



БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Издается с января 2001 г.

Редакционный совет:

БАЛЫХИН Г. А., д.э.н., проф.
 ГРАЧЕВ В. А., чл.-корр. РАН,
 д.т.н., проф.
 ГРИГОРЬЕВ С. Н., д.т.н., проф.
 ДУРНЕВ Р. А., д.т.н., доц.
 ЗАЛИХАНОВ М. Ч., акад. РАН,
 д.г.н., к.б.н., проф. (председатель)
 КЛИМКИН В. И., к.т.н.
 КОТЕЛЬНИКОВ В. С., д.т.н.,
 проф.
 ПРОНИН И. С., д.ф.-м.н., проф.
 РОДИН В. Е., д.т.н., проф.
 СОКОЛОВ Э. М., д.т.н., проф.
 ТЕТЕРИН И. М., д.т.н.
 УШАКОВ И. Б., акад. РАН,
 д.м.н., проф.
 ФЕДОРОВ М. П., акад. РАН,
 д.т.н., проф.
 ЧЕРЕШНЕВ В. А., акад. РАН,
 д.м.н., проф.
 АНТОНОВ Б. И.
 (директор издательства)

Главный редактор

РУСАК О. Н., д.т.н., проф.

Зам. главного редактора

ПОЧТАРЕВА А. В.

Редакционная коллегия:

БЕЛИНСКИЙ С. О., к.т.н., доц.
 ВАСИЛЬЕВ А. В., д.т.н., проф.
 ИВАНОВ Н. И., д.т.н., проф.
 КАЧУРИН Н. М., д.т.н., проф.
 КОСОРУКОВ О. А., д.т.н., проф.
 КРАСНОГОРСКАЯ Н. Н., д.т.н.,
 проф.
 КСЕНОФОНТОВ Б. С., д.т.н.,
 проф.
 КУКУШКИН Ю. А., д.т.н., проф.
 ЛУЩИ С., проф. (Италия)
 МАЛАЯН К. Р., к.т.н., проф.
 МАРТЫНЮК В. Ф., д.т.н., проф.
 МАТЮШИН А. В., д.т.н.
 МИНЬКО В. М., д.т.н., проф.
 МИРМОВИЧ Э. Г., к.ф.-м.н., доц.
 ПАЛЯ Я. А., д.с.-х.н., проф.
 (Польша)
 ПЕТРОВ С. В., к.ю.н., с.н.с.
 СИМАНКИН А. Ф., к.т.н., доц.
 ТОПОЛЬСКИЙ Н. Г., д.т.н., проф.
 ФИЛИН А. Э., д.т.н., доц.
 ФРИДЛАНД С. В., д.х.н., проф.
 ЦЗЯН МИНЦЗЮНЬ, д.т.н.,
 проф. (Китай)
 ШВАРЦБУРГ Л. Э., д.т.н., проф.

8(188)
2016

СОДЕРЖАНИЕ

ОХРАНА ТРУДА

Минько В. М., Евдокимова Н. А., Титаренко И. Ж., Бакарягина А. Формулы условий безопасности 3

ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

Алешков Д. С., Бедрина Е. А. Исследование влияния использования наушников на органы слуха. 8
 Воробьев Д. В., Жернов Ю. В. Экопрофилактика лекарственной болезни в современных спортивно-тренировочных и оздоровительных технологиях 12

ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Яценко И. Г., Перемитина Т. О., Алексеева М. Н. Применение методов дистанционного зондирования для решения проблем сжигания попутного нефтяного газа 15
 Кирсанов В. В. Воздействие атмосферных осадков на качество воздуха приземного слоя. . . 21

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Ильвес Г. Н. Порядок взаимодействия предприятия с подрядными организациями, выполняющими работы на объектах предприятия 24

ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ

Смирнов С. Г., Нестеров Н. С. Особенности проектирования комбинированного глушителя аэродинамического шума энергетических установок 30

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Беззапонная О. В., Алексеев С. Г., Акулов А. Ю., Рыбаков Ю. С., Головина Е. В. Методы прогноза температуры вспышки многокомпонентных жидкостей 36

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

Абалаков А. Д., Шеховцов А. И., Лысанова Г. И., Новикова Л. С. Природные условия жизнедеятельности на территории Хакасии 43
 Двуреченский В. Г., Филонова Е. Н. Пути снижения антропогенной нагрузки на окружающую среду Южного Кузбасса, связанной с отходами агломерации 50
 Имангазин М. К., Соколова Э. И. Исследование травматизма на Аксуском заводе ферросплавов Республики Казахстан 56

ОБРАЗОВАНИЕ

Тимушкин А. В. Подготовка педагогов безопасности жизнедеятельности для работы с лицами с ограниченными возможностями здоровья 62

Журнал входит в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, и включен в систему Российского индекса научного цитирования.



LIFE SAFETY

BEZOPASNOST' ŽIZNEDATEL'NOSTI

The journal published since
January 2001

Editorial board

BALYKHIN G. A., Dr. Sci. (Econ.)
GRACHEV V. A., Cor.-Mem. RAS,
Dr. Sci. (Tech.)
GRIGORYEV S. N., Dr. Sci. (Tech.)
DURNEV R. A., Dr. Sci. (Tech.)
ZALIKHANOV M. Ch., Acad. RAS,
Dr. Sci. (Geog.), Cand. Sci. (Biol.)
KLIMKIN V. I., Cand. Sci. (Tech.)
KOTELNIKOV V. S., Dr. Sci. (Tech.)
PRONIN I. S., Dr. Sci. (Phys.-Math.)
RODIN V. E., Dr. Sci. (Tech.)
SOKOLOV E. M., Dr. Sci. (Tech.)
TETERIN I. M., Dr. Sci. (Tech.)
USHAKOV I. B., Acad. RAS,
Dr. Sci. (Med.)
FEDOROV M. P., Acad. RAS,
Dr. Sci. (Tech.)
CHERESHNEV V. A., Acad. RAS,
Dr. Sci. (Med.)
ANTONOV B. I.

Editor-in-chief

RUSAK O. N., Dr. Sci. (Tech.)

Deputy editor-in-chief

POCHTAREVA A. V.

Editorial staff

BELINSKIY S. O.,
Cand. Sci. (Tech.)
VASILYEV A. V., Dr. Sci. (Tech.)
IVANOV N. I., Dr. Sci. (Tech.)
KACHURIN N. M., Dr. Sci. (Tech.)
KOSORUKOV O. A., Dr. Sci. (Tech.)
KRASNOGORSKAYA N. N.,
Dr. Sci. (Tech.)
KSENOFONTOV B. S.,
Dr. Sci. (Tech.)
KUKUSHKIN Yu. A.,
Dr. Sci. (Tech.)
LUZZI S. (Italy), Prof.
MALAYAN K. R., Cand. Sci. (Tech.)
MARTYNYUK V. Ph.,
Dr. Sci. (Tech.)
MATYUSHIN A. V., Dr. Sci. (Tech.)
MINKO V. M., Dr. Sci. (Tech.)
MIRMOVICH E. G.,
Cand. Sci. (Phis.-Math.)
PALJA Ja. A. (Poland),
Dr. Sci. (Agri.-Cult.)
PETROV S. V., Cand. Sci. (Yurid.)
SIMANKIN A. F., Cand. Sci. (Tech.)
TOPOLSKIY N. G., Dr. Sci. (Tech.)
FILIN A. E., Dr. Sci. (Tech.)
FRIDLAND S. V., Dr. Sci. (Chem.)
JIANG MINGJUN (China), Prof.
SHVARTSBURG L. E.,
Dr. Sci. (Tech.)

8(188)
2016

CONTENTS

LABOUR PROTECTION

Minko V. M., Evdokimova N. A., Titarenko I. J., Bakaryagina A. Formulas Conditions of Safety 3

POPULATION HEALTH

Aleshkov D. S., Bedrina E. A. Investigation of the Effect of Using the Headphone Jack on the Impact on the Hearing Aid 8
Vorobev D. V., Zhernov Y. V. Ecological Prophylaxis of Drug Disease in Modern Sports Training and Health Technologies 12

ENVIRONMENT PROTECTION

Yashchenko I. G., Peremitina T. O., Alexeeva M. N. Remote Sensing Methods Application for Solving Problem of Associated Gas Flaring 15
Kirsanov V. V. The Impact of Precipitation on Surface Air Quality 21

INDUSTRIAL SAFETY

Ilves G. N. Order of Company Interaction with Organizations Contractor that Perform Work for the Company Objects 24

ENGINEERING SOLUTIONS

Smirnov S. G., Nesterov N. S. Design Features a Combined Muffler Aerodynamic Noise Power Installations 30

FIRE SAFETY

Bezzaponnaya O. V., Alexeev S. G., Akulov A. U., Rybakov U. S., Golovina E. V. Methods of Forecasting of Flash Point Multicomponent Liquids 36

REGIONAL PROBLEMS OF SAFETY

Abalakov A. D., Shekhovtsov A. I., Lysanova G. I., Novikova L. S. Natural Living Environment in Khakasia 43
Dvurechensky V. G., Filonova E. N. The Reduction to the Anthropogenic Environmental Stress in the South Kuzbass Agglomeration Caused by Waste 50
Imangazin M. K., Sokolova E. I. Research of Traumatism to Aksu Ferroalloy Plant Republic of Kazakhstan 56

EDUCATION

Timushkin A. V. Training of Life Safety Teachers for the Work with People with Disabilities ... 62

Information about the journal is available online at: <http://novtex.ru/bjd>, e-mail: bjd@novtex.ru

УДК 658.382.3

В. М. Минько, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой, e-mail: mcotminko@mail.ru,
Н. А. Евдокимова, канд. техн. наук, доц., **И. Ж. Титаренко**, канд. техн. наук, доц.,
А. Бакарягина, асп., Калининградский государственный технический университет (КГТУ)

Формулы условий безопасности

Представлен ряд формул, которые могут использоваться для оценки безразмерного коэффициента безопасности условий труда. Учитываются число рабочих мест, число опасных и вредных производственных факторов на рабочих местах, оценки риска в баллах по каждому фактору, число работников, находящихся под воздействием этих факторов, продолжительность воздействия. Представленные формулы могут использоваться при планировании и реализации профилактических мероприятий по снижению производственных рисков.

Ключевые слова: условия труда, коэффициенты безопасности, формулы условий безопасности

Введение

Формулы условий безопасности, указывающие конкретные направления снижения профессиональных рисков, конечно, имеют большое практическое значение. Это понимают многие исследователи, работающие в области обеспечения безопасности жизнедеятельности и, естественно, что таких формул достаточно много. Однако далеко не все из них могут быть использованы для решения практических задач. Известна, например, формула для оценки безопасности полетов [1]:

$$P = 1 - F(\bar{X}, \bar{Y}, \bar{Z}(t), \bar{V}), \quad (1)$$

где P — вероятностный показатель безопасности полетов; \bar{X} — вектор параметров летательного аппарата, реализованный при проектировании; \bar{Y} — вектор управляемых параметров, который может изменять пилот уже в режиме полета; $\bar{Z}(t)$ — вектор неблагоприятных факторов на текущий момент времени полета t , источником которых является сам летательный аппарат; \bar{V} — параметры воздействия внешней среды.

В приведенной формуле все правильно. Однако ее нельзя использовать для практических расчетов, поскольку конкретный набор параметров, от которых зависит безопасность полетов, не указывается.

В настоящее время в России введен ГОСТ Р 12.0.010—2009 "Система стандартов безопасности труда. Система управления охраной труда. Определение опасностей и оценка рисков" [2].

В этом стандарте приводятся формулы для оценки риска. Если под риском R понимается вероятность воздействия опасных и вредных факторов, то вероятность P безопасного выполнения работ будет $P = 1 - R$. Риск предложено оценивать по двум методам (прямому и косвенному). При косвенном методе используется формула:

$$R_i = \Phi(\text{ind}(\Delta_i)), \quad (2)$$

где Φ — функция преобразования (отображения) показателей отклонений $\text{ind}(\Delta_i)$ на пространство рисков R_i .

Оценки уровней безопасности, так же как и оценки рисков, должны подсказывать организациям пути управления, т. е. быть доступными для практического использования. Формула (2) такую возможность не обеспечивает. Трудно представить себе, чтобы организации занимались построениями функций преобразования, которые предполагает формула (2).

Анализ существующих подходов

В настоящее время достаточно активно разрабатываются различные методики по оценке профессиональных рисков. Однако нельзя не учитывать, что целью управления, например, охраной труда является обеспечение безопасности, т. е. такого состояния условий труда, при котором исключаются или минимизируются воздействия опасных и вредных факторов. В стране разрабатывались самые различные количественные оценки состояния условий труда, т. е. безопасности.



Один из наиболее известных подходов получения таких оценок состоял в вычислении отношений

$$K = A_{\text{ф}}/A_{\text{н}}, \quad (3)$$

или

$$K = A_{\text{н}}/A_{\text{ф}}, \quad (4)$$

где K — коэффициент условий труда (применяется ограничение $K \leq 1$); $A_{\text{ф}}$ и $A_{\text{н}}$ — соответственно фактическое и нормативное значения рассматриваемого фактора рабочей среды.

Отношение (3) применяется, если при фактических значениях факторов, таких как освещенность, температура воздуха в холодный период года и др., меньших, чем установленные нормативные значения, безопасность труда снижается. Если же при фактических значениях факторов, таких как шум, вибрация, температура воздуха в теплый период года, вредные излучения, загазованность, запыленность и др., меньших, чем нормативные, безопасность труда повышается, то используется обратное отношение (4).

Главный недостаток изложенного подхода в том, что получаемые оценки уровня безопасности не учитывают физиологических особенностей воздействия на организм человека отклонений от норм различных факторов, особенностей единиц измерений. Отклонение на 10 % от нормативного значения применительно к освещенности рабочего места практически не скажется на здоровье. Однако такое же отклонение по уровню шума, вибрации и некоторым другим факторам будет воспринято человеком как существенное ухудшение условий труда и создаст реальные предпосылки для заболеваний и иных негативных последствий.

Несмотря на отмеченные очевидные недостатки оценок уровней безопасности по отношениям (3) и (4), они и сейчас иногда используются на практике.

Все последовавшие вслед за изложенным подходом новые методы оценки безопасности рабочей среды были направлены на то, чтобы преодолеть указанные недостатки, придать большую "физиологичность" методам оценки. Многие организации, занимающиеся этой проблемой, идут по пути установления каждому конкретному диапазону значений рассматриваемого фактора той или иной категории тяжести труда [2] или класса (подкласса) условий труда [3, 4]. Используются разные оценочные шкалы — от четырех градаций до десяти. Выполненные исследования показывают, что наиболее обоснованным является использование шести градаций (шестибалльная

шкала). Соответствующие исследования были выполнены НИИТруда еще в 70-е—80-е годы прошлого столетия [3]. Чем выше значение балла, тем ниже уровень безопасности по рассматриваемому фактору, выше уровень риска.

Помимо известных табличных подходов [4, 5], значения баллов x для ряда факторов среды могут быть определены по психофизическим формулам [6]. Например, для фактора условий труда "повышенный шум" получено, что:

$$x = 2 \cdot 10^{0,1n_{\text{ш}}(L_{\text{ф}} - L_{\text{пду}})}, \quad (5)$$

где $n_{\text{ш}} = 0,3$ — психофизический коэффициент для шума; $L_{\text{ф}}$ и $L_{\text{пду}}$ — соответственно фактический и предельно допустимый уровень шума.

На рабочих местах условия труда складываются, как правило, под одновременным воздействием нескольких факторов. Для оценки общего уровня безопасности условий труда на рабочем месте $K_{\text{б}}$ различными авторами [3, 7, 8] были предложены следующие выражения:

$$K_{\text{б}} = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n K_i} \quad [7]; \quad (6)$$

$$K_{\text{б}} = 1,2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i / 5n \right) \quad [3]; \quad (7)$$

$$K_{\text{б}} = 1,2 - \left(\sqrt{\sum_{i=1}^n x_i^2 / 5\sqrt{n}} \right) \quad [3]; \quad (8)$$

$$K_{\text{б}} = \frac{x_{\text{max}}}{x_{\text{max}} - 1} \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n \left[\frac{(x_{\text{max}} + 1) - x_i}{x_{\text{max}}} \right]} - \frac{1}{x_{\text{max}} - 1} \quad [8], \quad (9)$$

где K_i — коэффициент безопасности условий труда по i -му фактору; n — число значимых факторов условий труда на рабочем месте; x_i — значение балла, характеризующее состояние условий труда по i -му фактору ($1 \leq x_i \leq 6$); x_{max} — максимальное значение балла, характеризующее крайне неблагоприятное (сверхэкстремальное) состояние условий труда. При шестибалльной шкале $x_{\text{max}} = 6$ баллов.

Важно отметить, что формулы (7)—(9), если все значения баллов x_i , равные единице (риск отсутствует), дают значения коэффициента безопасности условий труда $K_{\text{б}} = 1$ (полное соответствие), если же все баллы $x_i = x_{\text{max}}$, то $K_{\text{б}} = 0$ (полное несоответствие).

Формулы (6)—(9) были одной из первых попыток получить некоторые обобщенные безразмерные оценки состояния условий труда в интервале

(0, 1). Однако эти формулы имеют один весьма существенный недостаток: коэффициент безопасности условий труда определяется как среднее значение тех условий, которые складываются под влиянием каждого значимого фактора. При этом экстремальные условия, складывающиеся под влиянием какого-то одного фактора, могут выравниваться при учете других факторов, имеющих более благоприятные значения. Подобное выравнивание, т. е. определение среднего значения, допустимо только тогда, когда механизм сочетанного действия факторов подчиняется принципу антагонизма. Однако допустимость этого принципа подвергается большим сомнениям в гигиенических исследованиях.

Новые подходы

Более адекватным реальным профессиональным рискам является механизм независимого действия, но при учете влияния каждого значимого неблагоприятного фактора. С учетом этого механизма можно предложить следующие выражения для определения уровня безопасности условий труда:

$$K_{\text{б}} = \prod_{i=1}^n S_i, \quad (10)$$

где S_i — уровень безопасности по i -му фактору, определяемый как

$$S_i = \frac{(x_{\text{max}} + 1) - x_i}{x_{\text{max}}}. \quad (11)$$

Используя выражение (11), получим

$$K_{\text{б}} = \prod_{i=1}^n \frac{(x_{\text{max}} + 1) - x_i}{x_{\text{max}}}. \quad (12)$$

Из соотношения (11) следует: при всех $x_i = 1$ уровень безопасности $S_i = 1$, а при всех $x_i = x_{\text{max}}$ этот уровень ограничен $1/x_{\text{max}}$, т. е. это не нулевое значение, хотя логично требовать, чтобы при максимальном значении балла риска уровень безопасности приближался к нулю. Этому требованию соответствует следующее выражение для уровня безопасности:

$$S_i = 0,2(x_{\text{max}} - x_i). \quad (13)$$

При n независимо действующих факторов коэффициент безопасности условий труда будет определяться исходя из формул (10) и (13) следующим образом:

$$K_{\text{б}} = \prod_{i=1}^n 0,2(x_{\text{max}} - x_i). \quad (14)$$

Сравнение фактических значений частоты профессионально обусловленных заболеваний работников с расчетными значениями риска $R = 1 - K_{\text{б}}$, вытекающими из формул (12) и (14), приводит к выводу о том, что указанные формулы характеризуют уровень безопасности, относящийся ко всему трудовому стажу работников. Это следует еще и из того, что оценки в баллах определяются через соотношение фактических значений факторов с их нормативными значениями. Нормативные же значения обосновываются в гигиенических исследованиях исходя из предположения о продолжительности воздействия факторов, равной трудовому стажу.

При переходе к расчетам, относящимся к одному году, следует исходить из того, что частота заболеваний работников предприятия в каком-либо году, при отсутствии изменений в значениях x_i , практически не зависит от частоты заболеваний в предыдущем периоде. Изменения возможны, в основном, в связи с изменениями условий труда. С учетом этого можно записать:

$$K_{\text{б}} = (1 - R_{\text{г}})^T, \quad (15)$$

где $R_{\text{г}}$ — годовой риск; $T = 25$ лет — трудовой стаж.

Из выражения (15) получаем:

$$R_{\text{г}} = 1 - \sqrt[T]{K_{\text{б}}} \quad (16)$$

или

$$R_{\text{г}} = 1 - \left[\prod_{i=1}^n 0,2(x_{\text{max}} - x_i) \right]^{1/T}. \quad (17)$$

Коэффициент безопасности условий труда, относящийся к одному году, исходя из формулы (17) можно определить следующим образом:

$$K_{\text{б}} = \left[\prod_{i=1}^n 0,2(x_{\text{max}} - x_i) \right]^{1/T}. \quad (18)$$

Для времени работы t имеем:

$$K_{\text{б}} = \left[\prod_{i=1}^n 0,2(x_{\text{max}} - x_i) \right]^{t/T}. \quad (19)$$

Предположим условия труда на рабочем месте формируются под влиянием трех факторов, которые оцениваются в баллах: $x_1 = 2$; $x_2 = 4$; $x_3 = 2$. Подставляя эти значения в формулу (18) и принимая $x_{\text{max}} = 6$, имеем $K_{\text{б}} = (0,8 \cdot 0,4 \cdot 0,8)^{1/25} = 0,95$. Уровень профессионального риска, относящегося к одному году, согласно формуле (17) составит



$R_r = 1 - 0,95 = 0,05$. По отношению к времени работы, равному трудовому стажу ($t = 25$ лет), из формулы (19) получаем $K_6 = 0,8 \cdot 0,4 \cdot 0,8 = 0,26$, т. е. уровень безопасности существенно ниже в сравнении с $t = 1$ год.

Важно отметить, что формулы (17)–(19) позволяют получить важные прогнозы относительно уровня безопасности условий труда, а также риска в зависимости от числа формирующих факторов n , значений балльных оценок x_i , времени работы t и наметить соответствующие профилактические мероприятия.

Однако при всей важности приведенных формул следует все же указать, что они характеризуют условия труда на рабочем месте, но не во всей организации, которая может состоять из m рабочих мест с общей численностью работников $\sum_{j=1}^m N_j$, где N_j — число работников на j -м рабочем месте.

По итогам аттестации рабочих мест, ныне проводимой специальной оценки условий труда, либо в ходе специальных исследований организации имеют возможность определить интенсивность риска воздействия опасных и вредных производственных факторов (коллективный или социальный риск)

$$R = \sum_{j=1}^m \left(\sum_{i=1}^{n_j} x_{ij} \right) N_j, \quad (20)$$

где m — число рабочих мест в организации; n_j — число значимых факторов условий труда на j -м рабочем месте; x_{ij} — оценка риска в баллах для i -го фактора на j -м рабочем месте.

Используя значения R , получим безразмерный обобщенный коэффициент безопасности условий труда в организации $K_{об}$. Очевидно, что если все факторы условий труда x_{ij} соответствуют нормам на оптимальном уровне ($x_{ij} = 1$), то значение R , определяемое по формуле (20), будет иметь ми-

нимальное значение $R = \sum_{j=1}^m n_j N_j$, а обобщенный

коэффициент $K_{об} = 1$. Если же все факторы x_{ij} полностью не соответствуют нормам, т. е. $x_{ij} = x_{max}$, то значение R будет максимальным, т. е.

$R = \sum_{j=1}^m x_{max} n_j N_j$, а коэффициент $K_{об} = 0$. При

условии линейности связей между $K_{об}$ и R , можно записать:

$$K_{об} = a + b \sum_{j=1}^m \left(\sum_{i=1}^{n_j} x_{ij} \right) N_j, \quad (21)$$

где a , b — коэффициенты регрессии, которые можно определить исходя из следующих двух уравнений:

$$a + b \sum_{j=1}^m n_j N_j = 1, \quad (22)$$

$$a + b \sum_{j=1}^m x_{max} n_j N_j = 0. \quad (23)$$

Из этих уравнений находим:

$$a = -x_{max} / (1 - x_{max}); \quad (24)$$

$$b = \frac{1}{(1 - x_{max}) \sum_{j=1}^m n_j N_j}. \quad (25)$$

Подставляя выражения (24) и (25) в формулу (21), получим

$$K_{об} = \frac{1}{(1 - x_{max})} \frac{\sum_{j=1}^m \left(\sum_{i=1}^{n_j} x_{ij} \right) N_j}{\sum_{j=1}^m n_j N_j} - \frac{x_{max}}{(1 - x_{max})}. \quad (26)$$

Если все x_{ij} будут равны единице, то из выражения (26) следует, что $K_{об} = 1$, если все x_{ij} будут равны x_{max} , то $K_{об} = 0$.

Рассмотрим следующий пример. В организации два рабочих места с числом занятых $N_1 = 4$ чел., $N_2 = 6$ чел. На первом рабочем месте условия труда складываются под влиянием двух факторов, имеющих значения $x_{11} = 2$ балла; $x_{21} = 3$ балла. На втором рабочем месте значимыми являются три фактора: $x_{12} = 4$ балла; $x_{22} = 2$ балла, $x_{32} = 3$ балла. По формуле (20) получаем $R = 2 \cdot 4 + 3 \cdot 4 + 4 \cdot 6 + 2 \cdot 6 + 3 \cdot 6 = 74$ ед.

Значение знаменателя в формуле (26) $\sum_{j=1}^m n_j N_j = 2 \cdot 4 + 3 \cdot 6 = 26$ ед.

Примем шестибалльную оценочную шкалу, тогда $x_{max} = 6$. По формуле (26) находим:

$$K_{об} = \frac{1}{(1 - 6)} \frac{74}{26} - \frac{6}{(1 - 6)} = 0,63.$$

Таким образом, в этой организации уровень соответствия условий труда нормативным требованиям (обобщенный уровень безопасности) составляет 0,63.

Важно отметить, что по значению обобщенного коэффициента $K_{об}$ может сравниваться

состояние условий труда в разных организациях. При этом сравнение осуществляется исходя из реальных значений факторов условий труда и числа работников, находящихся под воздействием этих факторов. Создаются возможности для обоснованного выбора приоритетных направлений улучшения условий труда, повышения его безопасности. Более подробно вопросы оптимального планирования мероприятий по повышению безопасности труда изложены в работе [9].

Если значение R , определяемое по выражению (20), умножить на время работы t , то получим значение дозы воздействия D .

$$D = \sum_{j=1}^m \left(\sum_{i=1}^{n_j} x_{ij} \right) N_j t. \quad (27)$$

Из формулы (27) вытекают важные выводы. Для снижения дозы воздействия опасных и вредных производственных факторов (ОВПФ) необходимо сокращать число рабочих мест с вредными условиями труда m , число ОВПФ на j -х рабочих местах n_j , улучшать оценки риска в баллах по всем значимым факторам x_{ij} , снижать число работников, занятых во вредных условиях труда, N_j . Наконец, необходимо уменьшать время работы в условиях воздействия ОВПФ t . Специалисты по охране труда при разработке годовых и перспективных планов мероприятий должны устанавливать такую последовательность их реализации, при которой, например, годовая доза D будет иметь минимальное значение. После внедрения соответствующих мероприятий необходимо по формуле (26) определить новое значение обобщенного коэффициента безопасности условий труда.

Вопросы прогнозирования имеют большое практическое значение и в области профилактики несчастных случаев. Если для какой-либо отрасли экономики по данным статистики известен коэффициент частоты несчастных случаев K_q , то для конкретной организации с численностью работников N и для времени работы t может быть определена вероятность $P(k)$ несчастных случаев, где k — возможное число несчастных случаев за время t . Исследования позволили обосновать формулу:

$$P(k) = \frac{\left(\frac{K_q}{1000} N t c \right)^k}{k!} e^{-\frac{K_q}{1000} N t c}, \quad (28)$$

где c — коэффициент, учитывающий степень активности учета несчастных случаев.

По формуле (28) могут быть построены зависимости вероятности $P(k)$, в том числе вероятности безопасной работы $P(0)$ для различных N , t , c . Если в формуле (28) вместо K_q ввести коэффициент частоты несчастных случаев со смертельным исходом, то могут быть получены характеристики, относящиеся к летальному производственному травматизму.

Заключение

Формулы для расчетов показателей условий труда (17)–(19) позволяют получить значения этих показателей, достаточно близкие к реально наблюдаемым статистическим данным по частоте профессионально обусловленной заболеваемости работников. Важно отметить, что эти показатели выражены через управляемые характеристики условий труда.

Формула (26) дает возможность получить обобщенный коэффициент безопасности условий труда, также выраженный через управляемые параметры.

Во всех расчетах учитываются только значимые факторы условий труда, т. е. факторы, получившие значения 2 балла риска и более по шестибальной шкале.

Список литературы

1. Жулев В. И., Иванов В. С. Безопасность полетов летательных аппаратов (теория и анализ). — М.: Транспорт, 1986. — 224 с.
2. ГОСТ Р 12.0.010—2009. Система стандартов безопасности труда. Система управления охраной труда. Определение опасностей и оценка рисков.
3. Количественная оценка тяжести труда. Межотраслевые методические рекомендации. — М.: Экономика, 1988. — 183 с.
4. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. Руководство Р 2.2.2006-05. — М.: Издательство "Безопасность труда и жизни", 2006. — 120 с.
5. Методика проведения специальной оценки условий труда. Утв. приказом Минтруда России от 24 января 2014 г. № 33н.
6. Минько В. М. Математическое моделирование в охране труда. Монография. — Калининград: Изд-во ФГОУ ВПО "КГТУ", 2008. — 248 с.
7. Тактаров Г. А., Кокорев Ю. И. Научная организация и нормирование труда в рыбной промышленности. — М.: Агропромиздат, 1990. — 352 с.
8. Минько В. М. Об оценке производственного риска для членов судозкипажей // Труды V Międzynarodowa Konferencja Inżynierii Ruchu Morskiego. — Szczecin, 1993. — С. 227–231.
9. Минько В. М., Титаренко И. Ж., Бондарь Е. А. Методология разработки оптимальной годовой программы снижения профессиональных рисков // Безопасность жизнедеятельности, 2013. — № 2. — С. 17–21.



V. M. Minko, Professor, Head of Chair, e-mail: mcot-minko@mail.ru,
N. A. Evdokimova, Associate Professor, I. J. Titarenko, Associate Professor,
A. Bakaryagina, Postgraduate, Kaliningrad State Technical University (KSTU)

Formulas Conditions of Safety

Presents a number of formulas that can be used to estimate the dimensionless coefficient of safety of working conditions. Count the number of working places, the number of hazardous and harmful production factors at workplaces, the risk assessment points for each factor, the number of employees affected by these factors, the duration of exposure. The formulas presented can be used in the planning and implementation of preventive measures to reduce occupational risks.

Keywords: working conditions, safety factors, formulas conditions of safety

References

1. Zhulev V. I., Ivanov S. V. Safety of flights of aircrafts (theory and analysis). — Moscow: Transport, 1986. 224 p.
2. GOST R 12.0.010—2009. The system of occupational safety standards. Control system of labor protection. Hazard identification and risk assessment.
3. Quantitative assessment of severity of labor. Interdisciplinary methodological recommendations. Moscow: Economica, 1988. 183 p.
4. Guidelines for the hygienic assessment of factors working environment and labor process. Criteria and classification of working conditions. Guide P 2.2.2006—05. Moscow: Publishing house "Safety and life", 2006. 120 p.
5. The methodology of the special assessment of working conditions. Approved. by order of the Ministry of labour of Russia dated 24 January 2014, No. 33н.
6. Minko V. M. Mathematical modeling in occupational safety. Monograph. Kaliningrad: Publishing house of FGOU VPO "Kaliningrad State Technical University", 2008. 248 p.
7. Taktarov G. A., Kokorev Y. I. Scientific organization and regulation of labor in fisheries. Moscow: Agropromizdat, 1990. 352 p.
8. Minko V. M. About the estimation of production risk for members of crew. *Proceedings of V Miedzynarodowa Konferencja Inzynierii Ruchu Morskiego*. Szczecin, 1993. P. 227—231.
9. Minko V. M., Titarenko I. J., Bondar E. A. Methodology for the development of optimum annual programs of reduction of occupational risks. *Bezопасnost' Zhiznedejatelnosti*. 2013. No. 2. P. 17—21.

ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ POPULATION HEALTH

УДК 614

Д. С. Алешков, канд. техн. наук, доц., e-mail: kaf_bzhd@sibadi.org,
Е. А. Бедрина, канд. техн. наук, доц., Сибирская государственная
автомобильно-дорожная академия, Омск

Исследование влияния использования наушников на органы слуха

Приведены результаты моделирования в виде зависимостей уровней звукового давления в октавных полосах частот за слуховым каналом, где источником шума являлись наушники, подключенные к смартфону, и в свободном пространстве на расстоянии, равном длине слухового канала. Отмечено, что наиболее эффективно форма слухового канала работает на средних частотах (500...1000 Гц) и что в этом же диапазоне наблюдается превышение фактических уровней звукового давления, воспринимаемых органами слуха, гигиенических нормативов. Снижение максимальной громкости телефона на четверть обеспечивает соответствие гигиеническим нормативам, однако не позволяет заниматься умственным трудом.

Ключевые слова: уровни шума, доза шума, шумовая нагрузка, орган слуха, моделирование

Введение

В настоящее время граница между селитебной и производственной средами во многом носит условный характер, что обуславливает "миграцию" на селитебную территорию негативных факторов, источником которых является производственная среда. Кроме того, социально-экономические особенности общества обуславливают специфику формирования и воздействия негативных факторов, источником которых они являются. Эти факторы "не привязаны" к конкретным точкам и областям, их действие ограничено в пространстве. Шум — один из таких факторов.

Поэтому важно оценить дозу шума, которую воспринимает человек в современных условиях в течение суток, которая в свою очередь складывается из шумовой нагрузки в производственных и бытовых условиях, на селитебной территории и при перемещении в пространстве.

Основная часть

Один из лучших путей понимания шума окружающей среды — шумовое картографирование [1]. Однако при этом не учитываются некоторые социальные аспекты, которые во многом определяют неоднозначность воздействия шума.

Урбанизация и рост городов, усложнение социальных коммуникаций обуславливают увеличение времени, которое человек затрачивает на перемещение, и оно может достигать двух часов и более в день. Одним из широко распространенных способов использования такого "свободного" времени является прослушивание через наушники (головные телефоны) радиопередач и записей, в основном музыкальных. На это может затрачиваться до 40 % времени всей дневной активной деятельности.

При этом производители и ряд других источников позиционируют потенциальную опасность такого вида деятельности. По данным Всемирной организации здравоохранения ООН, более одного миллиарда молодых людей в возрасте от 12 до 35 лет находятся под угрозой потери слуха из-за слишком громкой музыки, т. е. прослушивания ритмически-организованных звуков и тонов, воспроизводимых с уровнями звукового давления, превышающими допустимый уровень. Для России этот уровень определен санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Большая часть потенциальных жертв — это жители развитых регионов, где смартфоны и плееры широко распространены.

Небезопасным является прослушивание музыки с громкостью более 85 дБ в течение 8 ч или же с уровнями выше 100 дБ продолжительностью

от 15 мин и более. Например, шум в час пик в городских районах может достигать 85 дБ. Всемирная организация здравоохранения рекомендует слушать музыку в наушниках на меньшей громкости и не более 1 ч в сутки. Более длительное прослушивание громкой музыки через наушники может вызвать такие вредные последствия, как головная боль, усталость, раздражение, а функционально может привести к расстройству деятельности сердечно-сосудистой системы, к истощению и перенапряжению нервных клеток и снижению чувствительности органа слуха к звуку. При этом отоларингологи отмечают, что самым ранним симптомом поражения чувствительных окончаний слухового нерва в ушной раковине является снижение восприятия высоких звуков [2—4].

Чтобы оценить, каким образом прослушивание аудиофайлов в наушниках влияет на физиологическое состояние организма, была создана модель наружного слухового прохода до барабанной перепонки (рис. 1). Были проведены измерения уровней звукового давления в октавных полосах частот за слуховым проходом по методикам [2, 3, 5]. Источником шума являлись наушники, подключенные к смартфону, и в свободном пространстве на расстоянии, равном длине слухового канала. В качестве средства измерений использовался шумомер, виброметр анализатор спектра АССИСТЕНТ TOTAL (SIU V3RT) 1-го класса точности с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений уровней звука не более $\pm 0,7$ дБ.

