ устройств можно указать датчики постоянного и переменного магнитного поля на основе многослойных и объемных композиционных МЭ материалов, пригодные для промышленного изготовления с применением микроэлектронной технологии.

Перспективной областью применения МЭ взаимодействия является создание СВЧ устройств на его основе. В частности, сдвиг линий магнитного резонанса под действием электрического поля, может быть использован для построения электрически управляемых модуляторов, переключателей, фильтров, датчиков мощности, фазовращателей и невзаимных устройств (вентилей, циркуляторов). Прототипами этих устройств могут служить соответствующие резонансные ферритовые приборы [1] при условии замены магнитной управляющей системы на систему электродов, подключенных к источнику управляющего напряжения. Сочетание свойств ферритов и сегнетоэлектриков, а

также свойств, обусловленных МЭ взаимодействием, открывают широкие функциональные возможности для устройств на основе композиционных феррит - пьезоэлектрических материалов. В ряде случаев использование МЭ материалов может позволить улучшить технико-экономические характеристики приборов. Использование МЭ - материалов позволяет:

- повысить быстродействие благодаря меньшей инерционности управляющей системы и меньшего времени релаксации в материале;
- снизить мощность, потребляемую в цепи управления, поскольку при управлении электрическим полем, энергия потребляется практически в момент переключения;
- избавить от наводок, неизбежно возникающих при управлении магнитным полем;
- осуществить развязку цепей управления одновременно электрическим и магнитным полями;
- упростить конструкцию и технологию изготовления приборов, перейти к интегральным устройствам управления;
- расширить функциональные возможности СВЧ - приборов;
- создать принципиально новые приборы.

Для создания композиционного материала с высокими значениями диэлектрической и магнитной проницаемостей и малой константой магнитоэлектрического взаимодействия – наиболее подходят композиты, состоящие из сложных ферритов-шпинелей и сегнетоэлектрического титаната бария/стронция. Объемные однородные композиты имеют ряд преимуществ по сравнению с однофазными и многослойными структурами: одновременное достижение высоких значений диэлектрической и магнитной проницаемостей в заданном диапазоне частот, что невозможно в однофазных материалах; более простую технологию изготовления по сравнению с многослойными структурами; более высокую механическую прочность по сравнению с многослойными материалами; возможность получения образцов достаточно больших размеров для изготовления на их основе подложек (плат приборов).

Поэтому целью данной работы являлось исследование физических свойств магнитоэлектрических композитов феррит – сегнетоэлектрик разного типа, изготовленных разными способами.

В качестве магнитоэлектрического компонента МЭ композита

был выбран феррит $\text{Ni}_{0,4}\text{Zn}_{0,6}\text{Fe}_2\text{O}_4$ (NZF), который относится к типу феррит-шпинель. Ферриты-шпинели имеют кристаллическую структуру типа минерала шпинели MgAl_2O_4 и химическую формулу $\text{Me}^{2+}\text{Fe}_2^{3+}\text{O}_4$, где Me^{2+} – ион двухвалентного металла, а ионы железа Fe^{3+} трехвалентны.

Выбранный феррит $\text{Ni}_{0,4}\text{Zn}_{0,6}\text{Fe}_2\text{O}_4$ обладает низкими диэлектрическими потерями, высокими значениями намагниченности насыщения и высокой чувствительностью свойств к упругим напряжениям [2].

Сегнетоэлектрическая компонента композита представляет собой пьезоэлектрическую керамику системы цирконата-титаната свинца (ЦТС) состоящую из твердых растворов PbZrO_3 – PbTiO_3 с малыми добавками некоторых трех- и пятивалентных элементов и частичным замещением свинца стронцием [2].

Так как данная работа посвящена экспериментальному исследованию физических свойств слоистых композитов и композитов, приготовленных по керамической технологии, то для решения поставленных задач, связанных с этой проблемой, в работе проводились следующие измерения:

- исследование диэлектрической проницаемости ϵ , тангенса угла диэлектрических потерь $\text{tg}\delta$ и удельного сопротивления ρ слоистых композитов NZF – PZT;

- измерение прямого и обратного магнитоэлектрического эффекта в плоских слоистых композитах NZF – PZT;

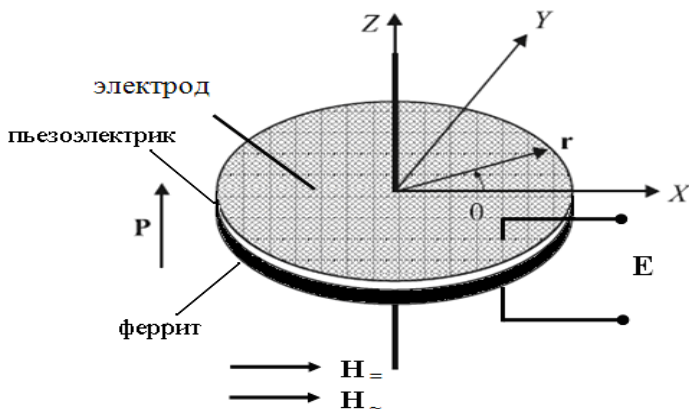
- измерение магнитоэлектрического эффекта в композитах, приготовленных по керамической технологии NZF – PZT;

- изучение магнитодиэлектрического эффекта в слоистых композитах NZF – PZT.

Слоистые композиты NZF – PZT получали из предварительно поляризованной в оптимальных условиях промышленного пьезокерамического материала ЦТС-23 и никель-цинкового феррита, что является важным преимуществом этих композитов по сравнению со смешанными композитами. Из образцов ЦТС и никель-цинкового феррита с помощью алмазной пилы вырезались плоскопараллельные пластины толщиной от 0,5 мм до 2 мм. Пластины пьезокерамики и феррита чередуя, склеивались эпоксидной смолой, соблюдая направление поляризации ЦТС. После отвердевания эпоксидной смолы на поверх-

ностях полученных образцов наносили электроды в виде тонкого слоя серебряной пасты.

Также слоистые композиты NZF-PZT были получены по керамической технологии путем спекания отпрессованных заготовок, состоящих из порошков феррита NZF и сегнетоэлектрического материала PZT, при высокой температуре (рисунок). Температура спекания композитов составляла 1200 °С.



Схематическое изображение слоистой структуры

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- по керамической технологии получены образцы двух- и трехслойных композитов $Ni_{0,4}Zn_{0,6}Fe_2O_4 - Pb(ZrTi)O_3$, о чем свидетельствуют проведенный рентгеноструктурный анализ и зависимости удельного сопротивления ρ слоистых композитов NZF – PZT.

- проведены исследования прямого и обратного магнитоэлектрического эффекта в двух- и трехслойных композитах NZF – PZT. Обнаружено, что величина поперечного магнитоэлектрического коэффициента по напряжению α_E для трехслойного композита PZT – NZF – PZT составляет 17,2 мВ/(см·Э), которая при прочих равных условиях превышает значение α_E для двухслойного композита с равной объемной долей NZF.

- в рамках модели эффективных параметров гетерогенной среды и модели, основанной на теории Ландау, сделаны оценки коэффи-

циентов α_E для двух- и трехслойного композита, которые по порядку величины согласуются с измеренными в эксперименте значениями.

- обнаружен и изучен магнитоэлектрический эффект в склеенных двухслойных композитах NZF – PZT, заключающийся в уменьшении ϵ и $\text{tg}\delta$ при увеличении напряженности постоянного магнитного поля. Обнаружено, что наиболее сильно этот эффект проявляется в окрестности электромеханического резонанса композитных образцов. Полученные результаты объясняются на основе термодинамического анализа, согласно которому ϵ_{33} в условиях проведенного эксперимента должна изменяться обратно пропорционально P_3^2 , что согласуется с экспериментом.

- изучены электрические и диэлектрические свойства спеченных слоистых композитов. Установлено, что имеет место зонный механизм проводимости с энергией примесного уровня от 0,19 до 0,63 эВ. Обнаружено, что в двух- и трехслойных композитах наблюдается размытие фазового перехода.

- на основе анализа температурных зависимостей магнитной проницаемости, модуля сдвига и внутреннего трения сделан вывод о взаимном влиянии сегнетоэлектрической и ферритмагнитной фаз в смешанных композитах $(x)\text{Ni}_{0,4}\text{Zn}_{0,6}\text{Fe}_2\text{O}_4 - (1-x)\text{PbZr}_{0,53}\text{Ti}_{0,47}\text{O}_3$. Обнаруженное смещение температур Кюри и Нееля в сторону низких температур с ростом концентрации другой фазы объясняется тем, что в процессе высокотемпературного спекания композитов происходит взаимное легирование фаз. Легирование сегнетоэлектрической фазы со стороны ферритовой фазы подтверждается закономерным уменьшением высоты релаксационных пиков Q^{-1} в сегнетофазе при увеличении содержания в композите ферритовой фазы. В рамках модели взаимодействия неподвижных доменных границ с заряженными точечными дефектами проведен компьютерный анализ влияния концентрации точечных дефектов на высоту и температурное положение изученных релаксационных пиков.

Литература

1. Яковлев Ю.М. Монокристаллы ферритов в радиоэлектронике /Ю.М. Яковлев, С.Ш. Генделев. – М.: Сов. радио, 1975. – 360 с.
2. Горшков А.Г. Магнитоэлектрический эффект в слоистых композитах никель-цинковый феррит – цирконат-титанат свинца /А.Г. Горшков, С.А. Гриднев, Е.С. Григорьев, Ю.Е. Калинин //Изв. РАН, сер.

физ., 2010. - Т.74. - № 9. - С. 1328-1332.

ФГБОУ ВО «Воронежский институт Государственной
противопожарной службы МЧС России»

A.G. Gorshkov, A.V. Kochegarov

RECEIVING, RESEARCH AND APPLICATION OF MAGNETOELEC-
TRIC COMPOSITES FERRITE-FERROELECTRIC MATERIAL OF
DIFFERENT TYPE

Ways of receiving and application of magnetoelectric composites of different type are shown. Magnetoelectric properties in layered composites ferrite – a ferroelectric material, produced in the different methods are studied

Key words: композиты феррит-сегнетоэлектрик, магнитные и электрические свойства, получение, слоистая структура

Voronezh institute of the State fire-prevention services of the Ministry of
Emergency Situations of Russia

УДК 550.84 (571.53)

О.Ю. Астраханцева

ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
КОМПОНЕНТОВ ВЕЩЕСТВА ВОД ОЗЕРА БАЙКАЛ
И КОМПОНЕНТОВ ВЕЩЕСТВА ПОТОКОВ ПРИРОДНОЙ
СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ – ОСНОВА
ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИИ СНИЖЕНИЯ ПРИРОДНОГО
И ТЕХНОГЕННОГО РИСКА

На примере озера Байкал представлены методы исследования природных макросистем, при этом полученные новые знания, являющиеся результатом этих исследований, могут являться основой для разработки технологии снижения природного и техногенного риска для этих объектов

Ключевые слова: озеро Байкал, химическое взаимодействие компонентов, расчет среднесноголетнего содержания компонентов, морфометрические характеристики, водный и химический баланс

Проблема усиления техногенного пресса на озеро Байкал делает необходимым изучение путей миграции, концентрации и рассеяния в водах озера макро-, микро-, биогенных элементов и органического вещества, поступающих в озеро с потоками химических компонентов природной составляющей окружающей среды. Для этого необходим комплексный междисциплинарный системный подход к исследованию

однородности и целостности химического взаимодействия компонентов вещества вод оз. Байкал и компонентов вещества потоков природной составляющей окружающей среды.

