



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.т.н., проф. (председатель)
 КЛИМКИН В. И., к.т.н.
 КОТЕЛЬНИКОВ В. С., д.т.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.

Ответственный секретарь

ПРОНИН И. С., д.ф.-м.н., проф.

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.
 ЛУЦЦИ 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 МИНЦЮНЬ, д.т.н.,
 проф. (Китай)
 ШВАРЦБУРГ Л. Э., д.т.н., проф.

12(180)
2015

СОДЕРЖАНИЕ

ОХРАНА ТРУДА И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

- Храмов А. В., Шумилов О. И., Касаткина Е. А., Новикова Т. Б.** Особенности динамики смертности от сердечно-сосудистых заболеваний и экстремальные экологические факторы высоких широт 3
Зайнишев А. В., Полунин Г. А., Колганов Е. Г. Особенности процесса управления работой фотокаталитического воздухоочистителя 11

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Ермаков С. В.** Оценка безопасности излучения лазерных створных маяков 15
Соловьев А. В., Сыромятникова Л. И., Матусевич М. С. Укачивание как фактор производственного риска лиц операторского профиля 21

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Кирсанов В. В.** Влияние на биоту хлорорганических соединений, образуемых при хлорировании сточной и водопроводной воды 27
Литвинова Н. А. Расчет поступления из внешней среды в помещение зданий выбросов загрязняющих веществ от котельных 31

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

- Кузнецова Т. И.** Картографический анализ ландшафтно-экологических закономерностей бассейна озера Байкал в пределах России и Монголии для принятия природоохранных решений 35
Перемитина Т. О., Яценко И. Г. Применение данных спутниковых наблюдений TERRA-MODIS для мониторинга состояния окружающей среды нефтедобывающих территорий Западной Сибири 42
Сергеев С. В. Сейсмическая активность на территории республики Бурятия, анализ цикличности сейсмособытий 48

ОБРАЗОВАНИЕ

- Леонова Н. А., Каверзнева Т. Т.** Обеспечение преемственности лабораторных практикумов в инженерной подготовке выпускника высшей школы по направлению "Техносферная безопасность" 52
Панкин К. Е., Крылов А. Ф., Кабанов О. В. Разработка учебной программы по дисциплине "Прогнозирование опасных факторов пожара" 56

ИНФОРМАЦИЯ

- Ермаков Д. С.** Экологическая безопасность России в международном контексте 63
Международная конференция "Проблемы охраны окружающей среды и безопасности Республики Крым" (14–15 сентября 2015 года) 67
Указатель статей, опубликованных в журнале "Безопасность жизнедеятельности" в 2015 году 68

Журнал входит в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и 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. (Tech.)
KLIMKIN V. I., Cand. Sci. (Tech.)
KOTELNIKOV V. S., Dr. Sci. (Tech.)
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.

Responsible secretary

PRONIN I. S.,
Dr. Sci. (Phys.-Math.)

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.)

12(180)
2015

CONTENTS

LABOUR PROTECTION AND POPULATION HEALTH

- Chramov A. V., Shumilov O. I., Kasatkina E. A., Novikova T. B.** Features of Cardiovascular Mortality Dynamics and Extreme Environmental Factors at High Latitudes 3
Zaynishev A. V., Polunin G. A., Kolganov E. G. Features of Operating of the Photocatalytic Air Purifier. 11

INDUSTRIAL SAFETY

- Ermakov S. V.** Safety Assessment of the Laser Leading Lights Radiation. 15
Solov'ev A. V., Syromiatnikova L. I., Matusevich M. S. Motion Sickness as a Factor of Production Risk Profile of Individual Carrier 21

ECOLOGICAL SAFETY

- Kirsanov V. V.** Impact on Biota of Organochlorine Compounds Formed during the Chlorination of Wastewater and Tap Water. 27
Litvinova N. A. Calculation of Introduction of Contaminants into placing of Building from the External Environment of Boilers. 31

REGIONAL PROBLEMS OF SAFETY

- Kuznetsova T. I.** Cartographic Analysis of Landscape-Ecological Regularities Basin Lake Baikal in Russia and Mongolia to Inform Environmental Decisions 35
Peremitina T. O., Yashchenko I. G. Application Satellite Data Terra-Modis to Environmental Monitoring in Western Siberia 42
Sergeev S. V. Seismic Activity in the Republic of Buryatia, Seismic Events Cycle Analysis. 48

EDUCATION

- Leonova N. A., Kaverzneva T. T.** The Continuity of Laboratory Courses in the Engineering Preparation of High School Graduates in the Direction of "Technosphere Safety" 52
Pankin K. E., Krylov A. F., Kabanov O. V. The Development "Forecasting of Fire Hazards" Education Program 56

INFORMATION

- Ermakov D. S.** Environmental Safety of Russia in the International Context. 63
International Conference "Problems of Protection Environment and Safety of Republic Crimea" (14–15 September 2015). 67
Index of articles published in the journal "Life Safety" in 2015 68

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

УДК 616.1:550.385.4, 504.054

А. В. Храмов, д-р мед. наук, проф., Балтийский государственный технический университет, Санкт-Петербург,

О. И. Шумилов, д-р физ.-мат. наук, гл. науч. сотр., e-mail: oleg@aprec.ru,

Е. А. Касаткина, канд. физ.-мат. наук, ст. науч. сотр., Полярный геофизический институт Кольского научного центра РАН, Апатиты, Мурманская обл.,

Т. Б. Новикова, главврач, Больница Кольского научного центра РАН, Апатиты, Мурманская обл.

Особенности динамики смертности от сердечно-сосудистых заболеваний и экстремальные экологические факторы высоких широт

Исследована динамика смертности от сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) в трех городах Мурманской области (Кировск, Апатиты, Мончегорск) за период 1967–2010 гг. Выявлено резкое увеличение смертности от ССЗ в начале 1990-х гг. во всех трех городах, которое явилось следствием социально-экономической депрессии, сопровождавшей период радикальных реформ в России. Некоторое снижение уровня смертности от ССЗ, наблюдаемое в трех городах с 1985 по 1991 г., возможно, было связано с началом проведения "антиалкогольной компании" в России. В результате вейвлет-анализа выявлена периодичность, близкая к 11-летнему циклу солнечной активности. Сравнительный анализ выявил существенные различия в сезонном распределении смертности от ССЗ для мужчин и женщин, а также в зависимости от возраста. Показано, что геомагнитные возмущения средней интенсивности ($50 < Ap < 100$) оказывают более существенное влияние на женщин и мужчин старше 70 лет, склонных к ССЗ. Полученные результаты свидетельствуют о том, что вклад геомагнитных возмущений в вариации смертности от ССЗ в высоких широтах существует, но при этом воздействие социально-экономических факторов является преобладающим.

Ключевые слова: смертность, сердечно-сосудистые заболевания, геомагнитная активность, атмосферное загрязнение

Введение

Уровень общей смертности в России в первом квартале 2015 г. вырос по сравнению с предыдущим годом на 5,2 % (в Мурманской области — на 4,4 %) [1]. При этом больше половины всех смертей (50,4 %), как и во всем мире, составляют случаи смерти от сердечно-сосудистых заболеваний [1, 2].

Ухудшение демографической ситуации в России в конце прошлого столетия после распада Советского Союза широко обсуждалось в литературе. В числе возможных причин повышения смертности, включая социальный стресс, связанный с проведением реформ и ухудшением экономической ситуации, также назывались снижение уровня медицинского обслуживания, употребление алкоголя, загрязнение окружающей среды [3–5]. Все перечисленные внешние факторы

носят социально-экономический характер. Одновременно, начиная с работ А. Л. Чижевского [6], все большее внимание у нас в стране и за рубежом уделяется воздействию гелиогеофизических факторов (факторов космической погоды), связанных с изменениями солнечной активности, на физиологические процессы в организме человека.

Во многих исследованиях слабое электромагнитное излучение (ЭМИ) естественного происхождения рассматривается в качестве основного агента, представляющего угрозу для здоровья человека, особенно для сердечно-сосудистой системы. К сожалению, большинство этих работ было выполнено в средних широтах, где влияние гелиогеомагнитных факторов в силу их физических особенностей незначительно [7–9].

В области высоких широт, где ЭМИ, обусловленные активностью Солнца, наиболее выражены, что позволяет относить их к экстремальным



факторам внешней среды, таких исследований практически не проводилось. Существуют лишь отдельные работы, связанные с изучением воздействия факторов космической погоды на здоровье людей в магнитоактивной авроральной зоне [10—13] и в относительно спокойной в геомагнитном отношении зоне полярной шапки (пос. Баренцбург, геомагнитная широта $\Phi' \approx 74^\circ$) [14]. К настоящему времени известна только одна работа, посвященная исследованию связи изменений геомагнитной активности с инфарктами миокарда в субавроральной зоне (г. Якутск, $\Phi' = 56^\circ$) [15].

Целью данной работы является исследование динамики смертности от сердечно-сосудистых заболеваний в контексте потенциального влияния факторов космической погоды и атмосферных загрязнений в Мурманской области.

Методика исследования

Исследования проводились в трех городах Мурманской области, где размещены предприятия горно-металлургического комплекса ОАО "Кольская ГМК" — комбинат "Североникель" (г. Мончегорск), а также ОАО "Апатит" (г. Кировск, г. Апатиты) — горно-химический комплекс, осуществляющий добычу и переработку апатитовых руд. В 2010 г. в Кировске проживало 28,6 тыс. человек, в Апатитах — 59,7 тыс. человек, в Мончегорске — 45,3 тыс. человек.

Для формирования базы данных использовались сведения, содержащиеся в медицинской документации, предоставленной архивами городских загсов: "Врачебных свидетельств о смерти" (форма № 106/у) и "Фельдшерских справок о смерти" (форма № 106-1/у) за период 1967—2010 гг. (для городов Мончегорск и Апатиты), 1948—2010 гг. (для Кировска). Данные о среднегодовой численности населения предоставлены Территориальным органом Федеральной службы государственной статистики по Мурманской области (Мурманскстат).

Для каждого населенного пункта вычислялись общие показатели смертности от ССЗ I_h (количество случаев на 100 тыс. населения). В связи с отсутствием данных по возрастному составу населения стандартизация показателей смертности по возрасту не проводилась. В рассматриваемом случае применение общих показателей смертности от ССЗ является оправданным, так как различия в возрастных структурах сравниваемых групп населения не являются существенными [16].

Для определения степени сходства и различия между показателями смертности от ССЗ I_h в различных городах рассчитывался коэффициент ранговой корреляции Спирмена r_s , который

относится к непараметрическим методам и не зависит от характера распределения и наличия линейной связи между переменными. Статистическая значимость коэффициентов корреляции оценивалась при помощи критерия Стьюдента.

Приведение временных рядов к стационарному виду осуществлялось путем вычитания трендов (полиномы 5-й степени). Стационарность исходных данных и рядов остатков контролировалась построением автокорреляционных функций. Критерием для существования "достаточно сильной" зависимости между уровнями временного ряда, или, иначе говоря, признания его нестационарным, являлось абсолютное значение коэффициента автокорреляции от 0,3 до 1 при уровне значимости $p = 0,05$.