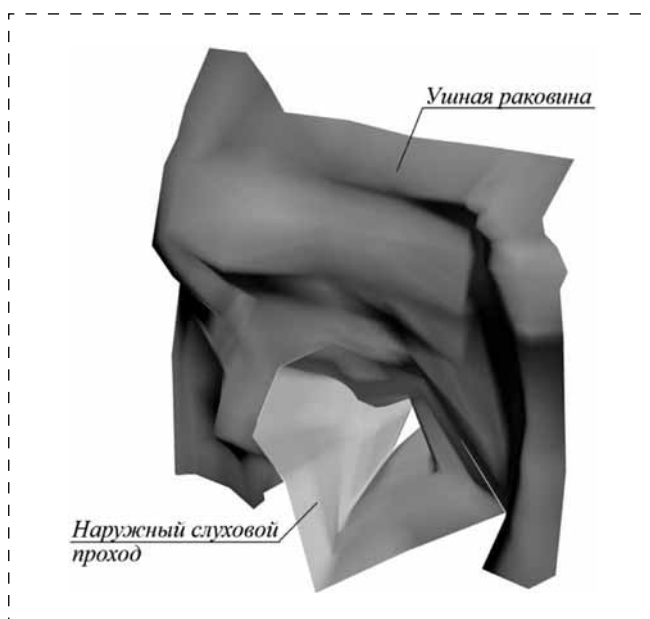


Рис. 1. Трехмерная модель наружного уха человека

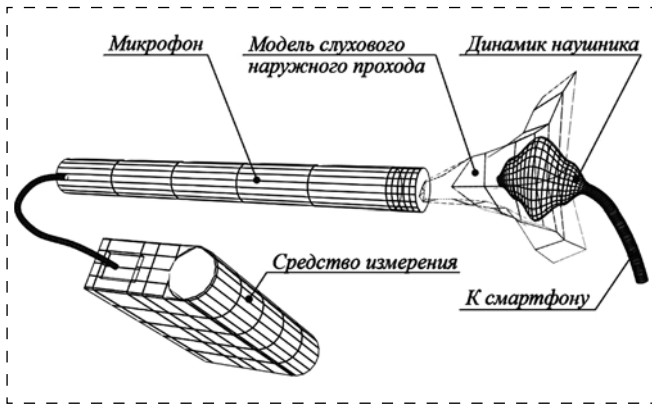


Рис. 2. Схема измерительной установки

Микрофон, модель слухового прохода и наушники, подключенные к смартфону, помещались в замкнутый объем, обработанный материалом с высоким коэффициентом звукопоглощения (рис. 2). Проводилось воспроизведение четырех звуковых дорожек — тональных звуков со среднегеометрическими частотами 250, 500, 1000 и 2000 Гц. Уровень громкости смартфона при этом был установлен на максимальный уровень, при чувствительности наушников, по данным производителя, 103 дБ. В процессе воспроизведения звуков проводились измерения уровней звукового давления за моделью слухового прохода и без нее, в режиме "slow". Осредненные результаты измерений представлены на рис. 3.

Из рис. 3 следует, что уровни звукового давления в свободном пространстве и в наружном слуховом проходе находятся в прямо пропорциональной зависимости. Более высоким значениям уровней звукового давления в свободном пространстве соответствуют более высокие уровни звукового давления в слуховом проходе во всем диапазоне частот, на которых проводились измерения. При этом максимальные и минимальные значения уровней звукового давления наблюдаются на одних и тех же частотах как в слуховом проходе, так и в свободном пространстве.

На рис. 4 представлены предельно допустимые уровни (ПДУ) шума в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 250, 500, 1000 и 2000 Гц [5] и фактически измеренные уровни звукового давления в слуховом проходе в аналогичных октавных полосах.

Из рис. 5 следует, что наиболее эффективно слуховой проход работает на средних частотах (500...1000 Гц). Превышение фактических уровней звукового давления, воспринимаемых органами слуха, гигиенических нормативов смещено в сторону высоких частот (см. рис. 4). Причем это превышение сопоставимо с уровнями шумов, генерируемых транспортными потоками на селитебной и производственных территориях [1, 6].

Очевидно, что одним из возможных способов снижения нагрузки на слуховой анализатор в рассматриваемом случае является уменьшение

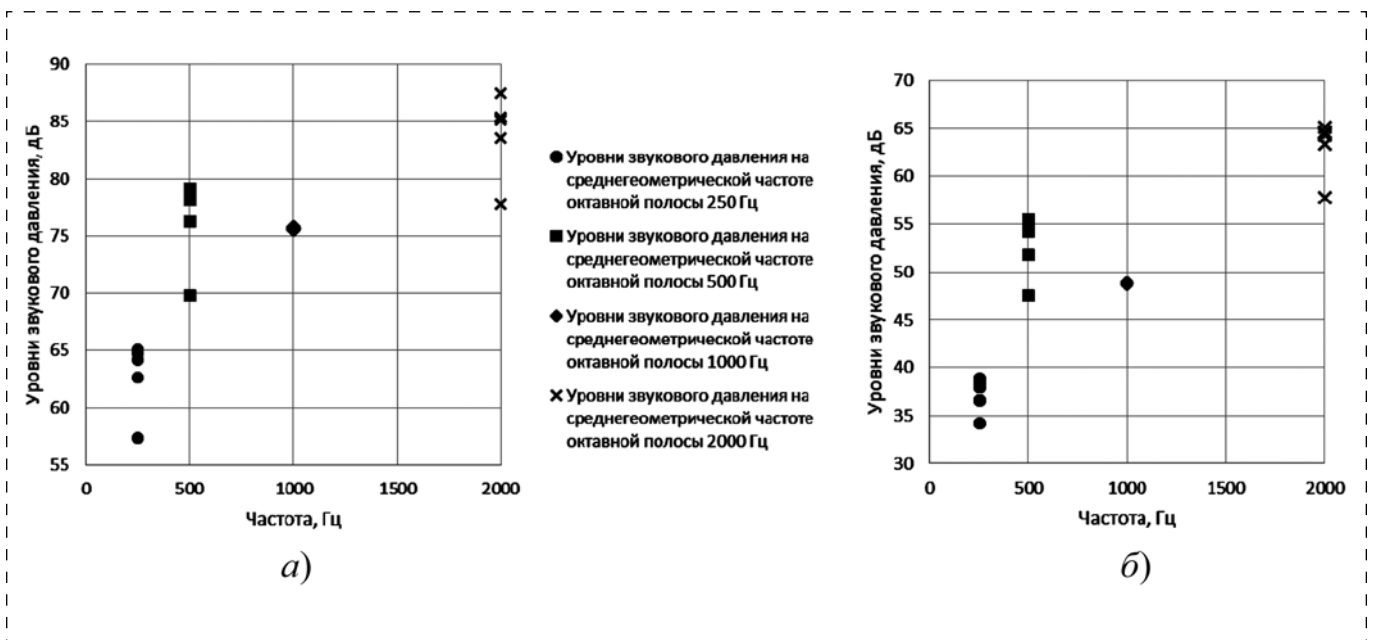


Рис. 3. Уровни звукового давления на среднегеометрических частотах октавных полос после слухового канала (а) и в свободном пространстве (б)

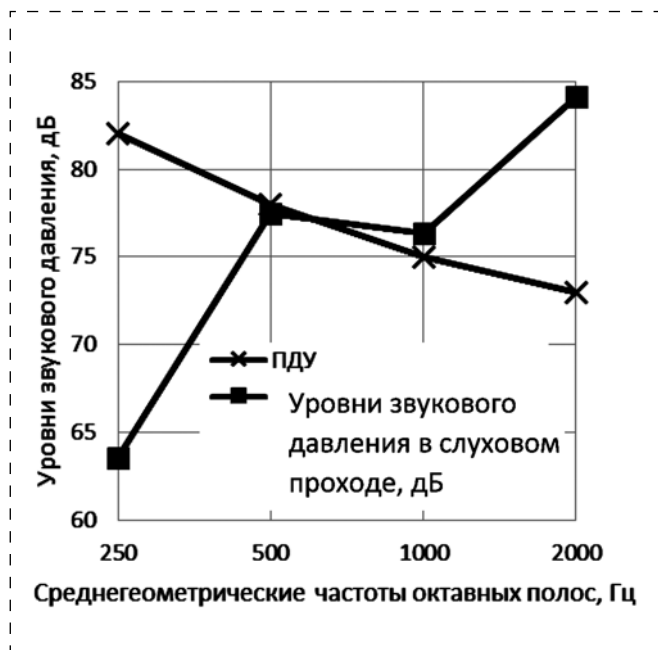


Рис. 4. Фактические уровни звукового давления в слуховом проходе в октавных полосах частот и ПДУ по СН 2.2.4/2.1.8.562—96



Рис. 5. Разница между уровнями звукового давления в слуховом проходе и вне его в октавных полосах частот

громкости воспроизведения аудиофайлов. Во многих программных продуктах воспроизведения аудиофайлов, установленных на современных смартфонах, реализуется функция автоматического уменьшения громкости при подключении наушников к смартфону, при этом пользователь в дальнейшем может самостоятельно регулировать громкость воспроизведения в большую сторону. Были проведены измерения уровней звукового давления в слуховом проходе при воспроизведении аудиофайлов с громкостью, автоматически уменьшенной при подключении наушников к смартфону, по методике,

описанной выше. В результате проведенных измерений были получены уровни звукового давления в слуховом проходе на среднегеометрических частотах октавных полос 500, 1000, 2000 Гц, средние значения которых равны 74,4, 61,1, 70,4 дБ, соответственно. Можно сделать вывод о том, что описанная выше функция автоматического уменьшения громкости обеспечивает соответствие ПДУ для категории тяжести: тяжелый труд 1-й степени и напряженности труда легкой степени [2, 5].

Заключение

Таким образом, прослушивание музыки может оказывать существенное влияние, сопоставимое с промышленными источниками шума, на развитие слуховой патологии. Установлено, что реализуемая рядом устройств (например, смартфонами) функция автоматического уменьшения громкости при подключении наушников позволяет снизить дозу шума, воспринимаемую пользователем, однако большое значение в профилактике слуховой и других патологий [7, 8] имеет ограничение времени прослушивания.

Список литературы

1. Алешков Д. С., Бедрина Е. А. Оценка шумового загрязнения окружающей среды на примере города Омска // Безопасность жизнедеятельности. — 2010. — № 4. — С. 43—45.
2. Безопасность в техносфере: учебно-методическое пособие / сост.: Д. С. Алешков, Е. А. Бедрина, С. А. Гордеева, Е. А. Степанова, В. В. Столяров, М. В. Суковин. — Омск: СибАДИ, 2015. URL: http://www.bek.sibadi.org/cgi-bin//cgiirbis_64.exe (дата обращения 19.05.2016).
3. Степанова Е. А. Оценка внутрижилищной акустической среды обитания человека (на примере урбоэкосистемы г. Омска): Дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16. — Омск, 2004.
4. Белов С. В., Симакова Е. Н. Ноксология: Учебник. — М.: Юрайт, 2012. — 429 с.
5. СН 2.2.4/2.1.8.562—96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 31.10.1996 № 36).
6. Минина Н. Н. Классификация автомобильных дорог по шуму и расчет шума автотранспорта // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. — 2012. — Т. 14. — № 1—3. — С. 909—913.
7. Панькова А. В. Исследование методов измерения шумовых характеристик источников шума и уровня шума в местах нахождения людей // Потенциал современной науки. — 2015. — № 2. — С. 65—67.
8. Шишелова Т. И., Малыгина Ю. С., Нгуен Суан Дат. Влияние шума на организм человека // Успехи современного естествознания. — 2009. — № 8. — С. 14—15.



D. S. Aleshkov, Associate Professor, e-mail: kaf_bzhd@sibadi.org,
E. A. Bedrina, Associate Professor, Sibirskaya State Automobile and Road Academy, Omsk

Investigation of the Effect of Using the Headphone Jack on the Impact on the Hearing Aid

In result of modeling, relationships of levels noise pressure behind of ear channel, where source of noise was headphone connected to the phone, and in the free space on the length equal to length of the ear channel were received.

The conclusion was done about what the shape of ear channel works more efficient on the middle frequencies (500...1000 Hz). In the same diapason is observed the increasing of levels noise pressure above hygienic norms. Decreasing of maximum volume phone on quarter provides accordance hygienic norms, however doesn't allow working the intellectual labor.

Keywords: levels noise pressure, dose of noise, the noise stress, the organ of hear, modeling of ear channel.

References

1. Aleshkov D. S., Bedrina E. A. Evaluation of noise pollution on the example of the city of Omsk. *Bezopasnost' zhiznedeatel'nosti*. 2010. No. 4. P. 43–45.
2. **Technosphere** and Health and Safety: textbook. D. S. Aleshkov, E. A. Bedrina, S. A. Gordeeva, E. A. Stepanova, V. V. Stolyarov, M. V. Sukovin. Omsk: SibADI, 2015. URL: http://www.bek.sibadi.org/cgi-bin/cgiirbis_64.exe (data accessrd 19.05.2016).
3. Stepanova E. A. Assessment of intra housing acoustic habitat of the person (on the example of an urboekosistema of the city of Omsk). Dis. ... Cand. biol. sciences: 03.00.16. Omsk, 2004.
4. Belov S. V., Simakova E. N. *Noksologiya*: Textbook. Moscow: Urayt, 2012. 429 p.
5. SN 2.2.4/2.1.8.562—96 (1996) Noise on Workplaces, in Rooms of Residential, Public Buildings and in the Territory of a Housing Estate. Goskomsanehpidualnador Rossii, Moscow.
6. Minina N. N. Classification of Highways by Noise and Calculation of Noise of Motor Transport. *Izvestiya Samarskogo Nauchnogo Centra Rossijskoj Akademii Nauk*. 2012. V. 14. No. 1–3. P. 909–913.
7. Pan'kova A. V. Research of Methods of Measurement of Noise Characteristics of Sources of Noise and Noise Level in the Locations of People. *Potencial Sovremennoj Nauki*. 2015. No. 2. P. 65–67.
8. Shishelova T. I., Malygina Yu. S., Nguen Suan Dat. Influence of Noise on a Human Body. *Uspekhi Sovremennogo Estestvoznaniya*. 2009. No. 8. P. 14–15.

УДК 616.5-002-08-06

Д. В. Воробьев, д-р мед. наук, проф., зам.директора, e-mail: doctordv@mail.ru,
НОЦ инновационной медицины Самарского государственного университета,
Ю. В. Жернов, канд. мед. наук, и.о. зав. лабораторией, ГНЦ "Институт
иммунологии" ФМБА России, Москва

Экопрофилактика лекарственной болезни в современных спортивно-тренировочных и оздоровительных технологиях

Описаны негативные последствия бесконтрольного приема лекарств, приводящие к возникновению лекарственной болезни. Рассматривается возможность применения экопрофилактики для повышения безопасности лечения и эффективности спортивно-тренировочных и оздоровительных технологий.

Ключевые слова: лекарственная болезнь, здоровье, экопрофилактика, спортивно-тренировочные технологии, оздоровительные технологии

Лекарственная болезнь (ЛБ) как понятие охватывает широкий диапазон патологических эффектов, вызванных неправильным или нерациональным применением лекарственных средств (ЛС) с терапевтической целью [1].

В настоящее время побочное действие лекарственных средств и лекарственные болезни продолжают оставаться самыми актуальными медицинскими и социальными проблемами. По данным ВОЗ побочное действие лекарственных

препаратов занимает 5-е место в мире после сердечно-сосудистых, онкологических, легочных заболеваний и травм. Во Франции ЛБ является причиной 10 % всех наблюдаемых в больницах смертных случаев [2, 3].

С бесконтрольным употреблением медикаментов связывают также случаи внезапной смерти среди молодых спортсменов. Многие спортсмены-профессионалы используют различные ЛС для повышения физических качеств, влияющих на достижение высоких спортивных результатов. Сторонники оздоровления часто, по совету знакомых, принимают биологически активные добавки (БАД), официально не разрешенные для применения на территории России. Большое количество спортсменов-любителей используют гормональные препараты для улучшения внешнего вида — увеличения объема и рельефа мышц, снижения массы тела, совершенно не задумываясь о тяжелых последствиях, которые им предстоит пережить в будущем.

Кроме того, спортсмены, как и все люди, подвержены различным заболеваниям и вынуждены принимать лекарства, имеющие противопоказания. Некоторые из них относятся к допингам, что создает трудности для участия в ответственных соревнованиях. Таким образом, проблема применения лекарств и БАД в современных спортивно-тренировочных и оздоровительных технологиях является одной из серьезных проблем современного здравоохранения, физической культуры и спорта.

Следует обратить внимание на негативную сторону нерационального и бесконтрольного использования лекарств. Частое повторное применение любого постороннего чужеродного вещества, более сложного синтетического продукта, каковыми и являются обычно лекарства, в особенности продукты новейшей химической промышленности, вызывает в живом организме встречный процесс, направленный на лишение лекарства фармакодинамического эффекта, оставляя человека с "отрицательным остатком" лекарства [4].

В свою очередь, "отрицательные остатки" многих ЛС, часто представляющие собой ксенобиотики, соединяясь с другими вредными химическими факторами окружающей среды (экоотоксикантами) и продуктами метаболизма, накапливаются в межклеточном пространстве. Это приводит к **экоотоксикозу** — патологическому состоянию, вызванному попаданием в организм человека и накоплением в нем экоотоксикантов, что приводит к возникновению целого ряда острых и хронических заболеваний. Так, например, бронхиальная астма может быть спровоцирована бета-блокаторами; гемолитическая анемия — нитрофуранами; гепатит — анаболическими стероидами; гломерулонефрит — сульфаниламидами, а дерматит — местными анестетиками.

Нестероидные противовоспалительные средства вызывают язвенную болезнь желудка и кишечника. Стероидные гормональные препараты (метандростенолон, нандролон, сустанон и др.) вызывают гипертоническую болезнь, атеросклероз, гипертрофию желудочков сердца, гинекомастию. Клиническая картина ЛБ может быть достаточно сложной и запутанной при одновременном приеме нескольких ЛС, особенно если они различны по фармакологическому действию. Диагноз редко вызывает сомнение, если какие-либо из указанных симптомов возникают сразу же после приема ЛС и устраняются после их отмены [2].

Основой профилактики ЛБ является санитарно-просветительская работа среди населения, направленная на обучение рациональному использованию ЛС. Знание элементарных правил лекарственной безопасности может значительно снизить или предотвратить риск возникновения ЛБ. Вот некоторые из них:

- не принимайте лекарств по совету лиц, не имеющих медицинского образования;
- не доверяйте рекламе, преувеличивающей эффективность ЛС;
- прием лекарств осуществляйте только после консультации с врачом;
- не повышайте частоту приема и дозу препарата самостоятельно;
- не злоупотребляйте приемом лекарств в медицинских целях — для увеличения мышечной массы, снижения массы тела, снижения аппетита, улучшения сна и т. д.;
- консультируйтесь с врачом о возможности уменьшения количества выписанных им препаратов и их дозировки;
- своевременно избавляйтесь от ЛС с истекшим сроком годности.
- больше доверяйте лекарствам, проверенным временем;
- сообщите врачу о любомстораживающем симптоме, появившемся у Вас после начала приема лекарства.

Будьте осторожны с использованием в оздоровительных целях биологически активных добавок, особенно не сертифицированных.

Также можно обсудить с лечащим или спортивным врачом возможность санаторно-курортного и альтернативных способов лечения и оздоровления. Одним из таких способов является **экопрофилактика** (ЭП) — комплекс оздоровительных мероприятий, осуществляемый в условиях окружающей среды, максимально соответствующих физиологическим возможностям человека и направленный на предупреждение **экоотоксикоза**.

Указанные мероприятия имеют три основных направления — экологическое, медико-техническое и образовательное. Каждое из направлений имеет цель улучшить качество и безопасность



окружающей среды — воздуха, воды, продуктов питания, лекарственных препаратов, средств бытовой химии, природных и преформированных лечебных факторов. Это может быть достигнуто путем усовершенствования природоохранных мероприятий, разработки инновационных оздоровительных и медицинских технологий и проведения санитарно-просветительской работы среди населения [5]. В спортивно-тренировочных и оздоровительных технологиях нужно шире использовать альтернативные способы лечения — фитотерапию, гомеопатию, рефлексотерапию, массаж, водные оздоровительные процедуры.

Например, гомеопатические средства эффективны при травмах, высокой температуре, кашле, насморке, головной боли и др. Они не входят в список допинговых препаратов, не токсичны и удобны в применении. То же самое можно сказать о многих травяных сборах, которые свободно продаются в аптеках и разрешены к использованию в официальной медицине. В аптечной сети появилось большое количество портативных аппаратов для физиотерапии, разрешенных к применению в домашних условиях, которые с успехом можно использовать в оздоровительных целях и восстановительном лечении спортсменов.

При должной осторожности, учете различных сторон действия лекарств и правильном применении альтернативных методов лечения 70...80 % лекарственных осложнений можно избежать или свести к минимуму.

Обучение способам устранения вредного воздействия ксенобиотиков на организм человека,

рациональному использованию лекарств, особенностям питания при различных заболеваниях, правилам проведения физиотерапевтических процедур в домашних условиях, грамотному использованию нелекарственных методов в повседневной жизни и спорте входит в программу **школы экопрофилактики** [5].

Указанные направления ЭП помогут избежать побочных эффектов от медикаментозного лечения, повысить экологическую грамотность, а также уровень физической подготовки и безопасности жизнедеятельности населения.

Список литературы

1. **Косарев В. В., Бабанов С. А., Вербовой А. Ф.** Справочник клинического фармаколога. — Ростов-на-Дону: Феникс, 2011. — 476 с.
2. **Солошенко Э. Н.** Лекарственная болезнь в проблеме побочного действия лекарственных средств: современное состояние // Международный медицинский журнал. — 2012. — № 3. — С. 86—88.
3. **Черномордик А. Б.** Справочник по применению антибиотиков и других химиотерапевтических препаратов. — Киев: Вища школа, 1983. — 496 с.
4. **Лекарства** и лекарственная болезнь. URL: <http://www.medn.ru/statyi/lekarstva-i-lekarstvennaya-bolezn.html> (дата обращения 28.04.2016).
5. **Воробьев Д. В.** Экопрофилактика лекарственной болезни в повседневной жизни и спорте // Физкультурно-оздоровительный комплекс "Готов к труду и обороне" и развитие массового спорта в России: матер. Всерос. научн.-практич. конф. с междунар. участием. 17—18 февраля 2015 г. Ртищево—Балашов. — Саратов: Саратовский источник, 2015. — С. 59—64.

D. V. Vorobev, Professor, Deputy Director, e-mail: doctordv@mail.ru, Research Educational Center of Innovation Medicine of Samara State University, **Y. V. Zhernov**, Head of Laboratory, State Research Center Institute of Immunology FMBA of Russia, Moscow

Ecoiological Prophylaxis of Drug Disease in Modern Sports Training and Health Technologies

The paper describes negative consequences of uncontrolled medication taking, leading to the appearance of drug disease. It considers the possibility of using ecological prevention to improve the safety of treatment and the efficiency of sports training and health technologies.

Keywords: drug disease, health, ecological prophylaxis, sports training technologies, health measures

References

1. **Kocarev V. V., Babanov S. A., Verbovoj A. F.** Spravochnik klinicheskogo farmakologa. Rostow-na-Donu: Feniks, 2011. — 476 s.
2. **Soloshenko Je. N.** Lekarstvennaja bolezn' v probleme pobochnogo dejstviya lekarstvennyh sredstv: sovremennoe sostoyanie // Mezhdunarodnyj medicinskij zhurnal. 2012. No. 3. P. 86—88.
3. **Chernomordik A. B.** Spravochnik po primeneniju antibiotikov i drugih himioterapevticheskikh preparatov. Kiev: Vishha shkola, 1983. 496 s.
4. **Lekarstva** i lekarstvennaja bolezn'. URL: <http://www.medn.ru/statyi/lekarstva-i-lekarstvennaya-bolezn.html> (data accessed 28.04.2016).
5. **Vorob'ev D. V.** Jekoprofilaktika lekarstvennoj boleznii v povsednevnoj zhizni i sporte. *Fizkul'turno-ozdorovitel'nyj kompleks "Gotov k trudu i oborone" i razvitie massovogo sporta v Rossii: materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferenzii s mezhdunarodnym uchastiem. 17—18 fevralya 2015 g. Rtishhevo—Balashov.* Saratov: Saratovskij istochnik, 2015. P. 59—64.

УДК 502.3

И. Г. Ященко, канд. геол.-минерал. наук, зав лабораторией,
Т. О. Перемитина, канд. техн. наук, науч. сотр., e-mail: pto@ipc.tsc.ru,
М. Н. Алексеева, канд. геогр. наук, мл. науч. сотр., Институт химии нефти
Сибирского отделения Российской академии наук (ИХН СО РАН), Томск

Применение методов дистанционного зондирования для решения проблем сжигания попутного нефтяного газа

Рассмотрена разработанная для своевременной оценки экологического состояния труднодоступных болотистых территорий Западной Сибири методика определения и картографирования тепловых аномалий (факелов, пожаров, гари) нефтедобывающих территорий на основе спутниковых данных. Установлено, что применение тепловых космических снимков Landsat и продуктов MODIS позволяют детектировать и картографировать аномальные тепловые поля поверхности ландшафта с целью выявления действующих факелов и площадей пожаров.

Ключевые слова: окружающая среда, попутный нефтяной газ, космические снимки, геоинформационные системы, месторождения нефти

Введение

Путь модернизации и перехода к устойчивому развитию России связан не только с внедрением новых инновационных технологий и оборудования, но и с более рациональным и эффективным использованием имеющихся ресурсов, в том числе углеводородных. Одним из таких ресурсов является попутный нефтяной газ (далее ПНГ) извлекаемый из недр в процессе добычи нефти. До недавнего времени ПНГ рассматривался не как ценный ресурс, а как побочный продукт нефтедобычи, наиболее простой способ избавления от которого — факельное сжигание на нефтепромыслах. Несмотря на некоторое изменение ситуации в последние годы, Россия до сих пор является одним из мировых лидеров по объему сжигания ПНГ. Согласно официальным данным в начале XXI века крупнейшими регионами сжигания попутного газа являлись Персидский залив, Западная Африка (прежде всего Нигерия) и Россия (в основном Западная Сибирь) [1—3]. Помимо потери ценного ресурса, сжигание попутного нефтяного газа наносит существенный вред окружающей среде и человеку, а также вносит вклад в процесс негативного изменения климата [2]. Так, сжигание попутного газа в факелах дает около 1 % всех мировых выбросов парникового углекислого газа.

Современное состояние проблемы сжигания попутного нефтяного газа в России

Начиная с 2007 г. наша страна начала проводить политику, направленную на снижение объемов факельного сжигания ПНГ и более рационального его использования, в том числе с целью увеличения доли его переработки на отечественных газонефтехимических предприятиях. Установлено, что упущенная выгода от каждого не вовлеченного в сферу переработки 1 млрд м³ попутного газа эквивалентна потере товарной массы на сумму 270 млн долл. По расчетам Министерства природных ресурсов РФ суммарный эффект от переработки попутного нефтяного газа в Российской Федерации мог бы составить 362 млрд руб. в год, однако в настоящее время экономические потери от сжигания попутного нефтяного газа в России составляют ежегодно 139,2 млрд руб. В целом развитие рационального использования ПНГ способствует повышению экономической и экологической эффективности нефтяного сектора, развитию газонефтехимии, реализации государственных задач в сфере повышения энергоэффективности и импортозамещения. Последнее становится еще более актуальным в современных экономических реалиях в нашей стране [2].



Согласно официальной статистике [2, 3] объем извлекаемого нефтяного газа увеличился более чем в 2 раза с 25 млрд м³ в 1995 г. до 61,9 млрд м³ в 2012 г. Главной причиной увеличения объемов извлечения ПНГ стал рост добычи нефти в связи с освоением ее новых месторождений, в частности, месторождений Восточной Сибири. По данным Минприроды РФ, на территории России в настоящее время существует более 1000 нефтегазоконденсатных месторождений, где добывается ПНГ (рис. 1 — см. 2-ю стр. обложки). Как видно из рис. 1, наибольшее количество факельных установок сосредоточено в Западной Сибири.

Отметим, что уровень факельного сжигания как по стране, так и в отдельных компаниях должен снизиться в связи с принятием в конце 2012 г. постановления Правительства № 1148, согласно которому нефтедобывающие компании обязаны платить высокие штрафы за сверхнормативное сжигание — свыше 5 % уровня. На рис. 2 показано, что уровень полезного использования медленно растет — с 75 % в 2011 г. почти до 85 % в 2014 г. Однако степень факельного сжигания попутного нефтяного газа по-прежнему остается очень высокой — более 15 % [2—5].

В 2014 г. при участии Всемирного фонда дикой природы (WWF) в России был составлен экологический рейтинг основных нефтегазовых компаний России, обеспечивающих в целом более 90 % добычи углеводородов в стране [6]. В этом рейтинге масштаб воздействия нефтегазовых компаний оценивается по степени ущерба природным средам (воздуху, водным ресурсам, земле) в ходе добычи и транспортировки углеводородного сырья. Разработан перечень критериев для оценки воздействия на окружающую среду (удельные валовые выбросы в атмосферу, удельное

водоотведение в поверхностные водоемы загрязненных вод, отношение площади загрязненных земель и т.д., всего 13 критериев), в котором основным критерием является уровень утилизации попутного нефтяного газа. Данные рейтинга российских нефтегазовых компаний за 2013 и 2014 гг. представлены в табл. 1.

Рейтинг показал, что российские компании демонстрируют достаточно высокий уровень ответственности в экологических аспектах их деятельности. Количество нефтегазовых компаний, достигших 95 %-ного использования ПНГ, с 2011 г. увеличилось и в 2013 г. составило 5 — это Сургутнефтегаз, Татнефть, Газпром, Салым Петролеум, Сахалин Энерджи. Следует отметить, что с высокими баллами есть не только лидеры отрасли, ведущие бизнес во всероссийском и мировом масштабах, но и компании, деятельность которых сосредоточена в отдельных регионах. Однако по данным экологического рейтинга в 2014 г., у четырех компаний (Сургутнефтегаз, Татнефть, Сахалин Энерджи и Иркутская нефтяная компания) наблюдается отрицательный тренд — снижение суммарного количества баллов по уровню воздействия на окружающую среду по сравнению с данными 2013 г. К сожалению, есть опасность, что экономический кризис на рубеже 2014—2015 гг. может это положение изменить в худшую сторону.

Установлено, что данные спутниковой съемки, проведенной по заказу возглавляемого Всемирным банком Государственно-частного партнерства в целях сокращения факельного сжигания газа (GGFR), свидетельствуют о том, что официальная статистика об объемах сжигаемого газа в России занижена. В соответствии с этими данными реальный объем сжигаемого ПНГ в 2011 г. составил около 37,4 млрд м³ (26,7 % к уровню

сжигания ПНГ по миру), что ставит Россию на первое место по этому показателю [7]. А официальные данные об объемах сожженного газа в 2011 г. свидетельствуют, что по России разница между реальными и официальными данными практически двукратная — соответственно 16,7 млрд м³ против 37,4 млрд м³. В связи с вышесказанным, целью данной работы является разработка методики выявления и картографирования высокотемпературных участков (факельные установки, пожары, гари) на территории нефтедобычи Западной Сибири с применением средств геоинформационных систем и спутниковых данных.

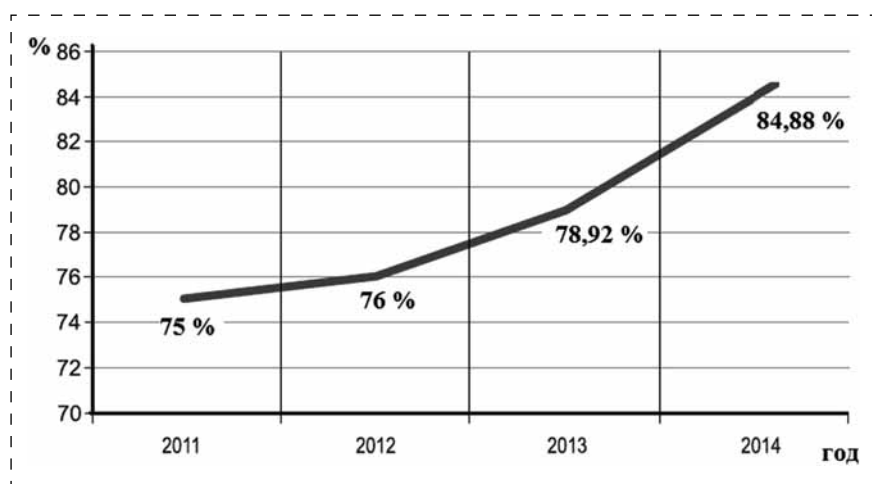


Рис. 2. Уровень полезного использования ПНГ от общих ресурсов ПНГ в России за 2011–2014 гг.

Экологический рейтинг нефтегазовых компаний России в 2013–2014 гг.

Компания	Добыча нефти и конденсата, млн т		Уровень утилизации ПНГ, %			Баллы экологического рейтинга	
	2013	2014	2011	2012	2013	2013	2014
Роснефть	192,6	190,9	53,4	53,5	69,8	0,7500	1,1818
Лукойл	86,7	86,6	79,3	87,6	88,0	0,9167	1,4545
Сургутнефтегаз	61,5	61,4	97,8	99,2	99,2	1,8333	1,6364
Газпром нефть	32,2	36,6	64,5	69,3	79,9	0,5833	0,7273
Татнефть	26,4	26,5	94,9	95	95,1	1,7500	1,6364
Башнефть	16,1	17,9	81,9	75,2	75,4	0,4167	0,6364
Славнефть	16,8	16,2		Нет данных		0,1667	0,1818
Газпром	16,3	16,2	86,0	85,0	99,5	1,3333	1,7273
Томскнефть ВНК	10,2	9,9		Нет данных		0,0000	0,1818
Руснефть	8,8	8,6		Нет данных		0,0000	0,0000
Эксон Нефтегаз Лимитед (Сахалин-1)	7,0	7,6		Нет данных		0,0000	1,3000
Салым Петролеум	7,0	6,5	30,6	89,6	97,2	0,7273	1,7000
Сахалин Энерджи (Сахалин-2)	5,4	5,3	93,0	93,0	97,0	0,9091	0,9000
НОВАТЭК	4,3	4,3		Нет данных		0,2727	0,9000
Иркутская нефтяная компания (ИНК)	2,8	4,0		Нет данных	46,9	1,3636	1,0000
Зарубежнефть	2,8	3,2		Нет данных	20,4	1,1667	1,6000
Тоталь РРР	1,5	1,6		Нет данных		0,0000	1,2000

Особенности исследуемой территории

Известно, что Западная Сибирь является основным нефтегазодобывающим регионом России, здесь и самое высокое извлечение ПНГ. В данной работе объектами исследования являются территории Ватинского, Смотлорского месторождений ХМАО и территория Советского месторождения Томской области (рис. 3 — см. 2-ю стр. обложки).

В 2012 г. в Ханты-Мансийском АО (ХМАО) извлечение ПНГ составило 35,8 млрд м³. На долю нефтегазодобывающей промышленности ХМАО приходится почти 90 % всей промышленности, что приводит к появлению сопутствующих экологических проблем, включая сжигание ПНГ на факельных установках. В 2010 г. была утверждена целевая программа "Обеспечение экологической безопасности Ханты-Мансийского автономного округа — Югры в 2011–2013 гг.". По данным Федеральной службы по надзору в сфере природопользования в 2011 г. было сожжено 5,368 млрд м³ ПНГ, рационально использовано 31,236 млрд м³, уровень сжигания ПНГ в ХМАО составил 14,7 %.

В Томской области ситуация по утилизации ПНГ выглядит значительно хуже — в 2013 г. средний уровень утилизации в регионе достиг 76 %, что обуславливает высокие риски для окружающей среды области [8–12].

Следует отметить, что по-прежнему остается актуальной проблема сбора и учета данных, а также, соответственно, их достоверности. В связи

с вышеизложенным представляет интерес детектирование и картографирование тепловых аномалий (факелов, пожаров, гари) нефтедобывающих территорий Западной Сибири на основе спутниковых данных.

Методические вопросы и результаты

В настоящее время для изучения тепловых полей поверхности ландшафтов в условиях антропогенного воздействия широко используются тепловые космические снимки (КС). В данной статье рассмотрено применение тепловых КС Landsat и продукта MODIS — MOD14A1 для экологического мониторинга антропогенного воздействия на исследуемых территориях нефтяных месторождений Западной Сибири.

На первом этапе работ средствами среды ERDAS Imagine были выделены высокотемпературные участки на КС Landsat. Для этого потребовалось выполнить следующие расчеты:

- 1) пересчет исходных значений пикселей в реальные значения приходящего излучения на сенсоре;
- 2) пересчет значений излучения на сенсоре в значения температуры;
- 3) выявление участков с температурой выше порогового значения (пороговое значение температуры задается на основе значений температуры воздуха приземного слоя).