Объект нашего исследования – вещество вод озера Байкал – биокосное вещество, жидкий минерал H_2O с растворенными и взвешенными химическими компонентами (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Al , Si , Mn^{2+} , $Fe_{общ}$, SO_4^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , H^+ , O_2 , As , B , Cr , Cu , Cd , Hg , Pb , Sr , Zn , Co , U , V , Br , Rb , Mo , $C_{орг}$, $N_{орг}$, $P_{орг}$, $S_{орг}$, CO_2 , Ti), химически взаимодействующее с таковыми же компонентами вещества потоков природной составляющей окружающей среды, впадающих в озеро и вытекающих из него (реки, взвесь рек, дождь+снег, аэрозоль, подземные воды, минеральные воды, приток озерных вод из других резервуаров озера, поток из донных отложений, поток в донные отложения, сток озерных вод в другие резервуары озера и в реку Ангару).

Цель нашего исследования достигнута путем решения следующих задач:

1. В акватории вещества вод оз. Байкал выделены пространственно локализованные зоны со стабильными физико-химическими параметрами в масштабе исторического времени [1-23];

2. Рассчитаны среднесуточные содержания компонентов: Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Al , Si , Mn^{2+} , $Fe_{общ}$, SO_4^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , H^+ , O_2 , As , B , Cr , Cu , Cd , Hg , Pb , Sr , Zn , Co , U , V , Br , Rb , Mo , $C_{орг}$, $N_{орг}$, $P_{орг}$, $S_{орг}$, CO_2 , Ti в мг/л, % в водах, донных отложениях резервуаров озера Байкал и химических потоках природной составляющей окружающей среды, впадающих в резервуары озера и вытекающих из них [1, 2];

3. Рассчитаны морфометрические характеристики и водные балансы всех резервуаров озера Байкал и потоков, впадающих в резервуары и вытекающих из них [6, 7];

4. Рассчитаны химические балансы всех резервуаров и потоков мегасистемы “вещество вод озера Байкал – вещество потоков природной составляющей окружающей среды”; установлены пути миграции и места аккумуляции компонентов, поступающих в озеро с внешней и внутренней нагрузками [8-12, 14-18].

Для решения поставленных задач использованы методы изучения макросистем: - метод выделения из сложного эволюционирующего и иерархического объекта систем термодинамического типа – аксиоматический метод на основе принципов и методов локально-

равновесной термодинамики. Применительно к нашему объекту и предмету исследования этот метод включает следующие шаги:

1. Системный подход – познание свойств внутренней среды макросистемы “вещество вод озеро Байкал – вещество потоков природной окружающей среды” через общее взаимодействие;
2. Выявление частных взаимодействий;
3. Применение законов термодинамики к закрытой макросистеме “вещество вод озеро Байкал – вещество окружающей среды”;
4. Применение закона транзитивности;
5. Применение метода многорезервуарности;
6. Применение статистических методов: структурно-функциональный метод; метод балансовых расчетов.

Вопрос глобального осмысления сценария отношений в системе “вещество вод озера Байкал – вещество окружающей среды” является ключевым в выяснении структурной и организационной сущности этой системы. Свойства исследуемых природных объектов возникают и обнаруживаются через отношения этих объектов с окружающей средой. Вещество вод озера Байкал обменивается с окружающей средой веществом и энергией, в нем непрерывно протекают химические реакции, происходит поступление реагирующих веществ извне и отвод продуктов реакций. Вещество вод озера Байкал испытывает химическое, тепловое и силовое (гравитационное) воздействия и изменение состояния вещества (движение материи). Согласно частному случаю закона сохранения энергии – первому закону термодинамики – происходит вследствие получения из окружающей среды с безмассовыми и массовыми частицами: энергии-теплоты Q (с солнечной радиацией, климат), энергии-работы A (гравитационное воздействие) и энергии-массы Z (при химическом взаимодействии с веществом потоков окружающей среды):

$$\Delta U = Q + A + Z [27], \quad (1)$$

где ΔU – изменение внутренней энергии системы.

Тепловое, гравитационное и химическое взаимодействия являются частными взаимодействиями, в сумме определяющими общее (термодинамическое) взаимодействие вещества вод озера с веществом окружающей среды. Необходимо учитывать роль всех частных взаимодействий вещества вод озера Байкал с веществом окружающей среды, составляющих общее (термодинамическое) взаимодействие, опре-

деляющее физико-химические параметры, энергетический баланс и энергетический потенциал вещества вод озера. А также характер (целостность или локальность) геохимической среды озера, которая, в свою очередь, обуславливает реакцию вещества вод озера на поступившие с потоками окружающей среды компоненты. Согласно работе [26], проявления и влияние климата однородно по акватории озера Байкал, и не климат является причиной различия (неоднородности) теплового или энергетического обмена вещества вод озера и вещества окружающей среды, а другой фактор – геолого-структурный. Это резкая расчлененность дна озера, которая обуславливает резкое различие глубин и объемов вод озера по его акватории и, соответственно, неоднородность градиентов масс вещества вод озера и гидростатических давлений. Согласно закону всемирного тяготения, всякое тело притягивает любое другое тело с силой, пропорциональной массам этих тел. Гравитационные силы неизменно вырастают при переходе к большим объектам (планеты, звезды) и гравитационное взаимодействие ощутимо на очень больших расстояниях, обладает, как говорят, дальностью [29]. Вещество планеты Земля и вещество вод озера Байкал имеют огромные массы, и, следовательно, создают значительные гравитационные поля. Масса вещества вод озера Байкал и масса вещества Земли вступают во взаимодействие своим веществом через частицы переносчики – гравитоны, которые создают механическое взаимодействие – притяжения между веществом вод озера и веществом Земли, влияющее на состояние. А это означает, что взаимодействие влияет на изменение внутреннего энергетического потенциала вещества вод озера и вещества Земли и соответственно на их эволюции. Гравитационное поле Земли оказывает влияние на состояние (физико-химические параметры) вещества вод (жидкий минерал H_2O с растворенными и взвешенными химическими компонентами плюс живое вещество) оз. Байкал вследствие изменения потенциальной энергии молекул вещества (работы сжатия).

Разновеликое взаимодействие гравитационных полей вещества вод озера Байкал и вещества Земли по акватории озера из-за резкой расчлененности его дна является причиной, обуславливающей локализацию физико-химических состояний вещества вод озера Байкал в виде Южного, Селенгинского, Среднего, Ушканьеостровского, Северного резервуаров [1]. В масштабе исторического времени химическое

взаимодействие компонентов вещества вод озера Байкал с компонентами вещества потоков природной составляющей окружающей среды – природная, стационарная мегасистема, состоящая из пяти резервуаров – пространственно локализованных объемов вещества вод озера, физико-химические параметры которых находятся в состоянии равновесия (равенства) с таковыми же параметрами окружающей среды. Это означает, что они постоянны в масштабе исторического времени (периоде нескольких десятков лет), и открытых по отношению к веществу потоков окружающей среды [3]. Модель структуры состояния вещества вод озера Байкал, равновесного по физико-химическим параметрам с веществом окружающей среды, представляет собой различающиеся среднемноголетние состояния геохимических сред, содержащих макро-, микрокомпоненты, биогенные элементы и органическое вещество, в подсистемах (вещество прибрежных, поверхностных, глубинных, придонных вод) пяти резервуаров оз. Байкал, характеризующиеся стабильными среднегодовыми параметрами: температурой, давлением, химическим составом, минерализацией и рассчитанными через эти параметры характеристиками кислотно-основных и окислительно-восстановительных состояний геохимических систем, формами существования элементов [5, 6, 11].

Для расчета среднемноголетних содержаний компонентов использованы аналитические данные, апробированные в научной практике и опубликованные в научной литературе по озеру Байкал:

данные по вертикальному и горизонтальному распределению в водах оз. Байкал: макрокомпонентов [Вотинцев, 1961, 1965, 1978; Вотинцев, Глазунов, 1963; Вотинцев и др., 1963, 1963а; Галазий, Тарасова, 1993; Толмачев, 1957, 1957а; Эпов и др., 1999, 2000; Falkner et al., 1991]; биогенных и органических компонентов [Вотинцев, 1955; 1956; Вотинцев и др., 1975; Тарасова, 1975, 1998; Тарасова, Мещерякова, 1992; Шимараев и др., 1999;]; микрокомпонентов [Анохин и др., 1991; Ветров, Кузнецова, 1997; Эпов и др., 1999, 2000; Falkner et al., 1991];

по исследованию взвеси вод оз. Байкал [Гранина и др., 1994, 1998; Кашик и др., 1993, 1994; Кашик, Мазилев, 1991; Ломоносов и др., 2001; Потемкина, 1999; Потемкина и др., 1994; Тарасова, 1972, 1975, 1985, 1998; Тарасова, Мещерякова, 1992; Granina et al., 2000];

по содержанию компонентов в водах рек [Анохин и др., 1991; Вотинцев, 1955, 1961, 1982; Вотинцев и др., 1965; Ветров, Кузнецова,

1997; Глазунов, 1963; Ломоносов и др., 1991; Тарасова, Мещерякова, 1992; Тарасова, 1998]; по содержанию компонентов во взвесах рек, выпадающих в оз. Байкал [Анохин и др., 1991; Ветров, Кузнецова, 1992, 1997; Выхристюк, 1977; Гранина и др., 1998; Ломоносов и др., 2001; Потемкина, 1999; Тарасова, 1975, 1998; Тарасова, Мещерякова, 1992; Шевченко и др., 1994; Granina et. al., 2000; Collender, Granina, 1997];

по химическому составу иловых вод [Байкал. Атлас. 1993; Вотинцев, 1961; Мизандронцев, 1971, 1978, 1982; Мизандронцев, Тарасова, 1974; Тарасова, Мещерякова, 1992] и донных отложений [Вотинцев, 1961; Выхристюк, 1977, 1980; Ломоносов и др., 1991; Пампура и др., 1993; Ветров, Кузнецова, 1997; Гвоздков, 1998];

по химическому составу вод атмосферных осадков [Анохин, 1991в; Ветров, Кузнецова, 1997; Вотинцев, 1961; Вотинцев, Ходжер, 1981; Глазунов, 1965] и атмосферной пыли [Ветров, Кузнецова, 1997; Ван Малдрен и др., 1994; Ходжер и др., 1997];

по анализам подземных вод [Гидрогеология СССР, 1968; Гидрогеология СССР, 1970; Пиннекер и др., 1968; Писарский, 1987; Ломоносов, 1974] и минеральных вод [Ломоносов, 1974; Пиннекер и др., 1968].

Наши исследования направлены на установление внешней (функциональной) иерархии вещества в системе “вещество вод оз. Байкал – вещество химических потоков окружающей среды”. Цель данной статьи – показать различие функциональных характеристик вещества вод Южного, Селенгинского, Среднего, Ушканьеостровского, Северного резервуаров озера Байкал в мегасистеме “вещество вод озера Байкал – вещество потоков окружающей среды”.

Анализ отношений взаимодействия компонентов (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Al , Si , Mn^{2+} , $\text{Fe}_{\text{общ}}$, SO_4^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , H^+ , O_2 , As , B , Cr , Cu , Cd , Hg , Pb , Sr , Zn , Co , U , V , Br , Rb , Mo , $\text{C}_{\text{орг}}$, $\text{N}_{\text{орг}}$, $\text{P}_{\text{орг}}$, $\text{S}_{\text{орг}}$, CO_2 , Ti) вещества вод резервуаров оз. Байкал и таковых же компонентов вещества потоков (реки, взвесь рек, дождь+снег, аэрозоль, подземные воды, минеральные воды, приток озерных вод из других резервуаров озера, поток из донных отложений, поток в донные отложения, сток озерных вод в другие резервуары озера и в реку Ангару) раскрывает содержание законов их взаимодействия. Химические балансы резервуаров озера дают возможность рассмотреть системы-резервуары с позиции отношения их вещества как целого с лежащими вне их объектами – ве-

ществами химических потоков внешней среды, то есть исследовать функции (отклик) вещества резервуаров на поступление компонентов вещества потоков окружающей среды.