Для изучения частотно-временных характеристик показателей I_h применялся вейвлет-анализ с использованием прикладных программ MATLAB. Вейвлет-преобразование осуществлялось на основе вейвлета Морле, при этом 90 %-ные области достоверности рассчитывались с помощью метода Монте-Карло в предположении, что случайная составляющая является красным шумом [17]

Результаты и обсуждение

На рис. 1 приведены вариации величины I_h в городах Мончегорске, Кировске и Апатиты за период 1967—2010 гг. Сравнение вариаций показателей I_h в трех городах свидетельствует, что наибольший уровень числа смертей от ССЗ за исследуемый период наблюдается в городе Мончегорске (среднее значение $I_h = 471$) с максимумом в 2002 г. (850), наименьший — в городе Кировске (среднее значение $I_h = 454$). Из рис. 1, а видно, что с 1991 г. наблюдается резкое увеличение уровня смертности от ССЗ (более чем в два раза по сравнению с 1967—1990 гг.) во всех трех городах, что соответствует динамике общей смертности на территории России в данный период и, скорее всего, связано с социально-экономическими потрясениями ("шоковая терапия", обнищание масс, безработица, дефолт и др.). В Кировске, например, величина показателя I_h достигла в 2002 г. своего максимального значения ($I_h = 954$), что в 4 раза превышает среднее значение за 1948—1990 гг. ($I_h = 229$).

Следует сказать, что в ряде работ этот скачок в динамике смертности объясняется исключительно ростом продаж алкоголя в связи с завершением антиалкогольной кампании [3, 5], а не социально-экономическими потрясениями этого периода, что, по мнению авторов, является маловероятным и не подтверждается другими

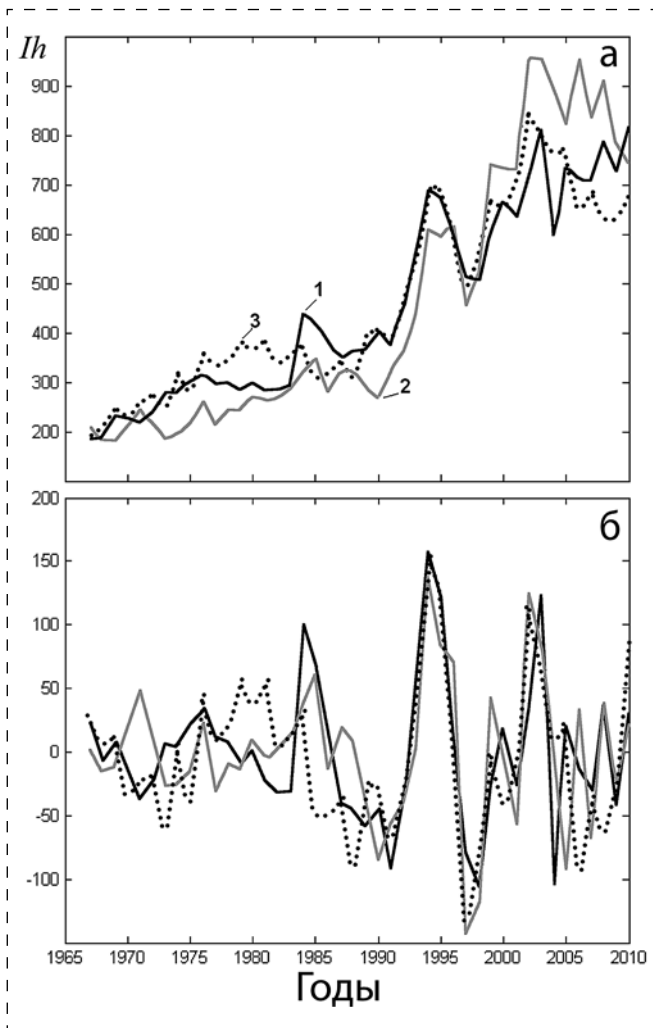


Рис. 1. Динамика общего показателя смертности от ССЗ I_h (число случаев на 100 тыс. населения):
 а — в городах Апатиты (1), Кировске (2), Мончегорске (3) за 1967–2010 гг.; б — то же, за вычетом линии тренда

исследованиями [11, 13, 18]. На рис. 1, б приведены ряды остатков после вычитания линий трендов из исходных временных последовательностей показателей I_h для трех городов.

Для всех временных последовательностей вычислялся взаимный коэффициент ранговой корреляции Спирмена r_s . Между тремя кривыми смертности от ССЗ существует статистически значимая корреляционная связь. Максимальное значение величина r_s принимает при сравнении уровня смертности от ССЗ в городах Апатиты и Кировск ($r_s = 0,57$, $p = 0,05$), минимальное — для Кировска и Мончегорска ($r_s = 0,39$, $p = 0,05$). Видно, что примерно с 1991 г. изменения в уровне смертности от ССЗ происходят практически синхронно. Как видно из рис. 1, б, с 1985 по 1991 гг. наблюдалось снижение уровня смертности от ССЗ во всех исследуемых городах. Можно предположить,

что данное снижение явилось следствием начала проведения антиалкогольной кампании в 1985 г., включавшей в себя правительственные меры по снижению потребления алкоголя среди населения. Уменьшение государственной продажи алкоголя действительно сопровождалось ростом продолжительности жизни, ростом рождаемости, сокращением смертности, включая суициды, на всей территории России в 1985–1990 гг. [3, 12, 13].

По некоторым данным загрязнение атмосферного воздуха является одной из основных причин повышенной смертности населения [19]. В России повышенный уровень загрязнения атмосферного воздуха приводит к ежегодной дополнительной смертности до 40 тыс. человек [19]. В последнее время появились исследования, доказывающие наличие связи между уровнем загрязнения атмосферного воздуха и смертностью от ССЗ [20]. При этом основными загрязнителями атмосферы, влияющими на ССЗ, считаются твердые частицы и диоксид серы [20]. Например, при анализе структуры смертности населения Москвы в период аномального лета 2010 г. было выявлено полное совпадение пиков числа смертей от ССЗ с увеличением концентрации в воздухе взвешенных частиц диаметром более 10 мкм [20].

Мурманская область является одним из наиболее промышленно развитых и плотно заселенных регионов России. На предприятиях области широко осваиваются медно-никелевые, железистые, апатито-нефелиновые и редкоземельные руды. Крупнейшее предприятие горно-металлургического комплекса ОАО "Кольская ГМК" — комбинат "Североникель" находится в Мончегорске. Ранее сообщалось о влиянии техногенных загрязнений, связанных, в частности, с деятельностью медно-никелевых предприятий в Мурманской области, на уровень наиболее значимых для данного региона заболеваний — болезней системы кровообращения и органов дыхания, мочеполовой системы и органов пищеварения, новообразований [4]. В результате проведенных недавно исследований выявлена статистически достоверная зависимость ($r_s = 0,8$; $p = 0,005$) динамики суицидов от вариаций содержания Си в питьевой воде и атмосфере г. Мончегорска, находящегося в зоне аэротехногенного загрязнения комбината "Североникель" [12].

На рис. 2 приведены вариации показателя смертности от ССЗ I_h в Мончегорске и выбросов в атмосферу основных загрязняющих веществ (Си, SO_2 , Ni, твердые частицы Cd) комбинатом "Североникель" [21] за период с 1995 по 2009 гг. На первый взгляд может показаться, что какая-либо связь между динамикой смертности от ССЗ в Мончегорске и атмосферными загрязняющими

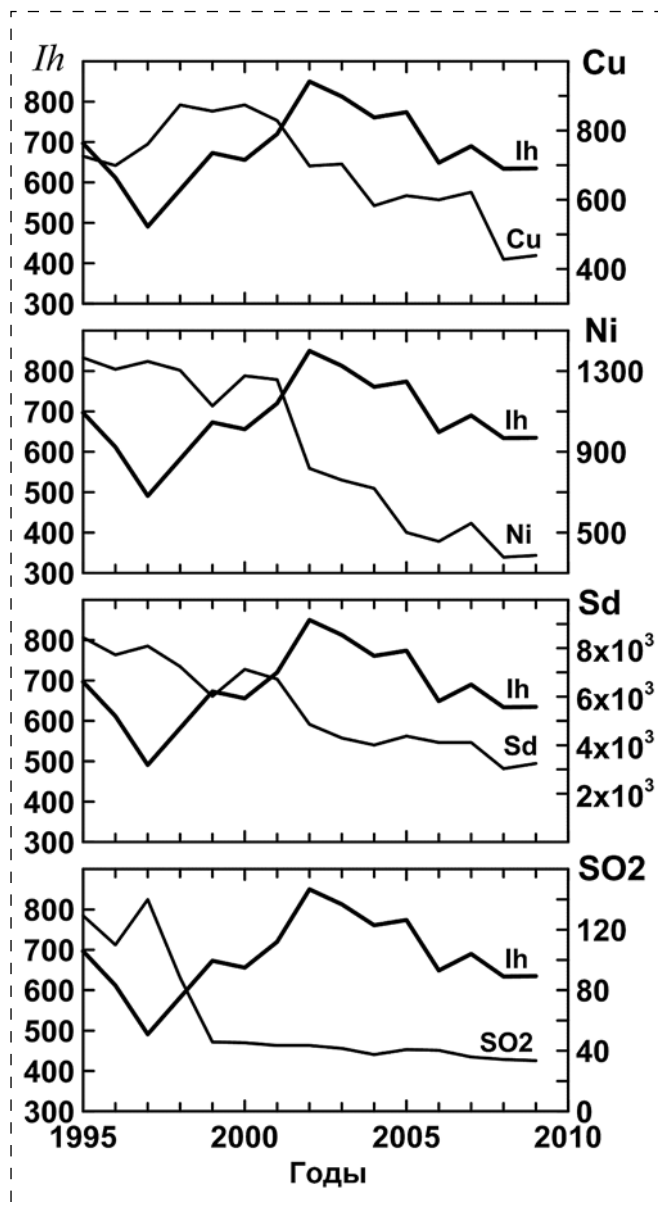


Рис. 2. Вариации показателя смертности от ССЗ I_h в г. Мончегорске и атмосферных выбросов Cu (т/год), Ni (т/год), твердых частиц Sd (т/год) и диоксида серы SO_2 (тыс. т/год) комбинатом "Североникель" [21] за период 1995–2009 гг.

веществами отсутствует. Тем не менее видно, что во всех случаях пик I_h следует за пиком загрязнения (см. рис. 2). Это может свидетельствовать о наличии связи между атмосферными выбросами и ССЗ. Во всяком случае этот вопрос требует дополнительного изучения на более длительных временных периодах. Данный результат не находится в противоречии с выводами некоторых исследований, где зависимость показателя I_h от содержания в атмосфере диоксида серы и твердых частиц была установлена для высокоурбанизированных регионов [20, 22].

Для изучения сезонных вариаций смертности от ССЗ были просуммированы данные о числе смертей среди женщин и мужчин в г. Кировске за каждый месяц для периода 1948–2010 гг. (рис. 3). Сравнительный анализ выявил существенные различия в сезонном распределении смертности от ССЗ для мужчин и женщин, а также в зависимости от возраста. Как видно из рис. 3, *а*, кривая смертности от ССЗ мужчин всех возрастов имеет два значимых пика (в мае ($p < 0,001$) и в сентябре ($p < 0,05$)) и зимний максимум, который не является значимым. В старшей возрастной группе (≥ 70 лет) у мужчин зимний и сентябрьский максимумы значительно ($p < 0,001$) превышают среднегодовое значение количества смертей от ССЗ (рис. 3, *б*). В то же время, майский максимум отсутствует в вариациях смертности от ССЗ среди женщин и мужчин старше 70 лет (см. рис. 3, *б*, *в*).