На следующем этапе были использованы продукты MOD14A1 группы "Тепловые аномалии/Пожары" (Thermal Anomalies/Fire), которые



позволяют обнаружить среднеразмерные очаги с высокой интенсивностью горения [9–17]. Принцип детектирования пожаров основан на их сильном излучении в среднем инфракрасном диапазоне. На основе преобразований разновременных КС Landsat, продуктов MODIS — MOD14A1 и векторных цифровых слоев было выполнено выявление и картографирование участков с высокими значениями температуры поверхности территорий нефтяных месторождений (рис. 4 — см. 2-ю стр. обложки).

Результаты выявления и картографирования участков с высокими значениями температуры поверхности показали высокие значения температуры по КС Landsat для территории с городской застройкой и для участков с факельными установками. Так, по данным КС Landsat 19.09.1999 г. высокие температуры поверхности изменяются от 20 до 48 °С, по данным КС Landsat 15.07.2007 г. — от 27 до 35 °С. Как следует из рис. 4 (см. 2-ю стр. обложки), зелеными и красными точками отмечены горящие факелы на территории Советского, Самотлорского и Ватинского месторождений. Совмещение зеленых и красных точек указывает на длительное горение факелов в период 1999—2007 гг.

По КС Landsat 1999 г. на территории Самотлорского месторождения выявлено 88 высокотемпературных участков, на Советском 16 высокотемпературных участков, а на Ватинском месторождении таких участков не обнаружено. По КС Landsat 2007 г. на Самотлорском месторождении выявлено высокотемпературных участков

390, на Советском — 22, на Ватинском выявлено 176 участков. Сопоставление полученных результатов и данных некоторых источников свидетельствует об увеличении действующих факельных установок на рассматриваемых месторождениях.

Радиус прямого термического повреждения растительности для факела малой мощности составляет до 50 м, с большей мощностью — до 200 м. Последствия угнетения растительности только за счет теплового излучения наблюдаются на расстоянии до 4 км и более (табл. 2).

Значительное негативное действие на растительность оказывают пожары, риск возникновения которых существенно повышается на нефтедобывающих территориях с действующими факельными установками. По данным MOD14A1 на рис. 4 приведены участки гари 2000—2010 гг. и очаги пожаров за 2007 и 2012 гг.

Основу ПНГ составляет смесь легких углеводородов, включающая метан, этан, пропан, бутан, изобутан и другие углеводороды, которые под давлением растворены в нефти. Состав ПНГ может значительно варьироваться в зависимости от территории добычи, а также от свойств нефти и газа конкретного месторождения. Примерный компонентный состав попутного нефтяного газа западносибирских месторождений из базы данных Института химии нефти СО РАН по свойствам нефти и газа представлен в табл. 3 [14].

В целях стимулирования внедрения наилучших по экологичности технологий в нефтегазовом

Таблица 2

Зоны воздействия факельных установок на лесные экосистемы

Радиус зоны воздействия факела	Зона воздействия	Последствия воздействия
До 200 м	Зона интенсивной нагрузки	Практически полное уничтожение растительности и верхних горизонтов почв
200 м...1 км	Зона умеренной нагрузки	Уничтожение и деградация растительности, обеднение биоразнообразия
1...4 км	Зона низкой нагрузки	Деградация растительности и накопление продуктов сгорания
4...10 км	Зона остаточного воздействия	Могут проникать и накапливаться остатки продуктов сгорания

Таблица 3

Состав ПНГ в месторождениях Западной Сибири

Месторождение	Состав газа, % масс.						
	CO ₂	N ₂	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	C ₅ H ₁₂
Ватинское	0,51	3,09	70,39	6,14	9,21	7,72	3,57
Самотлорское	0,41	1,72	77,40	4,31	8,33	21,40	13,75
Советское	0,48	1,24	69,57	3,54	9,11	24,33	22,25

Таблица 4

Наименование загрязняющих атмосферу веществ при выбросах и сжигании ПНГ

№	Наименование загрязняющих веществ
1	Азота диоксид NO ₂
2	Азота оксид NO
3	Ангидрид серный (серы триоксид SO ₃), ангидрид сернистый (серы диоксид SO ₂), кислота серная H ₂ SO ₄
4	Бенз(а)пирен C ₂₀ H ₁₂ (3,4-бензпирен)
5	Метан CH ₄
6	Сажа
7	Сероводород H ₂ S
8	Летучие низкомолекулярные углеводороды (пары жидких топлив) по углероду
9	Углерода оксид (углерода диоксид) CO (CO ₂)
10	Пентан C ₅ H ₁₂
11	Гексан C ₆ H ₁₄

комплексе учитывается влияние продуктов сжигания ПНГ на состояние атмосферного воздуха. Сформирован перечень из 11 наименований загрязняющих веществ ПНГ и продуктов его сжигания (табл. 4). Основными химическими веществами, выбрасываемыми в атмосферу при сжигании попутного газа в факелах, являются сажа, оксид углерода (CO₂) и диоксид азота (NO₂). За выброс 1 т загрязняющих веществ для нефтегазовых компаний установлены нормативы платы, где самыми высокими штрафами облагаются выбросы бензапирена, сероводорода, сажи и диоксида и оксида азота.

Таким образом, предложенная методика позволяет регулярно получать и учитывать информацию по количеству высокотемпературных участков и факельных установок, о площадях пожаров и гарей, о масштабах аэрозольного загрязнения атмосферы труднодоступных нефтедобывающих территорий, что позволяет в дальнейшем анализировать данные по объемам производства и сжигания ПНГ. Отслеживание процесса сокращения объемов сжигания попутного газа часто затруднено именно из-за противоречивости и ненадежности данных, так как не все нефтяные компании декларируют объемы извлечения, полезного использования и сжигания ПНГ. Осуществлению регулярной оценки уровня сжигания ПНГ способствует использование спутниковых данных, позволяющих решать широкий диапазон задач [2, 3, 7].

Заключение

В работе показаны различия оценок статистических данных по официальным отчетам и спутниковым наблюдениям, что и определило актуальность использования космических снимков для мониторинга факелов сжигания попутного газа. Установлено, что применение тепловых космических снимков Landsat и продуктов MODIS позволяет детектировать и картографировать аномальные тепловые поля поверхности ландшафта с целью выявления действующих факелов и площадей пожаров.

Внедрение методов решения экологических задач с помощью данных дистанционного зондирования поднимает защиту окружающей среды на качественно новый уровень. Картографирование и пространственный анализ труднодоступной болотистой местности нефтедобывающих предприятий северных районов Западной Сибири оказывают значительную помощь в своевременной оценке экологической ситуации и принятии решений в устранении и профилактике загрязнения окружающей среды.

Список литературы

1. Книжников А. Ю., Пусенкова Н. Н. Проблемы и перспективы использования попутного нефтяного газа в России / Институт мировой экономики и международных отношений РАН. URL: <http://gr.neftegaz.ru/ru/content/science/438.html> (дата обращения 16.04.2016).
2. Аналитический доклад по проблеме рационального использования попутного нефтяного газа в России. — М.: ЦШФ России, 2015. — 60 с. URL: <http://www.wwf.ru/resources/publ/book/1008> (дата обращения 16.04.2016).
3. Киришин П. А., Книжников А. Ю., Кочи К. В., Пузанова Т. А., Уваров С. А. Попутный нефтяной газ в России: "Сжигать нельзя, перерабатывать!" Аналитический доклад об экономических и экологических издержках сжигания попутного нефтяного газа в России. — М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2013. — 88 с.
4. Экологический след субъектов Российской Федерации / Под. ред. П. А. Боева. — Всемирный фонд дикой природы (WWF). — М.: WWF России, 2014. — 88 с.
5. Кутепова Е., Книжников А. Ю., Кочи К. В. Проблемы и перспективы использования попутного нефтяного газа в России: ежегодный обзор. Вып. 4. — М.: WWF России, КПМГ, 2012. — 35 с.
6. Рейтинг экологической ответственности нефтегазовых компаний России 2014. — WWF России, Creon, Национальное рейтинговое агентство. — М., 2014. — 29 с.
7. Рейтинг экологической ответственности нефтегазовых компаний России. — М., 2015. — 24 с.
8. Аксенов А., Широков Ю. Регулирование рынка ПНГ: уточнить терминологию, добавить меры стимулирования и ответственности // Нефтегазовая Вертикаль. — 2008. — № 20. — С. 38—39.
9. Жарова Т. Ю. Анализ экономической эффективности внедрения на месторождения технологий по утилизации попутного нефтяного газа (в условиях Томской области). Информационно-аналитическое агентство "Нефте-



- газ". — URL: <http://gr.neftegaz.ru/content/science/438.html> (дата обращения 16.04.2016).
10. **Информационный бюллетень "О состоянии окружающей среды Ханты-Мансийского автономного округа — Югры в 2008—2009 гг.:** Департамент экологии Ханты-Мансийского автономного округа. Югра: ОАО "НПЦ Мониторинг", 2010. — 130 с.
 11. **Доклад об экологической ситуации в Ханты-Мансийском автономном округе — Югре в 2010 г.:** Департамент экологии Ханты-Мансийского автономного округа — Югры. — Ханты-Мансийск: ОАО "НПЦ Мониторинг", 2011. — 125 с.
 12. **Доклад об экологической ситуации в Ханты-Мансийском автономном округе — Югре в 2010 г.:** Департамент экологии Ханты-Мансийского автономного округа — Югры. — Ханты-Мансийск: ОАО "НПЦ Мониторинг", 2012. — 175 с.
 13. **Алексеева М. Н., Ященко И. Г., Перемитина Т. О.** Оценка состояния окружающей среды нефтедобывающих территорий на основе данных дистанционного зондирования с применением геоинформационных технологий // Безопасность жизнедеятельности. — 2013. — № 1. — С. 30—35.
 14. **Данные** по тепловым аномалиям MOD14A1, описание и получение. URL: <http://gis-lab.info/qa/mod14a1.html> (дата обращения 16.04.2016).
 15. **Алексеева М. Н., Перемитина Т. О., Ященко И. Г.** Методика выявления и картографирования высокотемпературных участков нефтедобывающих территорий Западной Сибири на основе спутниковых данных // Геоинформатика. — 2015. — № 3. — С. 2—6.
 16. **Афонин С. В., Белов В. В., Энгель М. В.** Анализ региональных спутниковых данных MODIS Products // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. — 2005. — Т. 2. — № 2. — С. 336—342.
 17. **Полищук Ю. М., Ященко И. Г.** Физико-химические свойства нефтей: статистический анализ пространственных и временных изменений. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал "Гео", 2004. — 109 с.

I. G. Yashchenko, Head of Laboratory, **T. O. Peremitina**, Research Associate, e-mail: pto@ipc.tsc.ru, **M. N. Alexeeva**, Junior Researcher, Institute of Petroleum Chemistry, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Tomsk,

Remote Sensing Methods Application for Solving Problem of Associated Gas Flaring

For timely assessment of the ecological status of hard wetlands Western Siberia developed methods of measuring and mapping the thermal anomalies (torches, fires, burning) of oil-producing territories on the basis of satellite data. It was found that the use of thermal satellite images Landsat and MODIS products can detect and to map abnormal thermal field terrain surface in order to identify existing areas flame and a fires.

Keywords: environment, associated petroleum gas, satellite images, geoinformation systems, oil fields

References

1. **Knizhnikov A. Ju., Pusenkova N. N.** Problemy i perspektivy ispol'zovaniya poputnogo nefljanogo gaza v Rossii / Institut mirovoj jekonomiki i mezhdunarodnyh otnoshenij RAN. URL: <http://gr.neftegaz.ru/content/science/438.html> (data accessed 16.04.2016).
2. **Analiticheskij doklad po probleme racional'nogo ispol'zovaniya poputnogo nefljanogo gaza v Rossii.** M., WWF Rossii, 2015. 60 p. URL: <http://www.wwf.ru/resources/publ/book/1008> (data accessed 16.04.2016).
3. **Kirjushin P. A., Knizhnikov A. Ju., Kochi K. V., Puzanova T. A., Uvarov S. A.** Poputnyj nefljanoy gaz v Rossii: "Szhigat' nel'zja, pererabatyvat'!" Analiticheskij doklad ob jekonomicheskikh i jekologicheskikh izderzhkah szhiganiya poputnogo nefljanogo gaza v Rossii. Moscow: Vsemirnyj fond dikoj prirody (WWF), 2013. 88 p.
4. **Jekologicheskij sled sub#ektov Rossijskoj Federacii /** Pod red. P. A. Boeva. Vsemirnyj fond dikoj prirody (WWF). Moscow: WWF Rossii, 2014. 88 p.
5. **Kutepova E., Knizhnikov A. Ju., Kochi K. B.** Problemy i perspektivy ispol'zovaniya poputnogo nefljanogo gaza v Rossii: ezhegodnyj obzor. Vyp. 4. Moscow: WWF Rossii, KPMG, 2012. 35 p.
6. **Rejting jekologicheskoy otvetstvennosti neftegazovyh kompanij Rossii 2014.** WWF Rossii, Creon, Nacional'noe rejtingovoe agentstvo. Moscow, 2014. 29 p.
7. **Rejting jekologicheskoy otvetstvennosti neftegazovyh kompanij Rossii.** Moscow, 2015. 24 p.
8. **Aksenov A., Shirokov Ju.** Regulirovanie rynka PNG: utocnit' terminologiju, dobavit' mery stimulirovaniya i otvetstvennosti. *Neftegazovaja Vertikal*. 2008. № 20. P. 38—39.
9. **Zharova T. Ju.** Analiz jekonomicheskoy jeffektivnosti vnedrenija na mestorozhdenija tehnologij po utilizacii poputnogo nefljanogo gaza (v uslovijah Tomskoj oblasti) / Informacionno-analiticheskoe agentstvo "Neftegaz". URL: <http://gr.neftegaz.ru/content/science/438.html> (data accessed 16.04.2016).
10. **Informacionnyj bjulleten' "O sostojanii okružajushhej sredy Hanty-Mansijskogo avtonomnogo okruga — Jugry v 2008—2009 gg.** Departament jekologii Hanty-Mansijskogo avtonomnogo okruga. Jugra: ОАО "NPC Monitoring", 2010. 130 p.
11. **Doklad ob jekologicheskoy situacii v Hanty-Mansijskom avtonomnom okruge — Jugre v 2010 g.** Departament jekologii Hanty-Mansijskogo avtonomnogo okruga — Jugry. Hanty-Mansijsk: ОАО "NPC Monitoring", 2011. 125 p.
12. **Doklad ob jekologicheskoy situacii v Hanty-Mansijskom avtonomnom okruge — Jugre v 2012 g.** Departament jekologii Hanty-Mansijskogo avtonomnogo okruga — Jugry. Hanty-Mansijsk: ОАО "NPC Monitoring", 2012. 175 p.
13. **Alekseeva M. N., Yashchenko I. G., Peremitina T. O.** Ocena sostojanija okružajushhej sredy nefteobvyvajushih territorij na osnove dannyh distancionnogo zondirovaniya s primeneniem geoinformacionnyh tehnologij. *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*. 2013. No 1. P. 30—35.
14. **Dannye** po teplovym anomalijam MOD14A1, opisanie i poluchenie. URL: <http://gis-lab.info/qa/mod14a1.html> (data accessed 16.04.2016).
15. **Alekseeva M. N., Peremitina T. O., Yashchenko I. G.** Metodika vyjavlenija i kartografirovaniya vysokotemperaturnyh uchastkov nefteobvyvajushih territorij Zapadnoj Sibiri na osnove sputnikovyh dannyh. *Geoinformatika*. 2015. No. 3. P. 2—6.
16. **Afonin S. V., Belov V. V., Jengel' M. V.** Analiz regional'nyh sputnikovyh dannyh MODIS Products. *Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*. 2005. V. 2. No. 2. P. 336—342.
17. **Polishchuk Ju. M., Jashhenko I. G.** Fiziko-himicheskie svojstva neftej: statisticheskij analiz prostranstvennyh i vremennyh izmenenij. Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, filial "Geo", 2004. 109 p.

В. В. Кирсанов, д-р техн. наук, проф. кафедры, e-mail: vvkirsanov@gmail.com, КНИТУ-КАИ им. А. Н. Туполева

Воздействие атмосферных осадков на качество воздуха приземного слоя

В статье показаны возможные варианты воздействия атмосферных осадков (дождь, снег, град) на сорбцию загрязняющих веществ антропогенного происхождения по мере их транспортирования из верхних слоев атмосферы на подстилающую естественную и искусственную поверхность.

Ключевые слова: атмосферные осадки, загрязняющие вещества в атмосфере, конвекция, мелкодисперсная пыль, приземный слой тропосферы, конденсация

Состав атмосферных осадков зависит не только от того слоя атмосферы, в котором формируются облака, но и от приземного слоя атмосферы и от состояния поверхности почвы (подстилающей поверхности) в результате сложных и взаимообусловленных гидроаэродинамических, химических, физических, биологических естественных и антропогенных процессов, динамично и непрерывно происходящих на различных высотах тропосферы и на границе раздела фаз.

Облака являются разновидностью аэрозоля — дисперсной системы, состоящей из капель жидкости или твердых частиц, находящихся во взвешенном состоянии в газовой среде (воздухе). Облака влияют на альбедо Земли, переносят воду с поверхностей морей, океанов на сушу в виде выпадающего дождя, снега, града и образуются в результате конденсации влажного теплого воздуха, конвективно поднимающегося в верхние слои тропосферы. Ядрами конденсации служат присутствующие в воздухе пыль, кристаллы морской и океанической соли, различные загрязняющие минеральные и органические вещества естественного и антропогенного происхождения.

При выпадении атмосферных осадков (дождь, снег, град) загрязняющие вещества (ЗВ) (минеральные, органические соединения, пыль) снова возвращаются на поверхность Земли или в неизменном составе, или, чаще всего, в виде более токсичных соединений.

Благоприятными условиями для образования более токсичных соединений, попадающих в нижние слои тропосферы и на поверхность Земли с осадками, являются прежде всего:

- увеличение температуры у поверхности земли;
- интенсивный гидроаэродинамический режим, интенсифицирующий массообменные процессы на границе: жидкость — компоненты

воздуха — загрязняющие вещества, присутствующие в воздухе, способствует окислительно-восстановительным реакциям на границе раздела фаз;

— противоточный режим движения осадков вниз и естественной конвекции воздушных тепловых потоков вверх вместе с пылью и другими ЗВ создает (аналогично противоточному скрубберу) условия для физического процесса очистки приземного воздуха за счет абсорбции (абсорбент — капли дождя) и адсорбции (адсорбент — снег или град); одновременно очистке воздуха по мере увеличения высоты концентрация ЗВ во фрагментах осадков при их падении на поверхность земли возрастает.

Во время выпадения осадков происходит сорбция (абсорбция при дожде, адсорбция — при граде и абсорбция + адсорбция — при снегопаде) и при этом концентрация ЗВ в приземном слое воздуха уменьшается, происходит выравнивание концентраций в сорбенте (осадках) и воздухе — воздух в приземном слое очищается, концентрация ЗВ в осадках достигает максимального значения. При соприкосновении осадков с твердой поверхностью земли к межфазному взаимодействию на границе воздух — жидкость добавляется третья фаза — твердая поверхность земли. На границе раздела фаз воздух — жидкость — твердое тело происходят дополнительные массообменные процессы, в значительной степени иницируемые увеличением температуры в результате теплоотдачи земной поверхностью. Сорбированные фрагментами осадков из высотных и приземных слоев тропосферного воздуха загрязняющие вещества, частично диссоциированные на каплях осадков, на границе раздела фаз жидкость — воздух — твердая поверхность десорбируют в приземный атмосферный слой. Другая часть диссоциированных молекул ЗВ



(в том числе — пыль) вместе с сорбентом-растворителем (каплями осадков) переходит в гумусный слой почвы.

Бытующее мнение об очищающем приземный слой воздуха эффекте при выпадении дождя и снега может быть подтверждено лишь для естественной подстилающей поверхности земли без асфальтового или иного твердого искусственного покрытия, так как сорбированные осадками из атмосферы ЗВ дренируются вместе с осадками в плодородный слой почвы.

При отсутствии антропогенных выбросов токсичных веществ в атмосферу (подобную ситуацию в современных условиях возрастающих нагрузок на атмосферу, трудно представить) и естественном круговороте компонентов биосферы, периодичность и интенсивность атмосферных осадков регулируется природными метеорологическими, геофизическими, климатическими, сезонными и другими факторами, обусловленными естественным алгоритмом жизнедеятельности в биосфере. Но в пропорциональной зависимости в почву из атмосферы вместе с осадками транспортируется и та часть ЗВ, которая выброшена различным транспортом, космическими и военными ракетами, добывающей и перерабатывающей промышленностью, различными предприятиями и пр. Далее, соответственно, по трофическим цепям, из почвы и воздуха ЗВ, трансформируясь в более токсичные, в том числе за счет эффекта синергизма, поступают в замыкающее трофическую цепь звено — организм человека.

В основном по причинам отсутствия близрасположенных источников антропогенных выбросов и "очищающего" приземный атмосферный слой действия осадков считается проживание в сельской местности более безопасным для здоровья человека. Но не следует забывать, что кратковременное, сиюминутное благотворное влияние на здоровье атмосферных осадков в сельской местности приносится в жертву здоровью будущих поколений, вынужденных, по всей вероятности, использовать в пищу ту продукцию, которая будет возвращена на землю, достигшей предельного уровня сорбции токсичных веществ.

Следует обратить внимание на то, что частота и интенсивность атмосферных осадков связана с эффективностью сорбции ЗВ и их переноса в нижние слои атмосферы и почву. Так, например, первая порция осадков в максимальной степени абсорбирует (адсорбирует) ЗВ, особенно легколетучие органические и лиофильные минеральные и органические соединения, в том числе частицы взвешенных веществ (пыли) с сорбированными

на них ионами и молекулами солей тяжелых металлов. Соответственно, первая порция осадков максимально загрязняет твердые и сухие глубинные слои почвы. Приземный атмосферный слой, особенно непосредственно у земли (в зоне дыхания человека), может не только очищаться от ЗВ, но и дополнительно загрязняться в результате десорбции теми ингредиентами, которые "захвачены" осадками в верхних слоях тропосферы и транспортированы в приземный слой.

Последние порции осадков в меньшей степени содержат ЗВ. Гидроаэродинамические процессы в тропосфере с условной долей вероятности можно сравнить с абсорбционной очисткой газов в скруббере, работающем в противоточном режиме — сверху через форсунки распыляется жидкость (абсорбент), снизу подается очищаемый газ.

Можно предположить, что сумма концентраций i -го компонента в газовой фазе (воздухе приземного слоя) C_i^B и в абсорбенте (каплях дождя или снега) C_i^O на одинаковом расстоянии (горизонтальной плоскости) от нулевой отметки величина относительно постоянная:

$$C_i^B + C_i^O = \text{const}, \quad (1)$$

где C_i^B и C_i^O — концентрация i -го компонента в атмосферном воздухе и во фрагментах атмосферных осадков (дождя, снега, града).

Равенство (1) сохраняется за пределами приземного слоя (≈ 25 м) атмосферы, до границы формирования облаков.

$$C_i^B / C_i^O = 0 \dots 1. \quad (2)$$

В соответствии с выражением (2) дробь C_i^B / C_i^O может меняться в пределах от 0 до 1 в зависимости от множества факторов, которыми можно пренебречь ради выяснения основных, определяющих качество воздуха в приземном слое при выпадении осадков.

Соотношение концентрации i -го ингредиента в воздухе и осадках зависит, прежде всего, от следующих факторов:

- высоты расположения плоскости сечения атмосферы;
- качества подстилающей поверхности, на которую выпадают осадки;
- степени турбулентности и конвекции воздушных потоков в приземном слое;
- интенсивности и периодичности выпадения атмосферных осадков;
- времени отсчета (времени замера C_i^B и C_i^O от начала выпадения осадков);

— свойств: летучесть, гидрофильность, химический состав газовых выбросов, дисперсность и плотность пыли и пр.

В верхних слоях тропосферы на границе конденсирования влаги и формирования облаков и последующих осадков значение C_i^B/C_i^O будет максимально приближено к 1 и далее, по мере приближения осадков к земле, значение C_i^B/C_i^O будет минимизироваться и стремиться к 0.

Если осадки выпадают на естественную подстилающую поверхность, то значение C_i^B/C_i^O будет значительно меньше, чем в случае выпадения осадков на непроницаемую искусственную поверхность (асфальт, бетон, кровля зданий), так как их дополнительный фазоразделитель в виде твердой поверхности и ее теплоотдача будут инициировать испарение и десорбцию (фазовое перераспределение i -го ингредиента из фрагмента осадков в приземный воздух).

По этой причине концентрация токсичных, особенно легколетучих органических, ЗВ (ацетон, бензол, ксилол, пары бензина, дизтоплива и т. д.) во время осадков на уровне верхних этажей высотных многоэтажек будет выше, чем на уровне нижних этажей. Кроме того, при отсутствии осадков в городских микрорайонах с плотной застройкой многоэтажными зданиями рядом с одноэтажными и среднеэтажными, в частности,

пятиэтажными (что характерно для центральной части Казани и других старых городов РФ), высотные здания будут экранировать вертикально восходящие воздушные потоки и создавать турбулентность на границе крыш зданий, препятствуя конвекции, и инициировать инверсию, особенно в дневное время при поглощении солнечной радиации (с конвекционными воздушными массами удаляются из приземного слоя загрязняющие вещества — происходит естественная вентиляция приземного воздуха).

Следует подчеркнуть, что скорость осаждения частиц в ламинарном режиме прямо пропорциональна эквивалентному диаметру частиц (уравнение Стокса), — наиболее токсичная для организма мелкодисперсная пыль (эквивалентный диаметр 0,1...10 мкм) очень плохо осаждается, зависая надолго на уровне верхних этажей.

Список литературы

1. **Кирсанов В. В.** Основы промышленной и экологической безопасности опасных производственных объектов: Монография. — Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2011. — 480 с.
2. **Кирсанов В. В.** Современные технико-технологические методы защиты окружающей среды, часть II. Процессы и аппараты защиты атмосферы. — Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2014. — 568 с.

V. V. Kirsanov, Professor of Department, e-mail: vvkirsanov@gmail.com, Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev — KAI

The Impact of Precipitation on Surface Air Quality

In this article shows possible effects of precipitation (rain, snow, hail) on the sorption of polluting substances of human origin as their transport from the upper layers of the atmosphere to the underlying natural and artificial surface.

Keywords: precipitation, pollutants in the atmosphere, convection, fine dust, the surface layer of the troposphere, condensation

References

1. **Kirsanov V. V.** Osnovy promyshlennoj i jekologicheskoj bezopasnosti opasnyh proizvodstvennyh objektov: Monografija. Kazan': Izd-vo Kazan. gos. tehn. un-ta, 2011. 480 p.
2. **Kirsanov V. V.** Sovremennye tehniko-tehnologicheskie metody zashhity okruzhajushhej sredy, chast' III. Fizicheskie faktory okruzhajushhej i proizvodstvennoj sredy. Kazan': Izd-vo Kazan. gos. tehn. un-ta, 2015. 504 p.

УДК 330.65

Г. Н. Ильвес, канд. хим наук, доц., вед. науч. сотр., e-mail: galinailves@yandex.ru, Уральский межрегиональный филиал Всероссийского научно-исследовательского института охраны и экономики труда Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации, Екатеринбург

Порядок взаимодействия предприятия с подрядными организациями, выполняющими работы на объектах предприятия

Отмечено, что переход на контрактную систему закупок товаров, работ, услуг требует внимания к планированию закупки, выбору поставщика, подрядчика, исполнителя, документальному оформлению конкурсных проектов, особенно на объектах повышенной опасности. В статье предложен Порядок взаимодействия подразделений предприятия с подрядными организациями, выполняющими работы на объектах предприятия. Требования Порядка могут стать барьером для недобросовестных исполнителей, позволят повысить эффективность закупок товаров, работ, услуг, усилят ответственность подрядных организаций за соблюдение безопасности условий труда, оборудования и рабочих мест.

Ключевые слова: закупки, порядок взаимодействия, охрана труда, безопасные условия труда, подрядная организация, охрана окружающей среды

Изменение законодательства в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд и переход на федеральную контрактную систему вносят существенные перемены во взаимоотношения заказчиков и поставщиков товаров, работ и услуг. Требования, установленные Федеральным законом от 05.04.2013 № 44-ФЗ [3], заставляют заказчика планировать закупки, правильно выбирать поставщика, подрядчика, исполнителя. При этом особое внимание требует документальное оформление проектов: описание объекта закупки, составление технического задания на закупку товаров, работ, услуг. Именно на этой стадии можно "отсечь" недобросовестного поставщика, выставив в качестве барьера необходимые заказчику требования. Таким барьером, позволяющим повысить эффективность осуществления закупок товаров, работ, услуг и эффективность использования финансовых средств предприятия (на примере АО "Уральский электрохимический комбинат"), является Порядок взаимодействия подразделений предприятия с организациями, выполняющими работы на объектах предприятия (далее — Порядок).

Акционерное общество "Уральский электрохимический комбинат" (далее АО "УЭХК", Предприятие) занимается переработкой высокообогащенного урана в топливо для атомных электростанций и входит в состав Топливной компании Росатома "ТВЭЛ" (АО "ТВЭЛ"). Деятельность АО "УЭХК" с дочерними обществами и организациями имеет стратегическое значение для экономики России и других стран. По

влиянию на мировой энергетический баланс экспорт российского обогащенного урана сопоставим с экспортом российского газа и нефти.

В настоящее время АО "УЭХК" активно взаимодействует со сторонними (подрядными) организациями, выполняющими работы или оказывающими услуги на территории Предприятия. Это строительные, ремонтно-строительные, монтажные работы при реконструкции, техническом перевооружении объектов капитального строительства Предприятия; работы по капитальному ремонту, ремонтные и наладочные работы на оборудовании; проведение оперативного и технического обслуживания, ремонтов оборудования и систем; работы по обслуживанию зданий и сооружений Предприятия; клининговые, транспортно-логистические услуги; услуги в области использования атомной энергии; производственная деятельность сторонних организаций на оборудовании, в помещениях, зданиях и на территории Предприятия.

Анализ существующих мер по управлению подрядными организациями в АО "УЭХК" в области охраны труда, ядерной, радиационной, промышленной, пожарной безопасности и охраны окружающей среды привел к необходимости разработки некоторого порядка, позволяющего повысить уровень безопасности труда и снизить риск аварий при работе подрядных организаций на объектах АО "УЭХК". При разработке такого порядка были проанализированы требования законодательных, ведомственных и локальных нормативных актов и документов в области охраны

труда и промышленной безопасности применительно к работе подрядных организаций.

Проведенное исследование позволило предложить Порядок взаимодействия подразделений предприятия с организациями, выполняющими работы на объектах предприятия (на примере АО "Уральский электрохимический комбинат").

Порядок взаимодействия подразделений предприятия с организациями, выполняющими работы на объектах предприятия, содержит рассмотренные ниже *разделы*.

Раздел 1. Положения и требования обеспечения качества, охраны окружающей среды, энергосбережения, охраны здоровья и безопасности труда (в том числе при выборе подрядных организаций).

В области качества, охраны окружающей среды, энергосбережения, охраны здоровья и безопасности труда Предприятие руководствуется требованиями российского законодательства, нормами международного права, основами политик Госкорпорации "Росатом", АО "ТВЭЛ", АО "УЭХК". На Предприятии разработаны, внедрены и поддерживаются в рабочем состоянии: Система менеджмента качества (СМК), соответствующая требованиям международного стандарта ISO 9001, Система экологического менеджмента (СЭМ), соответствующая требованиям международного стандарта ISO 14001, Система энергетического менеджмента (СЭНМ), соответствующая требованиям международного стандарта ISO 50001, и Система охраны здоровья и безопасности труда (СОЗиБТ), соответствующая требованиям OHSAS 18001. Предприятие является поставщиком качественной, конкурентоспособной продукции, оборудования для объектов ядерно-топливного цикла, стандартных образцов изотопного и химического составов.

Требования при выборе подрядных организаций

Организации, имеющие намерение выполнять работы или оказывать услуги для АО "УЭХК", в том числе осуществляющие производственную деятельность на оборудовании Предприятия, в помещениях, зданиях и на его территории, соблюдают требования в области качества, охраны окружающей среды, энергосбережения, охраны здоровья и безопасности труда, установленные на Предприятии в части, их касающейся. Соответствующие требования к подрядным организациям учитываются при составлении конкурсной документации для выбора подрядных организаций в соответствии с требованиями Единого отраслевого стандарта закупок (ЕОСЗ) Госкорпорации "Росатом" [4]. Требования вносятся в договоры с подрядными организациями, выполняющими работы/услуги на территории Предприятия.

При выборе подрядных организаций Предприятие учитывает наличие у генподрядчика (подрядчика) лицензии (разрешения), выданной регулирующим органом, свидетельства о допуске к работам, выданного саморегулируемой организацией,

сертификатов соответствия системы менеджмента качества требованиям ISO 9001 или аналогичного стандарта, наличие программы обеспечения качества и выполнение изложенных в ней требований; наличие и достаточность у генподрядчика (подрядчика) производственных мощностей и квалифицированного персонала для выполнения работ в полном объеме, в заданные сроки и с требуемым качеством. Имеют значение и следующие факторы: информация о несчастных случаях на производстве и профессиональных заболеваниях за последние 3 года, наличие службы охраны труда и ее укомплектованность, квалификация специалистов по охране труда, возможность доступа в помещения подрядчика для аудита, контроля и надзора, наличие документации по проведению специальной оценки условий труда. Конкретные требования прописываются в закупочной документации и в договоре.

Раздел 2. Требования к квалификации персонала подрядных организаций в области охраны окружающей среды, энергосбережения, охраны здоровья и безопасности труда.

Перед началом работ на территории, объектах или оборудовании Предприятия персонал знакомится с энергетической и экологической политикой АО "ТВЭЛ", а также с политикой АО "ТВЭЛ" в области охраны здоровья и безопасности труда.

Работники подрядных организаций, выполняющие работы на территории Предприятия, соблюдают правила внутриобъектового и пропускного режима, установленного на территории АО "УЭХК". Работники должны быть годны к выполнению своих обязанностей по состоянию здоровья в соответствии с требованиями законодательства и должны пройти периодический медицинский осмотр по профессиям, видам работ и соответствующим факторам производственной среды.

Работники сторонних организаций, допускаемые к работе с оборудованием, должны иметь необходимые навыки, квалификацию, пройти соответствующее обучение и иметь удостоверение на право выполнения работ. Персонал организаций, оказывающих услуги для АО "УЭХК" по вывозу отходов с территории и/или объектов АО "УЭХК", должен иметь профессиональную подготовку на право работы с отходами I—IV класса опасности и пройти инструктаж в соответствии с требованиями действующего Порядка.

Руководство сторонних организаций за счет собственных средств обеспечивает своих работников исправными средствами индивидуальной и коллективной защиты, спецодеждой и спецобувью, лечебно-профилактическим питанием и контролирует правильное их применение. Руководство несет ответственность за эксплуатацию всего оборудования в соответствии с действующим законодательством и договором. Руководящие работники и специалисты сторонних организаций в необходимых случаях получают разрешения



Ростехнадзора на право ведения работ в области использования атомной энергии.

Персонал подрядных организаций не должен вмешиваться в технологические процессы, осуществляемые в подразделениях АО "УЭХК".

Раздел 3. Порядок подготовки работ и оформления документации на проведение строительно-монтажных и ремонтно-строительных работ.

Строительно-монтажные и ремонтно-строительные работы на территории и в подразделениях АО "УЭХК" начинаются с оформления акта-допуска и производятся на основании Проекта производства работ (далее ППР), который разрабатывается в соответствии с требованиями действующих норм и правил по охране труда, ядерной, радиационной, пожарной и промышленной безопасности и охране окружающей среды. ППР предусматривает обеспечение персонала подрядной организации санитарно-бытовыми помещениями, туалетами и средствами индивидуальной защиты.

При производстве работ на территории АО "УЭХК" несколькими организациями генеральный подрядчик (подрядчик) совместно с субподрядными организациями, заказчиком (отделом капитального строительства АО "УЭХК") разрабатывают график выполнения совмещенных работ, обеспечивающий безопасные условия труда каждого участника, назначается ответственный за оперативное руководство работами. Работы производятся в соответствии с действующими в АО "УЭХК" инструкциями по нарядной системе. Перечень работ, выполняемых по наряду-допуску, форма которого указывается в ППР, определяется в соответствии с актом-допуском.

Раздел 4. Порядок инструктажа и проверки знаний работников подрядных организаций.