В работе впервые: структура физико-химического состояния вещества вод оз. Байкал определена как многорезервуарная;

из сложного эволюционирующего и иерархического объекта – мегасистемы «вещество вод озера Байкал – вещество потоков природной составляющей окружающей среды» выделены системы термодинамического типа; установлена организованность в отношении структуры физико-химического состояния вещества вод озера Байкал и в отношении целостности функциональных характеристик в исследуемом химическом взаимодействии [22];

– учтена вся совокупность факторов при расчете среднесуточных содержаний и количеств компонентов: Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Al , Si , Mn^{2+} , $\text{Fe}_{\text{общ}}$, SO_4^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , H^+ , O_2 , As , B , Cr , Cu , Cd , Hg , Pb , Sr , Zn , Co , U , V , Br , Rb , Mo , $\text{C}_{\text{орг}}$, $\text{N}_{\text{орг}}$, $\text{P}_{\text{орг}}$, $\text{S}_{\text{орг}}$, CO_2 , Ti в поверхностных, прибрежных, глубинных, придонных водах, донных отложениях Южного, Селенгинского, Среднего. Ушканьеостровского, Северного резервуаров озера Байкал и потоках, выпадающих и вытекающих из резервуаров озера: реки, взвесь рек, дождь+снег, аэрозоль, подземные воды, минеральные воды, приток озерных вод из других резервуаров озера, поток из донных отложений, поток в донные отложения, сток озерных вод в другие резервуары озера и в реку Ангару (в %, мг/л, г/год) в период 1957 – 1998 гг. [1, 3];

– проведен расчет равновесных составов компонентов подсистем (поверхностных, прибрежных, глубинных, придонных вод) выделенных резервуаров озера методом минимизации потенциала Гиббса – $G(T, P)$ [20];

– изучены водные балансы выделенных резервуаров оз. Байкал и потоков, оценена интенсивность водообмена в резервуарах [7];

– количественно оценены масштабы движения подземных вод в водосборных бассейнах пяти резервуаров оз. Байкал, что позволило оценить масштабы подземного химического привноса в озеро [5];

– изучены среднесуточные количества компонентов в потоках [19];

– изучены химические балансы компонентов в пяти выделенных резервуарах озера с учетом внутренней нагрузки – потоков ком-

понентов из донных отложений [14 – 18, 21, 23];

– изучена пространственная миграция компонентов в водах пяти резервуаров озера, определены формы миграции компонентов (в твердой и растворимой фазе), выделены подвижные и инертные компоненты [14 – 18, 21];

– установлены классы элементов экологической опасности для каждого резервуара оз. Байкал;

– составлен прогноз поведения компонентов в резервуарах в случае их попадания с антропогенной нагрузкой [14 – 18, 21].

Использование структурной и балансовой моделей “вещество вод оз. Байкал – вещество потоков природной составляющей окружающей среды” позволяет создать на основе любого программного комплекса (в том числе и “Селектор”) компьютерные имитационные модели, описывающие систему в развитии; исследовать процессы самоочищения озера и оценить количественно предельную антропогенную нагрузку, как для отдельных систем, так и озера в целом.

Создана основа для разработки Нормативов допустимых воздействий на экосистемы оз. Байкал. Установление классов элементов экологической опасности для каждого резервуара оз. Байкал позволяет выбрать эффективные методы очистки сточных вод, необходимую степень очистки и необходимость сооружений по отводу сточных вод.

Предложенный комплексный междисциплинарный системный подход к исследованию однородности и целостности химического взаимодействия компонентов вещества вод оз. Байкал и компонентов вещества потоков природной составляющей окружающей среды позволяет сделать следующие **заключения**:

1. Химическое взаимодействие компонентов вещества вод озера Байкал с компонентами вещества потоков природной составляющей окружающей среды – природная, стационарная мегасистема, состоящая из пяти резервуаров (Южного, Селенгинского, Среднего, Ушканьеостровского, Северного) – пространственно локализованных объемов вещества вод озера, физико-химические параметры которых находятся в состоянии равновесия (равенства) с таковыми же параметрами окружающей среды, т.е. постоянны в масштабе исторического времени (периоде нескольких десятков лет), и открытых по отношению к веществу потоков окружающей среды.

2. Разновеликость гравитационного взаимодействия вещества

вод оз. Байкал и вещества Земли по акватории озера из-за резкого пересечения дна является тем фактором, который определяет структуру вещества вод озера, равновесного по физико-химическим параметрам с веществом окружающей среды как многорезервуарную.

3. Иерархичность гравитационного взаимодействия обуславливает: иерархичность общего – термодинамического взаимодействия вещества вод оз. Байкал и вещества окружающей среды и иерархичность их частных – теплового и химического взаимодействий; индивидуальность приходной и расходной статей в энергетических балансах и, соответственно, самих энергетических балансов резервуаров. Индивидуальность энергетического потенциала каждого резервуара объясняет индивидуальность отклика вещества резервуаров на поступление компонентов вещества потоков окружающей среды и, соответственно, параметры геохимической среды в резервуарах как результат этих процессов.

4. Установлено, в виде, каких химических соединений компоненты присутствуют в веществе водных подсистем: все компоненты образуют ионные пары, причем в нескольких формах, только макрокомпоненты на 99 % представлены в виде свободных незакомплексованных ионов. Доминирующая форма серы – SO_4^{2-} , углерода – HCO_3^- . Хлор присутствует в виде иона Cl^- . У всех биогенных компонентов и микроэлементов, кроме Вг, основные формы нахождения в водах Байкала – ионные комплексы. Причем у таких компонентов, как Al, Cu, Cr, Fe, As, P, Hg, U, V доминирующие формы нахождения в разных подсистемах различаются.

5. Исследование структуры водного баланса оз. Байкал через его расчет в отдельных резервуарах озера показало, что в приходной части водного баланса материковый сток является главной составляющей только для Северного и Селенгинского резервуаров, для остальных резервуаров первое место по вкладу в водный баланс занимает приток озерных вод из соседних резервуаров озера. Выявлено среднее значение постоянной времени обмена вод для каждого резервуара: в Северном резервуаре – около 386 лет; в Ушканьеостровском – около 129 лет; в Среднем – около 287 лет; в Селенгинском – около 25 лет; в Южном – около 96 лет.

6. Установленные функции систем “вещество резервуаров озера Байкал – вещество потоков окружающей среды”: комплексобразо-

вание, миграция, избирательный транзит и избирательная утилизация или включение в биогеохимические круговороты компонентов, поступивших в резервуары озера из внешней среды с веществом потоков. Внешняя функциональная иерархия вещества вод резервуаров оз. Байкал проявляется в организации движения (миграции) компонентов и проценте их аккумуляции в донных отложениях резервуаров.

7. Сходство функций вещества резервуаров озера наблюдается в отношении их пропускной и аккумулирующей способностей относительно поступающих с внутренними и внешними потоками основных элементов, микроэлементов, биогенных элементов и органического вещества, заключающейся в открытости – способности частично или полностью пропускать (транзит) и обмениваться между резервуарами следующими компонентами: HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , В, Мо, Hg, Sr, $\text{C}_{\text{орг}}$, $\text{N}_{\text{орг}}$, $\text{S}_{\text{орг}}$ и закрытости в отношении остальных компонентов (части катионов основных компонентов, биогенных элементов, части органического вещества, микроэлементов), которые связываются (вступают в комплексообразование) и остаются в резервуарах (захораниваются или вступают в химический круговорот). По этим компонентам резервуары полуавтономны, закрыты и не обмениваются с другими резервуарами. Различие функций резервуаров заключается в том, как расходуются аккумулированные компоненты: в Селенгинском резервуаре они захораниваются, в остальных небольшая их часть захоранивается, а большая часть вступает в химический круговорот.

8. В поставке биогенных элементов все резервуары, кроме Селенгинского, находятся на внутреннем обеспечении (потоки из донных отложений), и только Селенгинский резервуар питается внешним приносом. Внешняя и внутренняя нагрузки на протяжении озера, в зависимости от морфологии, резко меняются и индивидуальны в каждом резервуаре. Выявлены большие внутренние нагрузки – потоки из донных отложений в четырех резервуарах озера и незначительная в Селенгинском резервуаре. Установлена ведущая роль внутриводоемных процессов в поступлении и утилизации биогенных элементов, $\text{P}_{\text{орг}}$, основных компонентов – катионов и группы микроэлементов в резервуарах оз. Байкал.

9. Утилизация вещества в донные осадки оз. Байкал избирательна: с внутриводоемными потоками в донные отложения поступают биогенные элементы, $\text{P}_{\text{орг}}$, часть остального органического вещества,

часть основных компонентов – катионов и группа микроэлементов. Установлено, что во всех резервуарах оз. Байкал, кроме Селенгинского, процент утилизации (захоронения) поступающего вещества очень низок вследствие того, что вещество, поступившее с потоком в донные отложения, за отсутствием малой части возвращается с потоком из донных отложений. В четырех резервуарах озера утилизация вещества ничтожна (около 10 %), при этом существуют мощные химические круговороты компонентов. В Селенгинском резервуаре захоранивается 85 % вещества, поступившего с потоком в донные отложения.

10. Вещество мегасистемы “вещество вод оз. Байкал – вещество потоков окружающей среды” иерархично – вещество каждого резервуара может рассматриваться как система, обладающая целостностью в отношении своих функций и определяемая в своих границах по физико-химическим параметрам.

Литература

1. Астраханцева О.Ю. Принципы создания модели “Мегасистема “Оз. Байкал””, база данных //Проблемы земной цивилизации. Сборник статей “Поиск решения проблем выживания и безопасности Земной цивилизации”. - Вып.6. - Ч.1. - Иркутск, ASPrint, 2002. - С. 72-121.

2. Астраханцева О.Ю. Создание физико-химической модели “Мегасистема “Оз. Байкал””. Выделение полуавтономных подсистем в озере Байкал // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН, 2003. - №7. - С. 124-129.

3. Астраханцева О.Ю. База данных химического состава вод и потоков оз. Байкал // Экосистемы и природные ресурсы горных стран. Материалы Первого Междунар. симпоз. “Байкал. Современное состояние поверхностной и подземной гидросферы горных стран”. – Новосибирск: Наука. 2004. - С. 233-260.

4. Астраханцева О.Ю. Многорезервуарная система “Озеро Байкал” //Вестник ИрГТУ, 2007. - № 2 (30). - Т. 1. - С. 46-53.

5. Астраханцева О.Ю. Количественная оценка потока “Подземные воды”, впадающего в озеро Байкал, для пяти резервуаров озера Байкал: Южного, Селенгинского, Среднего, Ушканьеостровского, Северного // Вестник ИрГТУ, 2007. - № 3 (31). - С. 15-21.

6. Астраханцева О.Ю. Расчет морфометрических характеристик сложной системы “Озеро Байкал” //Вестник ИрГТУ, 2007. - № 4 (32). - С. 42- 49.