Аналогичный результат был получен в работе [23]: майский максимум, доминировавший в сезонном распределении смертности от ССЗ среди мужчин всех возрастов, отсутствовал у мужчин старше 75 лет. Авторы работы [23] считают, что причиной майского максимума является психоэмоциональное и физиологическое состояние, связанное с повышением уровня гормонального фона в организме мужчин, склонных к ССЗ. Из рис. 3, *в* видно, что в сезонном распределении смертности от ССЗ у женщин существует два значимых ($p < 0,001$) пика осенью и зимой и один недостоверный максимум весной.

Сезонное распределение геомагнитных возмущений A_p средней интенсивности ($50 < A_p < 100$ нТл) за исследуемый период представлено на рис. 3, *г*. Видно, что это распределение имеет бимодальный характер с двумя равноденственными пиками: весной ($p < 0,005$) и осенью ($p < 0,001$). Такое бимодальное распределение является типичным для магнитных бурь средней и малой интенсивности [24] и, как полагают, связано с сезонными изменениями в положении оси земного магнитного диполя относительно направления межпланетного магнитного поля [25].

Как уже отмечалось, Мурманская область находится в зоне авроральной геомагнитной активности, где в силу специфики конфигурации силовых линий геомагнитного поля резко увеличивается интенсивность и количество геомагнитных возмущений и пульсаций в широком частотном диапазоне. Основным отличием сезонного распределения смертности от ССЗ у женщин и мужчин старше 70 лет от бимодального распределения геомагнитной активности является наличие зимнего максимума (см. рис. 3, *б*, *в*). Следует сказать, что зимний максимум имеет также и кривая смертности мужчин всех возрастных групп в Мурманской области (см. рис. 3, *а*).

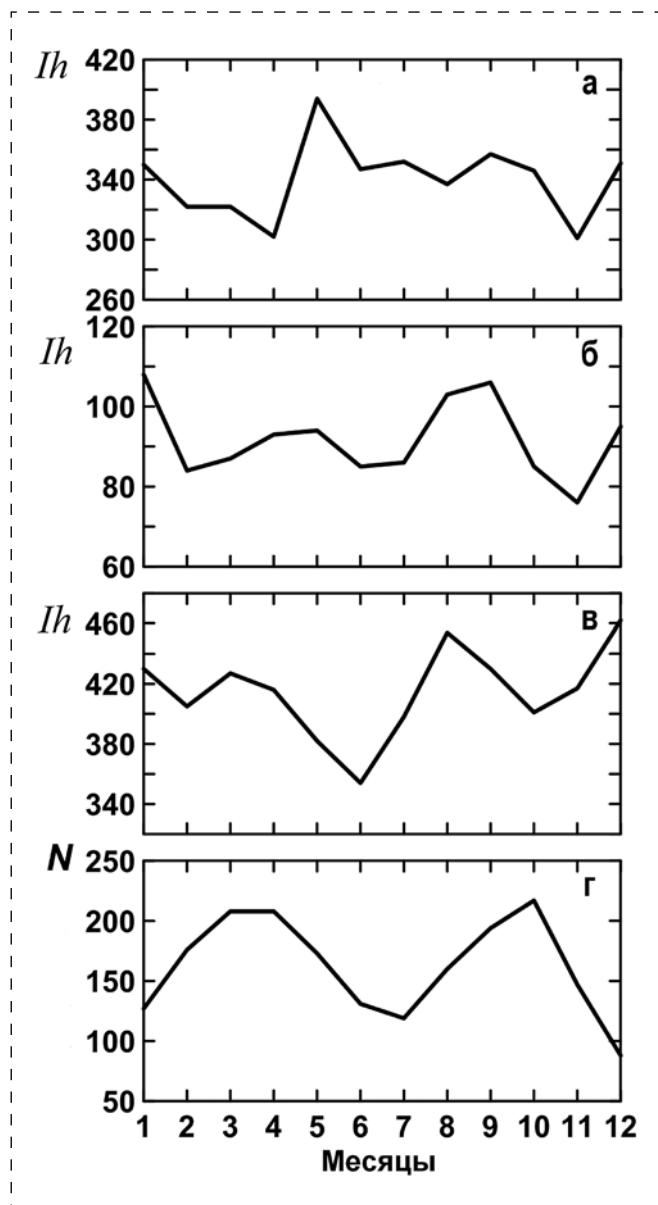


Рис. 3. Сезонное распределение в г. Кировске числа смертей от ССЗ за 1948–2010 гг.:

a — среди мужчин всех возрастов; *б* — среди мужчин старше 70 лет; *в* — среди женщин; *г* — число N геомагнитных возмущений интенсивности ($50 < A_p < 100$ нТл)

Наличие зимнего максимума в сезонном ходе кривой общей смертности от ССЗ было обнаружено во многих странах северного и южного полушария, что свидетельствует о его глобальной природе [8, 11, 15, 23, 26, 27]. Согласно результатам некоторых исследований зимний максимум в сезонном распределении смертности от ССЗ нельзя объяснить исключительно температурными аномалиями, характерными для данного времени года [26, 27]. В работах [8, 15] в качестве основного биотропного агента, связанного с геомагнитными возмущениями и оказывающего влияние на

сердечно-сосудистую систему человека, рассматриваются геомагнитные пульсации типа P_{c1} и P_{i1} — короткопериодические колебания геомагнитного поля, частоты которых находятся в диапазоне сердечных сокращений (0,2...5 Гц).

Среднеширотные геомагнитные пульсации P_{c1}, в основном, регистрируются после окончания главной фазы магнитной бури, в условиях невысокой планетарной магнитной возмущенности, их сезонное распределение также имеет зимний максимум, особенно в годы минимума солнечной активности [28]. В работе [8] показана значительная корреляция сезонного хода инфарктов миокарда в Москве и Болгарии с сезонным ходом пульсаций P_{c1} в средних широтах.

В высоких широтах пульсации P_{i1} сопровождают магнитосферные суббури [28], которые имеют бимодальное распределение (см. рис. 3, *г*), поэтому равноденственные максимумы в сезонном ходе смертности от ССЗ могут быть связаны с воздействием пульсаций P_{i1} на сердечные ритмы [15].

Пульсации P_{c1} и P_{i1} относятся к естественным ЭМИ, имеющим низкую интенсивность, и их воздействие на организм человека является нелинейным по своей природе. При этом сам организм рассматривается как сложная динамическая система, реагирующая на воздействие слабых внешних сигналов ЭМИ, которые имеют периодическую и шумовую составляющие (в данном случае геомагнитные пульсации P_{c1} и P_{i1}) [7]. Еще в конце 1980-х американские ученые после ряда экспериментов пришли к выводу, что при ССЗ (в том числе и для предынфарктных состояний) часто наблюдаются периодические изменения сердечного ритма, тогда как для здорового организма — хаотическое поведение, характерное для нелинейных динамических систем [29].

Другим важным биотропным свойством естественных ЭМИ, подтвержденным экспериментально, является их воздействие на секрецию мелатонина — одного из основных гормонов шишковидной железы (эпифиза) [30]. Мелатонин является одним из важнейших регуляторов иммунной системы и биологических ритмов у животных и человека. Он также выполняет функции антиоксиданта и поглотителя свободных радикалов, которые играют важную роль в механизмах канцерогенеза и старения, являясь продуктами обмена веществ в организме и следствием его взаимодействия с загрязняющими факторами окружающей среды (ионизирующая радиация, химические вещества и др.). Считается, что в высоких широтах в условиях полярного дня и полярной ночи геомагнитные возмущения, имеющие хорошо выраженный суточный и сезонный

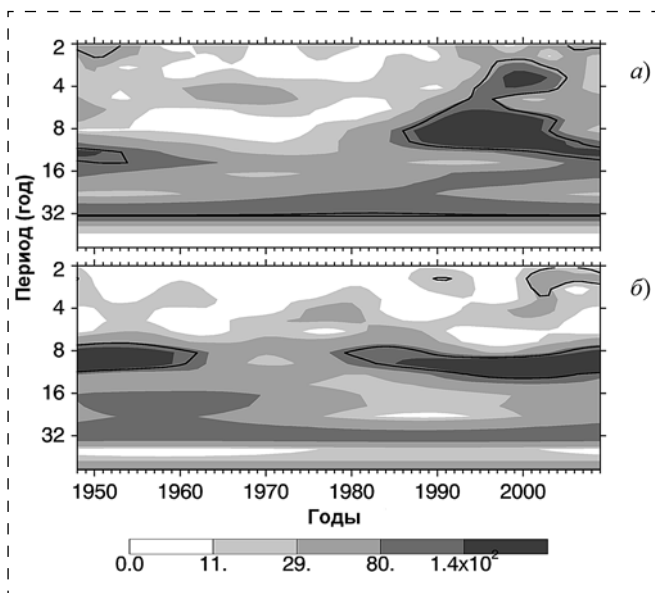


Рис. 4. Вейвлет-спектры вариаций показателя уровня смертности от ССЗ Ih в г. Кировске (а) и геомагнитного индекса АА (б) за период 1948—2010 гг. Полуширными линиями выделены границы 90 %-ной области достоверности относительно красного шума. Внизу приведена шкала мощности вейвлет-спектров в относительных единицах

ход, выполняют роль внешнего синхронизатора биологических процессов в организме человека посредством воздействия на продукцию мелатонина [30].

На рис. 4 приведены вейвлет-спектры вариаций показателя Ih для Кировска с предварительно удаленным трендом и геомагнитного индекса АА соответственно за период 1948—2010 гг. Геомагнитный индекс АА является среднесуточной амплитудой вариаций геомагнитного поля, рассчитываемой по двум антиподальным обсерваториям (Гринвич и Мельбурн) с 1867 г. [28]. Видно, что в спектрах показателя Ih и АА-индекса с 1985 г. по настоящее время наблюдается периодичность 9...10 лет, превышающая 90 %-ный уровень значимости, которая близка к 11-летнему циклу солнечной активности. Следует отметить, что вариации показателя Ih практически синхронны во всех трех городах начиная с 1985 г. (см. рис. 1). Другой значимый период в вариациях Ih (3...4 года), соответствующий 3-й гармонике 11-летнего солнечного цикла и присутствующий в спектрах временных рядов основных индексов геомагнитной активности и метеопараметров [31], наблюдался в 1995—2005 гг. (см. рис. 4).

Данные результаты не противоречат полученным ранее выводам о существовании зависимости динамики смертности от ССЗ от гелиогеофизической активности. Но при этом воздействие социально-экономических факторов на динамику смертности от ССЗ является преобладающим.

Выводы

1. В результате анализа выявлено резкое увеличение смертности от ССЗ в начале 1990-х гг. в трех городах Мурманской области (Кировск, Апатиты, Мончегорск), которое явилось следствием социально-экономической депрессии, сопровождавшей период радикальных реформ в России.

2. Проведение антиалкогольной кампании (1985—1988 гг.) сопровождалось снижением уровня смертности от ССЗ во всех трех городах Мурманской области, что подтверждается данными статистики по сокращению общего уровня смертности населения на всей территории России за исследуемый период.

3. В результате вейвлет-анализа в вариациях показателя смертности от ССЗ в Кировске и геомагнитных АА-индексов выделена периодичность, близкая к 11-летнему циклу солнечной активности, наблюдавшаяся в течение последних 25 лет.

4. Сравнительный анализ выявил существенные различия в сезонном распределении смертности от ССЗ для мужчин и женщин, а также в зависимости от возраста. Показано, что геомагнитные возмущения средней интенсивности ($50 < Ap < 100$) оказывают более существенное влияние на женщин и мужчин старше 70 лет, склонных к ССЗ.