В подразделениях Предприятия разрабатываются программы первичного инструктажа стороннего персонала. Программы включают: правила поведения работников на территории и в подразделениях АО "УЭХК"; правила организации работ по нарядам-допускам; сведения о вредных веществах и опасных технологических процессах; информацию о видах возможных аварийных ситуаций и порядке действий при их возникновении, о путях эвакуации из опасной зоны; сведения о радиационной и ядерной безопасности, электробезопасности и пожарной безопасности; информацию о правах работников АО "УЭХК" по отношению к работникам сторонних (подрядных) организаций при выявлении нарушений; экологические требования АО "УЭХК"; требования, методы и способы энергосбережения в АО "УЭХК".

Подрядные организации предоставляют в подразделение АО "УЭХК", на территории которого будут проводиться работы, списки лиц, ответственных за организацию и безопасное проведение работ. Для производства работ в действующих электроустановках указываются работники, которым будет предоставлено право выдачи

наряда, право быть ответственными руководителями, производителями работ, членами бригады, подтверждаются группы по электробезопасности этих работников.

Первичный инструктаж работников подрядных организаций проводится специалистами АО "УЭХК". Организация и регистрация первичного инструктажа осуществляется руководителями и специалистами подрядных организаций с записью в личных книжках по охране труда или журналах инструктажа подразделений подрядных организаций. Ответственность за своевременность и полноту инструктажа рабочих несут руководители подрядных организаций.

Инструктаж при допуске к работам персонала подрядных организаций по нарядам-допускам (любых форм) проводится ответственными лицами подрядных организаций и назначенными лицами из подразделений АО "УЭХК" в соответствии с инструкциями, регламентирующими работы по нарядам.

Предоставление персоналу подрядных организаций права работы в действующих электроустановках в качестве выдающих наряд ответственных руководителей и производителей работ, членов бригады оформляется главным энергетиком АО "УЭХК" резолюцией на письме командировавшей организации или распоряжением главного энергетика АО "УЭХК".

Персонал подрядных организаций, выполняющий работы в подразделениях АО "УЭХК", где эксплуатируется ядерная установка, источники ионизирующего излучения, или на территориях, закрепленных за данными подразделениями, а также при разовых их посещениях, инструктируется о требованиях радиационной безопасности и действиях в случае радиационных аварий. Инструктаж проводится до начала выполнения работ.

Раздел 5. Порядок выдачи и оформления нарядов.

Небольшие по объему работы по ремонту и наладке отдельных единиц оборудования (станков, механизмов, приборов и др.) и другие подобные работы в действующих подразделениях АО "УЭХК" выполняются сторонними (подрядными) организациями по нарядам-допускам без оформления плана производства работ. При этом акт-допуск не оформляется, а назначается допускающий от подразделения заказчика. Электромонтажные и наладочные работы в действующих электроустановках выполняются с оформлением сторонней организацией "наряда-допуска для работы в электроустановках" в соответствии с Правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок [1].

Администрация подрядных организаций предоставляет подразделению (цеху, отделу, службе) заказчика списки ответственных руководителей работ, лиц, имеющих право выдачи нарядов, производителей работ. Руководство подрядной организации несет ответственность за соответствие квалификации работников присвоенной

им группе по электробезопасности, выполнение персоналом правил по охране труда и производственных инструкций.

Наряды всех форм выдаются в установленном порядке накануне дня проведения работы. Один экземпляр наряда передается производителю работ, второй — хранится у лица, назначенного приказом по подразделению ответственным за регистрацию, учет, хранение нарядов. При полной передаче по акту-допуску здания, сооружения, помещения выдача нарядов и допуск к работам осуществляется руководителями подрядных организаций.

Лицо, выдающее наряд-допуск, определяет ответственного руководителя и ответственного исполнителя работ, количественный состав бригады и несет ответственность за необходимость осуществления выполняемых работ, обеспечение работ технической документацией, возможностью безопасного выполнения работ, достаточность изложенных в наряде-допуске мероприятий для безопасного выполнения работ, достаточность квалификации ответственного руководителя и ответственного исполнителя работ, состав бригады, необходимый для обеспечения безопасного выполнения работ.

Раздел 6. *Порядок использования подъемных сооружений при производстве работ.*

При производстве строительно-монтажных и ремонтно-строительных работ, работ по ремонту машин и механизмов, обслуживанию зданий и сооружений на выделенных участках работы подъемные сооружения могут временно передаваться подрядным организациям с составлением двухстороннего акта. В акте указывают техническое состояние подъемных механизмов (ПМ), организацию, на которую возлагается ответственность за исправное состояние ПМ. Организация, которой переданы ПМ, обеспечивает их содержание в исправном состоянии и безопасные условия производства работ подъемными механизмами.

При производстве строительно-монтажных и ремонтно-строительных работ в условиях действующих подразделений администрация строительно-монтажных организаций предоставляет подразделению заказчика списки специалистов, ответственных за безопасное производство работ, перед допуском к работе и далее ежеквартально инструктирует специалистов и рабочих и контролирует ведение работ с использованием подъемных механизмов.

Администрация подрядных организаций обеспечивает схемами строповки грузов места проведения работ с использованием ПМ персоналом подрядных организаций, обеспечивает соответствие тары и съемных грузозахватных приспособлений, применяемых персоналом подрядных организаций, требованиям Правил [2].

Раздел 7. *Обеспечение требований по охране окружающей среды и энергосбережению (в том числе по сбору и вывозу отходов и мусора).*

Персонал подрядной организации, выполняющий работы/оказывающий услуги на территории

Предприятия, знакомится с энергетической и экологической политикой АО "УЭХК", иными требованиями АО "УЭХК", имеющими отношение к указанным работам/услугам, и выполняет требования действующего Порядка.

Отходы производства и потребления, образующиеся в результате деятельности подрядной организации на территории АО "УЭХК", являются собственностью подрядной организации (если иное не определено в договоре), которая имеет действующий договор со специализированной организацией на размещение, использование, обезвреживание всех образованных отходов, выполняет мероприятия по санитарному содержанию помещений, оборудования и территории, обеспечению санитарного режима персонала. На месте проведения работ имеется копия документа с указанием мест складирования отходов, выданная подразделением Предприятия. Подрядная организация обеспечивает своевременный сбор отходов производства и потребления, вынос отходов в места накопления, указанные Предприятием.

Порядок сбора и вывоза отходов и мусора

По окончании работ/оказании услуг персонал сторонних (подрядных) организаций убирает свое рабочее место. Сбор, упаковка отходов производства и потребления (хлопчатобумажные отходы, резина, бывшая в употреблении, полиэтиленовые пленки и др.) производится персоналом сторонних (подрядных) организаций. Порядок вывоза отходов производства и потребления указывается в ППР для каждого конкретного вида работ.

Право собственности на отходы производства и потребления, образованные в результате производственно-хозяйственной деятельности сторонних (подрядных) организаций на территории и объектах АО "УЭХК", определяется договором. В случае если договором не определено право собственности на отходы производства и потребления, данные отходы являются собственностью сторонней (подрядной) организации. Металлические отходы складываются в специальную тару. Разбрасывать металлические отходы и мусор по зоне монтажа или смешивать их в одной таре запрещается.

Вывоз приборов, инструментов, оборудования из подразделений АО "УЭХК" производится после проведения радиационного контроля, по разрешению отдела радиационной безопасности.

Раздел 8. *Порядок действий персонала подрядных организаций при возникновении аварийных ситуаций.*

Персонал подрядных организаций при появлении признаков загазованности воздуха рабочей зоны (туман, газовое облако, резкий запах и т.п.), а также при срабатывании системы аварийной сигнализации немедленно покидает производственный участок (здание) через ближайший выход (запасный выход) по установленному маршруту бегом в пункт сбора персонала, где работники подрядных организаций



действуют по указанию ответственного руководителя работ. Лицо, ответственное за организацию и безопасное проведение работ (представитель подрядной организации), проверяет наличие подчиненного персонала в пункте сбора и докладывает о результатах проверки ответственному руководителю работ. Работники подрядных организаций, пострадавшие в результате возникновения аварии, действуют по указанию ответственного руководителя работ.

При проведении противоаварийных тренировок персонал подрядной организации эвакуируется совместно с персоналом подразделения Предприятия в установленном для каждого подразделения порядке.

Раздел 9. *Обеспечение качества.*

Подрядные организации, осуществляющие поставку оборудования, комплектующих изделий и материалов, выполняющие работы и/или предоставляющие АО "УЭХК" услуги, разрабатывают и поддерживают в своих организациях функционирование системы менеджмента качества, соответствующей требованиям международного стандарта ISO 9001 или другого аналогичного стандарта.

Подрядные организации разрабатывают частную программу обеспечения качества на осуществляемый вид деятельности, предоставляют ее АО "УЭХК" для согласования, обеспечивают выполнение программы, условия для проверок согласно графику проведения проверок программ обеспечения качества и систем менеджмента организаций-поставщиков на текущий год, обеспечивают разработку и выполнение мероприятий по устранению замечаний.

Раздел 10. *Обеспечение требований пожарной безопасности.*

Перед началом работ/оказания услуг на территории, объектах или оборудовании АО "УЭХК" персонал подрядных организаций знакомится с политикой АО "ТВЭЛ" в области пожарной безопасности.

Дороги, подъезды, проходы и проезды на территории Предприятия содержатся в исправном состоянии, не загромождаются. Работы, связанные с ограничением проезда, производятся после согласования с заинтересованными подразделениями и уведомления пожарной охраны.

Подрядная организация, временно принявшая территорию под свою ответственность, обеспечивает контроль производства работ, надлежащее складирование материалов, оборудования, своевременную уборку территории. По окончании работы/оказания услуг территория сдается подрядной организацией подразделению АО "УЭХК" с оформлением акта приемки-сдачи.

Места размещения материалов, оборудования согласуются с подразделением, где проводятся работы, оказываются услуги, и пожарной охраной. Использование деревянных лесов и настилов допускается после обработки их огнезащитным составом. По окончании работ/оказания услуг указанные приспособления удаляются с территории АО "УЭХК".

Огневые работы производятся при наличии наряда-допуска и заявки-разрешения на огневые работы. Подрядные организации обеспечивают свой персонал первичными средствами пожаротушения.

Транспортирование баллонов с газами производится на специальной тележке или другом виде транспорта с наличием надежного крепления. По окончании работ баллоны с горючими газами вывозятся персоналом подрядных организаций за пределы здания в специально отведенное место.

Транспортирование легковоспламеняющихся и горючих жидкостей из склада в подразделение АО "УЭХК" производится в закрытой металлической таре, при работе с которой исключена возможность искрообразования и разлива. По окончании работ легковоспламеняющиеся и горючие жидкости убираются персоналом подрядных организаций на склад.

Курение на территории, в зданиях, помещениях, сооружениях и на производственных участках допускается только в специально отведенных пожаробезопасных местах в соответствии с приказами по подразделениям.

Раздел 11. *Ответственность эксплуатационного персонала Предприятия и персонала подрядных организаций, выполняющих работы на территории АО "УЭХК".*

Эксплуатационный персонал подразделений АО "УЭХК" несет ответственность за выполнение мероприятий, исполнителем которых он является, предусмотренных в ППР, акте-допуске, нарядах.

Персонал подрядных организаций несет ответственность за соблюдение требований инструктажа и инструкций, действующих в подразделениях АО "УЭХК", за соблюдение нарядно-допускной системы, выполнение мероприятий, исполнителем которых он является, предусмотренных в ППР и акте-допуске.

При производстве работ/оказании услуг в зоне действующего оборудования персонал подрядных организаций несет ответственность за нанесение повреждений этому оборудованию. О случаях повреждения оборудования работниками подрядных организаций сообщается работнику подразделения АО "УЭХК" (оператору диспетчерского пункта или начальнику смены и т. п.).

В случае выявления Предприятием нарушений требований охраны труда, промышленной безопасности, радиационной безопасности, ядерной безопасности, пожарной безопасности, охраны окружающей среды, энергосбережения, системы менеджмента качества, системы экологического менеджмента, системы менеджмента охраны здоровья и безопасности труда персонал подрядных организаций несет ответственность, определенную действующим законодательством, договором выполнения работ/оказания услуг.

В случае нарушения подрядной организацией требований действующего Порядка подразделение

АО "УЭХК" уведомляет о таком нарушении подрядную организацию, которая по получении уведомления незамедлительно устраняет данное нарушение удовлетворяющим Предприятие образом. В противном случае АО "УЭХК" может приостановить выполнение работ/оказания услуг, выплату денежной суммы, установленной договором, либо применить штрафные санкции, пока нарушение не будет устранено удовлетворяющим Предприятие образом, либо расторгнуть договор в одностороннем порядке без обязательств по возмещению убытков подрядной организации, вызванных таким расторжением.

Раздел 12. *Контроль выполнения требований в области качества, охраны окружающей среды, энергосбережения, охраны здоровья и безопасности труда при выполнении работ/оказания услуг подрядными организациями.*

Предприятие осуществляет контроль соблюдения подрядными организациями требований в области качества, охраны окружающей среды, энергосбережения, охраны здоровья и безопасности труда, а также выполнения требований Программы обеспечения качества.

Контрольные мероприятия проводятся в форме аудитов со стороны АО "УЭХК" согласно графику проведения проверок программ обеспечения качества и систем менеджмента подрядных организаций на текущий год с последующим оформлением соответствующих отчетов.

Подрядная организация обеспечивает необходимые условия для проведения аудита со стороны АО "УЭХК", разработку и выполнение мероприятий по устранению выявленных комиссией замечаний и их причин, информирование АО "УЭХК"

о выполнении мероприятий по устранению выявленных комиссией замечаний и их причин.

Применение рассмотренного выше Порядка взаимодействия Предприятия с подрядными организациями, выполняющими работы/оказывающими услуги на объектах предприятия, в практике АО "УЭХК" позволяет сделать вывод о том, что Порядок взаимодействия подразделений Предприятия с организациями, выполняющими работы на объектах АО "УЭХК", усиливает ответственность руководителей и специалистов за повышение технической безопасности оборудования, рабочих мест и работ, принятие ответственных решений, стимулирует повышение компетентности персонала. Система обеспечения безопасности подрядными организациями в подразделениях и на территории АО "УЭХК" в сочетании с другими стандартными организационными процедурами позволяет исключить случаи травматизма и аварийности при выполнении работ на территории Предприятия, эффективно использовать средства Предприятия.

Список литературы

1. **Приказ** Минтруда России от 24.07.2013 № 328н "Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок".
2. **Приказ** Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 12.11.2013 № 533 "Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения".
3. **Федеральный закон** от 05.04.2013 № 44-ФЗ "О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд".
4. **Стандарт** закупок (Положение о закупке) Государственной корпорации по атомной энергии "Росатом". URL: <http://www.ehp-atom.ru/public/upload/file/1331715276.pdf> (дата обращения 15.03.2016).

G. N. Ives, Associate Professor, Leading Researcher, e-mail: galinailves@yandex.ru, Ural interregional branch of the All-Russian Research Institute for Occupational Safety and Economy Ministry of Labor and Social Protection of the Russian Federation, Yekaterinburg

Order of Company Interaction with Organizations Contractor that Perform Work for the Company Objects

Transition to the contract procurement system of goods, works and services requires attention to procurement planning, supplier choice, contractor, executants, documentation of competitive projects, especially those at high risk. The paper provides order of company division interaction with organizations, that perform work for the company objects. Order requirements may be a barrier for unscrupulous executants. The efficiency of procurement of goods, work and services can be improved. Order requirements will strengthen the responsibility of contractors for compliance of safety equipment, workplaces and labour.

Keywords: procurement, order of interaction, occupational safety and health, safe working conditions, contractors, environmental protection

References

1. **Приказ** Минтруда России от 24.07.2013 № 328н "Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок".
2. **Приказ** федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 12.11.2013 № 533 "Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения".
3. **Федеральный закон** от 05.04.2013 № 44-ФЗ "О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд".
4. **Стандарт** закупок (Положение о закупке) Государственной корпорации по атомной энергии "Росатом". URL: Mode of access: <http://www.ehp-atom.ru/public/upload/file/1331715276.pdf> (data of accessed 15.03.2016).

УДК 628.517.2

С. Г. Смирнов, канд. техн. наук, доц., Н. С. Нестеров, студент, e-mail: nestero92@mail.ru, МГТУ им. Н. Э. Баумана

Особенности проектирования комбинированного глушителя аэродинамического шума энергетических установок

Рассмотрена модель глушителя, предлагаемая авторами для повышения эффективности снижения уровня шума в широком диапазоне частот энергетических установок. Проведена проверка работоспособности модели конструкции данного глушителя на экспериментальной установке. Предложено использование программного пакета COMSOL Multiphysics для определения значения потерь передачи звуковой энергии и получения цветowych схем распределения звукового давления в канале. Модельное исследование показало, что применение глушителя данной конструкции дает высокую эффективность снижения уровня шума во всем спектре слышимых частот.

Ключевые слова: газодинамический шум, глушитель, экспериментальная установка, акустический тракт

Введение

Среди глобальных проблем развития современной цивилизации снижение шума в жизнедеятельности человека относится к числу наиболее важных. Энергетические установки, такие как двигатели внутреннего сгорания (ДВС), поршневые компрессоры, вентиляторы, являются основными источниками производственного шума аэродинамической природы в окружающей среде.

Шум на производстве приводит к снижению внимания и увеличению числа ошибок при выполнении работы, исключительно сильное влияние оказывает шум на быстроту реакции, сбор информации и аналитические способности операторов, из-за шума снижается производительность труда и ухудшается качество работы. Шум затрудняет своевременную реакцию работающих на предупредительные сигналы внутрицехового транспорта (автопогрузчиков, мостовых кранов и т. п.), что увеличивает число несчастных случаев на производстве.

Основным источником шума энергетических установок является газодинамический шум на входе и выходе из системы [1]. Проблема снижения этого шума решается с помощью применения эффективных глушителей.

Описание разработанного глушителя

Глушители, содержащие в своем составе элементы как отражающие, так и поглощающие звук, по принципу действия относятся к комбинированным глушителям шума [2].

Известны глушители шума для компрессорных установок или газотурбинных двигателей. Корпус такого глушителя покрыт изнутри звукопоглощающим материалом и облицован изнутри перфорированной оболочкой. Есть также многосекционные глушители, которые помимо внутренней облицовки звукопоглощающим материалом имеют несколько параллельно расположенных газоздушных каналов, а в самих каналах размещены звукопоглощающие вставки [3, 4].

Эффективность таких глушителей определяется длиной облицованного канала и коэффициентом звукопоглощения применяемого пористого или волокнистого материала. Данный коэффициент у ныне существующих материалов на частотах до 500 Гц незначителен (менее 0,4...0,5). Следовательно, вышеперечисленные конструкции малоэффективны на низких и средних частотах (63...800 Гц).

В настоящей работе предлагается проект новой конструкции высокоэффективного комбинированного глушителя, снижающего шум как на низких, так и на высоких частотах. На эту конструкцию подана заявка на полезную модель комбинированного глушителя, на которую в настоящий момент получен патент № 154807 (патентообладатели: Смирнов С. Г., Терехин А. С., Невская Е. Е., Нестеров Н. С.) в Федеральном институте промышленной собственности (ФИПС).

Целью предлагаемой модели глушителя является повышение эффективности снижения уровня шума энергетических установок, таких как стационарные поршневые компрессоры, стенды для

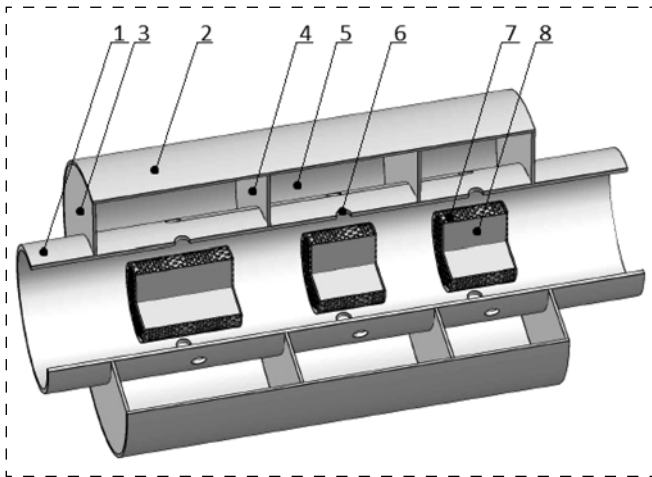


Рис. 1. Конструкция разработанного глушителя

испытания ДВС, клапаны сброса сжатых газов и пара. В спектре шума этих технических систем выражены как низкочастотные (63...500 Гц), так и высокочастотные (свыше 800 Гц) составляющие, поэтому и предлагается конструкция комбинированного глушителя с резонаторными и диссипативными элементами.

Глушитель (рис. 1) монтируется на газовой воздушном канале 1, по которому движется поток воздуха или отработанных газов и распространяются звуковые волны. Корпус резонаторов Гельмгольца выполнен в виде соосного цилиндра 2 большего диаметра, чем газовой воздушный канал размером $(1,6...2)d$, где d — диаметр газовой воздушного канала, ограниченный торцевыми стенками 3. Общий объем резонатора разделен поперечными перегородками 4. Образованные таким образом камеры 5 соединяются с пространством газовой воздушного канала поясками отверстий 6. Разделение общей емкости резонатора на несколько камер, во-первых, предотвращает появление продольных волн, которые бы снизили эффективность глушителя и, во-вторых, дает возможность настроить каждую камеру на разные частоты и, таким образом, расширить заглушаемый частотный диапазон. Внутри газовой воздушного канала в сечении поясков отверстий 6 резонаторов располагают по оси ряд коротких цилиндрических диссипативных вставок 7, выполненных из перфорированного листового материала (с коэффициентом перфорации $>0,2$) и заполненных звукопоглощающим материалом 8.

Учитывая, что существенное затухание звука в канале со звукопоглощающей вставкой наблюдается на начальном участке по длине перфорированного цилиндра, глушитель должен содержать несколько таких цилиндров ограниченной длины, расположенных с зазором друг от друга, нежели один удлиненный цилиндр. Для эффективного снижения шума и сохранения приемлемого гидравлического сопротивления газовому потоку диаметр цилиндрических диссипативных вставок рекомендуется

принимать $(0,5...0,6)d$, а их длину $(0,75...1)d$. Иные соотношения размеров возможны, но это приведет или к понижению акустической эффективности глушителя, или к увеличению его гидравлического сопротивления газовой воздушному потоку.

Предлагаемый глушитель шума содержит ряд (два и более) последовательно расположенных резонаторов Гельмгольца, настроенных на частоты соседних октавных полос. Камеры резонаторов соединяются с центральным каналом пояском отверстий, называемым "горлом резонатора" [1]. Частота, на которой наблюдается максимальное глушение резонатором Гельмгольца, определяется из выражения [5]:

$$f_p = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{S_0 n}{V l_c}}, \quad (1)$$

где c — скорость звука в среде, м/с; V — объем резонатора, m^3 ; S_0 — площадь отверстия горла резонатора, m^2 ; n — число отверстий; l_c — эффективная длина горла резонатора, определяемая помимо действительной длины горла (чаще всего на практике это толщина материала, из которого сделан газовой воздушный канал) еще двумя присоединенными длинами с внутренней и внешней стороны этого канала.

Выражение (1) показывает, что увеличивая число отверстий горла, можно повысить частоту максимальной эффективности резонатора, а увеличивая объем резонатора и длину горла, можно добиться высокой эффективности на низких частотах. При конструировании и расчете резонаторов производится подбор размера и количества отверстий для обеспечения необходимой резонансной частоты для выбранного объема резонаторной камеры.

Под действием звуковой волны, проходящей по газовой воздушному каналу, масса воздуха в "горле резонатора" совершает колебания, вследствие чего газ в резонаторной камере испытывает переменное сжатие и расширение, то накапливая энергию, то ее отдавая. Происходит процесс выравнивания звукового давления в канале за резонатором и, следовательно, снижение шума на резонансной частоте.

Принято считать, что газ в "горле резонатора" колеблется подобно жесткому поршню и в области "горла" частицы газа совершают возвратно-поступательные движения, перпендикулярные оси канала [5]. Исходя из этого, в конструкции глушителя для расширения частотного диапазона глушения предлагается располагать на одной оси в газовой воздушном канале, именно в сечении "горла резонатора", цилиндрические диссипативные вставки, выполненные из перфорированного листового материала и заполненные звукопоглощающим материалом. В районе "горла резонатора" наблюдается максимальная колебательная скорость частиц газа и более интенсивный процесс перехода кинетической энергии в тепловую за счет трения в пористой структуре звукопоглощающего материала диссипативных вставок.

Эксперименты показали, что одна общая цилиндрическая вставка, выполненная по всей длине всех последовательно расположенных резонаторов, менее акустически эффективна, чем отдельные короткие вставки длиной $(0,75...1)d$, расположенные последовательно в газозвдушном канале в зоне "горла" каждого резонатора.

Предлагаемая конструкция глушителя обеспечивает высокую эффективность снижения шума в широком диапазоне частот энергетических установок.

Экспериментальное исследование

Проверка работоспособности предложенной модели конструкции глушителя была проведена с помощью созданной экспериментальной установки на искусственном шуме (рис. 2). С помощью генератора 1 подавался белый шум на громкоговоритель 2, к которому присоединена труба с резонатором Гельмгольца 4. В трубе установлены диссипативные вставки с звукопоглощающим материалом из базальтового волокна 3. Акустическим трактом, состоящим из микрофона 5, усилителя 6, третьоктавного фильтра 7, измерялся уровень звукового давления L на выходе из модели глушителя. Вставка, установленная около

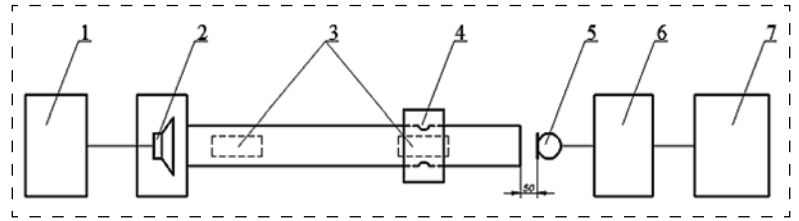


Рис. 2. Схема экспериментальной установки

громкоговорителя, служит для снижения влияния отраженной звуковой волны от открытого конца на громкоговоритель. Резонатор Гельмгольца также отражает звуковую энергию обратно к источнику, диссипативная вставка поглощает часть и этой энергии, тем самым снижает влияние на громкоговоритель.

Резонатор был рассчитан на частоту $f = 320$ Гц, камера имела объем $0,0026 \text{ м}^3$, горло резонатора содержало 10 отверстий диаметром 10 мм. В качестве звукопоглощающего материала для диссипативных вставок служило базальтовое волокно. Были проведены эксперименты по исследованию эффективности отдельно диссипативных вставок со звукопоглощающим материалом и резонатора Гельмгольца, а также разработанной конструкции комбинированного глушителя. Результаты эксперимента приведены на рис. 3. Из приведенных спектров видно, что

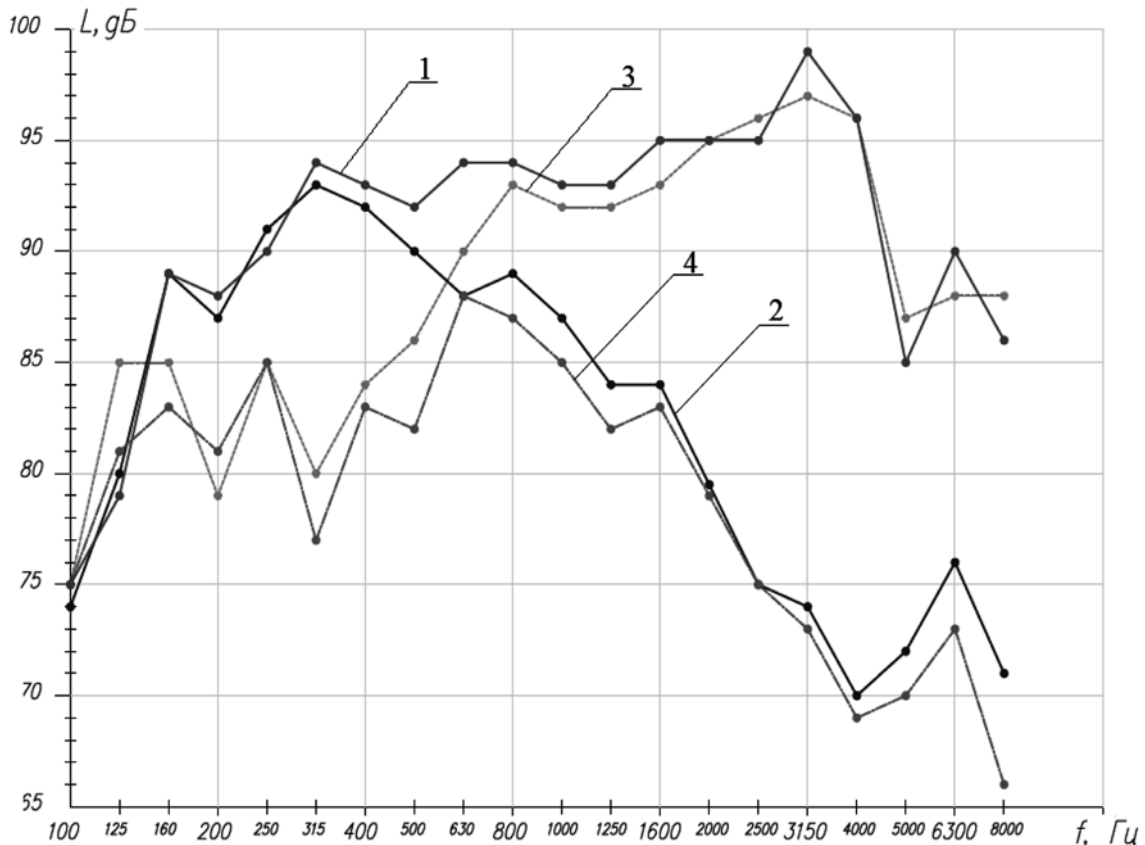


Рис. 3. Спектры шума при испытании глушителя:

1 — гладкая труба; 2 — ЗП вставка; 3 — резонатор; 4 — резонатор + ЗП вставка

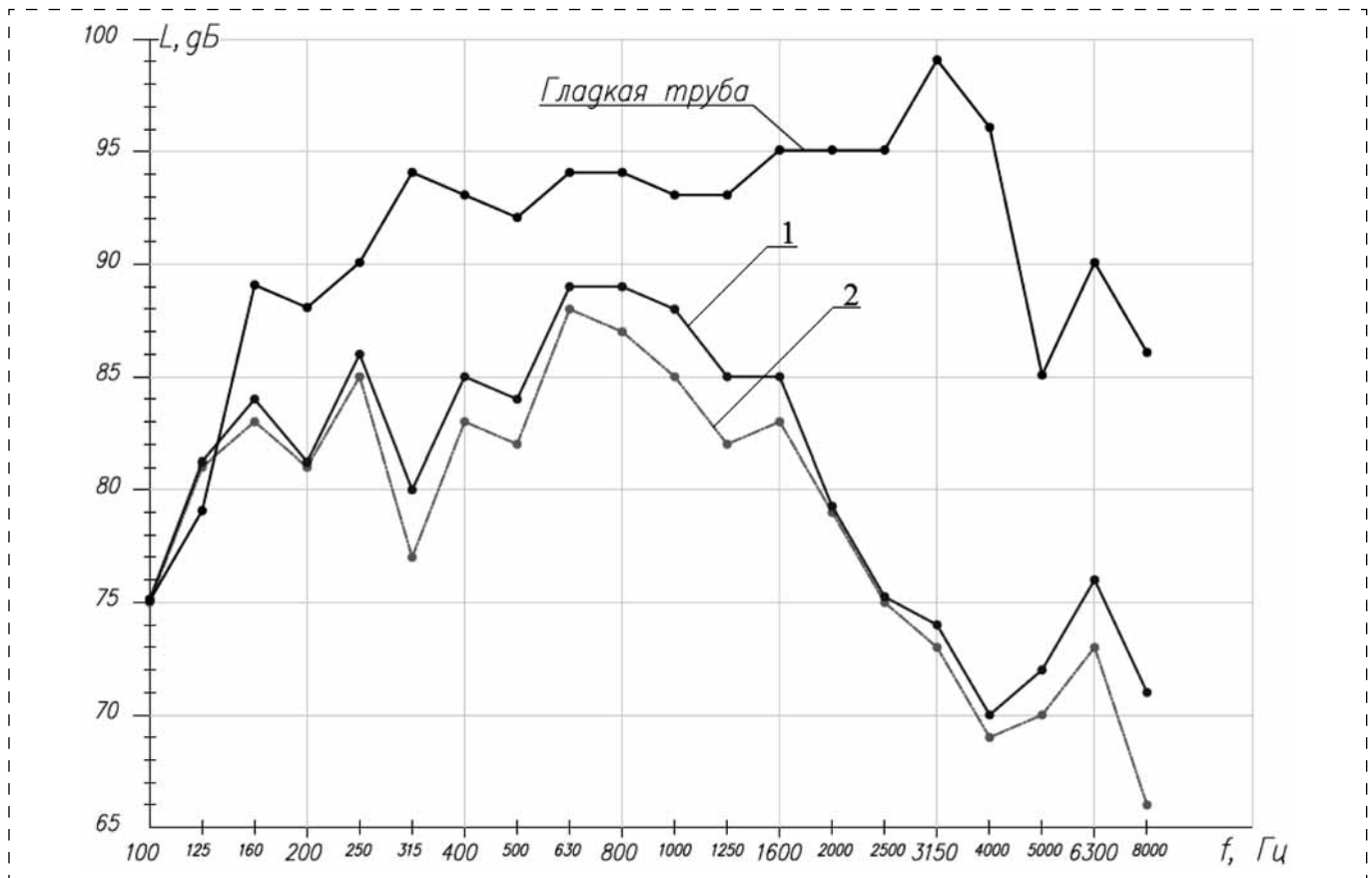


Рис. 4. Спектры при совместной работе диссипативного элемента с резонатором: 1 — ЗП вставка на конце трубы; 2 — ЗП вставка в "горле"

совместная работа резонатора Гельмгольца вместе со звукопоглощающей (ЗП) вставкой дает эффективное снижение шума в широком диапазоне частот.

Для комбинированного глушителя исследовалось влияние расположения звукопоглощающей вставки по оси в трубе. В первом случае вставка располагалась у открытого конца трубы, во втором — в плоскости, проходящей через отверстия в сечении "горла резонатора". Результаты приведены на рис. 4.

Анализ полученных спектров (см. рис. 4) показал, что установка звукопоглощающей вставки в сечении "горла резонатора", как и предполагалось, дает лучший эффект по снижению шума, чем расположение ее в любом другом месте трубы.

Исследование глушителя с помощью конечно-элементного моделирования

С помощью известных аналитических методов расчета глушителей шума нельзя в полной мере оценить все разнообразие конструкций глушителей. Поэтому, даже сегодня большую часть глушителей шума проектируют путем обычной доработки и видоизменения уже существующих

конструкций без полной уверенности в эффективности вносимых изменений. При этом для обоснования выбора наилучшей конфигурации важно математически проанализировать акустические характеристики глушителя еще на стадии его проектирования.

Для решения этой задачи все большее применение находят численные методы расчета глушителей шума на основе конечно-элементного моделирования [6]. Точность расчетов главным образом зависит от особенностей составления конечно-элементной модели и в полноценном виде система может быть крайне трудоемка для расчета и проектирования. Поэтому предпочтительно использование САПР для моделирования с целью получения предварительных результатов. Одной из программ для решения подобного рода задач является COMSOL Multiphysics — программная среда от компании COMSOL (Швеция), предназначенная для моделирования физических явлений [7].