7. Астраханцева О.Ю., Глазунов О.М. Водный баланс мегасистемы “Озеро Байкал” // Вестник ИрГТУ, 2008. - № 3 (35). - С. 148-154.
8. Астраханцева О.Ю., Тимофеева С.С., Глазунов О.М. Прогноз поведения компонентов в резервуарах в случае воздействия антропогенной нагрузки на озеро Байкал. Бюллетень ВСНЦ СО РАМН, 2008. - № 2 (60). - С. 47-48.
9. Астраханцева О.Ю., Тимофеева С.С., Глазунов О.М. Химические балансы пяти резервуаров озера Байкал как основа для решения экологических проблем, связанных с техногенной деятельностью человека. Бюллетень ВСНЦ СО РАМН, 2008. - № 2 (60). - С. 49-50.
10. Астраханцева О.Ю., Тимофеева С.С., Глазунов О.М. Пространственная миграция компонентов в водах Южного, Селенгинского, Среднего, Ушканьеосровского, Северного резервуаров. Бюллетень ВСНЦ СО РАМН, 2008. - № 2 (60). - С. 51-52.
11. Астраханцева О.Ю., Тимофеева С.С., Глазунов О.М. Классы экологической опасности компонентов в резервуарах озера Байкал. Бюллетень ВСНЦ СО РАМН, 2008. - № 2 (60). - С. 52-54.
12. Астраханцева О.Ю., Тимофеева С.С., Глазунов О.М. Химические балансы пяти резервуаров озера Байкал // Вестник ИрГТУ, 2009 - № 1 (37). - С. 11-23.
13. Астраханцева О.Ю., Чудненко К.В., Глазунов О.М. Выделение полуавтономных систем в озере Байкал // Вестник ИрГТУ, 2010. - № 4 (44). - С. 27-37.
14. Астраханцева О.Ю., Чудненко К.В., Глазунов О.М. Химический баланс Южного резервуара оз. Байкал // Вестник ИрГТУ, 2011. - № 8 (55). - С. 16-28.
15. Астраханцева О.Ю., Чудненко К.В., Глазунов О.М. Химический баланс Селенгинского резервуара оз. Байкал // Вестник ИрГТУ, 2012. - № 1 (60). С. 20-32.
16. Астраханцева О.Ю., Чудненко К.В., Глазунов О.М. Химический баланс Среднего резервуара оз. Байкал // Вестник ИрГТУ, 2012а, № 3 (62). - С. 28-42.
17. Астраханцева О.Ю., Чудненко К.В., Глазунов О.М. Химический баланс Ушканьеостровского резервуара оз. Байкал // Вестник ИрГТУ, 2012. - № 5 (64). - С. 36-50.
18. Астраханцева О.Ю., Чудненко К.В., Глазунов О.М. Химический баланс Северного резервуара оз. Байкал // Вестник ИрГТУ,

2013. - № 3 (74). - С. 35-47.

19. Астраханцева О.Ю., Филиппова Л.А. Исследование вклада потоков (из донных отложений и в донные отложения) в химические балансы Южного, Селенгинского, Среднего, Ушканьеостровского и Северного резервуаров оз. Байкал //Вестник ИрГТ, 2014. - №10 (93). - С. 68-79.

20. Астраханцева О.Ю., Чудненко К.В. Расчет форм существования компонентов и характера геохимической среды (Еh, рН, минерализация) в подсистемах – глубинных водах резервуаров оз. Байкал через внутренние физико-химические параметры, равновесные с параметрами окружающей среды //Гелиогеофизические исследования, 2014. - №9 (9). - С.30-34.

21. Астраханцева О.Ю., Глазунов О.М. Исследование и сравнение функциональных характеристик вещества Южного, Селенгинского, Среднего, Ушканьеостровского, Северного резервуаров оз. Байкал //Вестник ИрГТУ, 2015. - № 3 (98). - С. 61-70.

22. Астраханцева О.Ю. Исследование внутренней (структурной) иерархии вещества вод озера Байкал //Вестник ИрГТУ, 2015. - № 4 (99). - С. 53-64.

23. Астраханцева О.Ю., Белозерцева И.А., Палкин О.Ю. Исследование внешней (функциональной) иерархии вещества в открытой по отношению к веществу потоков окружающей среды мегасистеме “вещество вод оз. Байкал” //Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, 2015. - № 8-1. - С. 87 – 98.

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, 664033 г. Иркутск, ул. Фаворского, 1а, Россия, e-mail: astra@igc.irk.ru*

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Институт геохимии имени А.П. Виноградова СО РАН», г. Иркутск

О.Ю. Астраханцева

**ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
КОМПОНЕНТОВ ВЕЩЕСТВА ВОД ОЗЕРА БАЙКАЛ
И КОМПОНЕНТОВ ВЕЩЕСТВА ПОТОКОВ ПРИРОДНОЙ
СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ – ОСНОВА
ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИИ СНИЖЕНИЯ ПРИРОДНО-
ГО И ТЕХНОГЕННОГО РИСКА**

На примере озера Байкал представлены методы исследования природных макросистем, при этом полученные новые знания, являющиеся результатом этих исследований, могут являться основой для разработки технологии снижения природного и техногенного риска для этих объектов

Key words: озеро Байкал, химическое взаимодействие компонентов, расчет среднегогодового содержания компонентов, морфометрические характеристики, водный и химический баланс

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Институт геохимии имени А.П. Виноградова Сибирского
отделения Российской академии наук», г. Иркутск**

УДК 544.6.018

Ю.Н. Шалимов¹, В.И. Кудряш², Д.Л. Шалимов¹, М. Лутовац³,
А.В. Звягинцева⁴, С.А. Соколов⁵

КЛАСТЕРНЫЕ СТРУКТУРЫ АЛЮМИНИЯ В СИСТЕМАХ АККУМУЛИРОВАНИЯ ВОДОРОДНОГО ТОПЛИВА

Рассмотрены вопросы аккумуляции водорода на основе кластерных структур алюминия. Показан алгоритм планирования эксперимента для решения задачи по выбору структуры гидридов алюминия для обеспечения аккумуляционных свойств. В работе рассмотрена классификация параметрически задаваемых и функционально-зависимых полей, которые необходимо учитывать при планировании эксперимента по созданию систем, способных к окклюзии водорода

Ключевые слова: структуры гидридов алюминия, кластеры, системы аккумуляции водорода, планирование эксперимента, параметрические поля

В последнее время появились интересные работы в Германии, связанные с использованием алюминия в качестве элемента, активно взаимодействующего с водородом [1].

Многообразие модификаций кластерных структур атомов алюминия позволяет в достаточно широком интервале получать гидриды с изменением соотношения металл-водород.

Основным элементом, позволяющим эффективно использовать

возобновляемые источники энергии, являются системы аккумуляции энергии. Традиционные принятые для этих целей материалы, как правило, имеют высокую стоимость (палладий и платина) или являются дефицитными вследствие их малого содержания в земной коре (лантан и лантаноиды). Поэтому для целей аккумуляции энергии целесообразно использовать наиболее распространенные металлы, склонные к образованию гидридов. На рис. 1 приведен структуры гидридов алюминия для различных кластеров атомов алюминия.

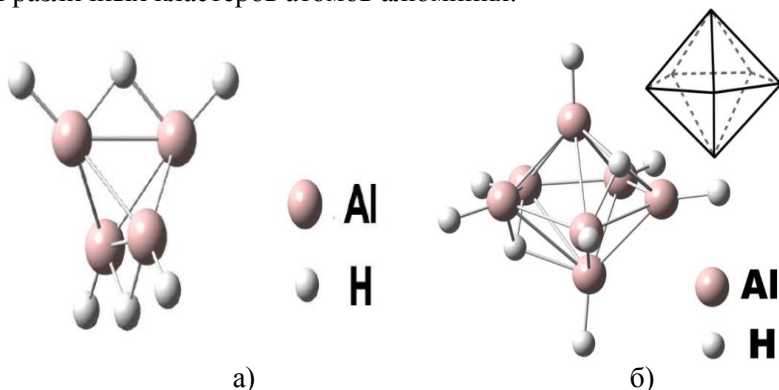


Рис. 1. Структуры гидридов алюминия для различных кластеров:
а) Al_3H_6 ; б) Al_6H_9

При выборе того или иного варианта модификации необходимо проведение дополнительного исследования по термодинамической устойчивости компонентов. Необходимым условием осуществления качественного эксперимента является разработка систем его планирования. Планирование эксперимента осуществлялось на основе анализа зависимостей основных кинетических параметров технологических процессов и их корреляции в условиях, определяемых реальными границами отклонений.

Для определения количественных характеристик физико-механических и физико-химических свойств материалов и их изменений в процессе электрохимического формообразования при планировании эксперимента осуществляется выбор числа и условий проведения опытов для полного решения задачи с требуемой точностью. Это необходимо для сокращения числа исследований до рационального минимума. Алгоритм решения этой задачи в общем виде для типовых

электрохимических процессов может быть представлен в виде системы (рис. 2).



Рис. 2. Алгоритм решения задачи по планированию эксперимента

Одной из главных задач при планировании эксперимента является определение основных параметров (параметров первого порядка),

определяющих качество и кинетические характеристики технологических процессов. Для их определения необходимо проведение экспериментальных исследований по аналогичным типовым процессам. Другой, но менее значимой задачей является определение взаимосвязи и функциональных зависимостей между основными параметрами процесса и физико-химическими свойствами объектов исследований. При планировании эксперимента необходимо определиться и с границами изменения параметров, чтобы исключить проведение опытов, результаты которых не могут быть использованы для разработки новых технологий. Исходя из вышесказанного и на основе анализа литературных источников, в качестве основных параметров были выбраны: плотность тока, химический состав электролита и скорость электрохимического процесса.

При определении параметров импульсного тока (частоты следования импульсов, их длительности и скважности) нижний предел частоты следования определяется из условий обеспечения стабильного состояния системы электрод-электролит, а верхний предел и длительность импульса должны обеспечивать возможность разряда потенциалопределяющего иона. При выборе значения скважности импульсов основным условием являлось обеспечение возможности сохранения поверхности электрода в активном состоянии.

Для определения экстремальных точек на кривых зависимостей применялось их дифференцирование непосредственно в ходе эксперимента. Как показывают опытные данные сопоставимость результатов эксперимента с теоретическими выкладками тем выше, чем меньше отклонение от среднего значения, полученного в результате статистических исследований. В конечном итоге апробация данной системы подтвердила результаты измерений максимальных отклонений в произвольно выбранных интервалах.

Рассматривая электрохимические системы в общем случае, как объекты, содержащие электроды, на которых протекают окислительно-восстановительные реакции, мы даже в идеализированном варианте вынуждены учитывать взаимодействие полей (электрических, гравитационных, тепловых и других полей), определяющих кинетику электродных реакций.