5. В сезонном распределении смертности от ССЗ мужчин возрастной категории до 70 лет выявлен майский максимум, который имеет глобальный характер и, скорее всего, связан с повышенным гормональным фоном у мужчин в это время года.

6. Полученные результаты свидетельствуют о существовании вклада геомагнитных возмущений в вариации смертности от ССЗ в высоких широтах, при этом воздействие социально-экономических факторов является преобладающим.

Список литературы

1. Федеральная служба государственной статистики. URL: <http://www.gks.ru> (дата обращения 18.07.2015).
2. World Health Organization. World Health Statistics. Geneva. URL: <http://www.who.int> (дата обращения 18.07.2015).
3. Немцов А. В. Алкогольная история России: новейший период. — М.: ЛИБРОКОМ, 2009. — 320 с.
4. Чашин В. П., Диденко И. И. Труд и здоровье человека на Севере. — Мурманск: НПО Гигиена и профпатология, 1990. — 104 с.
5. Norstrom T. The role of alcohol in the Russian mortality crisis // *Addiction*. — 2011. — V. 106. — P. 1957—1965.
6. Чижевский А. Л. Земное эхо солнечных бурь. — М.: Мысль, 1976. — 367 с.
7. Бреус Т. К., Рапопорт С. И. Магнитные бури. Медико-биологические и геофизические аспекты. — М.: Сов. спорт, 2003. — 192 с.

8. Клейменова Н. Г., Козырева О. В., Бреус Т. К., Рапорт С. И. Сезонные вариации инфарктов миокарда и возможное биотропное влияние короткопериодных пульсаций геомагнитного поля на сердечно-сосудистую систему // Биофизика. — 2007. — Т. 52. — С. 1112–1119.
9. Cornelissen G., Halberg F., Breus T., Syutkina E. V., Baevsky R., Weydahl A., Watanabe Y., Otsuka K., Siegelova J., Fiser V. & Bakken E. E. Non-photic solar associations of heart rate variability and myocardial infarction // Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics. — 2002. — V. 64. — P. 707–720.
10. Шумилов О. И., Касаткина Е. А., Еникеев А. В., Храмов А. А. Исследование воздействия геомагнитных возмущений в высоких широтах на внутриутробное состояние плода методом кардиотокографии // Биофизика. — 2003. — Т. 48. — С. 374–379.
11. Касаткина Е. А., Шумилов О. И., Еникеев А. В., Храмов А. В. Сравнительный анализ гелиогеофизических и социально-экономических факторов в их воздействии на уровень суицидов и смертности от сердечно-сосудистых заболеваний // Экология человека. — 2008. — № 5. — С. 52–56.
12. Касаткина Е. А., Шумилов О. И., Новикова Т. Б., Храмов А. В. Воздействие гелиогеофизических, социально-экономических и антропогенных факторов на динамику суицидов на Кольском Севере // Безопасность жизнедеятельности. — 2014. — № 9. — С. 66–72.
13. Shumilov O. I., Kasatkina E. A., Novikova T. B., Sutinen M.-L., Chramov A. V., Enykeev A. V. Natural and man-made influences on suicides in northwestern Russia // Natural Hazards. — 2014. — V. 73 (2) — P. 439–448.
14. Шумилов О. И., Касаткина Е. А., Распопов О. М. Гелиомагнитная активность и уровень экстремальных ситуаций в полярной шапке // Биофизика. — 1998. — Т. 43. — С. 721–726.
15. Самсонов С. Н., Клейменова Н. Г., Козырева О. В., Петрова П. Г. Влияние космической погоды на заболевания сердечно-сосудистой системы человека в субавроральных широтах // Геофизические процессы и биосфера. — 2013. — Т. 12. — № 4. — С. 46–59.
16. Методологические положения по статистике. Выпуск 1. Раздел Демографическая статистика // Федеральная служба государственной статистики Российской Федерации URL: http://www.gks.ru/BGD/free/B99_10/Main.htm (дата обращения 18.07.2015).
17. Torrence C., Compo G. P. A practical Guide to Wavelet Analysis // Bulletin of the American Meteorological Society. — 1998. — V. 78. — № 1. — P. 61–78.
18. Pujades-Rodriguez M., Timmis A., Stogiannis D., Rapsomaniki E., Denaxas S., Shah A., Feder G., Kivimaki M., Hemingway H. Socioeconomic deprivation and the incidence of 12 cardiovascular diseases in 1.9 million women and men: Implications for risk prediction and prevention // Plos One. — 2014. — V. 9, e104671. — doi: 10.1371/journal.pone.0104671.
19. Ревич Б. А., Малеев В. В. Изменение климата и здоровья населения России: Анализ ситуации. — М.: ЛЕНАД, 2011. — 208 с.
20. Зайратьянц О. В., Черняев А. Л., Полянко Н. И., Осадчая В. В., Трусов А. Е. Структура смертности населения Москвы от болезней органов кровообращения и дыхания в период аномального лета 2010 года // Пульмонология. — 2011. — № 4. — С. 29–33.
21. Карначев И. П., Коклянов Е. Б., Загвоздина О. И. Характеристика устойчивого развития в природоохранной и трудовой сферах деятельности промышленных предприятий Кольского Севера при освоении минерально-сырьевых ресурсов региона // Вестник МГТУ. — 2011. — Т. 14. — № 4. — С. 743–750.
22. Dockery D. W. Epidemiologic evidence of cardiovascular effects of particulate air pollution // Environmental Health Perspectives. — 2001. — V. 109. — P. 483–486.
23. Douglas A. S., Dunningan M. G., Allan T. M. & Rawles J. M. Seasonal variation in coronary heart disease in Scotland // Journal of Epidemiology & Community Health. — 1995. — V. 49. — P. 575–582.
24. Gonzalez A. L.C., Silbergleit V. M., Gonzalez W. D., Tsurutani B. T. Irregularities in the semiannual variation of the geomagnetic activity // Advances in Space Research. — 2002. — V. 30. — P. 2215–2218.
25. Russel C. T. & McPherron R. L. Semiannual variation of geomagnetic activity // Journal of Geophysical Research. — 1973. — V. 78. — P. 92–108.
26. Douglas A. S., Rawles J. Latitude-related changes in the amplitude of annual mortality rhythm. The biological equator in Man // Chronobiology International. — 1999. — V. 16. — P. 199–212.
27. Healy J. D. Excess winter mortality in Europe: a cross country analysis identifying key risk factors // Journal of Epidemiology & Community Health. — 2003. — V. 57. — P. 784–789.
28. Гульельми А. В., Троицкая В. А. Геомагнитные пульсации и диагностика магнитосферы. — М.: Наука, 1973. — 208 с.
29. Голдбергер Э. Л., Ригни Д. Р., Уэст Б. Д. Хаос и фракталы в физиологии человека // В мире науки. Scientific American. Издание на русском языке. — 1990. — № 4. — С. 25–32.
30. Weydahl A., Sothorn R. B., Cornelissen G., Wetterberg L. Geomagnetic activity influences the melatonin secretion at latitude 70 degrees N // Biomedicine & Pharmacotherapy. — 2001. — V. 55. — P. 57–62.
31. Mendoza B., Pazos M. A 22 yr hurricane cycle and its relation with geomagnetic activity // Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics. — 2009. — V. 71. — P. 2047–2054.

A. V. Chramov¹, Professor, O. I. Shumilov², Chief Researcher, e-mail: oleg@aprec.ru, E. A. Kasatkina², Senior Researcher, T. B. Novikova³, Chief Doctor,

¹ Baltic State Technical University, St.-Petersburg

² Polar Geophysical Institute, Kola Science Center RAS, Apatity

³ Main Hospital, Kola Science Center RAS, Apatity

Features of Cardiovascular Mortality Dynamics and Extreme Environmental Factors at High Latitudes

The dynamics of mortality from cardiovascular diseases (CVD) detected at three cities of Murmansk region (Kirovsk, Apatity, Monchegorsk) was studied for the period 1967-2010. It was revealed a sharp increase in CVD mortality level in the early 90's in all three cities which was a consequence of socioeconomic depression

followed by a period of radical reforms in Russia. Some reduction CVD mortality observed in three cities from 1985 to 1991 seemed to be connected to the onset of the "anti-alcohol campaign" in Russia. As a result of wavelet analysis it was revealed the periodicity close to the 11-year cycle of solar activity. Comparative analysis showed significant differences in CVD mortality for both men and women and dependence on human age. It was shown that the moderate geomagnetic disturbances ($50 < A_p < 100$ nT) have a more significant impact on women and men older than 70 years who suffered from CVD. The results obtained seem to prove that the CVD dependence on geomagnetic disturbances at high latitudes exists, but the impact of socioeconomic factors is predominant.