Для исследуемого глушителя создавалась геометрия модели, объем которой разбивался на элементы (рис. 5). Следует отметить, что разбиение вследствие большого объема было неравномерное:

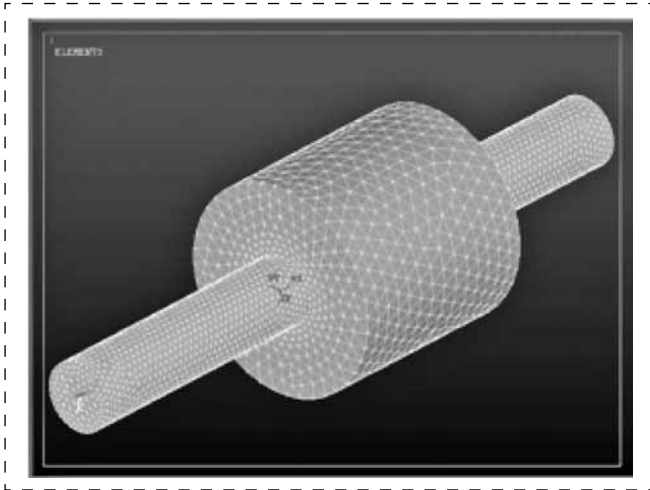


Рис. 5. Геометрия модели в программном комплексе COMSOL Multiphysics

вблизи концов патрубков и мелких деталей конструкции размер элементов задавался мельче, основной объем камеры был разбит на более крупные элементы. Затем назначались граничные условия и проводился непосредственно расчет при заданной нагрузке распределения звукового давления в области глушителя. В результате расчета были определены значения звукового давления в канале до и после глушителя, по которым вычислены значения потерь передачи звуковой

энергии ΔL в канале во всем рассматриваемом диапазоне частот (рис. 6).

Цветовые схемы распределения звукового давления и колебательных скоростей в трех направлениях в глушителе в расчетной области частот представлены на рис. 7 и 8 (см. 3-ю стр. обложки) на входе звуковых волн снизу и их выходе наверх.

Анализируя полученные схемы распределения звукового давления можно сделать вывод о том, что применение комбинированного глушителя предлагаемой конструкции эффективно снижает шум в широком диапазоне частот. Цветовые схемы распределения скоростей показывают, что именно в отверстиях "горла резонатора" наблюдается максимальная колебательная скорость частиц как на низких, так и на высоких частотах. Это еще раз доказывает целесообразность расположения диссипативных вставок в сечении "горла резонатора".

Выводы

В рамках данного исследования с помощью физической и математической моделей доказана высокая эффективность работы предлагаемого глушителя шума в широком диапазоне частот.

Расчет при помощи конечно-элементного моделирования позволяет проводить оценку работы глушителей довольно сложной конструкции, а также помогает определить влияние

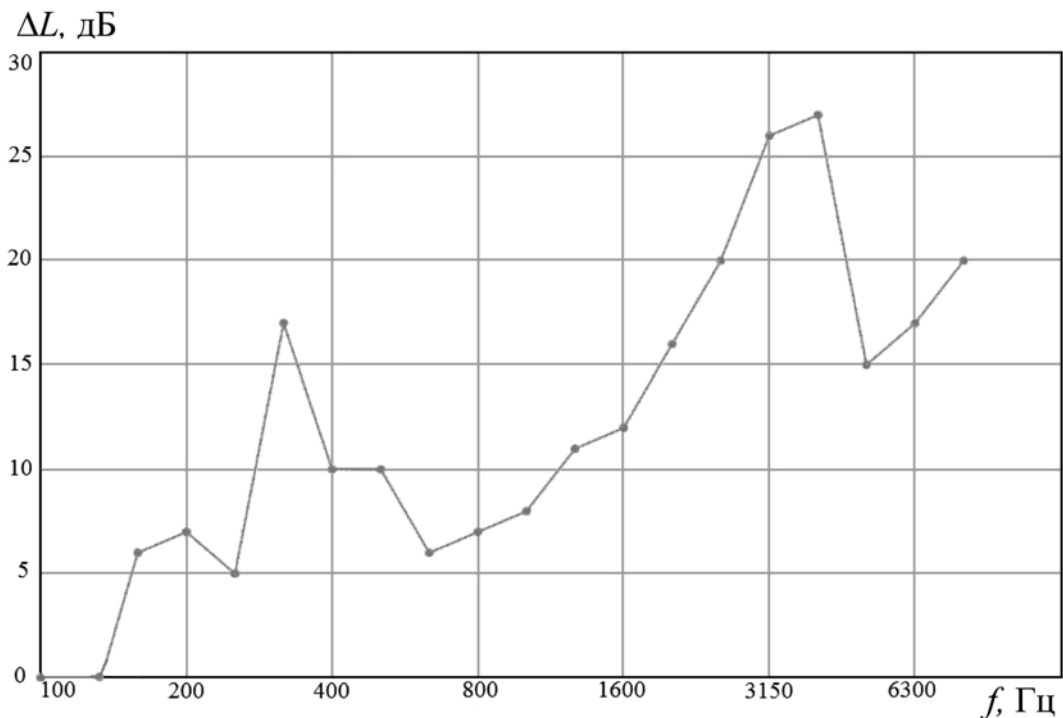


Рис. 6. Потеря передачи звуковой энергии ΔL

особенностей моделей, близких в целом, но имеющих свои конструктивные отличия, аналитическое описание которых затруднительно.

Благодаря наглядному представлению цветовыми схемами процессов распределения звукового давления и скоростей в емкости глушителя, становятся более понятны физические процессы, сопутствующие снижению уровня звука. А потери передачи звуковой энергии, служащие критерием при сравнении работы глушителей, позволяют проводить оценку их различных конструкций.

Список литературы

1. Юдин Е. Я., Борисов Л. А., Горенштейн И. В., Городецкий Э. А. Борьба с шумом на производстве: Справочник / Под общ. ред. Е. Я. Юдина. — М.: Машиностроение, 1985. — 400 с.
2. Белякин С. К. Анализ методов расчета глушителей шума двигателей внутреннего сгорания // Сборник научных

- трудов аспирантов и соискателей Курганского государственного университета. — Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 1999. — С. 37—40.
3. Кочетов О. С. Глушитель многосекционный для выхлопных воздухопроводов компрессоров. Патент 2283434 Российская Федерация. 2006. URL: <http://www.findpatent.ru/patent/228/2283434.html> (дата обращения 01.06.2016).
 4. Кочетов О. С. Многосекционный глушитель Кочетова. Патент 2392467 Российская Федерация. 2010. URL: <http://www.freepatent.ru/patents/2392467> (дата обращения 01.06.2016).
 5. Хекл М., Мюллер Х. А. Справочник по технической акустике. — Л.: Судостроение, 1980. — 450 с.
 6. Комкин А. И., Воробьева Л. С. Расчет и проектирование глушителей шума методом конечных элементов // Известия высших учебных заведений, 2013 г. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/raschet-i-proektirovanie-dissipativnyh-glushiteley-shuma-metodom-konechnyh-elementov> (дата обращения 01.06.2016).
 7. Быков А. И. Моделирование глушителей шума в программной среде COMSOL Multiphysics // Электронный журнал "Молодежный научно-технический вестник". — 2014. — № 11. — 7 с. URL: <http://sntbul.bmstu.ru/index.html> (дата обращения 01.06.2016).

S. G. Smirnov, Associate Professor, N. S. Nesterov, Student, e-mail: nesterov92@mail.ru, Bauman Moscow State Technical University

Design Features a Combined Muffler Aerodynamic Noise Power Installations

The objective of the proposed model is to improve the efficiency muffler reduce noise in a wide frequency range of energy installations. The problem is solved by the fact that the muffler contains several contiguous Helmholtz resonators tuned to the frequencies of neighboring octave bands. To extend the frequency range of jamming in the air-gas duct, in a section perpendicular to the channel axis, namely the "throat" resonators, located on the same axis of cylindrical dissipative insert filled with sound absorbing material. Verifying the model structure of the muffler was carried out on an experimental installation. Using a software package COMSOL Multiphysics — the values of transmission loss of sound energy are determined and also color schemes distribution of sound pressure in the channel are received. Model research showed that the use of the muffler design provides high performance noise reduction across the entire spectrum of audible frequencies.

Keywords: gas-dynamic noise, muffler, experimental installation, acoustic channel

References

1. Judin E. Ja., Borisov L. A., Gorenshitejn I. V., Gorodeckij Je. A. Bor'ba s shumom na proizvodstve: Spravochnik. Pod obshh. red. E. Ja. Judina. Moscow: Mashinostroenie, 1985. 400 p.
2. Beljakin S. K. Analiz metodov rascheta glushitelej shuma dvigatelej vnutrennego sgoraniya. *Sbornik nauchnyh trudov aspirantov i soiskatelej Kurganskogo gosudarstvennogo universiteta*. Kurgan: Izd-vo Kurganskogo gos. un-ta, 1999. P. 37—40.
3. Kochetov O. S. Glushitel' mnogosekcionnyj dlja vyhlopnnyh vozduhovodov kompressorov. Patent 2283434 Rossijskaja Federacija. 2006. URL: <http://www.findpatent.ru/patent/228/2283434.html> (data accessed 01.06.2016).
4. Kochetov O. S. Mnogosekcionnyj glushitel' Kochetova. Patent 2392467 Rossijskaja Federacija. 2010. URL:

- <http://www.freepatent.ru/patents/2392467> (data accessed 01.06.2016).
5. Hekl M., Mjuller H. A. Spravochnik po tehniceskoi akustike. Leningrad: Sudostroenie, 1980. 450 p.
 6. Komkin A. I., Vorob'eva L. S. Raschet i proektirovanie glushitelej shuma metodom konechnyh jelementov. *Izvestija vysshih uczebnyh zavedenij*. 2013. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/raschet-i-proektirovanie-dissipativnyh-glushiteley-shuma-metodom-konechnyh-elementov> (data accessed 01.06.2016).
 7. Bykov A. I. Modelirovanie glushitelej shuma v programmnoj srede COMSOL Multiphysics. *Jelektronnyj zhurnal Molodezhnyj nauchno-tehnicheskij vestnik*". 2014. 11. 7 p. URL: <http://sntbul.bmstu.ru/index.html> (data accessed 01.06.2016).

УДК 614.8

О. В. Беззапонная, канд. техн. наук, доц., ст. науч. сотр., e-mail: bezzaponnay@mail.ru,
С. Г. Алексеев, канд. хим. наук, доц., ст. науч. сотр.,
А. Ю. Акулов, канд. техн. наук, начальник адъюнктуры,
Ю. С. Рыбаков, д-р техн. наук, проф., **Е. В. Головина**, адъюнкт, Уральский институт Государственной противопожарной службы МЧС России, Екатеринбург

Методы прогноза температуры вспышки многокомпонентных жидкостей

Приведен обзор моделей прогнозирования температуры вспышки органических жидкостей сложного состава. Показано, что существующие модели прогноза можно условно подразделить на три типа: эмпирические модели, учитывающие температуру кипения и состав смеси; модели, основанные на количественной взаимосвязи структура — свойства; модели прогноза температуры вспышки, основанные на давлении пара. Отмечено, что среди рассмотренных моделей наиболее достоверные результаты в прогнозе температуры вспышки смесей дают модели, учитывающие неидеальность растворов.

Ключевые слова: температура вспышки, прогноз, горючие смеси, пожарная опасность, давление насыщенного пара, коэффициент активности

Введение

Расширение и интенсификация производства приводят к накоплению и вовлечению в технологические процессы все большего количества веществ и материалов, потенциальная пожаровзрывоопасность которых недостаточно изучена и зачастую трудно прогнозируема. Одним из важных показателей пожарной опасности воспламеняющихся жидкостей является температура вспышки. Температура вспышки важна для классификации жидкостей и категорирования зданий и помещений по пожаровзрывоопасности, обеспечения безопасных условий хранения, транспортировки, организации и осуществления технологических процессов с участием легковоспламеняющихся (ЛВЖ) и горючих (ГЖ) жидкостей.

На производстве и в быту по целому ряду причин часто применяют жидкости многокомпонентного состава. Например, при разработке новых составов смешанных растворителей преследуются следующие цели: создание оптимальных условий процесса пленкообразования, реализация гидрофильно-гидрофобного баланса для возможности удаления как гидрофильных, так и гидрофобных загрязнений, корректировка вязкости, экономичность и др. Высокая пожарная опасность однокомпонентных растворителей — это еще одна важная причина, по которой целесообразно использовать

именно смешанные растворители, состоящие из нескольких компонентов, с целью снижения их пожарной опасности [1].

Технологические достижения в области получения новых смесей и переработки химических отходов создали высокий спрос на методы оценки температуры вспышки этих веществ. Экспериментальное определение температуры вспышки жидкостей смесового состава (транспортное топливо, технические жидкости, теплоносители, многокомпонентные растворители) является самым эффективным и надежным способом, однако весьма трудоемким и дорогостоящим. Данный подход не может быть использован на стадии создания (проектирования) новых растворителей и растворов, а также для высокотоксичных и радиоактивных веществ и материалов. В связи с этим разработка новых расчетных методов прогноза температуры вспышки жидкостей смесового состава является актуальной и практически важной задачей.

Большинство известных методов прогнозирования температуры вспышки разработаны для однокомпонентных соединений и не применимы для жидкостей смесового состава. Исключение составляет подход, основанный на использовании давления насыщенного пара [2].

Настоящее исследование посвящено анализу моделей прогноза температуры вспышки многокомпонентных жидкостей. Эти модели основаны

на следующих параметрах: температура кипения, состав смеси, молекулярные дескрипторы, давление насыщенного пара компонентов смеси. При этом все существующие модели можно разделить на две группы: эмпирические модели с использованием экспериментальных данных; априори прогнозирующие модели, т. е. не нуждающиеся в экспериментальных данных.

Эмпирические модели прогноза температуры вспышки, основанные на температуре кипения и составе смеси

Как правило, существующие модели прогноза температуры вспышки смеси жидкостей основаны на методах математической регрессии. Температура вспышки жидких горючих смесей обычно хорошо коррелирует с температурой кипения и компонентным составом смеси.

Модель *Catoire* первоначально была апробирована на однокомпонентных органических соединениях — формула (1) и в последующем использована для жидкостей смесевых составов — уравнения (2) и (3) [3, 4]. Данная модель базируется на стандартной энтальпии испарения, температуре кипения смеси, числе атомов углерода в соединениях, присутствующих в смеси паров.

$$T_{\text{всп}} = 1,477T_{\text{кип}}^{0,79686} \Delta H_{\text{исп}}^{0,16845} n^{-0,05948}, \quad (1)$$

где $T_{\text{всп}}$ — температура вспышки, К; $T_{\text{кип}}$ — температура кипения, К; $\Delta H_{\text{исп}}$ — мольная теплота испарения, Дж/моль; n — число атомов углерода в соединении.

Парциальное давление паров каждого компонента в паровой смеси при температуре кипения рассчитывается по формуле:

$$P_i = x_i y_i P_i^{\text{н.п.}}, \quad (2)$$

где x_i — мольная доля i -го компонента в жидкости; y_i — коэффициент активности i -го компонента; $P_i^{\text{н.п.}}$ — давление насыщенного пара i -го чистого горючего компонента i при температуре кипения, кПа, рассчитывается по уравнению Антуана:

$$\log P_i^{\text{н.п.}} = A_i - \frac{B_i}{T + C_i}, \quad (3)$$

T — температура, К; $T = -\frac{\Delta H_{\text{исп}}}{R}$; A_i , B_i , C_i — постоянные Антуана; R — универсальная газовая постоянная.

Модель *Catoire* имеет ряд ограничений: уравнение (1) применимо только для соединений с числом атомов углерода $n \leq 21$ и температурой кипения

жидкостей 250...650 К. Позднее модель была дополнена такой важной характеристикой смеси как стехиометрическая концентрация паров.

Модель *Wickey и Chittenden* [5], разработанная для нефтепродуктов, согласно которой температура вспышки рассчитывается по эмпирической формуле (4) с учетом индекса смеси I_{mix} , учитывающего объемную долю компонентов смеси — формула (5).

$$T_{\text{всп}} = \frac{2414}{6,118 + \log(I_{\text{mix}})} + 42,59; \quad (4)$$

$$I_{\text{mix}} = \sum_i v_i I_i, \quad (5)$$

где v_i — объемная доля i -х компонентов смеси; I_i — индекс температуры вспышки i -го компонента смеси.

Для расчета температуры вспышки бинарных смесей часто используется эмпирическая формула [6]:

$$T_{\text{всп}}^{\text{см}} = \frac{At_A + Bt_B - f(t_A - t_B)}{100}, \quad (6)$$

где A и B — концентрация компонента в смеси с наибольшей и наименьшей (соответственно) температурой вспышки, %; t_A , t_B — температуры вспышки компонентов смеси; f — эмпирический коэффициент, зависящий от состава смеси.

Недостатком формулы (6) является то, что она применима в приближении к идеальным растворам, компоненты которых близки по своим свойствам и строению, и не применима для составов, в которых молекулы или ионы за счет сил межмолекулярного взаимодействия или электростатического притяжения объединяются в более сложные структуры (ассоциаты), не вызывающие изменения химической природы вещества, но влияющие на физико-химические характеристики (температуру кипения, температуру вспышки, электропроводность и др.). Результаты экспериментальных исследований [7] показали значительное отклонение от расчетных значений температуры вспышки смешанных растворителей, полученных с использованием формулы (6), что объясняется авторами статьи образованием межмолекулярных водородных связей между молекулами компонентов смеси.

Воронежскими исследователями [8] предложена полиномиальная зависимость температуры вспышки водно-органических смесей от объемной доли воды:

$$T_{\text{всп}} = aw^3 + bw^2 + cw + d, \quad (7)$$

где a , b , c , d — эмпирические коэффициенты; w — объемная доля воды в смеси.



В случае неидеальных растворов на графике зависимости температуры вспышки от состава смеси наблюдаются максимумы при отрицательном отклонении от первого закона Рауля, и минимумы — при положительном отклонении от него. Растворы, компоненты которых существенно различаются по физическим и химическим свойствам, подчиняются закону Рауля лишь в области очень малых концентраций, а при больших концентрациях наблюдаются отклонения от закона Рауля. На основании экспериментальных данных авторами статьи [9] сделано предположение, что для смесей растворителей с сильным отклонением от идеального раствора знак разности между расчетными и экспериментальными температурами вспышки соответствует знаку отклонения парциального давления пара компонентов от первого закона Рауля.

В работе [10] предложен новый метод прогноза температуры вспышки трехкомпонентных смесей, в основе которого лежит равновесие в системе пар—жидкость, а входными параметрами являются: температура кипения, стандартная теплота парообразования, число атомов углерода и стехиометрическая концентрация компонентов смеси в газовой фазе. Для прогноза применялись методы многократного линейного (MLR) и нелинейного (MNR) регресса. Результаты прогнозирования показали, что средняя абсолютная погрешность для всех наборов данных была в пределах диапазона ошибки экспериментальных измерений.

На основании рассмотренных эмпирических моделей прогноза температуры вспышки многокомпонентных составов можно сделать вывод, что они, с одной стороны, характеризуются высокой достоверностью прогноза, но, с другой стороны, они применимы только для компонентов смеси, для которых были получены.

Модель прогноза температуры вспышки, основанная на количественной взаимосвязи структура—свойства

С развитием информационных технологий и программного обеспечения широкое распространение получил метод прогнозирования температуры вспышки, появилась новая наука — *хемоинформатика* [11–16]. Quantitative Structure Property Relationship (количественная взаимосвязь строение—свойство) — QSPR-исследования являются одним из направлений хемоинформатики. QSPR-подход базируется на применении различных типов дескрипторов, которые представляют количественную меру элемента (параметра) химической структуры и интересующего свойства.

Изначально данный подход был использован для расчета температуры вспышки однокомпонентных соединений. В работах [2, 17–19] приведен обзор методик дескрипторного метода прогнозирования температуры вспышки органических жидкостей. Показано, что дескрипторы условно подразделяются на четыре типа: 1) физико-химические и пожароопасные параметры жидкостей; 2) индикаторные переменные, отражающие наличие или отсутствие в молекуле того или иного структурного фрагмента (заместителя); 3) топологические индексы, характеризующие особенности строения молекулы; 4) стереоэлектронные или квантовохимические характеристики, связанные с пространственным строением молекулы и электронными параметрами атомов.

Дескрипторный метод был применен для прогноза температуры вспышки горючих жидкостей смешанного состава [20]. Дескрипторы смесей определялись из дескрипторов чистых компонентов с использованием правила смешения. Результаты прогнозных расчетов температуры вспышки методом QSPR были более точными, нежели результаты расчетов с использованием только температуры кипения.

Прогнозирование температуры вспышки с помощью искусственной нейронной сети (ANN) является довольно популярным, так как не требует подробной информации о тестируемой системе. ANN состоит из одного уровня входа и выхода, которые соединены между собой одним или несколькими скрытыми слоями. ANN тренирует выполнение специальной функции до требуемого уровня. Авторами труда [21] разработаны многочисленные ANN на основе состава и свойств топлив. В качестве входных параметров взяты массовые доли углеводородов (нормальные парафины, изопарафины, моноциклопарафины, дициклопарафины, алкилбензолы, нафталины, ароматические соединения).

В работе [22] применен метод ANN для изучения влияния состава растительных масел на температуру вспышки биотоплива на основе соевых бобов, подсолнечника, горчицы, льняного, арахисового и пальмового масел.

Модели, основанные на применении в качестве дескриптора давления насыщенного пара, базируются на допущении, что вспышка происходит при концентрации компонента, равной нижнему концентрационному пределу воспламенения, применении уравнения Ле-Шателье и/или использовании равновесия жидкость—пар.

Модели, в которых используется коэффициент активности ионов, характеризуются более точными результатами прогноза температуры вспышки. Коэффициент активности является мерой

электростатического взаимодействия между ионами и позволяет учесть неидеальность растворов, что приводит к повышению точности прогнозирования температуры вспышки. Для этого необходимо рассчитать коэффициенты активности компонентов смеси в жидкой фазе. Эта задача может быть решена с применением моделей NTRL (nonrandom two-liquid), Wilson, UNIQUAC (Universal Quasichemical), UNIFAC (Universal Functional Activity Coefficient) и др. [23].

Например, для алканов хорошо работает модель, представленная уравнением [24]:

$$\sum \left[\frac{x_i 10^a (1642 - T_{\text{всп}i} + 230)}{1642 - (T_{\text{всп}}^{\text{см}} + 230)} \right] = 1; \quad (8)$$

$$a = \frac{B_i (T_{\text{всп}i} - T)}{(T_{\text{всп}i} + 230)(T_{\text{всп}}^{\text{см}} + 230)},$$

где x_i — мольная доля i -го компонента в жидкости; $T_{\text{всп}}^{\text{см}}$ — температура вспышки смеси, К; $T_{\text{всп}i}$ — температура вспышки чистого i -го компонента смеси, К; B_i — константа Антуана; T — температура, К.

Недостатком уравнения (8) является неспособность точно прогнозировать температуру вспышки неидеальных растворов.

Авторы работы [25] в своей модели также базировались на уравнении Ле-Шателье и равновесии жидкость—пар. Для расчета давления насыщенного пара смеси использовали уравнение Забетакиса. При расчете парциального давления использовали коэффициент активности, полученный из модели UNIFAC, что позволило оценить температуру вспышки неидеальных смесей, продемонстрировав тем самым высокую точность прогноза.

Для бинарных водных растворов модель, разработанная авторами труда [26], показывает хорошие результаты прогнозов, при которых абсолютное отклонение не превышает 3,5 °С. Данная модель построена на уравнении Клаузиса—Клапейрона и впоследствии дополнена уравнением равновесия пар—жидкость.

$$\ln P_i = \ln(x_i y_i P_i^{\text{н.п}}) + \frac{\Delta H_{\text{исп}}}{R} \left(\frac{1}{T_{\text{всп}i}} - \frac{1}{T_{\text{всп}}^{\text{см}}} \right), \quad (9)$$

где x_i — мольная доля i -го компонента в жидкости; y_i — коэффициент активности i -го компонента.

При рассмотрении жидких смесей, характеризующихся широким разнообразием молекулярных взаимодействий, строгие термодинамические расчеты не обеспечивают достоверное описание

системы, т. е. модели, разработанные для идеальных растворов, непригодны для неидеальных смесей, которые встречаются наиболее часто. Отклонения от идеальности вызываются химическими и физическими эффектами, сопровождающими образование реального раствора (ассоциация, диссоциация, сольватация и др.).

В настоящее время общая модель прогноза температуры вспышки смеси, предложенная на основе модифицированного уравнения Ле-Шателье, уравнения Антуана и модели расчета коэффициента активности, является наиболее точной и широко используемой. Основное положение этой модели основано на том, что жидкая фаза находится в равновесии с паром [27]. Так для реального бинарного раствора используется уравнение:

$$\frac{x_1 y_1 P_1}{P_{\text{1всп}}} + \frac{x_2 y_2 P_2}{P_{\text{2всп}}} = 1, \quad (10)$$

где P_1, P_2 — давление насыщенного пара 1-го и 2-го компонентов при температуре T , кПа; $P_{\text{1всп}}, P_{\text{2всп}}$ — давление насыщенного пара 1-го и 2-го компонентов при температуре вспышки, кПа.

В данной модели [27] используется допущение, согласно которому нижний концентрационный предел воспламенения не зависит от температуры. Давление насыщенных паров рассчитывается по уравнению Антуана, коэффициент активности — по уравнению Margules [28, 29], уравнению Wilson [28, 29], с помощью модели NRTL, UNIQUAC, UNIFAC [23].

В работах [27, 30] продемонстрировано применение модели для расчета температуры вспышки бинарных и тройных смесей с высокой точностью.

В работе [31] предложена модель PCEAS (Phase Chart Eutectic and Azeotropic Systems), основанная на минимизации избыточной энергии Гиббса по параметру сольватации, позволяющему найти зависимость температуры вспышки смеси от состава при постоянном давлении или при постоянной температуре. Метод основан на использовании данных о давлении смеси, полученных с применением математического моделирования фазового равновесия при изобарных условиях. Для прогнозирования температуры вспышки бинарной смеси необходимы данные об энтальпии, температуре кипения, а также температуре кипения чистых компонентов [32]. Программа PCEAS [31] позволяет рассчитать равновесие в системе жидкость—пар при постоянном давлении, определить средние величины коэффициента сольватации, а также коэффициента ассоциации и рассчитать коэффициенты активности.



Заключение

Среди рассмотренных моделей наиболее точные прогнозы температуры вспышки многокомпонентных жидкостей дают модели, учитывающие неидеальность растворов (взаимодействие молекул в растворах). Расчет коэффициентов активности позволяет повысить точность прогноза. Из всех рассмотренных моделей наибольшей точностью прогноза отличается модель Liaw.

Эмпирические модели характеризуются высокой достоверностью прогноза, однако они применимы только для заданных компонентов смесей жидкостей и не могут дать надежных результатов для смесей с другими компонентами.

Перспективной моделью является метод UNIFAC. Его достоинством является *ab initio* подход, т. е. подход, который позволяет выполнить прогноз без привлечения результатов экспериментальных исследований. Недостатком модели UNIFAC является наличие базы данных групповых параметров чистых компонентов и параметров взаимодействия.

Список литературы

1. **Беззапонная О. В.** Влияние образования межмолекулярных водородных связей в бинарных растворителях на температуру их воспламенения // Техносферная безопасность. — 2014. — № 1 (2). — С. 2–6. URL: <http://uigps.ru/content/nauchnyu-zhurnal> (дата обращения 17.03.2016).
2. **Алексеев С. Г., Смирнов В. В., Барбин Н. М.** Температура вспышки. Часть II. Расчет через давление насыщенного пара // Пожаровзрывобезопасность. — 2012. — Т. 21. — № 10. — С. 21–35.
3. **Catoire L., Paulmier S., Naudet V.** Experimental determination and estimation of closed cup flash points of mixtures of flammable solvents // Process Saf. Prog. — 2006. — Vol. 25. — № 1. — P. 33–39. DOI: 10.1002/prs.10112.
4. **Catoire L., Paulmier S., Naudet V.** Estimation of closed cup flash points of combustible solvent blends // J. Phys. Chem. Ref. Data. — 2006. — Vol. 35. No. 1. — P. 9–14. DOI: 10.1063/1.1928236.
5. **Wickey R., Chittenden D.** Flash points of blends correlated // Hydrocarbon Process. Pet. Refin. — 1963. — Vol. 42. No. 6. — P. 157–158.
6. **Кремпович Г. М., Прокофьев А. И., Восковский В. М.** Специальная химия — Москва: Учеб.-метод. каб. МВД СССР. 1979. — 116 с.
7. **Беззапонная О. В., Акулов А. Ю., Мокроусова О. А., Кайбичев И. А., Хабибуллина Н. В., Животинская Л. О.** Температура вспышки бинарных смешанных растворителей и влияние на нее образования межмолекулярных водородных связей // Пожаровзрывобезопасность. — 2015. — Т. 24. — № 7. — С. 28–34. DOI: 10.18322/PVB.2015.24.07.28–34.
8. **Рудаков О. Б., Черепяхин А. М., Исаев А. А., Рудакова Л. В., Калач А. В.** Температура вспышки бинарных растворителей для жидкостной хроматографии // Конденсированные среды и межфазные границы. — 2011. — Т. 13. — № 2. — С. 191–195.
9. **Батов Д. В., Мочалова Т. А., Петров А. В.** Исследование температуры вспышки бинарных неводных смесей жидкостей с положительным и отрицательным отклонениями от закона Рауля // Пожаровзрывобезопасность. — 2014. — Т. 23. — № 1. — С. 25–29.
10. **Cheng J., Pan Y., Song X., Jiang J., Li G., Ding L.** A new method for the prediction of flash points for ternary miscible mixtures // Process Saf. And Environmental Protection. — 2015. — Vol. 95. — P. 102–113. DOI: 10.1016/j.psep.2015.02.019.
11. **Chemoinformatics: A Textbook** / by ed. J. Gasteiger, T. Engel. — Weinheim: Wiley-VCH Ver-lag GmbH & Co. KgaA, 2003. — 671 p.
12. **Chemoinformatics Approaches to Virtual Screening** / by ed. A. Varnek, A. Tropsha. — Cambridge: RSC Publishing. 2008. — 354 p.
13. **Leach A. R., Gillet V. J.** An Introduction to Chemoinformatics. — Dordrecht: Springer. 2007. — 260 p.
14. **Chemoinformatics and Advanced Machine Learning Perspectives: Complex Computational Methods and Collaborative Techniques** / by ed. H. Lodhi, Y. Yamanishi. — Hershey: IGI Global. 2011. — 419 p.
15. **Handbook of Chemoinformatics Algorithms** / by ed. J.-L. Faulon, A. Bender. — Boca Raton: Taylor and Francis Group, LLC, 2010. — 434 p.
16. **Karthikeyan M., Vyas R.** Practical Chemoinformatics. — New Delhi: Springer. 2014. — 546 p.
17. **Алексеев С. Г., Алексеев К. С., Смирнов В. В., Барбин Н. М.** Температура вспышки. Часть IV. Дескрипторный метод расчета // Пожаровзрывобезопасность. — 2014. — Т. 23. — № 5. — С. 18–37.
18. **Алексеев С. Г., Смирнов В. В., Алексеев К. С., Барбин Н. М.** Температура вспышки. Часть III. Методы расчета через температуру кипения // Пожаровзрывобезопасность. — 2014. — Т. 23. — № 3. — С. 30–43.
19. **Батов Д. В.** Использование аддитивно-группового метода для анализа, систематизации и прогнозирования показателей пожарной опасности горючих жидкостей // Российский химический журнал. — 2014. — Т. LVIII. — № 2. — С. 4–14.
20. **Saldana D. A., Starck L., Mouglin P., Rousseau L., Jeuland N., Creton B.** Prediction of flash points for fuel mixtures using machine learning and a novel equation // Energy Fuels. — 2013. Vol. 27. — № 7. — P. 3811–3820. DOI: 10.1021/ef4005362.
21. **Liu G., Wang L., Qu H., Shen H., Zhang X., Zhang S., Mi Z.** Artificial neural network approaches on composition-property relationships of jet fuels based on GC-MS // Fuel. — 2007. — Vol. 86. № 16. — P. 2551–2559. DOI: 10.1016/j.fuel.2007.02.023.
22. **Agarwal M., Singh K., Chaurasia S. P.** Prediction of biodiesel properties from fatty acid composition using linear regression and ANN techniques // Indian. Chem. Eng. — 2010. — Vol. 52. — No. 4. — P. 347–361. DOI: 10.1080/00194506.2010.616325.
23. **Kontogeorgis, G. M., Folas, G. K.** Thermodynamic Models for Industrial Applications: From Classical and Advanced Mixing Rules to Association Theories, John Wiley & Sons, Ltd, Chichester. UK. 2010 — 692 p. DOI: 10.1002/9780470747537.ch5.
24. **Affens W. A., McLaren G. W.** Flammability properties of hydrocarbon solutions in air // J. Chem. Eng. Data — 1972. — Vol. 17. — No. 4. — P. 482–488. DOI: 10.1021/je60055a040.
25. **Gmehling J., Rasmussen P.** Flash points of flammable liquid mixtures using UNIFAC // Ind. Eng. Chem. Fundam. — 1982. — Vol. 21. — No. 2. — P. 186–188. DOI: 10.1021/i100006a016.
26. **Lee S., Ha D. M.** The lower flash points of binary systems containing non-flammable component // Korean J. Chem. Eng. — 2003. — Vol. 20. — No. 5. — P. 799–802.
27. **Liaw H. J., Lee Y. H., Tang C. L., Hsu H. H., Liu J. H.** A mathematical model for predicting the flash point of binary

- solutions // J. Loss Prev. Process Ind. 2002. — Vol. 15. — No. 6. — P. 429–438. DOI: 10.1016/S0950-4230(02)00068-2.
28. **Дуров В. А., Агеев Е. П.** Термодинамическая теория растворов. — М.: изд-во МГУ. 1987. — 248 с.
 29. **Комиссаров Ю. А., Дам Куанг Шанг** Математическое моделирование при расчете парожидкостного равновесия многокомпонентных систем // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. — 2011. № 1. — С. 43–50.
 30. **Liaw H. J., Tang C. L., Lai J. S.** A model for predicting the flash point of ternary flammable solutions of liquid // Combust. Flame. — 2004. — Vol. 138. — No. 4. — P. 308–319. DOI: 10.1016/j.combustflame.2004.06.002.
 31. **Есина З. Н., Мурашкин В. В., Корчуганова М. Р.** Прогнозирование температуры вспышки бинарных смесей по данным о коэффициентах активности // Вестник Томского государственного университета: математика и механика. — 2013. — № 2 (22). — С. 67–78.
 32. **Есина З. Н., Корчуганова М. Р., Мурашкин В. В.** Фазовые диаграммы эвтектических и азеотропных систем. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2012618394. 2012 г.

O. V. Bezzaponnaya, Associated Professor, Senior Researcher, e-mail: bezzaponnay@mail.ru, **S. G. Alexeev**, Associate Professor, Senior Researcher, **A. U. Akulov**, Head of Adjuncture, **U. S. Rybakov**, Professor, **E. V. Golovina**, Adjunct, Ural State Fire Service Institute of Emercom of Russia, Yekaterinburg

Methods of Forecasting of Flash Point Multicomponent Liquids

The present study focuses on the analysis models predict the flash point of flammable mixtures. These models are based on the following parameters: the boiling temperature and the mixture composition, the molecular structure (molecular descriptors), the vapor pressure. All existing models can be divided into two groups: empirical models using experimental data; a priori prediction of the model, i.e., do not require experimental data. The article considers models of Russian authors (PCEAS model, empirical models Rudakov, Batov) and foreign authors (Catoire, Wickey and Chittenden, Saldana, Liu, Agarwal, Gmehling and Rasmussen, Lee and Ha, Liaw etc).

An empirical model characterized by a high accuracy of the prediction, but they are applicable only to specific mixtures of combustible substances and can not give reliable results outside the range of consideration. As a rule, existing models predict the flash point of a mixture of liquids based on the techniques of mathematical regression. The flash point of flammable liquid mixtures is generally well correlated with the boiling point and composition of mixture.

Analysis of methods of forecasting of flash point of flammable mixtures showed that for liquid mixtures characterized by a wide variety of molecular interactions, and rigorous thermodynamic calculations do not provide a reliable description of the system, i.e. models developed for ideal mixtures to the non-ideal mixtures, which occur most frequently. Deviations from ideality are caused by chemical and physical effects that accompany the formation of real solution (association, dissociation, solvation, etc.). In this regard, among the considered models the most reliable results in the prediction of flash point of mixtures provide a model that takes into account non-ideality of solutions. For accurate predictions of flash point of liquid mixtures it is necessary to consider the activity coefficients of the components of the mixture in the liquid phase. This problem can be solved with the use of NTRL models, Wilson, UNIQUAC, UNIFAC, and other. The model of Liaw is the most versatile to predict the flash point and ideal and non-ideal mixtures of liquids, features high accuracy, since it takes into account the activity coefficients.

A promising model is the UNIFAC method. Its advantage is ab initio approach, which does not need experimental data to calculate binary interaction parameters. In the model to evaluate interaction parameters are used group contributions.