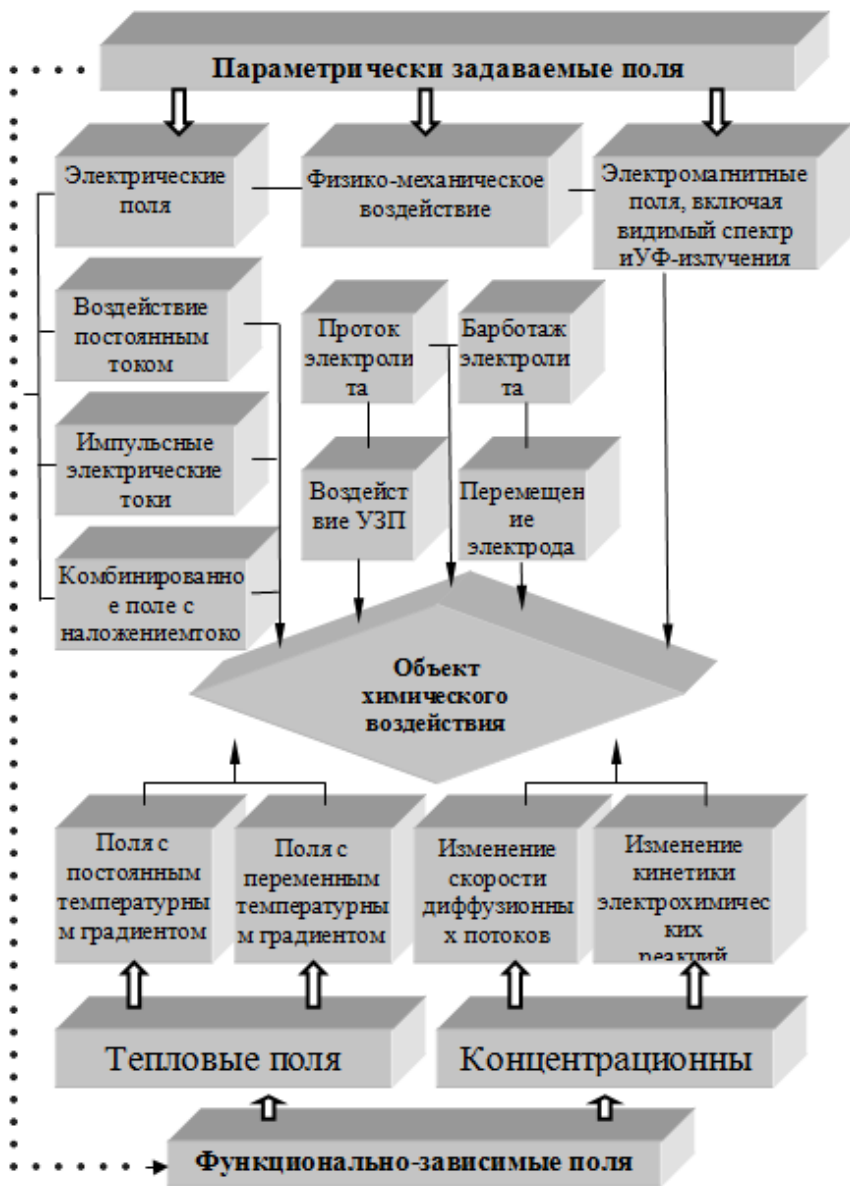


Рис. 3. Классификация параметрически задаваемых и функционально-зависимых полей

По природе возникновения поля можно разделить на параметрически задаваемые (электрическое, ультразвуковое, электромагнитное, светолучевое) и функционально-зависимые. Хотя такое разграничение не исключает наличие у них того или иного вида обоих признаков. Например, при заданном градиенте напряженности электрического поля, данный градиент может иметь различные значения на отдельных участках в пространстве между электродами, вследствие изменения температуры, электропроводности или концентрации вещества. Предлагаемая система классификации полей различной природы воздействия представлена на рис. 3.

Указанные на рисунке стрелками направления определяют наиболее типичные виды взаимодействия полей. Например, питание электродной системы постоянным током создает предпосылки для возникновения температурных полей с переменными градиентами температур и, как правило, способствует возникновению диффузионных ограничений в зоне электродной реакции. Соответственно, использование импульсного электролиза с принудительным протоком электролита обеспечивает устойчивую работу электродной системы с постоянными градиентами температурных и концентрационных полей.

Реализация механизма взаимодействия полей определяется характером технологического процесса. В гальванотехнологиях для их интенсификации используют, как правило, импульсные режимы электролиза и физико-химическое воздействие на электродные системы. Использование проточного электролита для этих технологий является редким исключением (процессы хромирования). Наоборот, для ЭХРО металлов применение проточного электролита является неременным условием осуществления этого процесса. Наиболее существенно влияют на кинетику электродных реакций электрические, температурные и концентрационные поля [2, 3]. Так как в процессе электрохимических реакций, тепловые эффекты которых зависят от параметров электролиза, наблюдается изменение условий тепломассопереноса, то необходимо, прежде всего, выяснить характер источников тепловыделения и их распределение в пространстве электрохимической системы.

Выбор той или иной кластерной структуры гидрида алюминия определяет температурный режим извлечения водорода из аккумулятора. И именно требованиями конечного потребителя будет определяться вариации химической структуры материала гидридного аккумуля

мулятора и режимы его электрохимической обработки.

Литература

1. Jorn Cordes. Neue Nanomaterialien zur Wasserstoffspeicherung: Eine neue Klasse von Aluminiumhydriden. Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades Doktor der Naturwissenschaften (Dr. rer. nat.). Konstanz. 2009.

2. Ньюмен Дж. Электрохимические системы. М.: Мир, 1977. – 464 с.

3. Феттер К. Электрохимическая кинетика. М.: Химия, 1967. – 856 с.

¹АО «Научное конструкторско-технологическое бюро «Феррит», г. Воронеж

²ФГКОУ ВПО «Воронежский институт МВД России»

³Сербская Королевская Академия Наук, г. Белград, Сербия

⁴ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»

⁵ООО «Диосвет», г. Воронеж

**Ю.Н. Шалимов¹, В.И. Кудряш², Д.Л. Шалимов¹, М. Лутовац³,
А.В. Звягинцева⁴, С.А. Соколов⁵**

КЛАСТЕРНЫЕ СТРУКТУРЫ АЛЮМИНИЯ В СИСТЕМАХ АККУМУЛИРОВАНИЯ ВОДОРОДНОГО ТОПЛИВА

Рассмотрены вопросы аккумулирования водорода на основе кластерных структур алюминия. Показан алгоритм планирования эксперимента для решения задачи по выбору структуры гидридов алюминия для обеспечения аккумулирующих свойств. В работе рассмотрена классификация параметрически задаваемых и функционально-зависимых полей, которые необходимо учитывать при планировании эксперимента по созданию систем, способных к окклюзии водорода

Ключевые слова: структуры гидридов алюминия, кластеры, системы аккумулирования водорода, планирование эксперимента, параметрические поля

¹Акционерное общество «Научное конструкторско-технологическое бюро «Феррит», г. Воронеж

²Федеральное государственное казенное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Воронежский институт МВД России»

³Сербская Королевская Академия Наук, г. Белград, Сербия

⁴Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Voronezh State Technical University»

⁵Общество с ограниченной ответственностью «Диосвет», г. Воронеж

УДК 544.6.076

Н.В. Архипова, А.М. Михайлова, Н.Н. Ковынева

ТВЕРДОТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ СЕНСОРЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СЕРОСОДЕРЖАЩИХ ГАЗОВ

Статья посвящена разработке и исследованию газовых сенсоров на основе твердофазных электрохимических систем. Предложены механизмы функционирования исследуемых газовых сенсоров, а также определены основные рабочие характеристики газоанализаторов в диапазоне температур и влажности

Ключевые слова: газовый сенсор, твердофазные электрохимические системы, твердый электролит, сероводород, диоксид серы

В настоящее время для решения ряда экологических проблем, связанных с мониторингом состояния атмосферы, обязательным условием является возможность использования дешевых, стабильных и малогабаритных сенсоров. Сочетанием перечисленных характеристик обладают газовые сенсоры – твердотельные чувствительные элементы, способные изменять свои свойства в зависимости от состава окружающей среды.

Определение серосодержащих газов имеет большое значение для эффективного регулирования процессов в химической, нефтехимической и энергетической промышленности, изучения геохимических процессов и других областях. В связи с этим, актуальной задачей является разработка и исследование сенсоров на серосодержащие компоненты для анализа и контроля газовых сред.

В работе рассмотрены твердотельные потенциометрические газовые сенсоры, в основе функционирования которых лежит использование электрической цепи: чувствительный электрод / твердый электролит / электрод сравнения. Если потенциал электрода сравнения не

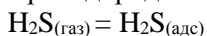
зависит от состава газовой фазы, а потенциал чувствительного электрода является функцией концентрации определяемого газообразного вещества, то ЭДС цепи может служить мерой изменения этой концентрации.

Цель работы заключается в исследовании поведения электрохимических ячеек с твердыми электролитами в газовой среде H_2S + воздух и SO_2 + воздух и возможности их использования в качестве газовых сенсоров.

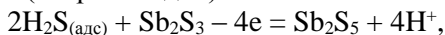
В чувствительном элементе на сероводород в качестве рабочего электрода был использован сульфид сурьмы (III) Sb_2S_3 , вспомогательного электрода – $Ni(OH)_2$ и твердого электролита (ТЭЛ) с проводимостью по ионам натрия – Na^+ - β -глинозем.

Концентрационная зависимость ЭДС сероводородного сенсора носит нернстовский характер в интервале концентраций $1 - 10^{-4}$ % (об.). Из литературы известно, что изотерма адсорбции, характерная для хемосорбции сероводорода на PbS , соответствует виду концентрационной зависимости ЭДС сенсора. Наблюдается качественное соответствие между адсорбционными и электрохимическими данными.

Сенсор может работать по излагаемой ниже схеме. Первой стадией является хемосорбция сероводорода на рабочем электроде:



Далее можно предполагать протекание следующей электрохимической реакции (вторая стадия):



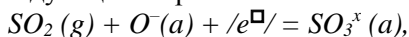
которая сопровождается дегидрированием сероводорода и реакцией обмена H^+ на Na^+ в твердом электролите и встраиванием S^{2-} в структуру рабочего электрода.

ЭДС предлагаемого сенсора практически не зависит от относительной влажности окружающей среды, интервал определяемой концентрации сероводорода в диапазоне температур $+10 \div +60$ °C составляет $10^{-5} \div 10^{-1}$ % (об.) [1-3].

В сенсоре на диоксид серы в качестве рабочего электрода используется оксид свинца PbO , вспомогательного электрода – $Ni(OH)_2$ и ТЭЛ – сульфосалициловая кислота.

Электрохимическое поведение рабочего электрода определяется в первую очередь адсорбционными и каталитическими свойствами. Оксид свинца (II) является полупроводником р-типа, содержащим

дырки $/e^{\square}/$, и на его поверхности имеется некоторое число химически адсорбированных кислородных частиц, поэтому диоксид серы может адсорбироваться следующим образом:



где значок, a обозначает адсорбированные ионы или нейтральные частицы, g - газовую фазу, x - электрически нейтральное состояние.

Хемосорбция приводит к ослаблению поля в граничном слое объемного заряда из-за исчезновения в эквивалентных количествах отрицательных поверхностных и положительных объемных зарядов. При этом образование активированного комплекса состоит в переходе электрона из иона кислорода O^- в решетку катализатора. Можно предположить наличие на поверхности оксида свинца нескольких форм сорбированного SO_2 . Реакция является потенциалопределяющей.

Влияние влажности на чувствительность твердотельного сенсора на диоксид серы ощущалось ниже 80 отн. %, что, вероятнее всего, обусловлено спадом протонной проводимости сульфосалициловой кислоты. Регенерация сенсора производилась посредством продувки воздухом из компрессора в течение 5-10 мин. Для изготовленных образцов интервал определяемой концентрации диоксида серы в диапазоне температур $+10 \div +60$ °C составляет $10^{-5} \div 10^{-2}$ % (об.) [4-5].

Таким образом, разработаны твердотельные газовые сенсоры для определения содержания сероводорода и диоксида серы в воздухе, функционирующие в диапазоне температур $+10 \div +60$ °C и обладающие высоким быстродействием, а также длительным сроком службы (до 3 лет).

Литература

1. Патент №2114425 РФ, МПК: 6G 01N 27/30 А, 6G 01N 27/407 В. Электрохимический газоанализатор для определения сероводорода в атмосфере воздуха / Архипова Н.В., Михайлова А.М., Любасовская М.Л., Ефанова В.В. Заявитель и патентообладатель: Саратовский государственный технический университет. – №96111311/25; заявл. 05.06.1996; опубл. 27.06.1998.