Keywords: cardiovascular mortality, geomagnetic activity, atmospheric pollution

References

1. **Federal'naja sluzhba** gosudarstvennoj statistiki. URL: <http://www.gks.ru> (data accessed 18.07.2015).
2. **World Health Organization.** World Health Statistics. Geneva. URL: <http://www.who.int> (data accessed 18.07.2015).
3. **Nemcov A. V.** Alkogol'naja istorija Rossii: novejsij period. M: LIBROKOM. 2009. 320 p.
4. **Chashchin V. P., Didenko I. I.** Trud I zdorov'e cheloveka na Severe. Murmansk: NPO Gigiena i propatologija, 1990. 104 p.
5. **Norstrom T.** The role of alcohol in the Russian mortality crisis. *Addiction*. 2011. V. 106. P. 1957–1965.
6. **Chizhevskij A. L.** Zemnoje eho solnechnyh burj. M.: Myslj, 1976. 367 p.
7. **Breus T. K., Rapoport S. I.** Magnitnye buri. Mediko-biologicheskiye i geofizicheskiye aspekty. M.: Sov. Sport, 2003. 192 p.
8. **Klejmenova N. G., Kozyreva O. V., Breus T. K., Rapoport S. I.** Sezonnnye variacii infarktov miokarda I vozmoznoje biotropnoje vlijanije korotkoperiodnyh pul'sacij geomagnitnogo polja na serdechno-sosudistuju sistemu. *Biofizika*. 2007. V. 52. P. 1112–1119.
9. **Cornelissen G., Halberg F., Breus T., Syutkina E. V., Baevsky R., Weydahl A., Watanabe Y., Otsuka K., Siegelova J., Fiser B. & Bakken E. E.** Non-photic solar associations of heart rate variability and myocardial infarction. *Journal of Atmospheric and Solar- Terrestrial Physics*. 2002. V. 64. P. 707–720.
10. **Shumilov O. I., Kasatkina E. A., Enikeev A. V., Hramov A. V.** Issledovanie vozdeystvija geomagnitnyh vozvushchenij v vysokih shirotah na vnutritrobojnoje sostojanije ploda metodom kardiologografii. *Biofizika*. 2003. V. 48. P. 374–379.
11. **Kasatkina E. A., Shumilov O. I., Enikeev A. V., Hramov A. V.** Sravnitelnyj analiz geliogeogizicheskij I social'no-ekonomicheskij faktorov v ih vozdeystvii na urovenj suicidov I smernosti ot serdechno-sosudistyh zabolevanij. *Jecologija cheloveka*. 2008. № 5. P. 52–56.
12. **Kasatkina E. A., Shumilov O. I., Novikova T. B., Hramov A. V.** Vozdeystvije geliogeofizicheskij, social'no-ekonomicheskij i antropogennyh faktorov na dinamiku suicidov na Kol'skom Severe. *Bezopasnost zhiznedejatel'nosti*. 2014. No. 9. P. 66–72.
13. **Shumilov O. I., Kasatkina E. A., Novikova T. B., Sutinen M.-L., Chramov A. V., Enykeev A. V.** Natural and man-made influences on suicides in northwestern Russia. *Natural Hazards*. 2014. V. 73 (2) P. 439–448.
14. **Shumilov O. I., Kasatkina E. A., Raspopov O. M.** Geliomagnitnaja aktivnost' I urovenj jekstremal'nyh situacij v poljarnoj shapke. *Biofizika*. 1998. V. 43. P. 721–726.
15. **Samsonov S. N., Klejmenova N. G., Kozyreva O. V., Petrova P. G.** Vlijanije kosmicheskoy pogody na zabolevanija serdechno-sosudistoj sistemy cheloveka v subavroral'nyh shirotah. *Geofizicheskiye processy I biosfera*. 2013. V. 12. No. 4. P. 46–59.
16. **Metodologicheskie polozhenija** po statistike, Vypusk 1, razdel Demograficheskaja statistika. Federal'naja sluzhba gosudarstvennoj statistiki Rossijskoj Federacii URL: http://www.gks.ru/BGD/free/B99_10/Main.htm (data accessed 18.07.2015).
17. **Torrence C., Compo G. P.** A practical Guide to Wavelet Analysis. *Bulletin of the American Meteorological Society*. 1998. V. 78. No. 1. P. 61–78.
18. **Pujades-Rodriguez M., Timmis A., Stogiannis D., Rapsomaniki E., Denaxas S., Shah A., Feder G., Kivimaki M., Hemingway H.** Socioeconomic deprivation and the incidence of 12 cardiovascular diseases in 19 million women and men: Implications for risk prediction and prevention. *Plos One*. 2014. V. 9, e104671. doi: 10.1371/journal.pone.0104671.
19. **Revich B. A., Maleev V. V.** Izmenenije klimata I zdorov'ja naselenija Rossii: Analiz situacii. M.: LENAD, 2011. 208 p.
20. **Zarat'anc O. V., Chernjaev A. L., Poljanko N. I., Osadchaja V. V., Trusov A. E.** Struktura smernosti naselenija Moskvy ot boleznej organov krovoobrashchenija I dyhanija v period anomal'nogo leta 2010 goda. *Pul'manologija*. 2011. No. 4. P. 29–33.
21. **Karnachev I. P., Kokljanov E. B., Zagvozdina O. I.** Harakteristika ustojchivogo razvitija v prirodohrannoj i trudohrannoj sferah dejatel'nosti promyshlennyh predpriyatij Kol'skogo Severa pri osvoenii mineral'no-syr'evyh resursov regiona. *Vestnik MGTU*. 2011. V. 14. No. 4. P. 743–750.
22. **Dockery D. W.** Epidemiologic evidence of cardiovascular effects of particulate air pollution. *Environmental Health Perspectives*. 2001. V. 109. P. 483–486.
23. **Douglas A. S., Dunningan M. G., Allan T. M. & Rawles J. M.** Seasonal variation in coronary heart disease in Scotland. *Journal of Epidemiology & Community Health*. 1995. V. 49. P. 575–582.
24. **Gonzalez A. L.C., Silbergleit V. M., Gonzalez W. D., Tsurutani B. T.** Irregularities in the semiannual variation of the geomagnetic activity. *Advances in Space Research*. 2002. V. 30. P. 2215–2218.
25. **Russel C. T. & McPherron R. L.** Semiannual variation of geomagnetic activity. *Journal of Geophysical Research*. 1973. V. 78. P. 92–108.
26. **Douglas A. S., Rawles J.** Latitude-related changes in the amplitude of annual mortality rhythm. The biological equator in Man. *Chronobiology International*. 1999. V. 16. P. 199–212.
27. **Healy J. D.** Excess winter mortality in Europe: a cross country analysis identifying key risk factors. *Journal of Epidemiology & Community Health*. 2003. V. 57. P. 784–789.
28. **Gul'el'mi A. V., Troickaja V. A.** Geomagnitnyje pul'sacii i diagnostika magnitosfery. M.: Nauka, 1973. 208 p.
29. **Goldberger E. L., Rigni D. R., Ujest B. D.** Haos i fraktaly v fiziologii cheloveka. *V mire nauki. Scientific American. Izdanije na ruskom jazyke*. 1990. No. 4. P. 25–32.
30. **Weydahl A., Sothern R. B., Cornelissen G., Wetterberg L.** Geomagnetic activity influences the melatonin secretion at latitude 70 degrees N // *Biomedicine & Pharmacotherapy*. 2001. V. 55. P. 57–62.
31. **Mendoza B., Pazos M.** A 22 yr hurricane cycle and its relation with geomagnetic activity. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*. 2009. V. 71. P. 2047–2054.

А. В. Зайнишев, канд. техн. наук, доц. кафедры, e-mail: rsodk-alfred@yandex.ru, Челябинская государственная агроинженерная академия,
Г. А. Полунин, ст. препод., Учебный центр ФПС по Челябинской области, Челябинск,
Е. Г. Колганов, директор, ВНИИ охраны и экономики труда Минтруда России, Челябинск

Особенности процесса управления работой фотокаталитического воздухоочистителя

Рассмотрена система управления фотокаталитическим воздухоочистителем, позволяющая обеспечить стабильную очистку воздуха в кабине мобильного агрегата сельскохозяйственного назначения от оксида углерода при значительной экономии электроэнергии. Для проверки работоспособности разрабатываемого устройства проводилось компьютерное моделирование работы системы управления воздухоочистителем.

Ключевые слова: фотокатализ, воздухоочистка, оксид углерода, компьютерная модель, каталитический сенсор, безопасность труда

На современном этапе в процессе развития агропромышленного комплекса Российской Федерации первоочередное внимание уделяется устойчивому развитию аграрного производства. Основным из приоритетов в этом является улучшение условий труда операторов мобильных машин сельскохозяйственного назначения и обеспечение безопасности при выполнении ими основных трудовых функций. По данным Росстата на протяжении последних десятилетий численность лиц с высоким уровнем профессиональной заболеваемости наблюдается во многих видах экономической деятельности, в том числе в сельском хозяйстве.

Обеспечение работоспособности операторов мобильных машин обеспечивается нормированием параметров микроклимата в кабинах [1]. Однако при работе двигателя внутреннего сгорания в кабину через неплотные соединения возможно проникновение отработанных газов, содержащих значительное количество оксида углерода (угарного газа). При этом происходит изменение параметров воздушной среды — во вдыхаемом воздухе увеличивается концентрация угарного газа, что оказывает негативное влияние на здоровье и производительность труда оператора. В малых количествах газ приводит к хроническому отравлению, что снижает внимание оператора и может привести к дорожно-транспортным происшествиям. В больших количествах газ опасен для жизни — человек гибнет через несколько минут вследствие кислородного голодания.

Защита человека обеспечивается интенсивной вентиляцией кабины — однако в летнее время

данная мера приводит к значительному запылению салона, а в зимнее — к недопустимым потерям теплоты. Кабины мобильных агрегатов оснащены воздушными фильтрами, которые, однако, не предназначены для удаления из воздуха угарного газа. Отсюда следует, что улучшение условий и охраны труда операторов мобильных машин сельскохозяйственного назначения путем снижения концентрации оксида углерода во вдыхаемом воздухе является актуальной проблемой, решение которой имеет важное народнохозяйственное значение.

Одним из направлений улучшения условий труда является использование устройств для фотокаталитической очистки воздуха. На современном этапе развития систем воздухоочистки фотокаталитический способ имеет целый ряд преимуществ в сравнении с традиционными методами — в первую очередь возможность нейтрализации угарного газа и паров органических соединений. При этом основным недостатком существующих фотокаталитических воздухоочистителей является использование в качестве источников ультрафиолетового излучения хрупких и недолговечных газоразрядных ламп, содержащих ртуть в концентрациях, превышающих ПДК [2]. Предлагается в качестве источника ультрафиолетового излучения использовать светодиодную ленту.

Конструкция рассматриваемого фотокаталитического воздухоочистителя защищена патентом на изобретение [3]. Изобретение обеспечивает более интенсивное очищение воздуха, экономичный расход электроэнергии, надежность

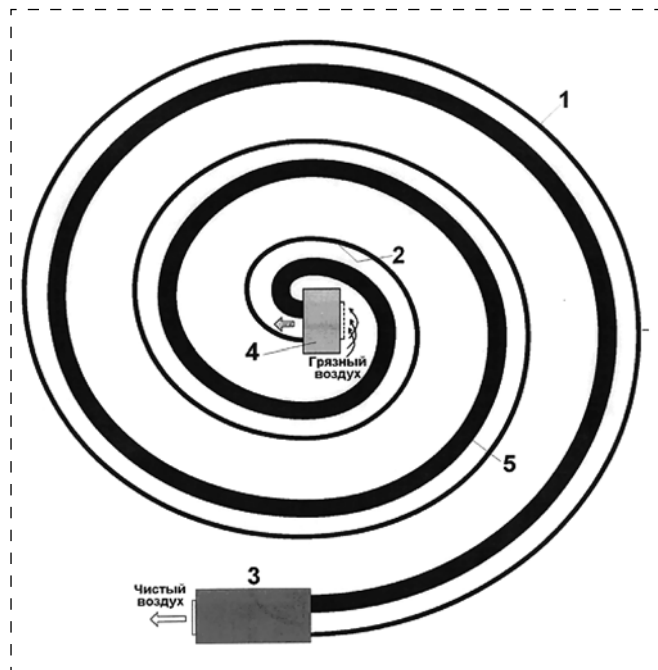


Рис. 1. Схема фотокаталитического воздухоочистителя

и долговечность работы. Воздухоочиститель состоит из корпуса 1, выполненного в виде закрученной в спираль трубки, образующей фотокаталитический блок, внутренняя поверхность которого покрыта слоем фотокатализатора 2, в качестве последнего используется диоксид титана (рис. 1). Для закачивания загрязненного воздуха внутрь корпуса воздухоочистителя используется насос 3, расположенный на выходе воздухоочистителя. Для предварительной очистки воздуха от пыли на входе установлен пылевой фильтр 4. На внутренней поверхности блока, на всем его протяжении прикреплена светодиодная лента 5 с ультрафиолетовыми светодиодами.

Загрязненный воздух, пройдя через пылевой фильтр 4, очищается от пыли, которая снижает фотокаталитическую активность диоксида титана. Очищенный от пыли, но содержащий угарный газ и пары органических соединений воздух, прокачиваемый насосом 3, расположенным на выходе трубки, проходит сквозь спиралевидную трубку и за счет центробежной силы прижимается к внутренней поверхности данной трубки, расположенной дальше от центра спирали. Ультрафиолетовые лучи от светодиодов, попадая на диоксид титана, омываемый очищаемым воздухом, активизируют фотокаталитические реакции: при этом угарный газ доокисляется до углекислого, а пары органических соединений распадаются до углекислого газа и водяного пара. Пройдя несколько

витков спирали, загрязненный воздух за счет увеличения площади поверхности более интенсивно очищается от вредных примесей. В результате из насоса 3 выходит очищенный воздух [3].

Для целей экономии электрической энергии воздухоочиститель должен работать периодически — до очистки (полной или частичной) всего объема загрязненного воздуха в замкнутом пространстве (кабине мобильного агрегата). Включение—выключение электродвигателя насоса должно производиться автоматически, в зависимости от концентрации угарного газа в очищаемом объеме. При этом ориентироваться необходимо на ПДК, которая для оксида углерода составляет 20 мг/м^3 [4].