Keywords: flash point; prediction; combustible mixture; fire hazard; saturated vapor pressure; the activity coefficient

References

1. **Bezzaponnaya O. V.** Vliyaniye obrazovaniya mezhmolekulyarnykh vodorodnykh svyazey v binarnykh rastvoritelyah na temperaturu ih vosplamneniya. *Tekhnosfernaya bezopasnost'*. 2014. No. 1(2). P. 2–6. URL: <http://uigps.ru/content/nauchnyy-zhurnal> (data accessed 17.03.2016).
2. **Alekseev S. G., Smirnov V. V., Barbin N. M.** Temperatura vspyshki. Chast' II. Raschet cherez davlenie насыshennogo пара. *Pozharovzryvobezopasnost'*. 2012. Vol. 21. No. 10. P. 21–35.
3. **Catoire L., Paulmier S., Naudet V.** Experimental Determination and Estimation of Closed Cup Flash Points of Mixtures of Flammable Solvents. *Process Saf. Prog.*, 2006. Vol. 25. No. 1. P. 33–39. DOI: 10.1002/prs.10112.



4. **Catoire L., Paulmier S., Naudet V.** Estimation of Closed Cup Flash Points of Combustible Solvent Blends. *J. Phys. Chem. Ref. Data*. 2006. Vol. 35. No. 1. P. 9–14. DOI: 10.1063/1.1928236.
5. **Wickey R., Chittenden D.** Flash Points of Blends Correlated. Hydrocarbon Process. *Petroleum Refining Technology and Economics Fourth Edition*. 1963. Vol. 42. No. 6. P. 157–158.
6. **Krepovich G. M., Prokof'ev A. I., Voskovskij V. M.** Special'naja himija. Moskva. 1979. 116 p.
7. **Bezzaponnaya O. V., Akulov A. U., Mokrousova O. A., Kajbichev I. A., Habibullina N. V., Zivotinskaya L. O.** Temperatura vspyshki binarnykh smeshannykh rastvoritelej i vliyanie na nee obrazovaniya mezhmolekulyarnykh vodorodnykh svyazej. *Pozharovzryvobezopasnost'*. 2015. Vol. 24. No. 7. P. 28–34. DOI: 10.18322/PVB.2015.24.07.28-34.
8. **Rudakov O. V., Cherepahin A. M., Isaev A. A., Rudakova L. V., Kalach A. V.** Temperatura vspyshki binarnykh rastvoritelej dlya zhidkostnoj hromatografii. *Kondensirovannye sredy i mezhfaznye granicy*. 2011. Vol. 13. No. 2. P. 191–195.
9. **Batov D. V., Mochalova T. A., Petrov A. V.** Issledovanie temperatury vspyshki binarnykh nevodnykh smesej zhidkostej s polozhitel'nyj i otricatel'nyj otkloneniyami ot zakona Raulya. *Pozharovzryvobezopasnost'*. 2014. Vol. 23. No. 1. P. 25–29.
10. **Cheng J., Pan Y., Song X., Jiang J., Li G., Ding Li.** A new method for the prediction of flash points for ternary miscible mixtures. *Process Safety and Environmental Protection*. 2015. Vol. 95. P. 102–113. DOI: 10.1016/j.psep.2015.02.019.
11. **Chemoinformatics: A Textbook** / by ed. J. Gasteiger, T. Engel. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. 2003. 671 p.
12. **Chemoinformatics Approaches to Virtual Screening** / by ed. A. Varnek, A. Tropsha. — Cambridge: RSC Publishing. 2008. 354 p.
13. **Leach A. R., Gillet V. J.** An Introduction to Chemoinformatics. Dordrecht: Springer. 2007. 260 p.
14. **Chemoinformatics and Advanced Machine Learning Perspectives: Complex Computational Methods and Collaborative Techniques** / by ed. H. Lodhi, Y. Yamanishi. Hershey: IGI Global. 2011. 419 p.
15. **Handbook of Chemoinformatics Algorithms** / by ed. J.-L. Faulon, A. Bender. Boca Raton: Taylor and Francis Group, LLC, 2010. 434 p.
16. **Karthikeyan M., Vyas R.** Practical Chemoinformatics. New Delhi: Springer. 2014. 546 p.
17. **Alekseev S. G., Alekseev K. S., Smirnov V. V., Barbin N. M.** Temperatura vspyshki. Chast' IV. Deskriptornyj metod raschyota. *Pozharovzryvobezopasnost'*. 2014. Vol. 23. No. 5. P. 18–37.
18. **Alekseev S. G., Smirnov V. V., Alekseev K. S., Barbin N. M.** Temperatura vspyshki. Chast' III. Metody rascheta cherez temperaturu kipenija. *Pozharovzryvobezopasnost'*. 2014. Vol. 23. No. 3. P. 30–43.
19. **Batov D. V.** Ispol'zovanie additivno-grupпового metoda dlja analiza, sistematizacii i prognozirovaniya pokazatelej pozharnoj opasnosti gorjuchih zhidkostej. *Rossijskij himicheskij zhurnal*. 2014. Vol. LVIII. No. 2. P. 4–14.
20. **Saldana D. A., Starck L., Mougín P., Rousseau L., Jeuland N., Creton B.** Prediction of Flash Points for Fuel Mixtures Using Machine Learning and a Novel Equation. *Energy Fuels*. 2013. Vol. 27. No. 7. P. 3811–3820. DOI: 10.1021/ef4005362.
21. **Liu G., Wang L., Qu H., Shen H., Zhang X., Zhang S., Mi Z.** Artificial Neural Network Approaches on Composition-Property Relationships of jet Fuels based on GC-MS. *Fuel*. 2007. Vol. 86. No. 16. P. 2551–2559. DOI: 10.1016/j.fuel.2007.02.023.
22. **Agarwal M., Singh K., Chaurasia S. P.** Prediction of Biodiesel Properties from Fatty Acid Composition using Linear Regression and ANN Techniques. *Indian Chemical Engineer*. 2010. Vol. 52. No. 4. P. 347–361. DOI: 10.1080/00194506.2010.616325.
23. **Kontogeorgis G. M., Folas G. K.** Thermodynamic Models for Industrial Applications: From Classical and Advanced Mixing Rules to Association Theories, John Wiley & Sons, Ltd, Chichester. UK. 2010. 692 p. DOI: 10.1002/9780470747537.ch5.
24. **Affens W. A., McLaren G. W.** Flammability Properties of Hydrocarbon Solutions in Air. *Journal of Chemical and Engineering Data*. 1972. Vol. 17. No. 4. P. 482–488. DOI: 10.1021/je60055a040.
25. **Gmehling J., Rasmussen P.** Flash Points of Flammable Liquid Mixtures using UNIFAC. *Industrial and Engineering Chemistry Fundamentals*. 1982. Vol. 21. No. 2. P. 186–188. DOI: 10.1021/i100006a016.
26. **Lee S., Ha D. M.** The Lower Flash Points of Binary Systems Containing Non-Flammable Component. *Korean Journal of Chemical and Engineering*. 2003. No. 20. P. 799–802.
27. **Liaw H. J., Lee Y. H., Tang C. L., Hsu H. H., Liu J. H.** A Mathematical Model for Predicting the Flash Point of Binary Solutions. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. 2002. Vol. 15. No. 6. P. 429–438. DOI: 10.1016/S0950-4230(02)00068-2.
28. **Durov V. A., Ageev E. P.** Termodinamicheskaya teoriya rastvorov. — Moscow: Izd-vo MGU. 1987. — 248 p.
29. **Komissarov Yu. A., Dam Kuang Shang.** Matematicheskoe modelirovanie pri raschete parozhidkostnogo ravnovesiya mnogokomponentnyh sistem. *Vestnik Astrahanskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta. Seriya: Upravlenie, vyčislitel'naya tehnika i informatika*. 2011. No. 1. P. 43–50.
30. **Liaw H. J., Tang C. L., Lai J. S.** A Model for Predicting the Flash Point of Ternary Flammable Solutions of Liquid. *Combust. Flame*. 2004. Vol. 138. No. 4. P. 308–319.
31. **Esina Z. N., Murashkin V. V., Korchuganova M. R.** Prognozirovanie temperatury vspyshki binarnykh smesej po dannym o koeficientah aktivnosti. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta: matematika i mekhanika*. 2013. No. 2 (22). P. 67–78.
32. **Esina Z. N., Korchuganova M. R., Murashkin V. V.** Fazovye-diagrammy-ehvtekticheskogo-i-azeotropnoj-sistemy. *Svidetelstvo o gosudarstvennoj registracii programmy dlya EVM*. No. 2012618394. 2012

УДК 504.75(571.513)

А. Д. Абалаков, д-р геогр. наук, вед. науч. сотр., **А. И. Шеховцов**, канд. геогр. наук, вед. науч. сотр., e-mail: ashekhov@irigs.irk.ru, **Г. И. Лысанова**, канд. геогр. наук, ст. науч. сотр., **Л. С. Новикова**, канд. геогр. наук, вед. инж., Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, Иркутск

Природные условия жизнедеятельности на территории Хакасии

Представлены сведения о неблагоприятных и опасных природных процессах, негативно влияющих на условия жизнедеятельности человека. Рассмотрены природные особенности территории, такие как геологическое строение, рельеф, водные ресурсы, климат. Приведены факторы опасности, обусловленные характером и распространением многолетней мерзлоты, развитием криогенных, эрозионных, гравитационных, сейсмических, гидрологических, метеорологических и пирогенных процессов, которые сопровождаются значительным материальным и социально-хозяйственным ущербом, и дан анализ их распространения. Обосновано влияние этих процессов на условия жизнедеятельности населения. Предложено деление территории Хакасии на две части, существенно отличающиеся условиями жизнедеятельности — равнинные степные и низкогорные подтаежные, наиболее освоенные с благоприятными условиями, и горные гольцово-таежные малоосвоенные не благоприятные для проживания и природопользования. Отмечено, что уровень опасности зависит от характера взаимодействия техногенных и природных факторов, а также то, что наибольшим уровнем потенциальной опасности характеризуются промышленные узлы Саянского территориально-производственного комплекса, включая Абакано-Черногорскую агломерацию, Саяногорск и крупные предприятия горнодобывающей промышленности, отличающиеся сильным воздействием на окружающую природную среду.

Ключевые слова: опасные природные процессы и явления, характер распространения и развития, условия жизнедеятельности, анализ ситуации

Введение

Жизнедеятельность человека протекает в постоянном контакте со средой обитания. В широком спектре вопросов обеспечения жизнедеятельности необходимо изучение взаимоотношений между человеком и окружающей природной средой. Поэтому необходимо выявление общих закономерностей и факторов природных и техногенных опасностей, источников их возникновения, особенностей распространения. Снижение риска потенциальных опасностей рассматривается как важнейшая составляющая обеспечения комфортной жизнедеятельности населения Республики Хакасии.

Территория Хакасии отличается разнообразием физико-географических и геологических условий, влияющих на природопользование и жизнедеятельность людей в целом.

Республика Хакасия, занимая площадь 61,6 тыс. км² (0,4 % территории РФ), расположена

в центральной части Азиатского материка на юге Средней Сибири. Территория Хакасии относится к трем крупным геоморфологическим регионам: Западному Саяну, Кузнецкому нагорью (Кузнецкий Алатау и Абаканский хребет) и Минусинской котловине.

Географическое положение республики характеризуется рядом выгодных для нее особенностей: с позиций природных условий, транспортно-географического и экономико-географического положения территории. Наибольшее воздействие на состояние окружающей среды и хозяйственную деятельность оказывают факторы, обусловленные распространением многолетней мерзлоты, развитием криогенных, сейсмических, гидрологических и метеорологических и пирогенных процессов.

Познание законов природы, управляющих развитием природных опасных процессов в регионе и поиск способов предупреждения, ликвидации, защиты населения и объектов жизнедеятельности

от чрезвычайных ситуаций понимается как важнейшее условие устойчивого развития. Ниже рассмотрены природные условия и факторы, наиболее значимые для исследуемой территории.

Природные особенности. Хакасия отличается сложностью геологического строения и разнообразием форм рельефа. В ее пределах выделяют два основных типа морфоструктур: Минусинскую котловину и горные системы Западного Саяна и

Кузнецкого нагорья — Кузнецкий Алатау и Абаканский хребет (рис. 1). Преобладающий рельеф местности — степи, горы и тайга. Саянские горы, высота которых порой превышает 2000 м, занимают две трети территории и располагаются на западе и юге республики. Особую ценность в Хакасии представляют кедровые леса, которые составляют 29 % общего лесного фонда. 20 % территории Хакасии занимает степной пояс.

Климат Хакасии довольно разнообразен, что, прежде всего, обусловлено местоположением в центральной части Азиатского материка, радиационными ресурсами, особенностями атмосферной циркуляции и своеобразием рельефа и ландшафтов этого региона.

Водные ресурсы Республики Хакасии представлены многочисленными речными системами, озерами, искусственными водохранилищами, болотами и выходами грунтовых рек. В гидрографическом отношении Хакасия относится к двум речным бассейнам. Большая часть Республики расположена в бассейне реки Енисей, основным крупным притоком которого являются река Абакан; ее северо-западная часть — в бассейнах притоков реки Обь.

Большинство рек принадлежит к алтайскому типу внутригодового распределения стока, для которого характерны не очень высокое, растянутое, имеющее гребенчатый вид половодье, повышенный летне-осенний сток и низкая зимняя межень [1].

Опасные природные процессы.

Территория республики подвержена воздействию опасных природных процессов геологического, гидрологического, климатического и метеорологического происхождения, которые приводят к значительному материальному и социальному ущербу.

Большое значение для развития опасных природных процессов, в первую очередь контролируемых климатическими

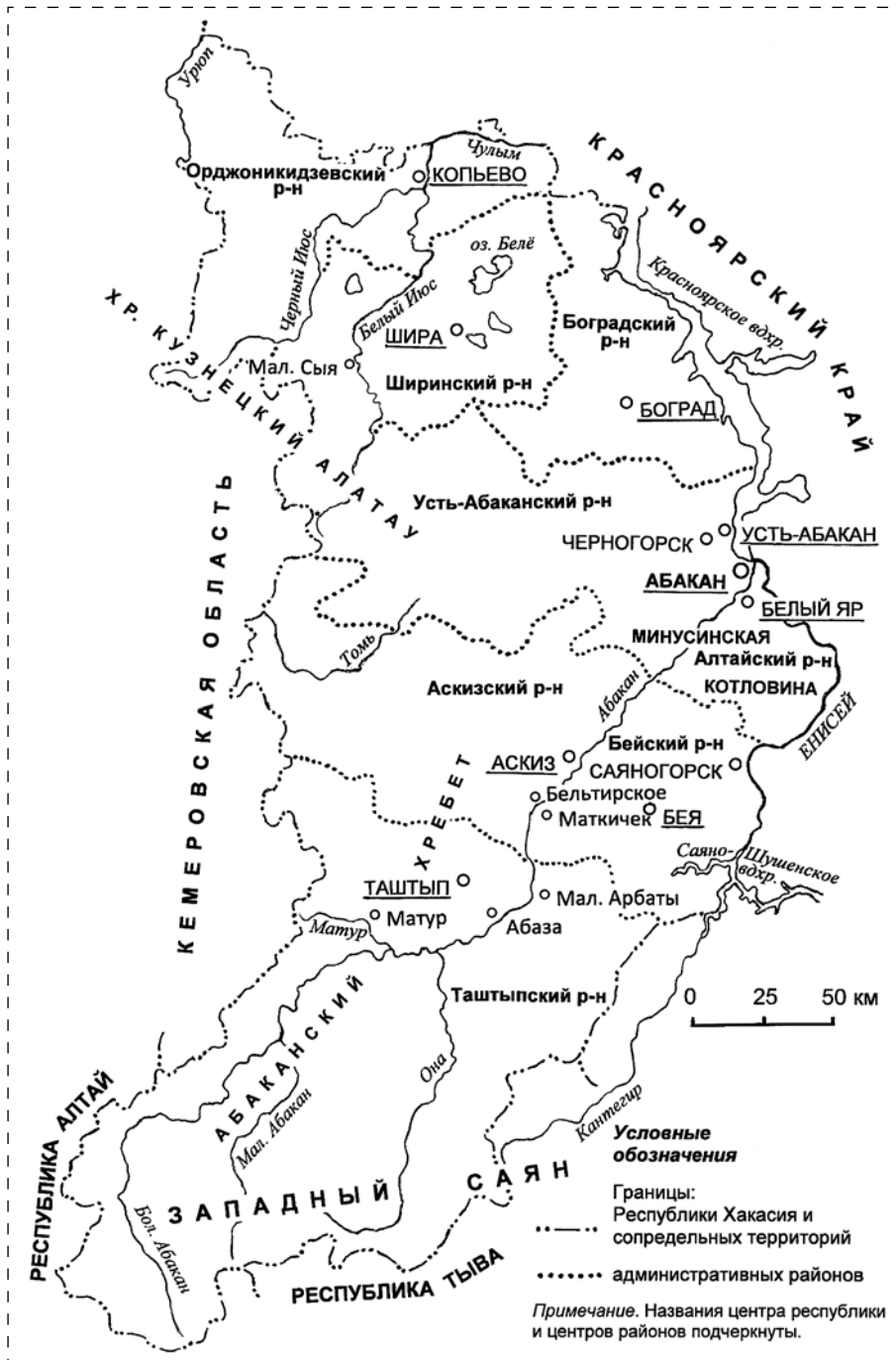


Рис. 1. Республика Хакасия. Административно-территориальное устройство

и геоморфологическими факторами, имеет *криолитологическая* обстановка.

Территория Хакасии характеризуется широким сезонным промерзанием пород и распространением многолетнемерзлых пород (ММП), а также криогенных процессов и явлений, образующих криолитозону (рис. 2).

Территория Республики является частью Минусинского инженерно-геологического региона, отвечающего системе межгорных впадин того же названия, который входит в состав Алтае-Саянской горной страны, расположенной в центре Азиатского материка в южной части Сибири [2].

В мерзлотном отношении межгорные впадины и хребты Хакасии относятся к Алтае-Саянской геокриологической горной стране с широким развитием многолетней мерзлоты [3–5].

Ведущим фактором пространственного распространения и характера ММП и сезонной мерзлоты является рельеф. В пределах горного рельефа сплошность распространения, мощность и температура мерзлых пород изменяются с повышением абсолютных отметок. С рельефом связана более дробная дифференциация высотной поясности по условиям теплообмена, зависящая не только от высоты местности, но и от характера водоразделов, крутизны и экспозиции склонов, густоты расчленения и элементов речных долин, состава горных пород, растительности и особенностей снегонакопления.

Хакасия расположена в границах южной геокриологической зоны, которая характеризуется преимущественно прерывистым и островным, реже сплошным развитием ММП [6]. Анализ геокриологических данных показывает, что от подножий хребтов, окружающих Минусинскую впадину к водоразделам, сезонная и островная мерзлота сменяется на прерывистую и сплошную.

В Минусинской котловине и окружающей полосе низгорий с преобладанием степных и

подтаежных ландшафтов происходит систематическое сезонное промерзание пород от 0,4...0,8 м в суглинистых отложениях до 4 м в супесях; в пониженных частях рельефа встречаются редкие острова ММП и перелетков, занимающие до 5 % территории, мощностью мерзлоты до 10...20 м, со

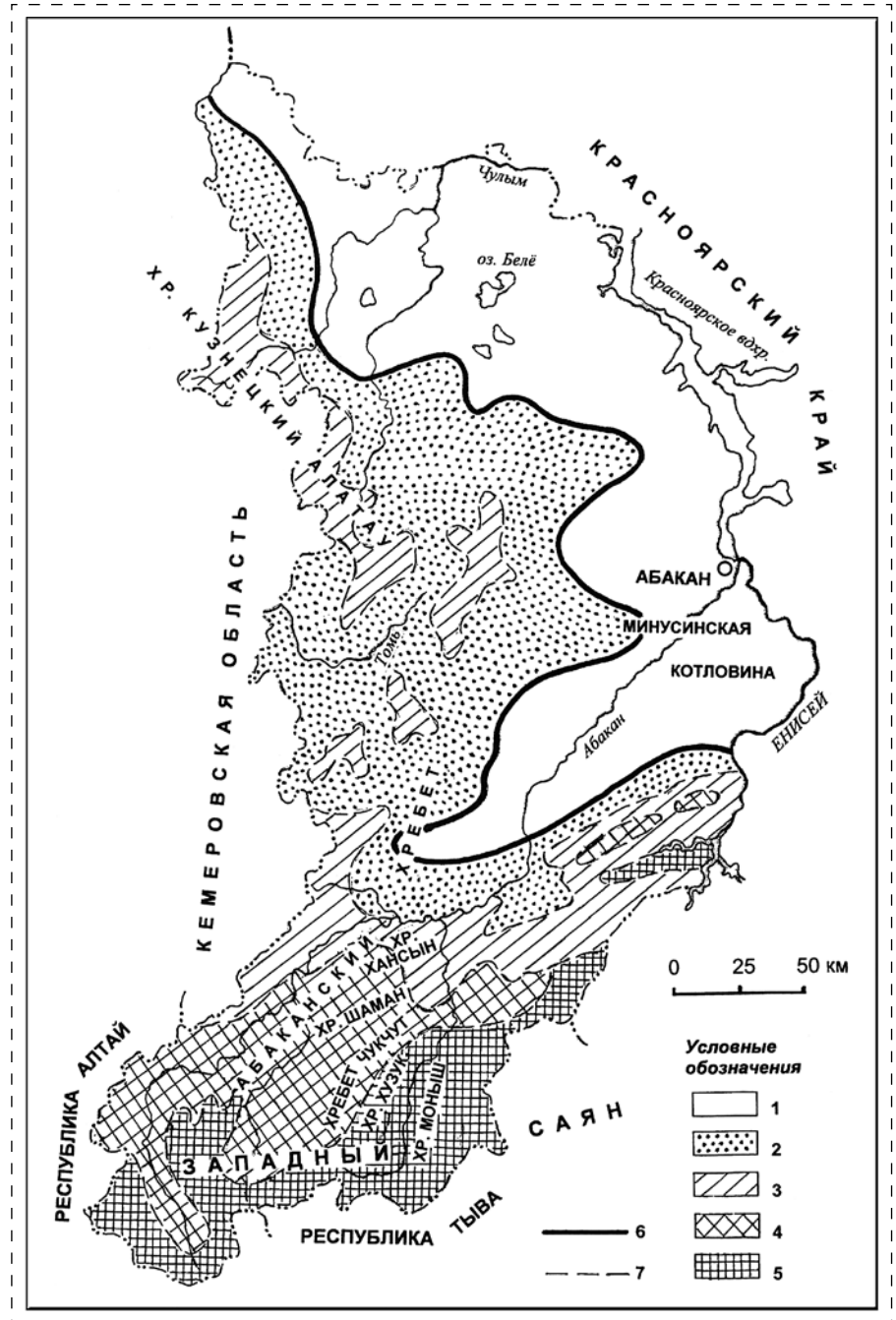


Рис. 2. Распространение сезонно- и многолетнемерзлых пород. Высотные геокриологические пояса: 1 — сезонного промерзания; 2 — редкоостровного распространения многолетнемерзлых пород; 3 — островного распространения; 4 — прерывистого распространения; 5 — сплошного распространения. Границы: 6 — криолитозоны; 7 — геоэкологических поясов



средней годовой температурой на глубине нулевых годовых амплитуд (t_{cp} ММП) от 0 до $-0,5$ °С.

Перелетки — линзы мерзлых горных пород в сезоннооттаивающем слое ММП — представляют собой маломощные мерзлые толщи, "перелетовавшие" до следующей зимы слои мерзлого грунта. Они возникают в результате частых похолоданий, вызванных локальными или региональными изменениями теплообмена.

Показатель средней температуры t_{cp} ММП использован на Карте геокриологического районирования СССР [6]. Районирование территории выполнено путем выделения мерзлотно-температурных зон, характеризующихся наиболее распространенными (типичными) мерзлотно-параметрами в определенных геолого-структурных и ландшафтно-климатических подразделениях распространения ММП. Значения t_{cp} ММП применены для характеристики высотных геокриологических поясов, представленных на рис. 2.

Хребты Кузнецкий Алатау и Абаканский представляют систему низкогорных и среднегорных хребтов высотой до 2178 м. В составе Абаканского хребта преобладает сильно расчлененный среднегорный рельеф. По склонам ниже 1700 м развит пояс горной тайги, выше — горной тундры. Облик Кузнецкого Алатау определяется наличием низких выровненных водоразделов, покрытых горной тайгой, над которыми возвышаются среднегорные и отдельные высокогорные вершины гольцового пояса с распространением горных тундр и альпийских лугов. Эти хребты характеризуются ограниченным распространением ММП в виде отдельных островов в привершинных частях склонов северной и северо-восточной экспозиции выше 1200...1400 м и в заболоченных участках речных долин. В поясе редкоостровного распространения ММП (5...10 %) их мощность колеблется от 15 до 20 м при t_{cp} ММП от 0 до $-0,5$ °С.

Эти хребты характеризуются ограниченным распространением ММП редкоостровного и островного типов, представленных в вершинных и привершинных частях склонов северной и северо-восточной экспозиции и в заболоченных участках речных долин. В поясе редкоостровного распространения ММП (5...10 %) выше 1200...1400 м их мощность колеблется от 15 до 20 м при t_{cp} ММП от 0 до $-0,5$ °С. В поясе островного распространения ММП с высотами выше 1700 м мощность ММП от 50 до 70 м при t_{cp} ММП от 0 до -1 °С.

Рельеф Западных Саян глубоко и густо расчлененный, альпинотипный, сформировавшийся под воздействием древнего горно-долинного оледенения. В среднегорном таежном поясе и гольцовом с высокогорными вершинами высотой до 3000 м выделяется несколько геокриологических поясов:

островного, прерывистого и сплошного распространения ММП.

В поясе островного распространения ММП с высотами 1700...2000 м мощность ММП от 50 м, реже до 100 м при t_{cp} ММП от 0 до -2 °С. В поясе прерывистого распространения ММП высотой 2000...2600 м мощность ММП достигает 100...200 м при t_{cp} ММП от -1 до -3 °С. В поясе сплошного распространения ММП с высотами более 2600 м мощность ММП колеблется от 100 до 300 м при t_{cp} ММП от -2 до -5 °С.

В долинах горных рек условия теплообмена усложняются. Присутствие таликовых зон и тепляющее влияние водных потоков уменьшают распространение ММП, их мощность и повышают среднегодовые температуры горных пород от водоразделов к днищам долин. В то же время на дне речных долин на заболоченных участках в грунтах торфяного и суглинистого состава располагаются острова и массивы ММП. Здесь широко развиты бугры морозного пучения — туфуры, термокарстовые просадки.

Для речных долин характерно развитие наледей речных вод с продолжительностью наледного периода 200...260 дней, заторно-зажорных явлений с подъемом уровня воды 3...5 м с повторяемостью 20...60 %.

В поясах сплошного и прерывистого распространения ММП на участках в условиях альпинотипного резко и глубоко расчлененного рельефа, созданного древним горно-долинным оледенением, в троговых долинах, карах и цирках, на острых водораздельных гребнях и крутых склонах гор развиваются нивальные процессы, широко представлены обвалы, осыпи, снежные лавины, сели. На участках выровненного рельефа распространены криогенные процессы, образующие каменные россыпи, курумы, солифлюкционные террасы.

В горно-таежном поясе, по сравнению с верхними ярусами гор гольцового пояса, распространение и интенсивность криогенных процессов значительно ниже. Здесь на пологих склонах с неглубоким залеганием мерзлоты и сильным сезонным увлажнением отмечаются отдельные проявления солифлюкционных процессов. На крутых склонах речных долин активно представлены гравитационные процессы, а на дне долин — глубинная и боковая эрозия, наледообразование.

В пределах плоскогорного и равнинного рельефа в условиях длительного сезонного промерзания и оттаивания грунтов развиваются процессы морозного пучения, формируются просадки и мерзлотная трещиноватость.

Для обоснования устойчивого природопользования и охраны окружающей среды необходимо иметь представление о геокриологических

условиях, на основе которых строится прогноз развития ММП и криогенных процессов как в естественных условиях, так и под воздействием антропогенных факторов. Наиболее уязвимы участки с развитием реликтовой мерзлоты, сохранившейся от прежней холодной эпохи, когда в данном районе существовали благоприятные для формирования мерзлоты климатические и другие условия. Реликтовая мерзлота сохраняется в виде отдельных участков, залегающих ниже зоны постоянных температур. Такие участки представлены преимущественно в поясах сезонного промерзания и редкоостровного распространения ММП, чаще всего в пониженных частях Минусинской котловины с влагоемкими пучинистыми глинистыми, суглинистыми и торфянистыми грунтами. Антропогенное воздействие приводит к необратимым изменениям, деградации мерзлоты и активизации существующих процессов, формированию новых очагов и форм.

При возведении инженерных сооружений дорог и мостов, гидротехнических и других объектов необходимо учитывать возможность пучения и просадок грунтов, сползания оттаивающих грунтов на склонах, образования наледей. В сельском хозяйстве многолетняя мерзлота ограничивает возможности развития тех или иных культур. Мощность слоя сезонного промерзания обуславливает глубину заложения коммуникаций и фундаментов зданий.

Сейсмичность. Согласно картам общего сейсмического районирования Российской Федерации ОСР-97 территория Хакасии входит в зону сейсмической активности 6...9 баллов (по ОСР-97 — А, В, С) и оценивается как высоко сейсмичный регион в Алтае-Саянской горной области. Вероятность возможного превышения сейсмической интенсивности 6...7 баллов в течение 50 лет составляет 10 % (ОСР-97-А), 7...8 баллов — 5 % (ОСР-97-В), 8...9 баллов — 1 % (ОСР-97-С). Дифференцированная оценка сейсмической опасности позволяет проектировать и вести строительство объектов различных категорий и сроков службы.

В зоне наиболее высокой сейсмической опасности находятся южные части Таштыпского и Бейского районов. К зоне умеренной сейсмичности относятся Аскизский, Усть-Абаканский, Богградский районы, основная часть Бейского района, южная часть Ширинского района, северная часть Таштыпского района. Орджоникидзевский район и основная часть Ширинского района относятся к зоне пониженной сейсмичности [7].

Самое мощное землетрясение с эпицентром на территории Хакасии было зафиксировано в 1902 г. в 70 км к западу от Абакана. Интенсивность

сотрясения составила 8 баллов по 12-балльной шкале. Из наиболее сильных сейсмических событий в современной истории отмечают еще два: 6 апреля 2006 г. в 150 км к западу от Абакана на границе с Кемеровской областью (около 5 баллов) и 22 декабря 2013 г. в 50 км южнее Абакана на территории Алтайского района (около 6 баллов). Мелкие колебания в земной коре происходят на территории Хакасии регулярно [8]. Алтае-Саянская складчатая область — молодые, растущие горы. Судя по частоте землетрясений в последние годы, можно говорить об усилении сейсмической деятельности в этом районе.

Опасность и значительный ущерб в Хакасии представляют *лесные и степные пожары, засуха, суховеи*. На территории лесного фонда республики ежегодно регистрируется от 100 до 300 пожаров на общей площади 1,5...5 тыс. га [7]. Сухая и ветреная весенняя погода способствует возникновению в лесах напряженной пожароопасной обстановки. Наиболее подвержены пожарам лесные массивы и степные участки Аскизского, Орджоникидзевского, Таштыпского, Ширинского и Усть-Абаканского районов, окрестности г. Саяногорска. В 2007 г. в результате засухи и сильного ветра с порывами 25...28 м/с была зарегистрирована чрезвычайная ситуация, связанная с массовыми пожарами в жилом секторе, в результате которой в восьми населенных пунктах республики огнем было уничтожено 47 жилых домов, без крова остались 68 семей. Ситуация повторилась весной 2015 г.

Вредное влияние на развитие растительности в степных районах оказывают *засухи*. В республике благоприятными по увлажнению бывают один-два года из десяти, сильно засушливыми — два-четыре. Засухи слабой интенсивности, особенно в первой половине лета, отмечаются почти ежегодно. Республика Хакасия относится к районам рискованного земледелия. В более засушливые годы, когда засухи проявляются в наибольшей степени, возникает опасность возникновения чрезвычайных ситуаций, связанных с массовой гибелью посевов сельскохозяйственных культур на всей территории республики. Засухи различной степени, в том числе в первой половине вегетационного периода, оказывают преобладающее влияние на размеры площадей уборки сельскохозяйственных культур, уровень их урожайности и валовых сборов. Засухи в Хакасии могут быть вызваны также фёнами с Восточного Саяна и Кузнецкого Алатау [9].

В периоды весеннего *половодья* и летне-осенних дождевых *наводков* в виде *затопления и подтопления* населенных пунктов и хозяйственных объектов, расположенных по руслу реки Абакан и



в долинах ее притоков, где проживает значительная часть населения, проявляется вредное воздействие вод. Весеннее половодье (2,5...3 месяца) обычно проходит в два этапа: в период таяния снега в степной зоне (3-я декада марта — 1-я декада апреля) и в период таяния снега в горно-таежной местности (3-я декада апреля — 1-я декада июня). Во время первого этапа происходит подтопление населенных пунктов поверхностными водами со склонов холмов, образуются *ледовые заторы*. Наиболее вероятные места образования ледовых заторов находятся на реке Абакан в районах г. Абаза, с. Мал. Арбаты, с. Маткичек и с. Бельтирское, на реке Матур — в районе с. Матур, на реке Белый Июс — в районе с. Мал. Сыя.

В зону подтопления попадают практически все населенные пункты, расположенные по берегам Абакана и ее многочисленным притокам. К паводкоопасным территориям на севере республики относится Ширинский район. В результате подтопления населенных пунктов и объектов экономики республики наносится значительный ущерб. В мае-июне 2014 г., в результате сильнейшего паводка в Республике Хакасия было подтоплено 929 жилых домов, более 2 тыс. приусадебных участков и свыше 1000 дач. От водной стихии пострадали жители 22 населенных пунктов [10].

В Республике Хакасия в качестве защитных мер от негативного воздействия подтопления территории рекомендуется проведение работ по предупреждению водопотери из 13 коммуникаций, чистке, углублению русел временных водотоков, естественных дренажей, устройству и очистке водосточных канав вдоль улиц и дорог. В Абакане рекомендуется проводить мероприятия по снижению уровней подземных вод, устройству защитной дамбы с дренажем вдоль берега реки Абакан [11].

Неблагоприятным явлением для сельского хозяйства является *град*. На увеличение или уменьшение числа случаев выпадения града большое влияние оказывают возвышенности и горы, а также большие водоемы. В предгорьях Западного Саяна за год наблюдается более трех дней с градом, в равнинной части Республики Хакасия — до одного дня в год. Гибель посевов сельскохозяйственных культур в результате выпадения крупного града и действия *заморозков* происходит на небольших площадях, но при этом наносится большой ущерб.

Таким образом, достаточно высокий уровень природной опасности на территории республики требует проведения предупредительных мероприятий по снижению рисков возникновения чрезвычайных ситуаций, а также мероприятий по смягчению их последствий. Наиболее

неблагоприятные условия жизнедеятельности в гольцовых высокогорьях Западных Саян, отличающихся резко расчлененным крутосклонным рельефом, широким развитием опасных природных процессов, в особенности наводнений, и высокой сейсмичностью, дискомфортным климатом.

Относительно благоприятными условиями жизнедеятельности характеризуются степные и лесостепные районы Минусинской котловины северо-восточной и центральной Хакасии, примыкающие к побережью Красноярского водохранилища. Здесь находятся основные населенные пункты, промышленные предприятия, проживает большая часть населения. В котловинах, где преобладают сельскохозяйственные земли, к неблагоприятным факторам относятся сильные ветра-суховеи, засуха, степные пожары, а также почвенная эрозия.

Для обеспечения безопасности жизнедеятельности необходим учет характеристик и взаимодействия природных и техногенных факторов. Важно обеспечить безопасность населения и окружающей среды от техногенных и других факторов опасности в промышленных узлах Саянского территориально-производственного комплекса, таких как Абакано-Черногорская агломерация и Саяногорск, крупные предприятия горнодобывающей промышленности, транспортные системы.

Заключение. Хакасия представляет собой хозяйственно развитый регион с высоким природно-ресурсным потенциалом. Однако ее развитие сдерживается многообразием природных опасностей, складывающихся под воздействием неблагоприятных факторов, обусловленных распространением многолетней мерзлоты, строением рельефа, развитием сейсмических, гидрологических, метеорологических, пирогенных эрозионных, гравитационных, криогенных, эоловых процессов. Выявление и своевременный учет специфической природной опасности региона снижает риск ведения хозяйственной деятельности. Рекомендуется проведение адаптивного природопользования, осуществляемого с учетом природных и антропогенных факторов, обеспечивающего безопасность жизнедеятельности.