2. Архипова Н.В., Любасовская М.Л., Михайлова А.М. Сенсор для определения сероводорода в атмосфере воздуха // Проблемы экологической безопасности Нижнего Поволжья в связи с разработкой и эксплуатацией нефтегазовых месторождений с высоким содержанием сероводорода: Материалы региональной конференции. Саратов, 1996.

С. 93.

3. Архипова Н.В., Михайлова А.М., Серянов Ю.В. Моделирование процессов работы сенсора на сероводород // Известия Вузов. Сер. Химия и химическая технология. 2000. №5. С. 51-53.

4. Архипова Н.В., Михайлова А.М., Третьяченко Е.В., Ари-нушкина Т.В. Новые принципы построения приборов для экологического мониторинга воздушного и водного бассейнов и замкнутых объемов промышленных производств // Высшее профессиональное образование на железнодорожном транспорте: настоящее и будущее: Материалы международной конференции. М., 2001. С. 405-406.

5. Архипова Н.В., Михайлова А.М., Ковынева Н.Н. Электрохимический сенсор для определения серосодержащих газовых компонентов // Сб. трудов II Междунар. науч.-практ. конф. «Sensorica – 2014» (СПб, 11-13 ноябр. 2015) – СПб: НИУ ИТМО, 2014. – С. 129 – 131.

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

N.V. Arkhipova, N.N. Kovyneva, A.M. Mikhailova

SOLID-STATE ELECTROCHEMICAL SENSORS FOR THE DETERMINATION OF SULFUR-CONTAINING GASES

The article is devoted to research and development of gas sensors based on solid state electrochemical systems. Proposed mechanisms of functioning of the investigated gas sensors and obtained the main performance characteristics of gas analyzers in the range of temperatures and humidity

Key words: gas sensor, solid-phase electrochemical systems, solid electrolyte, hydrogen sulfide, sulfur dioxide

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education

«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

СЕКЦИЯ 5. ЭКОНОМИКО-ПРАВОВЫЕ, ФИЛОСОФСКИЕ
И МЕДИКО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ
ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

УДК 332.54

А.П. Исаченко¹, В.А. Голубенко¹, А.В. Иванов², И.А. Яшков²

СОТРУДНИЧЕСТВО ВУЗОВ И ФАКУЛЬТЕТОВ-ПАРТНЕРОВ
ПО ИННОВАЦИОННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ СОВМЕСТНЫХ УЧЕБ-
НЫХ СТУДЕНЧЕСКИХ ПРАКТИК ПО ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВУ И
ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Приведен пример и рассмотрены перспективы развития сотрудниче-
ства вузов и факультетов-партнеров по совместному проведению учебных
студенческих практик и использованию консалтинга; предложен инноваци-
онный вариант проведения учебных практик при подготовке кадров для зем-
леустроительной отрасли

Ключевые слова: землеустройство, совместное проведение учебных
практик

Сбалансированное развитие аграрного сектора экономики до-
стигается при построении устойчивой системы землепользования и
землевладения на основе правильной организации, рационального ис-
пользования всех земельных угодий, находящихся в государственном
распоряжении и в личной собственности, при осуществлении обосно-
ванных целевых программ развития сельских территорий. Без квали-
фицированного же выполнения работ по составлению проектов ком-
плексного землеустройства, перераспределения земель, проектов обра-
зования новых и упорядочения существующих земельных участков
сельскохозяйственного назначения и их межевания - не реалистично
обеспечить выполнение законодательных актов в области земельных
преобразований и достичь целесообразного порядка на землях. Прак-
тически же решать многие задачи землеустроительного обеспечения
можно научиться только в государственных вузах, где студентов хо-
рошо обучают теоретически, а закрепляют полученные знания и навы-
ки на учебных, производственных практиках [1].

Проведенный анализ ситуации по организации учебных прак-
тик подтверждает, что в этом направлении образовательной деятель-
ности имеются неиспользуемые возможности и ресурсы. Наилучшие

результаты достигаются при сотрудничестве и развитии творческих взаимосвязей между учеными, проектировщиками, с профессиональными учреждениями. Необходимость совершенствования механизма организации и инновационного проведения практик студентов - остаются актуальными.

Именно поэтому на основе Договора о творческом сотрудничестве, представителями факультета «Землеустройство» ФГБОУ ВО «Государственного университета по землеустройству» (ГУЗ) и факультета «Экологии и сервиса» ФГБОУ ВПО «Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.» (СГТУ) было начато совместное проведение практик по почвоведению с геоморфологическими и геоэколого - историческими исследованиями, эколого-хозяйственной оценке территорий как необходимому этапу подготовительных работ к землеустроительному проектированию [2].

В ходе проведения в 2015 году комплексной научно-просветительской экспедиции по Саратовско-Волгоградскому Правобережью «Гагаринский плавучий университет», применен инновационный подход, выразившийся в совместном проведении учебных практик бакалавров двух вузов, обучающихся по направлению «Землеустройство и кадастры». Издательством «Университетская книга» в Москве выпущены путевые фотоочерки. В них раскрыты особенности проведения именно таких практик, при которых получает развитие и относительно новое направление консалтинга - взаимное консультирование преподавателей и студентов сотрудничающих вузов, развивается научно-методическое обеспечение эколого-хозяйственного обследования территорий с учетом особенностей природопользования [3].

Результаты «плавучей» экспедиции, достигнутые при осуществлении программ мобильности студентов и обучения, ориентирующего на получение «двойных дипломов» уже используются коллективом единомышленников при подготовке научно-методического пособия по «Эколого-хозяйственному обследованию и оценке территорий». Данное пособие планируется представить на декабрьском заседании представителей 100 вузов Федерального учебно-методического объединения вузов Российской Федерации и ближнего зарубежья по образованию в области землеустройства и кадастров (ФУМО), использовать при актуализации имеющихся учебных пособий в вузах-партнерах.

Материалы намечаем насыщать наглядными примерами, фотоиллюстрациями, сопровождать лаконичными объяснениями и понятными комментариями, советами, которые формируются в результате многолетних научных исследований на личном положительном опыте производственной, научной, управленческой и педагогической деятельности соавторов; будет предложено инновационное видение путей решения имеющихся проблем в проведении учебных и производственных практик студентов.

Предполагается оригинальное изложение основ почвоведения и минералогии применительно к учебной практике студентов младших курсов, причем с достаточно широким применением понятийно-терминологического аппарата и развитием системы критериально-хозяйственной оценки территории, обеспечения техногенной безопасности. Надеемся, что представители других вузов Поволжья и ЦЧО Российской Федерации с интересом отнесутся и к идее организации летом 2016 на базе СГТУ - Международного научно-методического полевого семинара с рабочим названием «Геонаучные полевые практики и консалтинг при подготовке бакалавров землеустройства». А также к вариантам проведения совместных геоморфологических и геоэколога-исторических обследований земель и к инновациям в организации практик студентов из вузов-партнеров зарубежья, примут участие в последующих этапах научно-просветительских экспедиций «Гагаринский плавучий университет» по реке Волге.

На всех этапах практики используются космо - фотоматериалы в электронном и печатном виде, что позволяет получать дополнительную информацию в процессе маршрутных и камеральных работ, а также контролировать построение схем по полигону на стадии подготовки итогового отчета студенческой бригады по полевой практике. Для закрепления же целостности и синтетичности восприятия обследуемой местности практикантам предлагается составить схематическую геолого-геоморфолого-землеустроительную блок-диаграмму территории, представить её эколого-хозяйственное описание. Немаловажно отметить, что при обследованиях постоянно пополняются учебные коллекции минералов и почв, растений, собираемых в ходе маршрутов; улучшаются экспозиции Музеев вузов-партнеров.

В результате, у практикантов в полевых условиях удастся сформировать единое видение целостной эколого-хозяйственной кар-

тины местности и необходимых мер по обеспечению техногенной безопасности, развивать бережное отношение к природе, отрабатывать навыки землеустроителя и проектировщика, что необходимо для выпускника любого университета, проводящего обучение по направлению «Землеустройство и кадастры», «Техносферная безопасность».

Особенности Саратовских полигонов, природных условий Поволжья и возможности круглосуточного общения студентов с преподавательским составом различных специалистов (землеустроитель, геолог, географ, почвовед, советник) - позволяют на наглядных примерах логично соединить геологическое строение, распределение форм рельефа, историческое освоение территории человеком, землеустроительные действия, ранее имевшие место. А также попытаться дать рекомендации и предложения по землеустроительным, гидротехническим, агролесомелиоративным, агротехническим, рекреационным мероприятиям и целесообразному обустройству обследуемых прибрежных территорий, консалтингу.

Предлагаем коллегам из вузов-партнеров России и зарубежья:

- совместно продолжить изучение Саратовских и других геобъектов, рекреационного потенциала уникальных территорий, актуальных проблем землеустройства и природопользования, подготовки кадров;

- обсуждение актуальных аспектов современного состояния сети поселений и уточнения вариантов перспективного использования прилегающих к полигонам вузов и НИИ уникальных территорий с учетом историко-землеустроительных особенностей и техногенных проявлений, условий природопользования, др.;

- партнерство в совершенствовании методического пособия по «Эколого-хозяйственному обследованию и оценке территорий с учетом особенностей природопользования»;

- направить усилия на получение грантов для целей улучшения проведения совместных учебных и производственных практик студентов, стажировок аспирантов, обмена учеными и преподавателями.

Считаем, что вместе сможем выработать конкретные предложения и меры по совершенствованию научной, учебной и инновационной деятельности по проблемам землеустройства, почвоведения, экологии и природопользования; способствовать целенаправленному отбору абитуриентов и улучшению подготовки высококвалифициро-

ванных кадров; улучшению проведения практик студентов, магистрантов; восстановить стажировки преподавателей и молодых ученых - в рамках программы мобильности студентов и отдельных соглашений [2].

Необходимо и впредь апробировать инновационные формы сотрудничества, ориентирующие на общее улучшение проведения не только полевых учебных, но и производственных практик для студентов вузов-партнеров Российской Федерации и зарубежья [1, 2, 3].

Литература

1. Исаченко А.П., Колмыков А.В., Папаскири Т.В., Голубенко В.А. Новый подход к подготовке землеустроительных кадров на основе международного сотрудничества //Вестник Белорусской гос. сельхоз. академии. Научно-методический журнал. - Горки, 2014. - № 4. - С. 172-176.

2. Яшков, И.А., Иванов, А.В., Виноградова, Т.Н. Банновский научно-образовательный полигон СГТУ имени Ю.А. Гагарина. - Саратов: Изд-во СГТУ, 2014.

3. Иванов А.В., Яшков И.А., Коковкин А.А., Исаченко А.П. Научно-просветительская экспедиция по Саратовско-Волгоградскому Правобережью «Гагаринский плавучий университет». Путевые фото-очерки. М.: Изд-во «Университетская книга», 2015. - 200 с.

¹ФГБОУ ВПО «Государственный университет по землеустройству (ГУЗ)», г. Москва

²ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

A.P. Isachenko¹, V.A. Golubenko¹, A.V. Ivanov², I.A. Yashkov²

COOPERATION OF UNIVERSITIES AND FACULTIES PARTNERS ON INNOVATIVE JOINT TRAINING STUDENT PRACTICE LAND AND SAFETY TECHNOSPHERE

An example is given and the prospects of development of cooperation of universities and faculties partner for joint training of student practices and the use of consulting services; proposed an innovative version of the educational practices in training for the land use planning industry

Key words: land use planning, joint training practices consulting

¹Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education «Gosudarstvennyy University of Land Management (GOOSE)», Moscow

²Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Saratov State Technical University named after Yuri Gagarin»

УДК 378.14

П.И. Красников, В.К. Бурков, Ф.А. Макуакуа

СИСТЕМА БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ТЕХНОСФЕРЕ

Статья посвящена необходимости разработки путей совершенствования системы безопасности техносферы

Ключевые слова: система безопасности, техносфера, самосохранение

В наиболее общем виде определять безопасность следует как защищенность интересов и как способность к самосохранению. В этом случае объектом безопасности будет не триада личность, общество, государство, а этногеоэотосистема, включающая народы России, их территорию и уклад жизни, так как главная цель – самосохранение и приумножение [1, 2].