Преимущество системы управления будет заключаться в автономной работе устройства (независимо от человека). Оператор будет лишь уведомлен о начале работы воздухоочистителя. Благодаря специальному датчику фотокаталитический воздухоочиститель включится автоматически при превышении допустимой концентрации вредных веществ в защищаемом помещении. Таким образом, устройство будет работать только тогда, когда этого потребует ситуация. Непостоянное время работы прибора позволит добиться значительной экономии электроэнергии и низкой нагрузки на бортовую сеть автомобиля.

Функциональная схема системы управления воздухоочистителем представлена на рис. 2.

Включение прибора обеспечивает сенсор (датчик) оксида углерода (СО). Сенсоры по принципу работы делятся на два класса: электрохимические и термисторные (рис. 3) [5, 6].

Ввиду разнообразия сенсоров газа были созданы компьютерные модели схем управления фотокаталитическим воздухоочистителем, основанные на различных сенсорах СО.

Одна из схем разработана для электрохимического сенсора угарного газа TGS5042 японской фирмы FigaroEngineering [7, 8]. Этот сенсор представляет собой чувствительный элемент, изготовленный на основе оксида олова с использованием поверхностных эффектов мелкозернистой структуры вещества.

Другая схема управления основана на сенсоре MQ-7 (датчике каталитического типа),

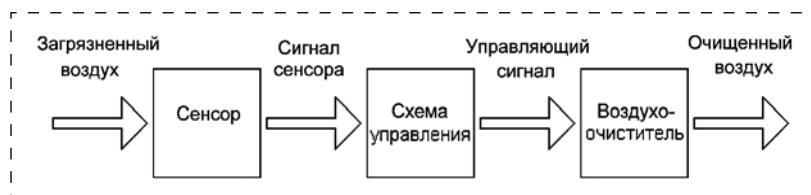


Рис. 2. Функциональная схема системы управления фотокаталитическим воздухоочистителем

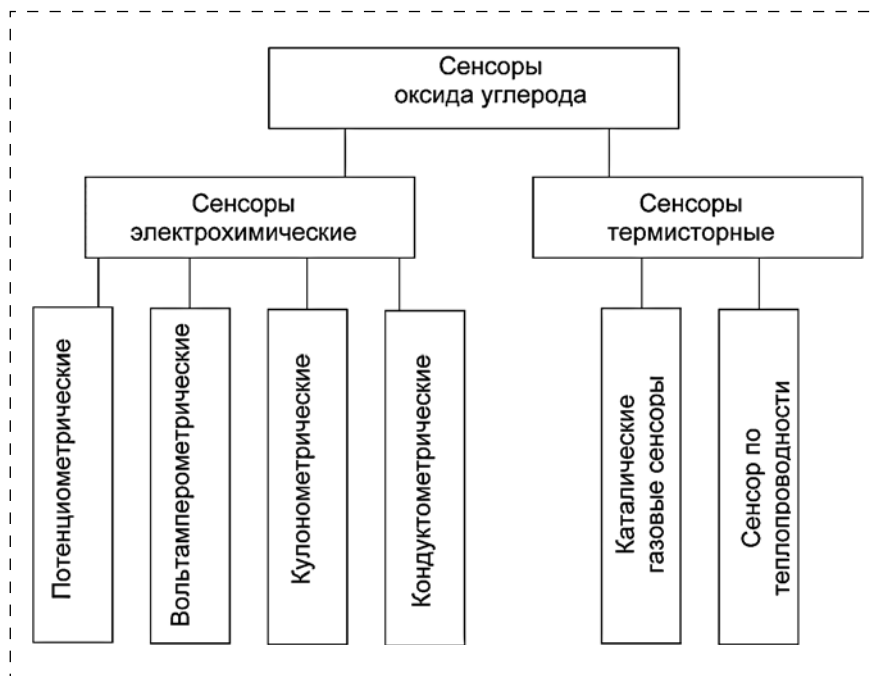


Рис. 3. Сенсоры оксида углерода

также разработанном и производимом компанией FigaroEngineering [7, 8].

Для проверки работоспособности разрабатываемых схем управления на стадии проектирования применялась программа-симулятор Multisim версии 13. С помощью этой программы была получена компьютерная модель схемы управления фотокаталитическим воздухоочистителем на основе сенсора угарного газа типа TGS 5042.

Вычислительные возможности программы не позволили симитировать все используемые в схеме управления элементы. Это касается электродвигателя насоса и собственно сенсора, который был заменен выключателем TGS. Такие изменения не оказали существенного влияния на исход симуляции.

Компьютерная модель схемы управления на основе сенсора MQ-7 каталитического типа обеспечивает независимость работы сенсора от температуры окружающей среды. Изменением сопротивления одного из резисторов схему можно настроить на требуемую концентрацию.

Рассмотренные схемы управления по своему принципу действия схожи. Это обусловлено принципом действия упомянутых сенсоров угарного газа. Необходимо отметить, что в данной работе приведены не все возможные схемы управления фотокаталитическим воздухоочистителем, а лишь, по мнению разработчиков, более перспективные. Например, сенсор MQ-7 способен генерировать цифровой сигнал для применения при мониторинге концентрации вредных газов,

содержащихся в воздухе. По энергопотреблению более выгодной является схема на основе датчика TGS5042.

Выводы

Предлагаемый воздухоочиститель повышает безопасность операторов мобильных машин, а также улучшает условия их труда. Схема управления обеспечивает не плавную, а дискретную работу устройства (циклы "вкл. — выкл."), что приемлемо для очистки воздуха в малых объемах, в первую очередь в кбинах мобильных машин.

Таким образом данное устройство обеспечивает стабильную очистку воздуха в кабине мобильного агрегата от оксида углерода. Проведенное моделирование подтверждает работоспособность

обеих схем управления лишь в теории, ввиду использования идеальных компонентов при расчетах. Окончательные выводы можно будет сделать только после сборки и испытаний схем управления в реальных условиях.

Список литературы

1. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548—96 "Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений". Постановление Госкомсанэпиднадзора РФ от 1 октября 1996 г. № 21.
2. Зайнишев А. В., Полуни Г. А. Применение ультрафиолетовых светодиодов в фотокаталитических воздухоочистителях для очистки воздуха кабин мобильных машин [Электронный ресурс] // Технологии техносферной безопасности: науч. Интернет-журнал. — 2012. — Вып. 6 (45). URL: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2012-6/12-06-12.ttb.pdf>.
3. Фотокаталитический воздухоочиститель: патент № 2497584RUC1 B01J 20/00 / А. В. Зайнишев, Г. А. Полуни. № 2012119643; заявл. 12.05.12.; опубл. 10.11.13. Бюл. № 31.
4. Гигиенические нормативы ГН 2.2.5.1313-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
5. Како Н., Яманэ Я. Датчики и микро-ЭВМ. — Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отделение, 1986.
6. Каттралл Роберт В. Химические сенсоры. — М.: Научный мир, 2000.
7. Крашевский Р. А. Новая серия датчиков угарного газа TGS5042 от компании Figaro Engineering // CHIP NEWS Украина. — 2012. — № 4 (114), май, 2012. — С. 44—46.
7. Романова И. А. Высокочувствительные датчики газа, новинки от FIGARO ENGINEERING // Электроника: НТВ. — 2011. — № 1 (00107). — С. 64—70.



A. V. Zaynishev, Associate Professor of Chair, e-mail: rsodk-alfred@yandex.ru, Chelyabinsk State Agroengineering Academy, **G. A. Polunin**, Senior Lecturer, Federal State Educational Institution of Additional Vocational Training "Training Center of the Federal Fire Service Chelyabinsk", **E. G. Kolganov**, Director, All-Russian Scientific Research Institute of Occupational Safety and Economics of the Ministry of Labour of Russia, Chelyabinsk

Features of Operating of the Photocatalytic Air Purifier

The article considers the management system photocatalytic air cleaner, ensuring sustainable and clean the air in the cockpit of a mobile unit for agricultural purposes from carbon monoxide in significant energy savings. To check the performance of the developed device the authors carried out a computer simulation of control systems air cleaner.

Keywords: photocatalysis, air cleaning, carbon monoxide, computer model, catalytic sensor, safety

References

1. **Sanitarnye pravila i normy SanPiN 2.2.4.548-96** "Gigienicheskie trebovaniya k mikroklimatu proizvodstvennykh pomeshcheniy". Postanovlenie Goskomsanepidnadzora RF ot 1 oktyabrya 1996 g. No. 21.
2. **Zaynishev A. V., Polunin G. A.** Primenenie ultrafioletovykh svetodiodov v fotokataliticheskikh vozduhoochistitelyakh dlya ochistki vozduha kabin mobilnykh mashin. *Tehnologii tehnosfernoy bezopasnosti: nauch. Internet-jurnal*. 2012. Vip. 6 (45). URL: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2012-6/12-06-12.ttb.pdf>.
3. **Fotokataliticheskii vozduhoochistitel:** patent No. 2497584RUC1 B01J 20/00 / A. V. Zaynishev, G. A. Polunin. № 2012119643; zayavl. 12.05.12; opubl. 10.11.13. Byul. No. 31.
4. **Gigienicheskie normativyi GN 2.2.5.1313-03.** Predelno dopustimyye kontsentratsii (PDK) vrednykh veschestv v vozduhe rabochey zonyi.
5. **Kako N., Yamane Ya.** Datchiki i mikro-EVM. L.: Energoatomizdat. Leningr. otdelenie, 1986.
6. **Katrrall Robert V.** Himicheskie sensoryi. M.: Nauchnyi mir, 2000.
7. **Krashevskiy R. A.** Novaya seriya datchikov ugarного gaza TGS5042 ot kompanii Figaro Engineering. *CHIP NEWS Ukraina*. 2012. No. 4 (114), may. P. 44–46.
8. **Romanova I. A.** Vvisokochuvstvitelnyye datchiki gaza, novinki ot FIGARO ENGINEERING. *"Elektronika: NTV"*. 2011. — No. 1 (00107). P. 64–70.

Информация

ФОРУМ "БЕЗОПАСНОСТЬ И СВЯЗЬ"

25—27 февраля 2016 года

Казань, ВЦ "Казанская ярмарка"

В рамках XX ФОРУМА "БЕЗОПАСНОСТЬ И СВЯЗЬ" состоятся:

- **IV Международная научно-практическая конференция "СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ: НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ"**

Специализированные выставки:

- **БЕЗОПАСНОСТЬ**
 - Безопасность дорожного движения
 - Интеллектуальные транспортные системы
 - Безопасность промышленных объектов
 - Пожарная безопасность
 - Информационная безопасность
 - Экологическая безопасность
 - Личная безопасность
- **ОХРАНА И БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА**
 - Спецдежда. Спецобувь
 - Средства индивидуальной защиты

И ДРУГИЕ ВЫСТАВКИ

Подробности:

Тел./факс: (843) 570-51-16, 570-51-11
e-mail: expokazan7@mail.ru
www.exposecurity.ru

УДК 627.715.032:621.373.826

С. В. Ермаков, ст. препод. e-mail: esv.klgd@mail.ru, Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота Калининградского государственного технического университета

Оценка безопасности излучения лазерных створных маяков

Обоснован критерий оценки безопасности излучения и алгоритм определения его фактического и предельно допустимого значений. Для оценки безопасности излучения лазерных маяков "СКАЛС" створа "Севастопольский" Калининградского морского канала рассчитана и построена диаграмма, являющаяся совокупностью кривых зависимости фактических и предельно допустимого значений энергетической экспозиции от скорости судна, а также построен график, позволяющий для известного конкретного коэффициента прозрачности атмосферы оценить по скорости судна безопасность для зрения судоводителя лазерного излучения маяков.