Список литературы

1. Антипов А. Н., Корытный Л. М. Географические аспекты гидрологических исследований. — Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1981. — 176 с.
2. Лебедева Н. И. Минусинский регион // Инженерная геология СССР. Т. 3. Восточная Сибирь. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1977. — С. 571—607.
3. Голодковская Г. А., Розенберг Л. И. Региональные закономерности и инженерно-геологическое районирование

- Алтае-Саянской горной страны // Инженерная геология СССР. Т. 3. Восточная Сибирь. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1977. — С. 477—496.
4. **Шац М. М.** Геокриологические условия Алтае-Саянской горной страны. — Новосибирск: Изд-во Наука. Сиб. отделение, 1978. — 103 с.
 5. **Шац М. М.** Мерзлые породы юга Красноярского края // Мерзлотные исследования в осваиваемых районах СССР. — Новосибирск: Наука. Сиб. отделение, 1980. — С. 120—124.
 6. **Мерзлотоведение** / В. А. Кудрявцев, Н. Ф. Полтев, Н. Н. Романовский и др. Под ред. В. А. Кудрявцева. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1981. — 240 с.
 7. **Долгосрочная республиканская целевая программа** "Защита населения и территорий Республики Хакасия от чрезвычайных ситуаций, обеспечение пожарной безопасности людей на водных объектах (2014—2016 годы)". URL: <http://r-19.ru/authorities/ministry-of-finance-of-the-republic-of-khakassia/common/gosudarstvennye-finansy-respubliki-khakasiya/dolgosrochnye-respublikanskije-tselevye-programmy/dolgosrochnaya-respublikanskaya-tselevaya-programma-zashchita-naseleniya-i-territoriy-respubliki-kha.html> (дата обращения 09.06.2015).
 8. **Климатические и природные риски** Хакасии. URL: <http://abakan.bezformata.ru/listnews/klimaticheskie-i-prirodnie-riski-hakasii/36901266/> (дата обращения 17.06.2015).
 9. **Об утверждении** республиканской целевой программы "О защите сельскохозяйственного производства от чрезвычайных ситуаций и стихийных бедствий природного характера в Республике Хакасия, с учетом вопросов страхования, на период 2005—2010 годов". URL: http://zakon.scli.ru/ru/legal_texts/legislation_RF/index.php?do4=document&id4=b8bc5f99-ee8c-4816-b74c-6cb5436a10d2 (дата обращения 18.06.2015).
 10. **Паводок** в Хакасии. URL: <http://tass.ru/sibir-news/1524151> (дата обращения 09.06.2015).
 11. **Крепша Н. В.** Опасные природные процессы: учебное пособие. Томский политехнический университет. — Томск: Изд-во Томского политех. ун-та, 2014. — 290 с.

A. D. Abalakov, Leading Researcher, **A. I. Shekhovtsov**, Leading Researcher, e-mail: ashekhov@irigs.irk.ru, **G. I. Lyanova**, Senior Researcher, **L. S. Novikova**, Leading Engineer, **V. B. Sochava** Institute of Geography Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Irkutsk

Natural Living Environment in Khakasia

This article provides information on the adverse and dangerous natural processes affecting the human living conditions. We consider the natural features of the territory, such as geo-logical structure, topography, water resources, and climate. Special risks are shown, which are caused by the nature and distribution of permafrost, by the development of cryogenic, erosion, gravity, seismic, hydrological, meteorological and pyrogenic processes, which are accompanied by significant material and socio-economic damage. Their distribution is analyzed. The effect of these processes on the living conditions is proved. We suggested the division of the territory of Khakasia in two parts, which are significantly different in their living conditions — developed flat steppes and low-subtaiga with favorable living conditions and underdeveloped mountain golets and taiga areas — not favorable for living and nature use. Special risks depend on the interaction of anthropogenous and natural factors. The highest level of potential danger is typical for industrial units of Sayan territorial-industrial complex, including Abakan-Chernogorsk agglomeration and Sayanogorsk, as well as large enterprises of mining-processing industry, having a strong impact on the environment.

Keywords: dangerous natural processes and phenomena, the nature of distribution and development of living conditions, analysis of the situation

References

1. **Antipov A. N., Korytnyj L. M.** Географические аспекты гидрологических исследований. Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 1981. 176 p.
2. **Lebedeva N. I.** Минусинский регион. *Инженерная геология СССР*. V. 3. Восточная Сибирь. Moscow: Izdatel'stvo Moskovskogo universiteta, 1977. P. 571—607.
3. **Golodkovskaja G. A., Rozenberg L. I.** Regional'nye zakonomenosti i inzhenerno-geologicheskoe rajonirovanie Altae-Sajanskoj gornoj strany. *Инженерная геология СССР*. V. 3. Восточная Сибирь. Moscow: Izdatel'stvo Moskovskogo universiteta, 1977. P. 477—496.
4. **Shac M. M.** Геокриологические условия Алтае-Саянской горной страны. Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 1978. 103 p.
5. **Shac M. M.** Мерзлые породы юга Красноярского края. *Мерзлотные исследования в осваиваемых районах СССР*. Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 1980. P. 120—124.
6. **Kudryavcev V. A., Poltev N. F., Romanovskij N. N.** et al. Мерзлотоведение Под ред. В. А. Кудрявцева. Moscow: Izdatel'stvo Moskovskogo universiteta, 1981. — 240 p.
7. **Долгосрочная республиканская целевая программа** "Защита населения и территорий Республики Хакасия от чрезвычайных ситуаций, обеспечение пожарной безопасности людей на водных объектах (2014—2016)". URL: <http://r-19.ru/authorities/ministry-of-finance-of-the-republic-of-khakassia/common/gosudarstvennye-finansy-respubliki-khakasiya/dolgosrochnye-respublikanskije-tselevye-programmy/dolgosrochnaya-respublikanskaya-tselevaya-programma-zashchita-naseleniya-i-territoriy-respubliki-kha.html> (дата обращения 09.06.2015).
8. **Климатические и природные риски** Хакасии. URL: <http://abakan.bezformata.ru/listnews/klimaticheskie-i-prirodnie-riski-hakasii/36901266/> (дата обращения 17.06.2015).
9. **Об утверждении** республиканской целевой программы "О защите сельскохозяйственного производства от чрезвычайных ситуаций и стихийных бедствий природного характера в Республике Хакасия, с учетом вопросов страхования, на период 2005—2010 годов". URL: http://zakon.scli.ru/ru/legal_texts/legislation_RF/index.php?do4=document&id4=b8bc5f99-ee8c-4816-b74c-6cb5436a10d2 (дата обращения 18.06.2015).
10. **Паводок** в Хакасии. URL: <http://tass.ru/sibir-news/1524151> (дата обращения 09.06.2015).
11. **Крепша Н. В.** Опасные природные процессы: учебное пособие. Томский политехнический университет. Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2014. 290 p.



УДК 504.54

В. Г. Двуреченский, канд. биол. наук, доц.¹, науч. сотр.²,

Е. Н. Филонова¹, канд. биол. наук, доц., e-mail: filono2000@mail.ru,

¹ Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет НГАСУ (Сибстрин)

² Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск

Пути снижения антропогенной нагрузки на окружающую среду Южного Кузбасса, связанной с отходами агломерации

Проанализирована экологическая ситуация, сложившаяся на хвостохранилищах Абагурской обогатительно-агломерационной фабрики (г. Новокузнецк, Кемеровская область). Выявлено негативное воздействие токсичного субстрата, входящего в состав хвостов. Предложены меры по снижению антропогенной нагрузки на окружающую среду Южного Кузбасса.

Ключевые слова: экологическая ситуация, техногенные ландшафты, хвостохранилища, рекультивация, эмбриоземы, техноземы

Научно-технический прогресс способствовал возникновению целого ряда серьезных проблем, таких как исчерпание природных ресурсов, загрязнение окружающей среды, увеличение площадей нарушенных земель и др. Следствием этих проблем стало ухудшение качества жизни и здоровья людей целых регионов. В 2010 году в России впервые была проведена инвентаризация экологически проблемных территорий. Министр природных ресурсов и экологии Ю. П. Трутнев на заседании президиума Государственного Совета РФ по экологии заявил о наличии в Российской Федерации 194 "горячих экологических точек". "Территория самой большой страны мира позволяла на протяжении всего предыдущего столетия создавать свалки, хранилища опасных отходов, не предусматривая денег на их обезвреживание и уничтожение". В стране накоплено 3 млрд т токсичных отходов. [1]. Для сокращения образования опасных отходов к 2020 г. предложено провести следующие мероприятия:

— ежегодно утилизировать с увеличением полезного продукта (переработкой в строительные материалы и др.) от 10 до 12 млн т отходов;

— создать механизмы частно-государственного партнерства, позволяющие вовлечь во вторичный оборот золоотвалы ТЭЦ, отходы горнорудных производств с высоким остаточным содержанием полезных ископаемых.

Одной из "горячих экологических точек" России является Кузбасс. Это связано с тем, что на долю Кузбасса приходится 56 % добычи каменного угля в стране, 16 % железной руды, 11 % алюминия и других ископаемых [2]. В Южном Кузбассе

более 500 предприятий ежедневно увеличивают площадь нарушенных земель. Этот промышленный мегаполис включает в себя 10 крупных городов, таких как Новокузнецк, Междуреченск, Мыски, Прокопьевск, Киселевск и др., в которых проживает около 70 % населения Кузбасса. Он окружен техногенными пустынями, карьерными выемками, разрезами, отвалами и т. п. В результате действия предприятий только металлургической промышленности за год в среднем образовывается более 8 млн т токсичных отходов [3]. В связи с этим, антропогенная нагрузка на окружающую среду Южного Кузбасса характеризуется как очень высокая.

Город Новокузнецк Кемеровской области давно имеет репутацию сильно загрязненного города России. Вносит свой негативный вклад в экологически неблагоприятную обстановку города и ОАО "Абагурская обогатительно-агломерационная фабрика" (далее "Абагурская ОАФ"), которая работает с 1956 г. Фабрика находится в южной части г. Новокузнецка и специализируется на работах по обогащению железных руд методом мокрой магнитной сепарации. В черте города в бассейне реки Кондома находятся отходы агломерационного производства — три хвостохранилища площадью свыше 350 га. Хвостохранилище № 3 — действующее. Хвостохранилища № 1 и № 2 (площадь 53 га и 136,5 га соответственно) представляют собой два обособленных плато высотой более 20 м. В них складировано примерно 100 млн т хвостов обогащения. Поверхности данных объектов практически полностью лишены растительности [3].

Фабрика построена без учета розы ветров, поэтому выбросы из труб регулярно загрязняют

городской воздух. Помимо проблемы загрязнения атмосферного воздуха существует проблема накопления токсичных отходов на территории хвостохранилищ. Объемы складирования Абагурской ОАФ практически в 2 раза превысили проектные нормы [4]. Ситуация на хвостохранилищах усугубляется водной и ветровой эрозией. Загрязняются грунтовые воды и река Кондома — приток реки Томь. Сильный ветер вызывает локальные бури. Это объясняется песчано-пылеватым гранулометрическим составом субстрата хвостохранилищ. По исследованиям ученых МГУ им. М. В. Ломоносова здесь происходит активный эоловый перенос мелкозема [5].

Учитывая приведенные выше факты, была выбрана цель исследования: изучить экологическую ситуацию, сложившуюся в техногенном ландшафте. Для этого были поставлены следующие задачи:

- 1) дать характеристику основных экологических нарушений, связанных с хвостохранилищем;
- 2) определить почвенно-экологическое состояние объекта;
- 3) найти пути уменьшения негативного влияния объекта на окружающую территорию.

Объектом исследования послужило хвостохранилище № 1, тело которого состоит из фитотоксичного субстрата (измельченных отходов фабрики) серого и бурого цвета (высокое содержание хлоридов). В результате того, что субстрат (пульпа) сбрасывается периодически, наблюдается "технологическая слоистость" субстрата — чередуются песчаные и пылеватые слои. Пылеватым прослоям свойственна специфическая структура в форме окатышей, образованных в процессе флотации [5].

На момент исследования почвенный покров хвостохранилища № 1 был представлен, в основном, эмбриоземами инициальными (на открытых участках и склоновых поверхностях) и эмбриоземами органо-аккумулятивными под посадками сосны. Все три хвостохранилища относятся к дамбовым, намывным I класса с высотными отметками поверхности от 223,7 до 229,2 м абс. Данные промышленные объекты относятся к отвалам перерабатывающей промышленности наливного типа; по возрасту — средневозрастные (свыше 25 лет); по форме — чашевидные; по высоте — средние (до 25 м); по механическому составу поверхностного субстрата — крупнопылевидные и песчаные (частицы до 0,1 мм); по кислотности (рН) — слабокислые; по утилизации — неиспользуемые [6].

Хвостохранилища агломерации, состоящие из токсичных пород, опасны для здоровья жителей города Новокузнецка и близлежащих поселков, деревень. Например, в поселке Елань (2 км на

восток от Абагурского хвостохранилища) годовое выпадение пыли составляет 409 г/м^2 , что на порядок превышает фоновый показатель для лесостепной зоны — 2 мг/м^2 . Среди жителей поселка отмечается высокая заболеваемость силикозом. В радиусе 8 км вокруг Абагурской ОАФ отмечено загрязнение почв металлами, особенно железом в 3—3,5 раза выше фона [7].

Расчет индивидуального и группового популяционного риска в зоне влияния Абагурской ОАФ колеблется от 0,09 до 3,85 дополнительных случаев смертности от взвешенных веществ на 10 000 человек населения. В целом экологическому риску от данного источника подвергается около 100 000 человек населения г. Новокузнецка, на который приходится 5,79 случая дополнительной смертности [8].

При изучении экологической ситуации, было показано, что проведенные рекультивационные мероприятия на хвостохранилище Абагурской ОАФ способствуют снижению смертности населения г. Новокузнецка от вдыхания взвешенных веществ на 0,48 случаев, а по поселку Елань на 0,32 случая. Расчет эффективности мероприятий показал, что за счет уменьшения площади хвостохранилища на 8,3 % (площадь рекультивированной территории) снизится заболеваемость населения поселка Елань в течение года на 67,5 случая, а среди детей поселка на 121,9 случая [8].

Уменьшение отрицательного влияния антропогенного фактора на окружающие ландшафты — важная проблема, которую можно решить, проводя работы по рекультивации техногенно нарушенных ландшафтов или создавая производства по переработке отходов. Учеными Кемеровского научного центра и Новокузнецким лесхозом проводились работы по лесной рекультивации части хвостохранилища № 1 около 30 лет назад. Проводилась лесная рекультивация с высеваем рядками сосны обыкновенной и облепихи в междурядьях, которая погибла через 20 лет. Далее в середине 1990-х гг. лабораторией рекультивации почв Института почвоведения и агрохимии СО РАН (ИПА СО РАН) г. Новосибирск, совместно с сотрудниками Новокузнецкого педагогического института проводились опыты по созданию и изучению техноземов, сформированных с добавлением осадков сточных вод [8].

Учитывая, что хвостохранилище Абагурской ОАФ — это стратегический склад техногенного сырья, который может быть востребован в недалеком будущем, применять дорогостоящую рекультивацию нецелесообразно. Тем не менее для уменьшения негативного влияния объекта на окружающие ландшафты необходимо провести работы по рекультивации. Интересна в этом



плане технология, предложенная С. П. Месяц и Н. С. Румянцевой [9]. Они предлагают для сохранения техногенных месторождений использовать биогеобарьер, основанный на концепции естественного почвообразования. Устойчивость биогеобарьера уже проверена на различных хвостохранилищах Кольского горнопромышленного комплекса. Используется специальное полимерное покрытие, сеются травы без нанесения плодородного слоя, а в итоге образуется фитоценоз с высокой биопродуктивностью и быстрой аккумуляцией органического вещества.

Лаборатория рекультивации почв ИПА СО РАН проводит постоянный мониторинг экологической обстановки на хвостохранилище Абагурской ОАФ. Новосибирские ученые считают, что после техногенной фазы формирования ландшафта восстановление территории может происходить по двум основным направлениям (когда уже существует каркасная основа ландшафта, рельеф, породы):

1) в процессе выполнения рекультивационных работ происходит преобразование исходного техногенного субстрата путем добавления почвоулучшителей и создаются техноземы — почвоподобные образования с искусственно сформированным корнеобитаемым слоем [10];

2) в результате естественного восстановления растительности без улучшения техногенного субстрата на поверхности техногенных ландшафтов начинают формироваться эмбриоземы, в которых почвенные свойства и режимы находятся на начальной стадии формирования [6].

Согласно ГОСТ 17.5.1.01—83 Охрана природы. Рекультивация земель. Термины и определения рекультивационные работы выполняются в два этапа [11]. На первом (горнотехническом) этапе происходит вылаживание отвалов. В дальнейшем на спланированные участки отсыпается плодородный слой почвы (ПСП) или смесь ПСП с потенциально плодородными породами (ППП), либо используются различные мелиоранты и почвоулучшители для повышения качества техногенного субстрата. Таким образом, сформированные техноземы приобретают профиль, состоящий из двух и более слоев. Первый слой — это субстрат отвала. Второй слой — это искусственно созданный корнеобитаемый слой, состоящий из ПСП или ПСП + PPP, или из улучшенного техногенного субстрата, мощностью от 20 см и более. Иногда между породой и корнеобитаемым слоем отсыпается экранирующий слой из PPP. На втором (биологическом) этапе рекультивации на сформированных участках техноземов проводится посадка деревьев или посев многолетних трав (фитомелиорация), либо других культур согласно выбранному направлению рекультивации.

Разработанная в лаборатории рекультивации ИПА СО РАН профильно-генетическая классификация почв техногенных ландшафтов позволила оценить почвенно-экологическое состояние хвостохранилища Абагурской ОАФ, выделив в его почвенном покрове два типа эмбриоземов (инициальные и органо-аккумулятивные), и опытные участки техноземов — искусственно созданных почв, посредством применения осадков сточных вод. Данная классификация рассматривает поверхностные слои техногенного ландшафта как особые группы почв, строение, состав и режимы которых чаще всего лишь в определенной степени напоминают свойства естественных, "нормально развитых" почв [12].

Исследования на хвостохранилище № 1 показали, что в составе почвенного покрова 50-летнего ландшафта присутствуют эмбриоземы инициальные, которые, если не изменятся условия почвообразования, так и останутся инициальными и никогда не перейдут в органо-аккумулятивную фазу. Как известно, на инициальных эмбриоземах должен формироваться фитоценоз с пионерной растительностью. Тем не менее, в связи с фитотоксичностью пород, слагающих отвал, растительность не развивается.

На участках с лесной рекультивацией, под посадками сосны обыкновенной и занесенных из окружающих ландшафтов тополя и клена определяются эмбриоземы органо-аккумулятивные, диагностическим признаком которых служит горизонт A_0 — опад, состоящий из иголок, листьев, веточек, шишек. Потенциал развития эмбриоземов органо-аккумулятивных в следующую дерновую фазу низкий. Сосны болеют, выпадают. Пионерная растительность не способствует задернению. При неблагоприятных условиях, например, пожаре, участки вновь будут деградировать до инициальной стадии и становиться техногенной пустыней.

Площадь поверхности хвостохранилища № 1 занимают эмбриоземы инициальные (75 %); органо-аккумулятивные (24 %); техноземы органо-генные (1 %). Такое "разнообразие" и процентное соотношение типов эмбриоземов на хвостохранилище говорит о неудовлетворительном или плохом почвенно-экологическом состоянии объекта.

Как показало время, наиболее биологически, экономически и экологически рациональным способом рекультивации на хвостохранилищах Абагурской ОАФ является способ создания техноземов с использованием почвоулучшителей, а именно осадков сточных вод. При этом создается корнеобитаемый слой, препятствующий ветровой и водной эрозии, а также утилизируются осадки сточных вод. Применение технологии

рекультивации по созданию техноземов намного улучшит экологическую обстановку вокруг хвостохранилищ в целом.

Основной чертой растительного покрова изучаемых объектов является формирование особых, свойственных только техногенным ландшафтам, растительных группировок. Это связано с определенными этапами развития почв и биоценозов. Большинство исследователей, занимающихся изучением нарушенных ландшафтов, выделяют четыре типа растительных группировок: 1) пионерная; 2) простая; 3) сложная; 4) замкнутый фитоценоз.

Растительный покров, формирующийся на инициальных и органо-аккумулятивных типах эмбриоземов, преобладающих на хвостохранилище № 1 Абагурской ОАФ, представлен однолетними травами. На опытном участке с техноземами, проводились комплексные полевые исследования по технической эффективности и экологической безопасности использования осадков сточных вод. Техноземы, сформированные с использованием осадков сточных вод, характеризуются повышенным содержанием питательных веществ, в достаточном количестве обеспечивающих корневое питание растений, разнообразие которых намного выше. В результате подобных опытов происходит замена однолетних трав многолетними. Появляются такие травянистые растения как пырейник сибирский (*Elymus sibiricus L.*), коострец безостый (*Bromopsis inermis Leys. Holub*), ежа сборная (*Dactylis glomerata L.*) [13]. Следует также отметить, что опытный участок, расположенный в так называемом ядре хвостохранилища, занимает около 0,01 га. Остальная поверхность ядра представлена эмбриоземами инициальными.

Древесно-кустарниковая группировка представлена по склонам и краям хвостохранилища и на участках, где проведены горнотехнический и биологический этапы рекультивации. На участках, где рекультивация не проводилась, и ландшафт был оставлен под самозаращение, растительность отсутствует, что связано с высокой фитотоксичностью пород.

В почвенно-экологическом отношении материал обработанных хвостохранилищ Абагурской ОАФ характеризуется очень высокой неоднородностью практически всех химических,

физико-химических, агрофизических и агрохимических параметров. Эта неоднородность определяется спецификой технологии формирования объекта, которая дифференцировала материал, как по площади, так и в его толще. Высокая плотность (1,7 г/см и выше) сделала этот субстрат практически непроницаемым для корней, резко снизила объем порового пространства, количество пор и водопроницаемости. По этой причине при рекультивации хвостохранилища необходимо введение специального технологического элемента, снижающего эту плотность, например, смешивание с другими менее плотными субстратами [14].

Вследствие мелкофракционного состава и значительных масштабов занимаемой территории (350 га), практически полностью лишенной растительности, хвостохранилища подвержены ветровой эрозии и оказывают существенное воздействие на экосистемы близлежащих территорий. Субстрат хвостохранилища относится к категории сильнозасоленных фитотоксичных (см. таблицу); при этом степень фитотоксичности достигает высоких значений.

Факторами фитотоксичности выступают хлориды и сульфаты. Долевое участие этих солей примерно одинаково. Фитотоксичность пород в сочетании с их высокой плотностью — главная причина длительного существования, как сказано выше, техногенной пустыни хвостохранилища Абагурской ОАФ. Хвосты этого хвостохранилища отнесены к 4-му классу токсичности.

Итак, основными причинами, препятствующими естественному зарастанию поверхности хвостохранилища, являются: 1) фитотоксичность, обусловленная засолением поверхности; 2) высокая плотность сложения субстрата; 3) низкое содержание элементов питания растений; 4) неблагоприятные микроклиматические условия, такие как высокая температура в летний период, незначительное накопление снегового покрова зимой, ветровая эрозия, которая приводит к засеканию молодых побегов и листьев растений песчаным материалом хвостохранилища.

При проведении рекультивационных работ на хвостохранилище Абагурской ОАФ необходимо учитывать природные факторы, а также наличие местных ресурсов рекультивации. Исследования

Солевой состав водной вытяжки субстрата хвостохранилища Абагурской ОАФ

Плотный осадок, %	Содержание подвижной формы, мг-экв/100г							Токсичность, мг/кг	
	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ + K ⁺	по Cl ⁻	по SO ₄ ²⁻
2,74	—	0,68	1,04	33,43	10,10	17,52	6,50	3,40	3,10



показали, что почвенно-экологическое состояние техногенных объектов связано, в первую очередь, со свойствами почвообразующих пород, а также с другими факторами почвообразования, которые оказывают существенное влияние на скорость восстановления почвенного покрова на техногенных объектах при их самозарастании или рекультивации. На поверхности техногенных ландшафтов формируется почвенный покров, который представлен сочетанием различных типов эмбриоземов и техноземов. Каждый тип эмбриоземов и соотношение площадей, занимаемых тем или иным типом, характеризует определяемый законами сингенеза уровень жизнедеятельности биоценоза, а также общее почвенно-экологическое состояние техногенного ландшафта.

С одной стороны, хвосты фабрик — экологическое бедствие для юга Западной Сибири, но с другой стороны, — это склад ценного сырья. Материал хвостов Абагурской ОАФ представлен различными рудными минералами с содержанием железа [3]: магнетитом $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ (6...11 %); пиритом FeS_2 (9...13 %); лимонитом $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (4...8 %); гематитом Fe_2O_3 (0,8...1,1 %).

Решение проблем исчерпания природных ресурсов и загрязнения окружающей среды возможно с помощью безотходных, а точнее малоотходных технологий. Превращение хвостов в строительные материалы уже реально. Например, на Ермаковском заводе керамических стеновых материалов на основе шламистых железорудных отходов выпущена опытно-промышленная партия керамического кирпича марки 150 (морозостойкость более 35 циклов, высокий предел прочности при изгибе — более 10 МПа) [4].

Научные исследования Г. И. Стороженко [4] доказывают, что хвосты Абагурской ОАФ можно активно использовать для производства строительных материалов. Предлагается технология сухого обогащения, в результате которой 46,4 % хвостов превращаются в песок строительный, который может использоваться как заполнитель бетона или наполнитель в асфальтобетонах. Шламистая часть хвостов (37,3 %) — это дешевое сырье для производства стеновой керамики (кирпича, плитки, черепицы). Предлагается также использовать эту часть хвостов для производства теплоизоляционных материалов, ячеистого бетона в комбинации со шлаком. Оставшаяся часть хвостов (тяжелая сульфидная часть — магнетит и пирит) может пойти на получение серы, железа, меди, цинка и кобальта. Таким образом, отходы одного производства — это сырье для другого, что может сокращать склады обогатительных и агломерационных производств.

Выводы

1. Основные экологические нарушения, связанные с хвостохранилищем Абагурской ОАФ:
 - загрязнение в результате ветровой эрозии воздушного пространства г. Новокузнецка и окрестностей;
 - миграция в грунтовые воды и реки фитотоксичных продуктов, слагающих отвал.
2. Почвенный покров представлен эмбриоземами инициальными и органо-аккумулятивными; техноземами органогенными.
3. Состояние почвенного покрова объекта оценивается как неудовлетворительное.
4. Для снижения антропогенной нагрузки на окружающую среду необходимо применять технологии рекультивации с формированием корнеобитаемого слоя.
5. Хвосты Абагурской ОАФ можно активно использовать для производства строительных материалов.

Список литературы

1. Доклад Министра природных ресурсов и экологии Ю. П. Трутнева на заседании президиума Государственного Совета РФ по экологии 9 июня 2011 года "О мерах по обеспечению экологической безопасности и ликвидации накопленного экологического ущерба".
2. Захаров А. П. Подбор новых фитомелиоративных культур для посева на породных отвалах открытой добычи угля в условиях Кузбасса // Рекультивация нарушенных земель в Сибири. Вып. 2. — Кемерово: КРЭОО "Ирбис", 2006. — С. 22—28.
3. Двуреченский В. Г., Соколов Д. А., Топоровская А. А., Берлякова О. Г. Почвенно-экологическое состояние урбанизированных территорий Западной Сибири (на примере г. Новокузнецка) // Почвоведение и агрохимия. — 2012. — № 2. — С. 5—13.
4. Стороженко Г. И. Стратегия переработки отходов обогащения железных руд Мундыбашской обогатительной и Абагурской агломерационно-обогатительной фабрик. URL: <http://pandia.ru/text/77/194/28780.php> (дата обращения: 15.02.2016).
5. Брагина П. С., Герасимова М. И. Почвообразовательные процессы на отвалах горнодобывающих предприятий (на примере юга Кемеровской области) // География и природные ресурсы. — 2014. — № 1. — С. 45—51.
6. Курачев В. М., Андроханов В. А. Классификация почв техногенных ландшафтов // Сибирский экологический журнал. — 2002. — № 3. — С. 255—261.
7. Романенко М. Ф. Экология Кузбасса. Проблемы и перспективы // Сибирский Промстройпроект. — Новокузнецк, 1992. — 78 с.
8. Володеев А. С. Рекультивация техногенно нарушенных земель южного Кузбасса с использованием нетрадиционных мелиорантов: Автореф. дис. ... д. с.-х. н. — Барнаул, 2007. — 34 с.
9. Месяц С. П., Румянцева Н. С. Исследование устойчивости биогеобарьера, создаваемого с целью сохранения техногенных месторождений // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2015. — № 1. — С. 330—334.

10. Андроханов В. А., Овсянникова С. В., Курачев В. М. Техноземы: свойства, режимы, функционирование. — Новосибирск: "Наука" Сибирская изд. фирма РАН. — 2000. — 200 с.
11. ГОСТ 17.5.1.01—83 Охрана природы. Рекультивация земель. Термины и определения.
12. Андроханов В. А., Курачев В. М. Почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов: динамика

и оценка. — Новосибирск: Изд-во СО РАН. — 2010. — 224 с.

13. Красноборов И. М., Крапивкина Э. Д., Ломоносова М. Н. и др. Определитель растений Кемеровской области. — Новосибирск: Изд-во СО РАН. — 2001. — 447 с.
14. Водолеев А. С., Андроханов В. А., Клековкин С. Ю. Почвоулучшители: рекультивационный аспект. — Новосибирск: Наука. Сибирское отделение. — 2007. — 200 с.

V. G. Dvurechensky, Associate Professor¹, Research Associate²,

E. N. Filonova, Associate Professor¹, e-mail: filono2000@mail.ru,

¹Novosibirsk State Architectural and Construction University

²Institute of Soil Science and Agrochemistry, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk

The Reduction to the Anthropogenic Environmental Stress in the South Kuzbass Agglomeration Caused by Waste

The environmental situation in the tailing dumps of Abagurskaya processing — sinter plant (Novokuznetsk, Kemerovo region) has been analyzed. It is proved that the current ecological situation in the tailing dumps is dangerous for people, living in Novokuznetsk and the village of Elan and their health. Land Recultivation was carried out in tailing dump № 1 to improve the environmental situation. However, it is not rational to apply costly reclamation of land. On the one hand, the tailing dumps are an environmental disaster for Kuzbass. On the other hand, it is a man-made Deposit of securities (the stock of strategic raw materials). In the tailing dumps soil formation processes are strongly retarded due to the limiting factors. Therefore, embryozems nearly do not develop. The surface of tailing dump № 1 is 75 % represented by the initial embryozems. Measures to improve the environmental situation have been proposed.

Keywords: environmental situation, technogenic landscapes, tailing dumps, land recultivation, embryozems, tehnoshems

References

1. Доклад Министра природных ресурсов и экологии Ю.П. Трутнева на заседании президиума Государственного Совета РФ по экологии 9 июня 2011 года.
2. Zaharov A. P. Podbor novyh fitomeliorativnykh kul'tur dlja poseva na porodnykh otvalah otkrytoj dobychi uglja v usloviyah Kuzbassa. *Rekul'tivacija narushennykh zemel' v Sibiri*. V. 2. Kemerovo: KRJeOO "Irbis", 2006. P. 22—28.
3. Dvurechenskij V. G., Sokolov D. A., Toporovskaja A. A., Berljakova O. G. Pochvenno-jekologicheskoe sostojanie urbanizirovannykh territorij Zapadnoj Sibiri (na primere g. Novokuznecka). *Pochvovedenie i agrohimiya*. 2012. No. 2. P. 5—13.
4. Storozhenko G. I. Strategija pererabotki othodov obogasheniya zheleznykh rud Mundybashskoj obogatitel'noj i Abagurskoj aglomeracionno-obogatitel'noj fabrik URL: <http://pandia.ru/text/77/194/28780.php> (data sesseded 15.02.2016).
5. Bragina P. S., Gerasimova M. I. Pochvoobrazovatel'nye processy na otvalah gornodobyvajushhixh predpriyatij (na primere juga Kemerovskoj oblasti). *Geografija i prirodnye resursy*. 2014. No. 1. P. 45—51.
6. Kurachev V. M., Androhanov V. A. Klassifikacija pochv tehnogennykh landshaftov. *Sibirskij jekologicheskij zhurnal*. 2002. No. 3. P. 255—261.
7. Romanenko M. F. Jekologija Kuzbassa. Problemy i perspektivy. Novokuzneck: // Sibirskij Promstrojproekt, 1992. 78 p.
8. Vodoleev A. S. Rekul'tivacija tehnogenno narushennykh zemel' juzhnogo Kuzbassa s ispol'zovaniem netradicionnykh meliorantov: Avtoref. dis. ... d. s.-h. n. Barnaul, 2007. 34 p.
9. Mesjac S. P., Rumjanceva N. S. Issledovanie ustojchivosti biogeobar'era, sozdavaemogo s cel'ju sohraneniya tehnogennykh mestorozhdenij. *Gornyi Informacionno-analyicheskij Bjulleytn'*. 2015. No. 1. P. 330—334.
10. Androhanov V. A., Ovsjannikova S. V., Kurachev V. M. Tehnozemy: svojstva, rezhimy, funkcionirovanie. Novosibirsk: "Наука" Sibirskaja izdatel'skaja firma RAN. 2000. 200 p.
11. ГОСТ 17.5.1.01—83 Охрана природы. Рекультивация земель. Термины и определения.
12. Androhanov V. A., Kurachev V. M. Pochvenno-jekologicheskoe sostojanie tehnogennykh landshaftov: dinamika i ocenka. Novosibirsk: Izdatel'stvo SO RAN. 2010. 224 p.
13. Красноборов И. М., Крапивкина Е. Д., Ломоносова М. Н. и др. Определитель растений Кемеровской области. Novosibirsk: Izdatel'stvo SO RAN. 2001. 447 p.
14. Vodoleev A. S., Androhanov V. A., Klekovkin S. Ju. Pochvouluchshiteli: rekul'tivacionnyj aspekt. Novosibirsk: Nauka. Sibirskoe otdelenie. 2007. 200 p.



УДК 622.8:614.8:331.45:519.28

М. К. Имангазин, канд. техн. наук, проф., e-mail: m.imangazy@mail.ru
Актюбинский университет им. С. Байшева, Казахстан, Актюбе,
Э. И. Соколова, асп., Магнитогорский государственный технический
университет им. Г. И. Носова, Россия, Магнитогорск

Исследование травматизма на Аксуском заводе ферросплавов Республики Казахстан

В статье дан анализ травматизма на Аксуском заводе ферросплавов в период с 2007 по 2012 гг., проведенный по статистическому методу с определением коэффициентов тяжести, частоты, общего травматизма и смертности. Проведена математическая обработка изменений этих показателей во времени и получены полиномиальные зависимости 4-го порядка с достаточно высокой аппроксимацией. Анализ позволяет делать вывод об общем состоянии травматизма на Аксуском заводе ферросплавов в этот период.

Ключевые слова: опасность, травматизм, охрана труда, несчастный случай, профессиональное заболевание, ферросплавное производство, риск

В настоящее время все больше внимания уделяется вопросам оценки и снижения риска травмирования. Снижение вероятности травмирования, как правило, производится по двум основным направлениям: это применение более рациональных и оптимизированных производственных циклов и оборудования или совершенствование системы управления охраны труда с проработкой на современном уровне организационных аспектов защиты работника от негативного воздействия производственной среды.

Аксуский завод ферросплавов — филиал Акционерного общества "Транснациональная компания «Казхром»" (до 1995 года — "Ермаковский завод ферросплавов имени XXIII съезда КПСС") — самое крупное металлургическое предприятие Казахстана по производству хромистых, кремнистых и марганцевых сплавов. Предприятие расположено в городе Аксу (Павлодарская область, Республика Казахстан).

История завода начинается с 1962 г., когда началось строительство промышленных объектов завода ферросплавов. В январе 1968 г. на заводе была выплавлена первая тонна ферросплавов, а в июле 1970 г. завершился запуск восьми плавильных печей цеха № 2. В 1995 г. предприятие вошло в состав Транснациональной компании "Казхром". Объем выпускаемой продукции завода превышает миллион тонн ферросплавов в год.

Для определения фактических уровней риска травматизма на Аксуском заводе ферросплавов был произведен анализ травматизма за период с 2007 по 2012 гг.