В целевых федеральных законах конкретизируются и уточняются упомянутые выше определения. Так, Федеральный закон от 21.12.1994 г. № 69-ФЗ определяет пожарную безопасность как «состояние защищенности личности, имущества, общества и государства от пожаров». А Федеральный закон от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ нормирует риск гибели в них так, что ее допустимая вероятность для двух и более граждан должна быть в десять раз больше, чем для одного?! Федеральный закон от 9.02.2007 г. № 16-ФЗ трактует транспортную безопасность как «защищенность жизненно важных интересов личности, общества и государства от актов незаконного вмешательства».

Факторы происшествий – непреднамеренные ошибки людей, отказы техники и неблагоприятные для них внешние воздействия, доля которых примерно 96 % от всех причин происшествий. Что же касается риска, то один погибший не может быть на порядок ценнее нескольких.

В Системе безопасности труда, и в менеджменте риска уста-

новлены стандарты возникновения рисков. Так, два стандарта первой системы (ГОСТ 12.1.010-76 и ГОСТ 12.3.047-98) устанавливают одинаковую вероятность возникновения пожара/взрыва (10^{-6} /один в год). При этом должны учитываться последствия и затраты на предупреждение, которые сильно отличаются для разных взрывопожароопасных производств и технологических процессов, а основополагающий ГОСТ Р 51897-2002 второй системы трактует риск как «сочетание вероятности события и его последствий». В Федеральном законе от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ его называют «вероятностью наступления события, имеющего неблагоприятные последствия...», а в Федеральном законе от 27.12.2002 г. № 184-ФЗ – «вероятностью причинения вреда жизни или здоровью граждан. В ГОСТ Р 50779.10-2000 (Вероятность и основы статистики) – это «действительное число в интервале от 0 до 1, относящееся к случайному событию».

Недостижимость столь малой нормативной вероятности вытекает из ее сопоставления с реальной статистикой: деление числа ежегодно гибнущих в России от взрывов и пожаров на численность нашего населения дает $(110 \pm 7) \times 10^{-6}$, что более чем в сто раз выше этой нормы. То есть затратность и сложность решения этой проблемы очевидны. Неприемлемость же одинаково допустимой вероятности взрыва на разных взрывоопасных производствах можно подтвердить, сравнив его последствия и затраты на предупреждение, допустим, на АЭС с реактором чернобыльского типа и в столярной мастерской или автоматической минимельнице.

Таким образом, подобное состояние дел, снижает результативность подготовки специалистов техносферы.

Совершенствование системы безопасности необходимо начать с обоснования объекта и предмета деятельности в сфере безопасности, определив в качестве современных требований «Перечень критических технологий», точнее – имеющиеся технологии:

1. Снижения риска и уменьшения последствий природных и техногенных катастроф;

2. Обеспечения защиты жизнедеятельности населения и опасных объектов при угрозах террористических проявлений.

При этом под «опасностью» необходимо понимать возможность причинения ущерба; под «ущербом» – результат или меру изменения, делающего что-либо менее пригодным для применения по

назначению. Под «риском» – меру опасности, указывающую и на возможность причинения ущерба, и на его ожидаемую величину. А под предпосылками «катастроф» и «террористических проявлений» – случайные события (отказ техники, ошибочное или умышленное действие человека, нерасчетное внешнее воздействие).

При таком подходе объектом безопасности является система «человек-машина-среда», а предметом – объективные закономерности появления и снижения ущерба при её функционировании. Данный подход может обеспечить требуемую системность, которая необходима любому специалисту в области безопасности. Ведь он должен одновременно иметь дело и с источниками угроз, и с их потенциальной жертвой.

Обоснованность выбора человекомашиной системы подтверждается тем, что этот объект:

1. Включает и носителя угроз, и их возможные жертвы;
2. Его компоненты являются источником всех типов предпосылок техногенного происшествия: человек — ошибок, машина — отказов, среда – нерасчетных внешних воздействий;
3. Функционирование системы можно уподобить проведению любых технологических процессов, включая безлюдные и немеханизированные, то есть без человека и машины, в качестве частных случаев.

Обоснованность предмета определена общепринятостью его трактовки через «объективные закономерности» (в нашем случае – причинения ущерба), выявляемые теоретиками и реализуемые практиками. Что же касается профессиональной безопасности, то эту категорию логично определять как способность человекомашиной системы сохранять при функционировании состояния с минимальным риском техногенных происшествий и иных вредных выбросов накопленного там энергозапаса.

Предложенное толкование этих трех категорий позволит разработать не только адекватный их содержанию государственный образовательный стандарт, но также соответствующие ему примерные учебные планы и программы основных обязательных дисциплин технических учебных заведений. Естественно, что они должны включать новейшие математические и машинные методы системного, анализа техногенно-природных катастроф и системного синтеза мер по снижению их риска на основе моделирования и программно-целевого ме-

неджмента, а их изучению должны предшествовать столь же обстоятельные циклы гуманитарных, социально-экономических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин.

Если точнее, то сфера профессиональной компетентности специалистов должна включать объективные закономерности:

а) не только появления отдельных предпосылок типа «ошибка», «отказ», «нерасчетное внешнее воздействие» и образования из них причинной цепи техногенно-природного происшествия;

б) но и последующего неконтролируемого истечения, распространения и превращения, аварийно высвободившегося энергозапаса в новой среде, а так, же разрушительного воздействия соответствующих потоков на незащищенные от них объекты.

Современная система техносферной безопасности должна определять:

1. Какие должны быть свойства людей, техники и их окружение;

2. Какие состояния, дефекты и воздействия этих компонентов человекомашиной системы могут стать предпосылками возможных происшествий;

3. Какие факторы окружающей среды будут оказывать доминирующее влияние на поведение аварийно высвободившегося энергетического запаса и образование основных и дополнительных опасных факторов;

4. Как, когда и в какой форме может проявляться и изменяться поражающий эффект в зависимости от стойкости или защищенности конкретных потенциальных жертв;

5. Какими могут быть размеры обусловленного этим прямого и косвенного ущерба с учетом как реальных параметров человекомашиной системы и их связей с окружением, так и возможных сочетаний подобных характеристик?

Отсюда следует, что необходимо отказаться от практики переименований «гражданской обороны и охраны труда» вначале в «безопасность жизнедеятельности», затем – «ноксологию» или «техносферную безопасность», а перейти к совершенствованию системы безопасности с учетом современных требований и новейших достижений. Необходимо совершенствовать научное обеспечение национальной безопасности России, так как данная сфера является более общей, а

выявленные выше ее недостатки станут препятствием для внедрения предложенных инноваций. В качестве первого шага следовало бы поделить ее на такие два крупных сегмента, как «информационно-психологическая» и «производственно-экологическая» безопасности, имея в виду, что первая должна доминировать в гуманитарной, естественнонаучной и в инженерно-технической сферах жизнедеятельности.

Загрязнение окружающей среды – запущенная болезнь, порожденная активной техногенной деятельностью человека при развитии и усложнении цивилизации, а также и в результате военной деятельности. В этой связи имеются проблемы возможного дальнейшего причинения ущерба природной среде и в целом выживанию человечества, которые не ограничиваются государственными границами.

Несмотря на колоссальные экологические резервы биосферы, антропогенные воздействия нарушают экологическое равновесие в природе и создают отрицательные последствия для экологической безопасности и здоровья человека. Изучение антропогенных негативных последствий и изменений в состоянии окружающей среды является главной задачей мониторинга.

Антропогенные воздействия распределены по земному шару крайне неравномерно. В одних местах Земного шара они почти отсутствуют, а в других районах достигли высокого уровня, и первоначальные экосистемы, рельеф и характер местности изменены полностью (при открытых разработках месторождений, интенсивном ведении сельского хозяйства и развитии промышленности, на военно-промышленных комплексах). Названные факторы настоятельно требуют дальнейшего совершенствования системы безопасности жизнедеятельности человека в техносфере.

Литература

1. Белов П.Г. Системный анализ и моделирование опасных процессов в техносфере. - М.: изд. Центр «Академия», 2003. - 512 с.
2. Красников П.И., Красникова О.П., Чабала Л.И. Геоэкологическая культура авиационного специалиста. Монография. Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА им. пр. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», 2014. - 248 с.

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского

и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

P.I. Krasnikov, V.K. Burkov, F.A. Makuakua

TECHOSPHERE SAFETY SYSTEM

The article is devoted to the ways of technosphere safety system improvement

Key words: safety system improvement, technosphere, self-protection

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

УДК 541.183 (504.75)

И.Н. Мельников, М.Ю. Захарченко, С.Я. Пичхидзе

ИННОВАЦИИ В РАЗРАБОТКЕ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ ЧЕЛОВЕКА ОТ ПАРОВ РТУТИ

В статье описываются простейшие средства защиты органов дыхания от вредных веществ, при использовании в защитных масках дополнительных тканевых слоев на адсорбционно-каталитической основе

Ключевые слова: пары ртути, защита органов дыхания, защитная маска, адсорбционно-каталитическая основа

Настоящее исследование направлено на решение важной научной задачи обеспечения экологической безопасности человека при обращении с ртутью и её соединениями, а также с ртутьсодержащими отходами, внедрение в производственно- хозяйственную деятельность ряда предприятий страны защитных масок от отравления сотрудника парами ртути [1-10].

Предлагаемое решение обеспечивает: 1. Повышение безопасности органов дыхания человека; 2. Обеспечение универсальности защитных масок и повязок; 3. Увеличение длительности защитного действия устройства; 4. Расширение возможности использования устройства в условиях повышенной влажности. Известно, что ртуть и ее пары обладают способностью растворять в себе многие металлы, образуя с ними частью жидкие, частью твердые сплавы, называемыми амальгамами. При этом получают химические соединения ртути с металлами.

ми. Особенно легко образуется амальгама золота, вследствие чего золотые изделия не должны соприкасаться с ртутью, также ртуть и пары ртути взаимодействуют с медью. На этом основании был модифицирован фильтрующий материал обычной защитной маски частицами меди. Размер частиц меди составлял 50-100 мкм [5], которые получали путем абразивной обработки брусков меди с последующим просеиванием через молекулярные сита на пористую тканевую поверхность, предварительно обработанную акриловым лаком или водостойким клеем. Если нанесение частиц меди осуществлять спустя несколько секунд после частичного подсыхания лака или клея, то при этом лак или клей не будут укрывать полностью частицы меди и сохранят их активность в отношении паров ртути.

Данная методика пригодна и для других пропиток марлевых повязок для защиты от некоторых вредных веществ. Особенно актуальны вопросы защиты населения, пожарных и органов дознания, проводящих пожарно-техническую экспертизу от монооксида углерода (угарного газа). С этой целью наряду с частицами меди и угля могут быть использованы катализаторы (соединения палладия, меди, платины), позволяющие переводить монооксид углерода в менее опасный диоксид. При использовании данных масок в условиях высоких температур (эвакуация населения из горящих объектов, при оцеплении горящих объектов для предотвращения попадания в них населения, при ликвидации лесных пожаров) пористые материалы следует обрабатывать огнезащитными лаками и другими антипиренами. В некоторых случаях это позволит сохранить целостность маски при ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в условиях высоких температур. Необходимо отметить, что пожарозащитными свойствами могут обладать не только лаки, но и красящие составы, к примеру, огнезащитные краски по металлу [1].