Ключевые слова: лазерные створы, лазерные створные маяки, безопасность излучения, методика оценки, энергетическая экспозиция, допустимая скорость судна

Обеспечение безопасности движения судов в узкостях продолжает оставаться одной из важных проблем в практике судовождения. Увеличение интенсивности судоходства и размеров судов при относительном отставании развития системы фарватеров и каналов на подходах к портам обуславливает повышенные требования как к средствам, так и к методам контроля движения судов. В таком контексте большое значение имеет развитие средств навигационного оборудования, обеспечивающих проводку судов по фарватерам — морских навигационных створов [1].

Классический морской навигационный створ состоит из двух ориентиров — знаков или башен (маяков), расположенных на некотором расстоянии друг от друга строго на прямой линии того направления, которое обеспечивает безопасный проход судов между опасностями по искусственному каналу или естественному фарватеру. Поэтому ориентиры, составляющие створ, и называются "створными".

В последнее время все большее значение приобретают лазерные средства проводки судов, благодаря их высокой точности и простоте. Из всего множества лазерных средств проводки судов наибольшее распространение получили лазерные створные маяки (ЛСМ) типа СКАЛС [1], которые в настоящее время являются штатными средствами навигационного обеспечения многих портов, в том числе и в Калининграде.

Задача проводки судна в ЛСМ "СКАЛС" решается тем, что два лазерных луча, генерируемые

двумя лазерными маяками, развернутые по вертикали, синхронно сканирующие навстречу друг другу в азимутальной плоскости с заданной частотой и накладывающиеся при встречном движении, образуют три трехмерные области, заполненные лазерным излучением: область синхронного свечения, служащую указателем точного курса судна, и две области асинхронного свечения, позволяющие оценить знак и степень отклонения судна от заданной траектории [1, 2].

В результате точность оценки отклонения от курса судна судоводителем может достигать 1 м на 1 км дальности и выше, при этом высокая видимость лазерных огней обеспечивает дальность действия лазерного створного маяка до 10 км и более [1, 2].

Схема реализации способа представлена на рис. 1 [2].

Для обозначения курса судна, идущего вдоль фарватера, на берегу устанавливаются два лазерных маяка 1, лучи которых с помощью сканирующих устройств движутся в горизонтальной плоскости, синхронно пересекаясь на оси створа 4. Частота сканирования выбирается из удобства наблюдений с судна. При движении судна вдоль оси 4 судоводитель видит оба лазерных огня в виде проблесков одновременно (рис. 2). Вследствие малой угловой ширины луча — несколько угловых минут — каждый луч попадает в поле зрения лишь на короткое время, поэтому они воспринимаются как проблесковые. При нахождении судна на оси створа проблески синхронны (см. рис. 2).

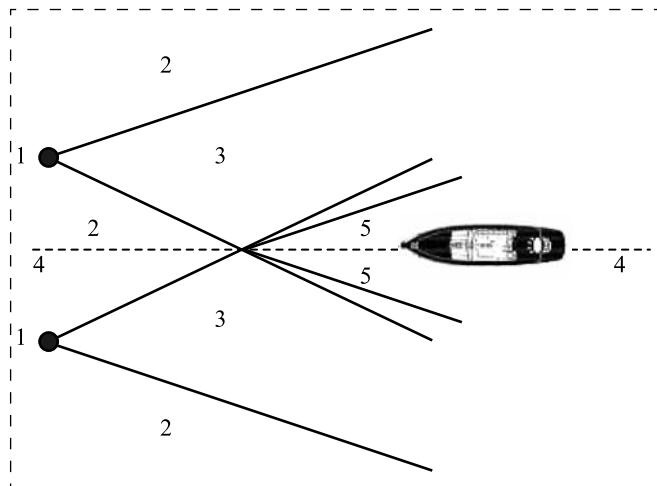


Рис. 1. Схема реализации способа проводки судна по лазерному створу

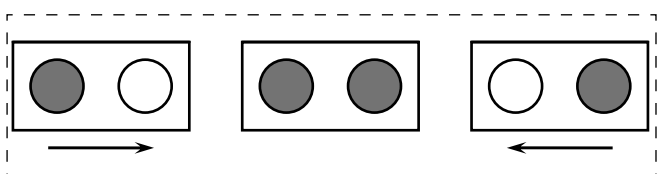


Рис. 2. Характер огней лазерного створа, наблюдаемых судоводителем

При этом эффект имеет место в пределах осевой зоны створа 5 (см. рис. 1). При отклонении судна от оси фарватера и при его выходе за пределы осевой зоны створа 5 лучи воспринимаются как "бегущий огонь": справа налево — если судно уклонилось вправо, и слева направо — если оно уклонилось влево (см. рис. 2). При этом интервал между проблесками по мере увеличения отклонения судна также возрастает. При выходе судна за пределы рабочей зоны 3 и при попадании его в нерабочую зону 2 (см. рис. 1) маяки теряются из поля зрения, что свидетельствует о попадании судна в аварийную ситуацию [1, 2].

К горизонтальному сканированию лазерных лучей добавляется вертикальное сканирование с заданной частотой для того, чтобы огни были видны из рубки судов разной высоты.

Лазерные створные маяки являются источником наиболее опасного — прямого — лазерного излучения. За время прохождения судна в зоне действия створа лазерный луч многократно "пробегаем" по сетчатке глаза судоводителя. Вместе с тем известно, что наибольшее негативное влияние лазерное излучение устройств, подобных ЛСМ, оказывает именно на глаза наблюдателя. Это влияние проявляется, в первую очередь, в термическом воздействии на сетчатку, следствием которого может быть ее ожог и частичная или полная потеря человеком зрения. Таким образом,

любое лазерное излучение может быть как безопасным и полезным для человека, так и нанести вред его здоровью. Существующий в настоящий время комплекс норм, основанный на знаниях свойств лазерного излучения и принципах его воздействия на организм человека, дает возможность провести четкую границу между опасным и безопасным лазерным излучением практически в любых случаях его применения — в том числе и в целях навигации.

Приведем обоснование методики исследования безопасности лазерного створа "Севастопольский" Калининградского морского канала, построенного на лазерных створных маяках "СКАЛС". Характеристики ЛСМ "СКАЛС", необходимые для оценки безопасности, приведены в таблице [3].

Основным документом, устанавливающим предельно допустимые уровни (ПДУ) лазерного излучения (указанные выше границы между безопасным и опасным излучением), являются Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров (СанПиН 5804—91) [4]. В соответствии с этим документом для определения предельно допустимых уровней воздействия используются энергетическая экспозиция H и облученность E , усредненные по ограничивающей апертуре.

Предельно допустимые уровни лазерного излучения устанавливаются для двух условий облучения — однократного (импульсного) и хронического (постоянного) для трех диапазонов длин волн: $180 < \lambda \leq 380$ нм (I), $380 < \lambda \leq 1400$ нм (II), $1400 < \lambda \leq 10^5$ нм (III). Длина излучения ЛСМ "СКАЛС" входит в диапазон II.

Характеристики ЛСМ «СКАЛС»

Длина волны излучения λ , нм	650
Расходимость лазерного излучения θ , рад	0,001
Мощность лазерного излучения одного модуля P_1 , Вт	0,016
Частота проблесков в зоне точного ориентирования f , c^{-1}	0,33
Частота вертикальной развертки ν , c^{-1}	250
Диаметр выходной апертуры излучателя d , см	0,5
Дальность действия ЛСМ D_2 , мили	3,861
Мертвая зона D_1 , мили	0,648
Длина зоны действия лазерного створа ΔD , мили	3,213
Время облучения глаз за один проблеск $t_{пр}$, мс	1,1

Под хроническим облучением (воздействием) следует понимать систематически повторяющееся воздействие, которому подвергаются люди, профессионально связанные с лазерным излучением [4].

Для определения предельно допустимых уровней $H_{\text{ПДУ}}$ и $E_{\text{ПДУ}}$ при воздействии на глаза лазерного излучения в диапазоне II производится по апертуре диаметром 7 мм (световой диаметр зрачка).

Наряду с энергетической экспозицией и облученностью нормируемыми параметрами являются также энергия W и мощность P излучения, прошедшего через указанную ограничивающую апертуру. Значения этих величин, соответствующие предельно допустимым уровням (то есть предельно допустимые значения) обозначаются $W_{\text{ПДУ}}$ и $P_{\text{ПДУ}}$ соответственно.

При оценке воздействия на глаза лазерного излучения в диапазоне II нормирование энергии и мощности лазерного излучения, прошедшего через ограничивающую апертуру диаметром 7 мм, является первостепенным.

Указанные выше энергетические параметры связаны соотношениями:

$$\begin{aligned} H_{\text{ПДУ}} &= W_{\text{ПДУ}}/s_a, \quad E_{\text{ПДУ}} = \\ &= P_{\text{ПДУ}}/s_a, \quad P_{\text{ПДУ}} = W_{\text{ПДУ}}/T, \end{aligned} \quad (1)$$

где s_a — площадь ограничивающей апертуры (площадь зрачка); T — продолжительность воздействия излучения.

Для выбора из СанПиН 5804—91 предельно допустимых значений необходимо знать продолжительность T воздействия лазерного излучения.

Мелькающий свет по мере увеличения частоты мельканий воспринимается как непрерывный. Этот переходный рубеж называется критической частотой слияния мельканий. Критическая частота не зависит от остроты зрения, рефракции, размера зрачка, но для центральной зоны сетчатки она выше, чем для периферии. Величина критической частоты слияния мельканий по различным оценкам составляет 35...60 Гц. Однако в ЛСМ частота вертикальной развертки составляет 250 Гц, следовательно, глаз человека воспринимает вспышку "слитно". Таким образом, продолжительность воздействия лазерного излучения на сетчатку глаза во время прохождения судна в зоне действия створа будет определяться формулой:

$$T = t_{\text{пр}} n = t_{\text{пр}} f = t_{\text{пр}} \Delta Df / V, \quad (2)$$

где n — количество проблесков, видимых судоводителем за время t прохода створа; V — скорость судна.

Расчеты по формуле (2) показывают, что продолжительность облучения при скорости судна от 2 до 7 узлов варьируется от 0,6 до 2,1 с. Однако СанПиН 5804—91 для длин волн $600 < \lambda \leq 750$ нм

предлагает в случае продолжительности воздействия менее 1 с использовать формулу для предельно допустимого значения энергии:

$$W_{\text{ПДУ}} = 1,2 \cdot 10^{-4} \sqrt[3]{T^2}, \quad (3)$$

а для продолжительности воздействия более 1 с — формулу для предельно допустимого значения мощности:

$$P_{\text{ПДУ}} = 1,2 \cdot 10^{-4} / \sqrt{T}. \quad (4)$$

Однако исходя из формулы (1), можно сделать вывод, что формулы (3) и (4) устанавливают одинаковые границы, просто используя при этом различные физические величины. Поэтому непосредственно для оценки безопасности лазерного излучения достаточно использовать только одну величину — энергетическую экспозицию, под которой следует понимать отношение энергии излучения, падающей на участок поверхности, к площади этого участка. Тогда, принимая $s_a = 0,38$ см², можно записать:

$$H_{\text{ПДУ}} = 3,6 \cdot 10^{-4} \sqrt[3]{T^2}. \quad (5)$$

Таким образом, первый этап оценки безопасности лазерного створа выполнен — определена формула для вычисления предельно допустимого значения энергетической экспозиции.