Всего за исследуемый период было зарегистрировано 45 несчастных случаев (при общей среднегодовой численности работников 6730 человек), в которых пострадал 51 человек. Из них:

- смертельных — 4 или 8,8 % от общего числа несчастных случаев;

- тяжелых — 23 или 51,1 % от общего числа несчастных случаев;
- групповых — 3 или 6,6 % от общего числа несчастных случаев;
- легких несчастных случаев — 12 или 27,1 % от общего числа несчастных случаев;
- профзаболеваний — 3 или 6,6 % от общего числа несчастных случаев.

Среднее число несчастных случаев за этот период составило 7,5 или примерно 7 случаев в год, из них 0,66 или примерно один случай в год с летальным исходом.

Количество дней нетрудоспособности в результате несчастных случаев составило за отчетный период 2763 человеко-дней или в среднем 460 дней в год. На одного пострадавшего в среднем приходится 57 дней нетрудоспособности.

Для определения уровня травматизма использовался статистический метод, который заключался в обработке и изучении материала, накопившегося по результатам расследования несчастных случаев (из материалов расследования несчастных случаев) за указанный период. В ходе проведения исследований был определен ряд коэффициентов, являющихся относительными показателями уровня травматизма на предприятии и позволяющих дать более полную картину уровня травматизма. К таким показателям отнесены [1]:

- коэффициент частоты травматизма ($K_{\text{ч}}$) — определяет число несчастных случаев, происходящих на 1000 работающих, за определенный календарный период (месяц, квартал, год);
- коэффициент тяжести травматизма ($K_{\text{т}}$) — характеризует среднюю потерю трудоспособности в днях на одного пострадавшего за отчетный период;

Сведения о травматизме на Аксуском заводе ферросплавов с 2007 по 2012 гг.

№ пп	Наименование показателя	Годы					
		2007	2008	2009	2010	2011	2012
1	Среднее число работающих за период	6636	6598	6713	6748	6872	6812
2	Количество пострадавших с утратой трудоспособности на один день и более, чел.	2	12	9	8	9	11
3	Количество человеко-дней нетрудоспособности в результате несчастных случаев	51	154	484	364	985	725
4	Количество несчастных случаев на производстве всего, в том числе:	2	9	9	8	7	10
4.1	с тяжелым исходом	1	3	4	3	5	7
4.2	со смертельным исходом	—	—	1	2	1	—
4.3	групповых	—	1	—	—	1	1
5	Количество случаев острого профессионального заболевания	—	—	—	2	—	1
6	Коэффициент частоты $K_{\text{ч}}$	0,3	1,36	1,34	1,18	1,01	1,46
7	Коэффициент тяжести $K_{\text{т}}$	25,5	17,1	53,7	45,5	140,7	72,5
8	Показатель общего травматизма $K_{\text{о}}$	7,65	23,2	71,9	53,6	142,1	105,8
9	Коэффициент смертности от несчастных случаев на 1000 работников $K_{\text{с}}$	0	0	0,14	0,29	0,14	0

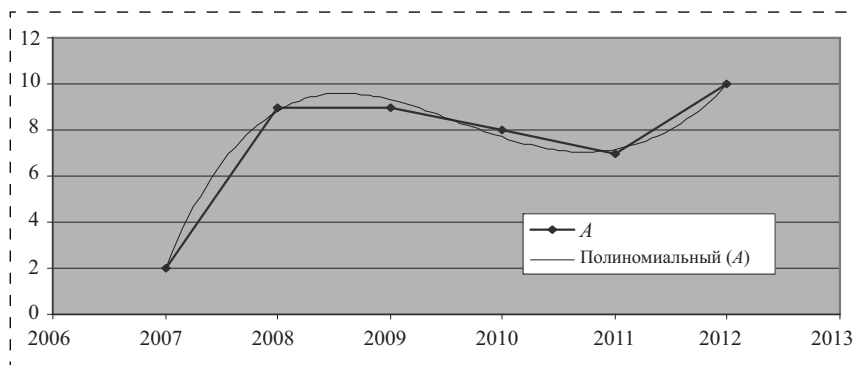
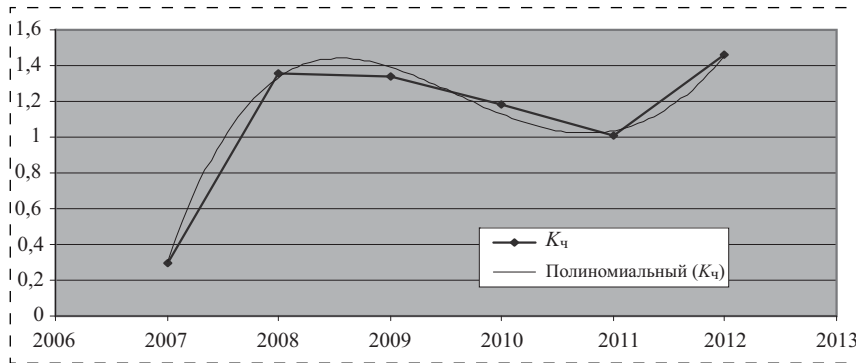
- коэффициент опасности ($K_{\text{о}}$) или показатель общего травматизма;
- показатель травматизма со смертельным исходом ($K_{\text{с}}$).

Полученные результаты вычислений по представленным показателям приведены в табл. 1.

В рамках проведения целевого исследования была произведена аппроксимация показателей

несчастных случаев на Аксуском заводе ферросплавов за период с 2007 по 2012 гг. методом наименьших квадратов с использованием программы Microsoft Excel (рис. 1). Среднее число несчастных случаев в год за исследуемый период составило $A_{\text{ср}} = 7$.

Зависимость по коэффициенту частоты $K_{\text{ч}}$ (рис. 2) очень схожа с зависимостью распределения количества несчастных случаев и обла-


 Рис. 1. Распределение количества несчастных случаев A в период с 2007 по 2012 гг.

 Рис. 2. Распределение коэффициента частоты $K_{\text{ч}}$ в период с 2007 по 2012 гг.

дает теми же пиками максимума и минимума в распределении по годам. Коэффициент аппроксимации зависимости достаточно высокий $R^2 = 0,9925$ и подтверждает достоверность описываемой зависимости коэффициента частоты $K_{\text{ч}}$ от времени исследуемого периода.

Оценивая зависимость по коэффициенту тяжести $K_{\text{т}}$ (рис. 3), можно сделать вывод о некотором увеличении $K_{\text{т}}$ за исследуемый период с пиками в 2011 и 2012 гг. Распределение коэффициента смертности $K_{\text{с}}$ (рис. 4) имеет неравномерный характер с периодами подъема и спада, поэтому функция нелинейная и описание ее обусловлено полиномом достаточно высокой степени.

Исходя из представленного на рис. 5 графика можно сделать вывод, что показатель общего травматизма $K_{\text{о}}$ в начале исследуемого периода имел тенденцию к повышению значений от 7,65 до 142,1 в 2011 г., а в 2012 г. наблюдался спад (105,8). Среднее значение показателя $K_{\text{о,ср}}$ за исследуемый период составило 67,3.

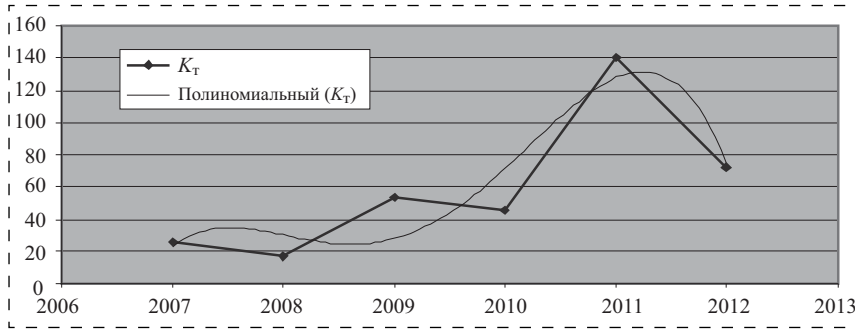


Рис. 3. Распределение коэффициента тяжести K_T в период с 2007 по 2012 гг.

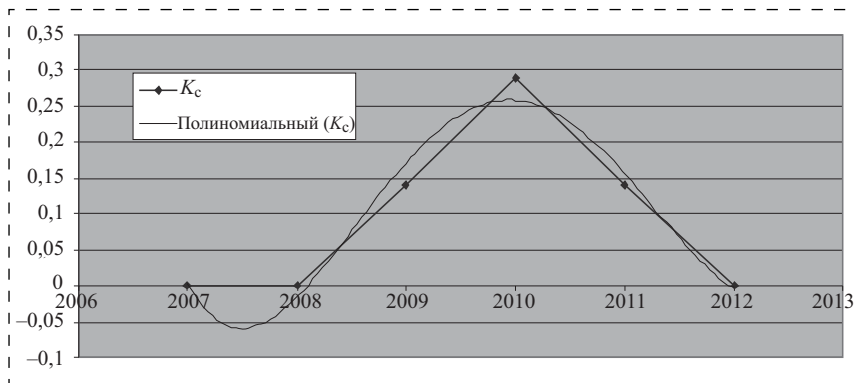


Рис. 4. Распределение коэффициента смертности K_C в период с 2007 по 2012 гг.

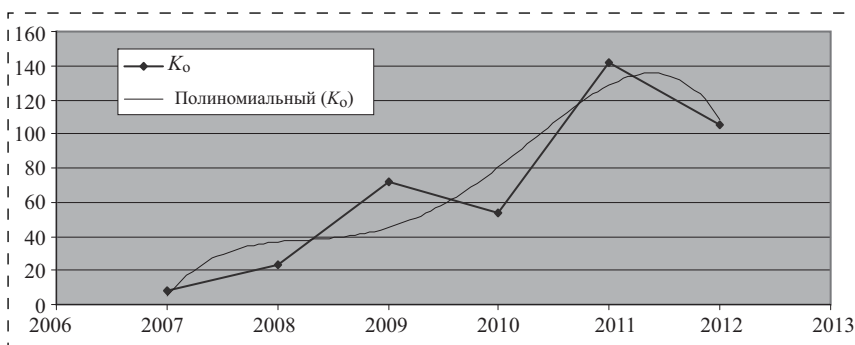


Рис. 5. Зависимость распределения показателя общего травматизма K_0 в период с 2007 по 2012 гг.

Полиномы распределений и коэффициенты аппроксимаций количества несчастных случаев A , коэффициента частоты K_C , коэффициента тяжести K_T , коэффициента смертности K_C , показателя общего травматизма K_0 соответственно имеют вид:

$$y = -0,0417x^4 + 335,45x^3 - 6x^2 + 9x - 11, \\ R^2 = 0,9939;$$

$$y = -0,0065x^4 + 51,994x^3 - 156\,972x^2 + 8x - 11, \\ R^2 = 0,9925;$$

$$y = -3,6875x^4 + 29\,635x^3 - 7x^2 + 11x - 13, \\ R^2 = 0,8299;$$

$$y = 0,0092x^4 - 73,696x^3 + 222\,183x^2 - 8x + 11, \\ R^2 = 0,9633;$$

$$y = -2,7385x^4 + \\ + 22\,010x^3 - 7x^2 + 10x - 13, \\ R^2 = 0,8568.$$

На основании представленных данных можно сделать вывод о росте показателя общего травматизма, а как следствие, уровня профессионального риска до 2011 г. В 2012 г. наблюдается стабилизация показателя K_0 на уровне 100. За исследуемый период общий показатель травматизма не претерпевает значительных перемен, находясь стабильно в определенном интервале значений. Это позволяет разработать модель достоверного прогнозирования вероятности наступления негативного события, а также оперативной корректировки предупредительных мероприятий, направленных на уменьшение уровня риска.

Анализ распределения количества несчастных случаев и списочного годового состава работников (рис. 6) Аксуского завода ферросплавов за период с 2007 по 2012 гг. показал отсутствие ярко выраженной закономерности зависимости между данными показателями.

На основные цехи производства приходится 27 несчастных случаев из 45, или более 60 % от всех случаев, произошедших на заводе за исследуемый период. В том числе два из них со смертельным исходом (50 %), 12 тяжелых (52,1 %), 3 групповых (100 %). Таким образом, на пять основных цехов приходится большая часть всех несчастных случаев Аксуского завода ферросплавов, и как следствие, риск травмирования у работников данных цехов выше, чем у работников, осуществляющих сервисное обслуживание производства.

Наиболее травмоопасным из основных цехов является плавильный цех № 2, где зафиксировано 10 несчастных случаев (из них четыре тяжелых, два смертельных и один групповой случай), по тяжести несчастных случаев лидирующее положение занимают плавильные цехи № 6 и № 1, где зафиксировано по шесть несчастных случаев (из них по три тяжелых).

В табл. 2 представлены данные по основным 9 причинам травматизма. Из таблицы видно, что основной причиной несчастных случаев (19 случаев) является грубая неосторожность

Распределение несчастных случаев по причинам

№ пп	Наименование причин несчастных случаев	Годы						Итого
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	
1	Конструктивные недостатки, несовершенство машин и механизмов	—	—	2	1	—	—	3
2	Несовершенство технологического процесса	—	1	—	—	—	—	1
3	Нарушение технологического процесса	—	2	—	—	—	1	3
4	Неудовлетворительная организация работы	1	1	1	1	2	2	8
5	Неудовлетворительное состояние рабочих мест	—	—	—	2	—	1	3
6	Неприменение СИЗ	—	—	1	—	2	1	4
7	Нарушение трудовой и производственной дисциплины	—	—	—	—	2	—	2
8	Использование работника не по специальности	—	—	—	2	—	—	2
9	Прочие (личная неосторожность пострадавшего и др.)	1	5	5	2	1	5	19

Таблица 3

Распределение пострадавших по профессиям и возрасту

№ пп	Профессия	Возраст (в годах)						Всего
		до 20	с 20 до 25	с 25 до 30	с 30 до 40	с 40 до 50	50 и старше	
1	Плавильщик ферросплавов	—	2	1	2	1	3	9
2	Огнеупорщик	—	—	—	1	—	—	1
3	Электродчик	—	—	—	—	—	1	1
4	Горновой	—	4	3	—	—	—	7
5	Разбивщик ферросплавов	—	—	—	1	1	—	2
6	Токарь-карусельщик	—	—	1	—	—	—	1
7	Слесарь-ремонтник	—	1	—	2	1	1	5
8	Электрослесарь	—	—	—	—	1	—	1
9	Электросварщик	—	1	—	1	—	—	2
10	Электрогазосварщик	—	1	1	1	—	1	4
11	Грузчик	—	—	1	—	—	—	1
12	Грузчик-стропальщик	—	1	—	—	1	—	2
13	Электромонтер	—	—	—	2	1	—	3
14	Дробильщик	—	—	—	—	—	1	1
15	Газорезчик	—	—	1	1	—	—	2
16	Водитель автопогрузчика	—	—	—	—	—	1	1
17	Машинист насосных установок	—	—	—	—	—	1	1
18	Помощник машиниста	—	1	1	1	—	—	3
19	Уборщик служебных помещений	—	—	—	—	1	—	1
20	Смотритель гаража	—	—	—	—	—	1	1
21	Бригадир	—	—	—	—	1	—	1
22	Оператор ПГУУ	—	—	—	—	—	1	1
	Всего:	—	11	9	12	8	11	51

пострадавшего (42,2 % от общего числа несчастных случаев). Данные показывают, что почти 50 % несчастных случаев связаны с человеческим фактором.

Полученные показатели согласуются с данными некоторых источников [2—5] о значительной доле несчастных случаев, происходящих по вине самого работника в результате его халатного

отношения к технике безопасности и (или) неосторожности.

В табл. 3 представлено распределение пострадавших по возрасту и профессиям.

Наиболее травмоопасными профессиями являются профессии плавильщика ферросплавов (девять человек (17,6 %) из 51 пострадавшего в производственных цехах завода) и слесарь-



Таблица 4

Распределение пострадавших по профессиям и по стажу

№ пп	Профессия	Стаж (в годах)					Всего	
		до 1	с 1 до 3	с 3 до 5	с 5 до 10	с 10 до 15		15 и старше
1	Плавильщик ферросплавов	—	2	—	2	2	3	9
2	Огнеупорщик	—	—	—	1	—	—	1
3	Электродчик	—	—	—	1	—	—	1
4	Горновой	1	3	3	—	—	—	7
5	Разбивщик ферросплавов	—	—	—	1	—	1	2
6	Токарь-карусельщик	—	—	1	—	—	—	1
7	Слесарь-ремонтник	—	2 (1)	1	1	1 (1)	—	5 (2)
8	Электрослесарь	—	—	—	—	1 (1)	—	1 (1)
9	Электросварщик	1	1	—	—	—	—	2
10	Электрогазосварщик	1	1	—	1	1	—	4
11	Грузчик	—	—	1	—	—	—	1
12	Стропальщик	1	1	—	—	—	—	2
13	Электромонтер	—	1	1	—	—	1	3
14	Дробильщик	—	—	—	—	1	—	1
15	Газорезчик	—	—	2 (1)	—	—	—	2 (1)
16	Оператор погрузчика	—	—	—	—	1	—	1
17	Машинист насосных установок	—	—	—	—	—	1	1
18	Помощник машиниста	—	2	—	1	—	—	3
19	Уборщик служебных помещений	1	—	—	—	—	—	1
20	Смотритель гаража	—	—	—	—	—	1	1
21	Бригадир	—	—	—	—	1	—	1
22	Оператор ПГУУ	—	—	—	—	1	—	1
	Всего:	5	13	9	8	9	7	51 (4)

ремонтник (два случая с летальным исходом (50 %) из четырех за исследуемый период).

По результатам проведенного анализа наиболее травмоопасным возрастом пострадавших является период с 30 до 40 лет, на который приходится 12 пострадавших (23,5 % от общего числа), в том числе два смертельных несчастных случая (50 %). Исходя из этого, можно сделать вывод, что по тяжести травм это самый опасный возраст. Вторым по травмоопасности возрастом является

период с 20 лет и 50 и старше по 11 случаев на каждый (21,5 %).

В табл. 4 представлено распределение по стажу пострадавших при несчастных случаях в производственных цехах Аксуского завода ферросплавов. При анализе данных выделяются три основные категории: с 1 до 3 лет (13 пострадавших), с 3 до 5 лет (девять пострадавших) и с 10 до 15 лет (девять пострадавших). На эти три группы по стажу приходится больше половины всех несчастных случаев (60,7 %).

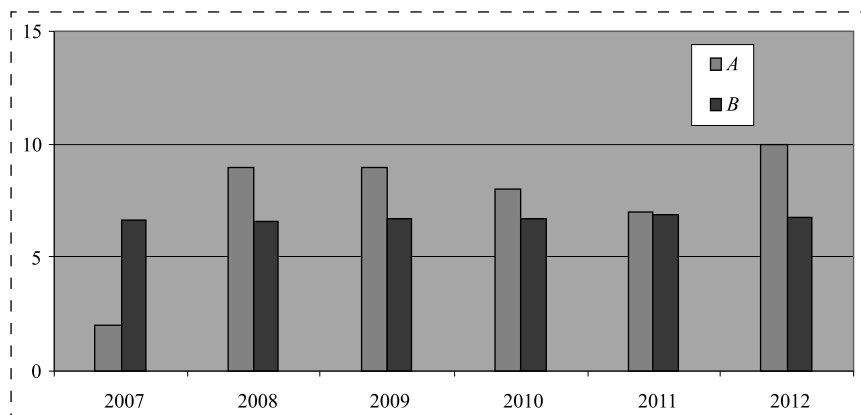


Рис. 6. Гистограмма распределения количества несчастных случаев А и списочного состава работников В

Исходя из этого можно сделать вывод, что данные три группы являются наиболее травмоопасными. Объяснение может быть по первой группе очевидное — это недостаток опыта и умения правильно работать с точным соблюдением правил техники безопасности. По третьей группе сказывается невнимательность, а возможно и некоторое пренебрежение правилами безопасности, что присуще работникам с большим опытом работы, которые могут позволить себе вести некоторые операции менее ответственно, опираясь на свои навыки.

Выводы

По материалам исследования установлено:

1. Среднее количество несчастных случаев за исследуемый период составляет семь случаев в год.
2. Более 60 % получивших травмы приходится на работников основных производственных цехов (плавильных).
3. Самое большое число пострадавших по стажу работы приходится на работников со стажем от 1 до 3 лет (13 пострадавших).
4. Наиболее травмоопасным возрастом пострадавших является период с 30 до 40 лет, на который приходится 12 пострадавших (23,5 % от общего числа), в том числе два смертельных несчастных случая (50 %).
5. Более 50 % причин несчастных случаев приходится на личностный фактор, в том числе основной причиной несчастных случаев (19 случаев) является грубая неосторожность

пострадавшего (42,2 % от общего числа несчастных случаев).

Список литературы

1. **Хакимжанов Т. Е.** Охрана труда: Учебное пособие для вузов. — Алматы: Эверо, 2006 г. — 262 с.
2. **Бобров И. А.** Необходимое изменение обеспечения безопасности труда — переход к управлению риском // Безопасность труда в промышленности. — 2008. — № 1. — С. 46—50.
3. **Кловач Е. В., Сидоров В. И.** Система промышленной безопасности // Безопасность труда в промышленности. — 2009. — № 8. — С. 2—7.
4. **Белик Н. И.** Травматизм и работоспособность человека // Безопасность труда в промышленности. — 1990. — № 1. — С. 61—62.
5. **Щекина Е. В.** Анализ производственного травматизма с учетом психофизиологических характеристик человека и разработка основ информационной базы для повышения безопасности труда на промышленных предприятиях: Дис... канд. техн. наук. — Ростов-на-Дону: Донской государственный технический университет, 2000. — 168 с.

М. К. Imangazin, Professor, e-mail: m.imangazy@mail.ru, Aktobe name of S. Baishev University, Kazakhstan, Aktobe, **Е. I. Sokolova**, Postgraduate, Magnitogorsk State Technical University name of G. I. Nosov, Russia, Magnitogorsk

Research of Traumatism to Aksu Ferroalloy Plant Republic of Kazakhstan

In the article the analysis of traumatism is given at the Aksu plant of ferro-alloys in a period from 2007 to 2012. Analysis is conducted on a statistical method with determination of coefficients of weight, frequency, general traumatism and death rate. Mathematical treatment of changes of these indexes is conducted in time and polynomial dependences of 4th order are got with high enough approximation. An analysis allows to draw conclusion about the general state of traumatism at the Aksu plant of ferro-alloys in this period

Keywords: danger, traumatizm, labour protection, accident, professional disease, ferro-alloy production, risk

References

1. **Hakimzhanov T. E.** Labor protection. The manual for higher education institutions. Almaty: Evero, 2006. 262 p.
2. **Bobrov I. A.** Necessary change of safety of work — transition to management of risk. *Safety of work in the industry*. 2008. No. 1. P. 46—50.
3. **Кловач Е. В., Сидоров В. И.** Sistem of industrial safety. *Safety of work in the industry*. 2009. No. 8. P. 2—7.
4. **Byelik N. I.** Traumatism and efficiency of the person. *Safety of work in the industry*. 1990. No. 1. P. 61—62.
5. **Shchyokina E. V.** The analysis of operational injuries taking into account psikhofii-the zhiologicheskikh of characteristics of the person and development of bases informatsion-ache bases for increase of safety of work on industrial predpri-the yatiyakh: Thesis for degree of Candidate of Technical Sciences.-Rostov-on-Don: Donskoy state technical universi-thetas, 2000. 168 p.

УДК 378.14

А. В.Тимушкин, д-р пед. наук, проф., декан, E-mail: timushkin-box@rambler.ru, Балашовский институт (филиал) Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского

Подготовка педагогов безопасности жизнедеятельности для работы с лицами с ограниченными возможностями здоровья

Обоснована целесообразность подготовки педагогов безопасности жизнедеятельности для работы с лицами с ограниченными возможностями здоровья. Описаны основные положения авторской программы бакалавриата профиля "Безопасность жизнедеятельности лиц с ограниченными возможностями здоровья", позволяющей внедрить в практику высшего образования принципиально новую модель профессиональной подготовки педагогов для работы с лицами с ограниченными возможностями здоровья.

Ключевые слова: культура безопасного поведения, безопасность жизнедеятельности, ограниченные возможности здоровья, программа бакалавриата, профессиональная подготовка педагога

Современные условия существования человека являются потенциально опасными для его здоровья и жизни. Различные виды опасностей природного, биологического, экологического, социального, техногенного, антропогенного характера являются причиной заболеваний, инвалидности и гибели людей. В социуме формируется потребность в обучении людей безопасному поведению во всех сферах жизнедеятельности.

В связи с этим в программах общего и высшего образования нашей страны обособилась учебная дисциплина "Безопасность жизнедеятельности", целевой установкой которой является формирование системы знаний, умений и навыков в области обеспечения безопасности жизнедеятельности в условиях обитания человека. Процесс обучения безопасности жизнедеятельности обеспечивает готовность к действиям, направленным на сохранение здоровья и жизни человека в условиях возникновения различных стихийных бедствий, аварий и катастроф.

Проблема сохранения здоровья и обеспечения безопасности жизнедеятельности населения страны вышла на уровень национально значимых. Возросла потребность общества в педагогах высшей квалификации профиля "безопасность жизнедеятельности", способных научить человека действиям в условиях повышенного риска. "Безопасность жизнедеятельности" входит в состав обязательных учебных дисциплин федерального государственного образовательного стандарта высшего образования всех направлений бакалавриата, в ходе изучения которой обеспечивается формирование способности использовать приемы оказания первой помощи, методов защиты в условиях чрезвычайных ситуаций и готовности к обеспечению охраны жизни и здоровья обучающихся.

Для гуманизации образования большое значение имеет обеспечение равных возможностей для всех категорий обучающихся. Одним из аспектов этого

процесса является овладение социально значимой профессией, обеспечивающей готовность к работе с обучаемыми, имеющими ограниченные возможности здоровья различной нозологии. Количество детей с ограниченными возможностями здоровья по данным Министерства образования и науки Российской Федерации составляет около 4,5 % от общего числа всех детей в стране. По данным Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации первую группу здоровья среди подростков, прошедших диспансеризацию, имеют 16,4 %, наиболее представительна группа подростков, относящихся по состоянию здоровья ко второй группе — 54,3 %, третью группу здоровья имеют 24,2 %, а четвертой и пятой группам здоровья (инвалидизирующие заболевания) относятся 5,1 % детей. По данным Пенсионного фонда Российской Федерации количество детей-инвалидов в стране составляет 571,5 тыс. [1].

Термин "ограниченные возможности здоровья" зачастую воспринимается идентичным термину "инвалиды", в то время как детей, имеющих ограниченные возможности здоровья, согласно официальной статистике, намного больше. К инвалидам относят людей, имеющих документ установленного образца, выданный экспертной комиссией по результатам медико-социальной экспертизы. "Ограниченные возможности здоровья" — более широкое понятие, охватывающее не только инвалидов, но и людей, у которых имеется физический и (или) психический недостаток, являющийся препятствием к освоению образовательных программ без создания при этом специальных условий для получения образования. К этой категории относятся люди, имеющие: постоянный или временный недостаток в развитии организма и (или) функциональном состоянии какого-либо органа человека; инфекционное или хроническое соматическое заболевание; психическое отклонение, проявляющееся в нарушении речи

или эмоционально-волевой сферы, включая аутизм; нарушение умственного развития или умственная отсталость, а также последствия повреждения мозга; задержка психического развития, являющаяся причиной возникновения трудностей в обучении и т. п.

В отношении этой категории детей реализуется государственная политика, обеспечивающая предоставление им одинаковых возможностей с другими гражданами в образовательной, политической, экономической, культурной и социальной в соответствии с Конституцией Российской Федерации [1]. В последние годы был принят ряд нормативно-правовых документов, определяющих права лиц с ограниченными возможностями здоровья в отечественной системе образования и регулирующих государственную политику применительно к ним.

Анализ результатов деятельности разных вузов в направлении подготовки педагога инклюзивного образования показал недостаточный уровень их работанности. Существуют проблемы в разработке профессиограммы, программных и методических материалов, наполнения учебного плана и содержания учебных дисциплин. Зачастую подготовка педагогов для реализации инклюзивного образования направлена, в основном, на приобретение знаний об особенностях детей с нарушениями развития и учета их в педагогическом процессе. Недостаточно акцентируется внимание на профессионально-личностной готовности педагога к работе с детьми с ограниченными возможностями здоровья. В то же время эта составляющая включает профессионально-гуманистическую направленность личности, ее профессионально-ценностные ориентации, а также профессионально-личностные качества и умения.

Профессионально-гуманистическая направленность личности заключается в осознании педагогом гуманистических идей и ценностей профессиональной деятельности, целеустремленности в овладении профессионально-педагогическим мастерством, осознанности и активности личности в достижении гуманистической цели и задач обучения и воспитания детей. Педагог, работающий с детьми с ограниченными возможностями здоровья, должен осознавать ценность личности человека независимо от нозологии и степени тяжести его нарушения; способствовать целостному развитию личности обучаемого, не ограничиваясь только получением образовательного результата; понимать степень своей ответственности в педагогической деятельности с детьми с ограниченными возможностями здоровья.

Таким образом, актуальность формирования культуры безопасности жизнедеятельности людей с ограниченными возможностями здоровья обосновывается следующими обстоятельствами:

— угрозы безопасности жизнедеятельности в социальной, бытовой, экологической, техногенной и других сферах бытия человека требуют постоянного пополнения знаний о способах противодействия и профилактики опасностям, сохранения здоровья и обеспечения личной безопасности;

— недостаточный уровень общей эрудиции, образования и просвещения как следствие приводит к низкой культуре безопасности жизнедеятельности;

— эффективность процесса обучения и формирования культуры безопасности жизнедеятельности лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) во многом определяется наличием специально разработанной программы подготовки педагогов, готовых к работе с данной категорией населения.

В системе вузовского обучения необходима специальная подготовка педагогов, обладающих знаниями об особенностях психофизического развития детей и подростков с ограниченными возможностями здоровья, изучивших основы специальной педагогики и психологии, способных разрабатывать индивидуальные образовательные программы и владеющих практическими навыками организации учебного процесса для таких детей. Эффективная реализация учебной программы предполагает применение современных образовательных и информационных технологий, форм и методов организации учебного процесса, адаптации содержания учебного материала к потребностям и возможностям ребенка с ОВЗ [2].

С учетом вышеизложенного разработана и предложена к реализации в условиях вузовского обучения основная образовательная программа бакалавриата по направлению подготовки 44.03.01 "Педагогическое образование", профиль "Безопасность жизнедеятельности лиц с ограниченными возможностями здоровья". Продолжительность реализации программы в соответствии с ФГОС ВО составляет 4 года для студентов очной формы обучения и 5 лет — для студентов заочной формы обучения. Предлагаемая программа позволяет внедрять в практику высшего образования принципиально новую модель подготовки педагогов для работы с лицами, имеющими ограниченные возможности здоровья. Овладение компетенциями, знаниями и умениями в соответствии с программой подготовки создает уникальные конкурентные преимущества для педагогов, работающих по профилю "Безопасность жизнедеятельности" и существенно повышает их профессиональную востребованность на современном рынке труда.

Студенты, прошедшие обучение по профилю подготовки "Безопасность жизнедеятельности лиц с ограниченными возможностями здоровья", получают полное высшее образование, изучив в процессе освоения программы вопросы: обеспечения личной безопасности лиц с ограниченными возможностями здоровья; основ обороны государства и военной службы; опасных ситуаций техногенного, социального, природного характера и защиты от них лиц с ограниченными возможностями здоровья; методики обучения и воспитания по профилю подготовки "Безопасность жизнедеятельности лиц с ограниченными возможностями здоровья"; анатомии, физиологии и патологии сенсорных систем лиц с ограниченными возможностями здоровья; оздоровления лиц с ограниченными возможностями здоровья и другие.

В дополнение к традиционно изучаемым по профилю подготовки "Безопасность жизнедеятельности" дисциплинам, предлагаемый учебный план включает 14 разработанных уникальных, ранее не читаемых учебных курсов, таких как: "Обеспечение личной безопасности лиц с ограниченными



возможностями здоровья"; "Консультационная работа с родителями (опекунами) лиц с ограниченными возможностями здоровья"; "Психология ребенка с ограниченными возможностями здоровья"; "Профилактика медиазависимости у детей и подростков с ограниченными возможностями здоровья"; "Комплексная реабилитация лиц с ограниченными возможностями здоровья"; "Анатомия, физиология и патология сенсорных систем лиц с ограниченными возможностями здоровья"; "Профилактика и коррекция одиночества у лиц с ограниченными возможностями здоровья"; "Риски социализации лиц с ограниченными возможностями здоровья" и др.

В связи с особенностью контингента обучаемых, на работу с которыми ориентирована подготовка будущих педагогов, двенадцать учебных дисциплин адаптированы с профиля "Безопасность жизнедеятельности" к профилю "Безопасность жизнедеятельности лиц с ограниченными возможностями здоровья". В это число входят такие учебные дисциплины как: "Криминальные опасности и защита от них лиц с ограниченными возможностями здоровья"; "Психологические основы безопасности лиц с ограниченными возможностями здоровья"; "Рациональная организация жизнедеятельности лиц ограниченными возможностями здоровья"; "Безопасный отдых и

туризм для лиц с ограниченными возможностями здоровья"; "Охрана труда на производстве и в учебном процессе лиц с ограниченными возможностями здоровья"; "Безопасность на дороге и в общественном транспорте лиц с ограниченными возможностями здоровья" и др. Кроме этого программы всех учебных, педагогических, производственных практик адаптированы с профиля "Безопасность жизнедеятельности" к профилю "Безопасность жизнедеятельности лиц с ограниченными возможностями здоровья".

Подготовка педагогов для работы с лицами с ограниченными возможностями здоровья позволит решить важную социальную задачу гуманизации образования и содействовать более эффективному решению задачи формирования культуры безопасного поведения в образовательных учебных заведениях различного типа.

Список литературы

1. **Государственный доклад** о положении детей и семей, имеющих детей, в Российской Федерации. URL: <http://www.rosmintrud.ru/docs/mintrud/protection/69> (дата обращения 13.02.2016).
2. **Организация** специальных образовательных условий для детей с ограниченными возможностями здоровья в общеобразовательных учреждениях: Методические рекомендации / Отв. ред. С. В. Алехина. — М.: МГППУ, 2012. — 92 с.

A. V. Timushkin, Professor, Head of Department, e-mail: timushkin-box@rambler.ru, Balashov Institute (branch) of Saratov State University

Training of Life Safety Teachers for the Work with People with Disabilities

The paper shows the necessity of training life safety teachers for teaching people with disabilities. It describes the basics of an original educational program for bachelors for the "Life safety of people with disabilities" profile that allows introducing a principally new model of studying the basic knowledge and skills of professional training of teachers into the theoretical and practical work in the sphere of higher education. This model allows them working with people with disabilities. Professional module of the curriculum includes 14 unique subjects that were not taught before as well as 12 other subjects. All the programs of practical student training are adapted to the "Life safety of people with disabilities" profile. The training on this program will substantially enhance the professional relevance of the life safety teachers in the modern labour market.

Keywords: culture of safe behavior, life safety, disabilities, bachelor degree program, professional training of teachers

References

1. **Gosudarstvennyy doklad** o polozhenii detey i semej, imiyushchikh detey, v Rossiyskoy Federatsii (*State report on the situation of children and families with children in the Russian Federation*). URL: <http://www.rosmintrud.ru/docs/mintrud/protection/69> (data accessed 13.02.2016).
2. **Organizatsiya** spetsialnykh obrazovatelnykh usloviy dlya detey s ogranichennymi vosmozhnostyami zdorovya v obshcheobrazovatelnykh uchrezhdeniyakh (*Organization of special educational conditions for children with disabilities in the institutions of secondary education*): Metodicheskie rekomendatsii / Отв. Red. S. V. Alekhina. Moscow: MGPPU, 2012. 92 p.

Учредитель ООО "Издательство "Новые технологии"

ООО "Издательство "Новые технологии". 107076, Москва, Стромьинский пер., 4

Телефон редакции журнала (499) 269-5397, тел./факс (499) 269-5510, e-mail: bjd@novtex.ru, <http://novtex.ru/bjd>

Телефон главного редактора (812) 670-9376(55), e-mail: rusak-maneb@mail.ru

Технический редактор *Е. М. Патрушева*. Корректор *Т. В. Пчелкина*

Сдано в набор 03.06.16. Подписано в печать 19.07.16. Формат 60 × 88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная. Заказ ВГ816.

Журнал зарегистрирован в Министерстве Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания

и средств массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации ПИ № 77-3762 от 20.06.2000.

Оригинал-макет ООО "Авансед солюшнз".

Отпечатано в ООО "Авансед солюшнз". 119071, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 19, стр. 1. Сайт: www.aov.ru