Другой способ модификации защитных масок может быть выполнен нанесением готовых растворов лаков и клеевых составов, содержащих катализаторы, адсорбенты и антипирены для предотвращения попадания в организм пострадавших опасных веществ.

Очистка воздуха основана на том, что пары ртути, находящиеся в воздухе адсорбируются на модифицированной частицами меди поверхности, таким образом, подвергаются связыванию, химическому взаимодействию, протекающему между ртутью и медью. Сущность

данного технического решения состоит в том, что в защитной маске содержатся три встроенные гибкие вставки, верхняя наносник служит для лучшего прилегания маски с учетом индивидуальных особенностей носа пользователя. Вторая центральная для оптимальной фиксации формы самой маски, расположена посередине маски горизонтально, а третья вставка состоит из модифицированной частицами меди пористой материи. Данную маску можно использовать и для защиты верхних дыхательных путей человека от различных вирусов и бактерий. Предлагаемое техническое решение рекомендуется для использования людям, работающим в цехах по переработке ртутно-кварцевых и ртутных ламп. Техническими результатами данного предложения являются: - расширение арсенала защитных средств, защитных масок и повязок; - обеспечение защиты человека от отравления парами ртути, монооксида углерода (в случае включения дополнительного слоя пористой материи, модифицированной катализаторами или окислителями монооксида углерода). Технические результаты достигаются за счет использования защитной маски от отравления парами ртути, содержащей нетканый фильтрующий материал прямоугольной формы, приспособления для крепления маски к голове, наносник в виде эластичной двухслойной вставки, вшитой с двух сторон в края длинной стороны нетканого фильтрующего материала прямоугольной формы. А также между слоями вставки – модифицированного частицами меди пористого тканевого материала, вставляемого между слоями вдоль осевой линии, идущей по центру длинной стороны прямоугольника, при этом защитная основа маски может быть выполнена из хлопчато-бумажной ткани.

Концентрации паров ртути в смывах с пористой ткани масок определяли методом рентгенофлуоресцентного анализа. Апробацию масок проводили в учебном тире [11], где использовались штатные патроны к ПМ Макарова, содержащие инициирующее взрывчатое вещество фульминат ртути $\text{Hg}(\text{ONC})_2$, ртутную соль фульминовой (гремучей) кислоты.

Анализ полученных результатов показывает, что модификация защитной маски частицами меди выполняет свою функцию по адсорбции паров ртути и практически полностью защищает пользователя маски от отравления.

Выводы

Результаты проводимого научного исследования позволяют реализовать решение следующих практических задач:

1. Создать систему экологической безопасности человека, осуществляющего трудовую деятельность на предприятиях, связанных с ртутьсодержащими компонентами;
2. Обезопасить сотрудников МЧС и МВД, участвующих при тушении пожаров и проведении пожарно-технических экспертиз в помещениях, оснащенных энергосберегающими осветительными приборами;
3. Предотвратить отравления угарным газом и другими вредными веществами сотрудников МЧС и МВД, выполняющих задачи по тушению пожаров и пожарно-технической экспертизе, при использовании в защитных масках дополнительных тканевых слоев на адсорбционно-каталитической основе.

Литература

1. Актуальные вопросы экспертизы веществ, материалов, изделий и перспективы её развития /И. Н. Мельников [и др.] //Комплексные проблемы техносферной безопасности: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Ч. III. Воронеж, 2014. С. 51–55.
2. Бодягина К.С. К вопросу о детоксикации паров ртути / К.С. Бодягина, Д.В. Кайргалиев, И.Н. Мельников, С.Я. Пичхидзе // Прогрессивные технологии и процессы: сб. науч. ст. 2-й Междунар. молодежной науч.-практ. конф.: в 3-х томах. Курск, 2015. С. 151-154.
3. Захарченко М.Ю. Методы исследования в криминалистическом материаловедении: учеб.-метод. пособие / М.Ю. Захарченко, И.Н. Мельников, Д.В. Кайргалиев; под ред. С.Я. Пичхидзе. Саратов: КУ-БиК, 2015. 193 с.
4. Защитная маска от отравления парами ртути: патент на полезную модель RUS 135880. Оpubл. 31.07.2013 / Лобачева Г.К., Павличенко Н.В., Кайргалиев Д.В., Курин А.А.
5. Защитная маска от отравления парами ртути: патент на полезную модель RUS 143545. Оpubл. 04.04.2014 / Лобачева Г.К., Павличенко Н.В., Кайргалиев Д.В., Курин А.А., Прокофьева Е.В., Рыжиков Д.А.
6. Лобачева Г.К. Защитная маска от отравления парами ртути / Г.К. Лобачева, Д.В. Кайргалиев, А.С. Киосе, Е.В. Прокофьева, А.А. Курин, Н.В. Павличенко // Альманах-2014. Волгоград, 2014. С. 107-

113.

7. Лобачева Г.К. Обеспечение безопасности сотрудников правоохранительных органов на огневом рубеже / Г.К. Лобачева, Д.В. Кайргалиев, А.С. Киосе, Е.В. Прокофьева, О.В. Воронцова // Альманах-2015. Волгоград, 2015. С. 205-211.

8. Мельников И.Н. Защитная маска от отравления парами ртути / И.Н. Мельников, Г.К. Лобачева, Д.В. Кайргалиев, Э.А. Попова, О.А. Попова, А.И. Кастерина, А.А. Симоганова // Современные биоинженерные и ядерно-физические технологии в медицине: сб. материалов Всерос. молодежной науч. конф. М., 2014. С. 112-117.

9. Мельников И.Н. Защитная маска от отравления парами ртути / И.Н. Мельников, Г.К. Лобачева, Д.В. Кайргалиев, С.Я. Пичхидзе // Перспективное развитие науки, техники и технологий: сб. науч. ст. IV Междунар. науч.-практ. конф. Курск, 2014. С. 223-225.

10. Мельников И.Н. Защитная маска от отравления парами ртути / И.Н. Мельников, Г.К. Лобачева, Д.В. Кайргалиев, С.Я. Пичхидзе, Э.А. Попова, О.А. Попова // Комплексные проблемы техносферной безопасности. Воронеж, 2014. С. 99-104.

11. Третьяков В.И. Полезная модель. Защитная маска / В.И. Третьяков, Г.К. Лобачева, Н.В. Павличенко, Д.В. Кайргалиев, А.А. Курин // Альманах-2013. Юбилейный выпуск; Под ред. Г. К. Лобачевой. Волгоград, 2013. С. 138-145.

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

I.N. Melnikov, M.Yu. Zakharchenko, S.Ya. Pichhidze

INNOVATIONS IN THE DEVELOPMENT OF MEANS OF PROTECTION OF RESPIRATORY ORGANS OF MAN FROM MERCURY VAPOR

The article describes the simplest means of respiratory protection from harmful substances, when used in protective masks additional fabric layers on the adsorption-catalytic basis

Key words: mercury vapor, respiratory protection, protective mask, adsorption and catalytic base

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
«Saratov State Technical University named after Yuri Gagarin»

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В связи с безопасностью человека возникает проблема безопасности объектов техносферы, появление которых связано со стремлением людей к большей защите от неблагоприятных условий внешней среды, к лучшим условиям жизнедеятельности (более полному удовлетворению потребностей). Но однажды, появившись и став необходимым элементом жизнедеятельности людей, человечество, именно в силу этого, вынуждено защищать их от внешних воздействий, так как их утрата приведет к вреду для людей. Кроме того, в случае аварий объектов техносферы, также формируются негативные факторы.

В настоящее время на Земле возникли зоны повышенного загрязнения биосферы, что привело к ее частичной, а в ряде случаев и к полной региональной деградации. Этим изменениям во многом способствовали высокие темпы роста численности населения на Земле (демографический взрыв) и его урбанизация: рост потребления и концентрация энергетических ресурсов; интенсивное развитие промышленного и сельскохозяйственного производства; массовое использование средств транспорта и ряд других процессов.

Специфика современного этапа техногенной цивилизации, его социодинамика характеризуется как:

- процесс усложнения структуры, форм и способов организации техносферы;

- проявление собственных закономерностей, не совпадающих с другими социокультурными закономерностями и с законами природы;

- углубление расхождений между техносферой и другими фрагментами социокультурного пространства;

- возрастание количества непредсказуемых, неконтролируемых последствий технической деятельности.

Определив фундаментальные характеристики и специфику современного этапа техногенной цивилизации, можно сформулировать требования к инженерной деятельности:

- высокий динамизм производства, быстрое его обновление,

появление новых видов инженерно-технической деятельности потребовали профессиональной мобильности, умения быстро переучиваться и приобретать новые знания, психической и физической устойчивости;

- такие новые направления инженерной деятельности, как вычислительная техника,

- компьютерные технологии требуют от специалиста высококоразвитых умений отбирать и анализировать информацию, принимать на ее основе конструктивные решения;

- задача логической формализации и математического описания процессов требуют от исследователя умения конкретизировать свое представление об объекте, строго организовывать относящуюся к нему информацию, выделять структуру и междуэлементные взаимосвязи, то есть системности построений.

Человек, решая задачи своего материального обеспечения, непрерывно воздействует на среду обитания своей деятельностью и продуктами деятельности (техническими средствами, выбросами различных производств), генерируя в среде обитания антропогенные опасности. Чем выше преобразующая деятельность человека, тем выше уровень и число антропогенных опасностей, вредных и травмирующих факторов, отрицательно воздействующих на человека и окружающую его среду.

Реальная природно-техническая система в своем совместном функционировании базируется на процессах энерго- и массообмена. Со стороны промышленных производств идет поток разнохарактерных техногенных возмущений, которому противодействует реактивный поток со стороны биосферы. Взаимодействие этих потоков обеспечивает уровень антропогенного изменения свойств природных объектов по всей совокупности параметров.

Нет сомнений, что проведенные исследования позволят приблизить решение этой проблемы, уравновесить эти потоки и, тем самым, создать техносферу необходимого качества как по отношению к человеку, так и по отношению к природе.

СОДЕРЖАНИЕ

Введе- ние.....	3
Секция 1. Базовые, специальные и информационные техноло- гии для обеспечения безопасности. Анализ, оценка и технологии сни- жения природного и техногенного риска.....	5
Секция 2. Аэрокосмические, радиоэлектронные, гидрометео- рологические и другие технологии и системы мониторинга и прогно- зирования за состоянием атмосферы, гидросферы и литосферы.....	62
Секция 3. Промышленная экология, очистка сточных вод и га- зовых выбросов. Малоотходные и безотходные технологии и произ- водства. Физический и химический контроль над состоянием окружа- ющей среды.....	103
Секция 4. Вопросы безопасности при применении физических полей, специальных материалов и нанотехнологий.....	188
Секция 5. Экономико-правовые, философские и медико- психологические аспекты техносферной безопасности.....	217
Заключение.....	250

Научное издание

КОМПЛЕКСНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕХНОСФЕРНОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ

Материалы Международной
научно-практической конференции

(г. Воронеж, 12 ноября 2015 г.)

Часть VI

В авторской редакции

Компьютерная верстка
А.В. Звягинцевой

Подписано в печать 07. 12. 2015.
Формат 60x84/16. Бумага для множительных аппаратов.
Усл. печ. л.16,0. Уч.-изд. л.15,2. Тираж 150 экз.
Зак. №

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
технический университет»
394026 Воронеж, Московский просп., 14