Для вычисления фактического значения контролируемой величины можно использовать формулу, представленную в работах [1, 3, 5]:

$$H_{\text{факт}} = \sum_{i=1}^n \frac{2cP_1T\tau^{(D_1+\Delta i)/185200}}{\pi(d + \Theta(D_1 + \Delta i))^2}, \quad (6)$$

где c — коэффициент, зависящий от того, по какому уровню интенсивности лазерного излучения определен угол расходимости лазерного излучения (для уровня 0,5 с = 2,8); Δ = V/f — расстояние, которое проходит судно между соседними проблесками, $i = 1, \dots, n$; τ — коэффициент прозрачности атмосферы.

Значения расстояний в формулу (6) подставляются в сантиметрах. Переходя в формуле (6) от сантиметров к милям, учитывая числовые значения характеристик ЛСМ "СКАЛС" и заметив, что $d \ll \Theta(D_1 + \Delta i)$, запишем:

$$\begin{aligned} H_{\text{факт}} &= \frac{2cP_1T}{3,43 \cdot 10^{10} \pi \Theta^2} \sum_{i=1}^n \frac{\tau^{(D_1+\Delta i)}}{(D_1 + \Delta i)^2} = \\ &= 8,32 \cdot 10^7 T \sum_{i=1}^n \frac{\tau^{(D_1+\Delta i)}}{(D_1 + \Delta i)^2}. \end{aligned} \quad (7)$$

Формулы (5) и (7) позволяют рассчитать допустимые и фактические значения энергетической экспозиции для различных скоростей судна и

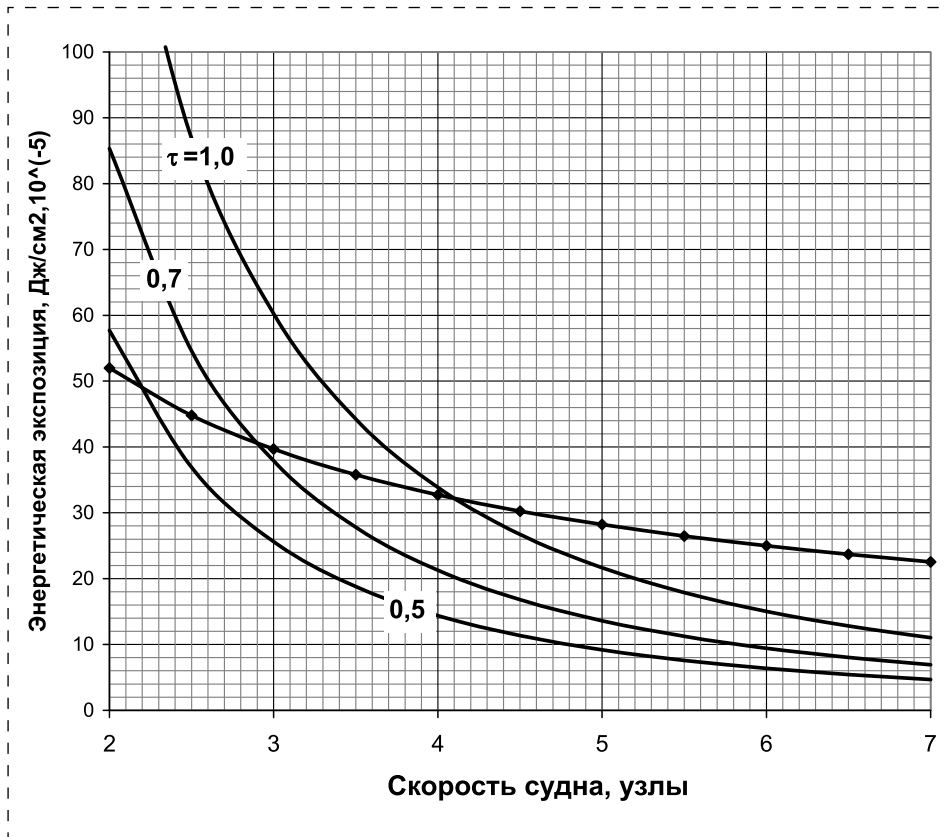


Рис. 3. График для оценки безопасности излучения лазерного створа

коэффициентов прозрачности атмосферы τ и построить соответствующие кривые. На рис. 3 представлены четыре такие кривые — для $\tau = 0,5; 0,7; 1,0$ и маркированная кривая допустимых значений. Любая из кривых может быть аппроксимирована с достаточной для практического использования точностью выражением:

$$H_{\text{факт}} = a(\tau) / V^2, \quad (8)$$

где $a(\tau)$ — коэффициент, зависящий от коэффициента прозрачности атмосферы.

Так, для $\tau = 0,7$ будет иметь место следующее выражение:

$$H_{\text{факт}}(\tau = 0,7) = 342,52 / V^2. \quad (9)$$

В свою очередь, коэффициент $a(\tau)$ можно также аппроксимировать полиномом второго порядка:

$$a(\tau) = 190,4\tau^2 + 336,44\tau + 15,39. \quad (10)$$

В итоге на основании формул (8) и (10) можно записать более простое, чем формула (7) выражение для энергетической экспозиции:

$$H_{\text{факт}}(\tau; V) = (190,4\tau^2 + 336,44\tau + 15,39) / V^2, \quad (11)$$

Точки пересечения кривых допустимых и фактического значений энергетической экспозиции дают возможность определить минимальную скорость судна, при которой излучение створа будет безопасным для судоводителя. Из рис. 3 видно, что при скорости следования судна более 4,1 узла вне зависимости от состояния атмосферы наблюдение судоводителем огней лазерного створа будет безопасным для его зрения. В ином случае (при меньшей скорости) требуется дополнительный анализ безопасности излучения, который можно провести как на основании графика на рис. 3, так и с использованием представленной на рис. 4 в виде сплошной линии зависимости минимально допустимой скорости судна от коэффициента прозрачности атмосферы. Для удобства эту кривую можно также аппроксимировать выражением:

$$V_{\text{min}} = 3,74\tau + 0,30. \quad (12)$$

Таким образом, при следовании судна со скоростью большей, чем определено для конкретных условий видимости по рис. 4 или по формуле (12), наблюдение огней лазерного створа только одним наблюдателем будет безопасно для его зрения (энергетическая экспозиция не превысит предельно допустимого значения). При иных скоростях для обеспечения безопасности одного наблюдателя в процессе следования судна по линии створа будет недостаточно. В некоторый момент времени энергетическая экспозиция превысит предельно допустимое значение, и наблюдателя необходимо будет сменить на нового.

Проанализируем эти неблагоприятные для зрения условия наблюдения огней, оценив расстояние и время, за которое "накапливается" энергетическая экспозиция, равная предельно допустимому значению.

Очевидно, что здесь существуют необходимость отдельно рассматривать две ситуации: "судно движется от огней" и "судно движется к огням" (рис. 5). В первом случае энергетическая экспозиция "накапливается" быстрее (за время t_1 , когда судно пройдет расстояние S_1), и здесь применима

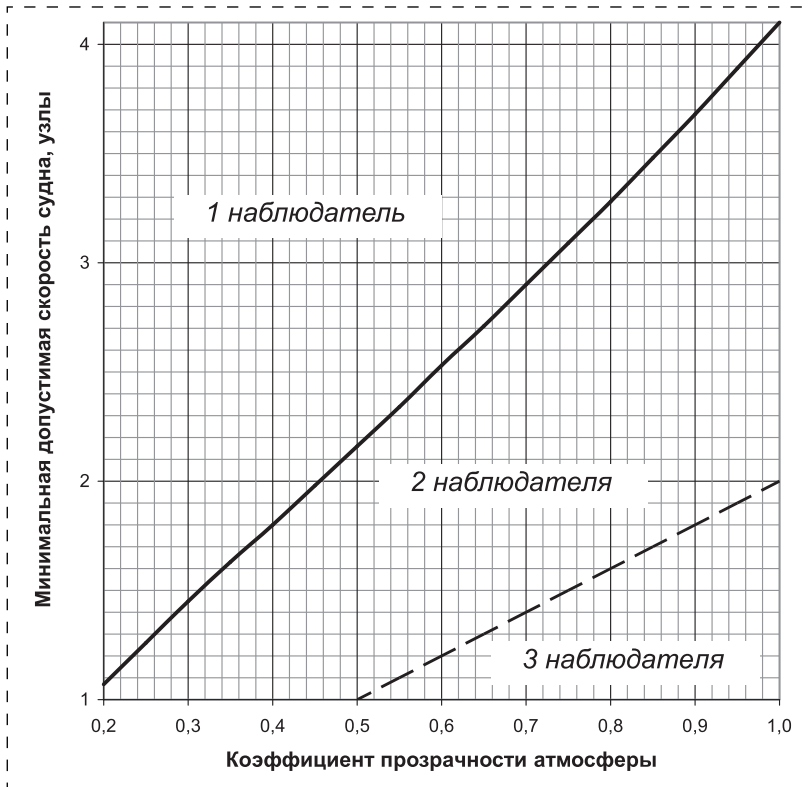


Рис. 4. Зависимость минимально допустимой скорости судна от коэффициента прозрачности атмосферы

формула (7). Во втором случае, когда время накопления равно t_2 , а судно пройдет расстояние S_2 — эту формулу необходимо привести к следующему виду:

$$H_{\text{факт}} = 8,32 \cdot 10^7 T \sum_{i=1}^n \frac{\tau^{(D_2 - \Delta i)}}{(D_2 - \Delta i)^2}. \quad (13)$$

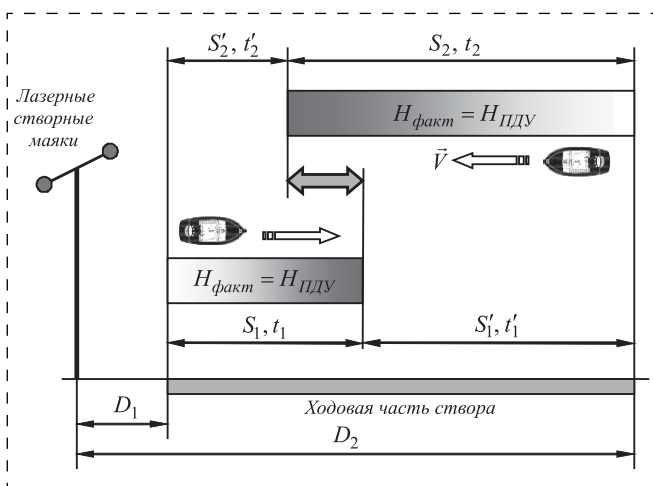


Рис. 5. Процесс накопления предельно допустимого значения энергетической экспозиции

В обоих случаях искомое расстояние (S_1 или S_2) будет определяться произведением Δi , являющимся решением трансцендентного уравнения, которое получается приравниванием правых частей формул (7) или (13) для фактического значения энергетической экспозиции и формулы (5) для его предельно допустимого значения. По расстоянию нетрудно будет определить и время (t_1 или t_2). Так, при скорости судна 3,0 узла и коэффициенте прозрачности атмосферы $\tau = 0,9$ (при котором минимальная скорость составляет 3,7 узла) значения времени t_1 и t_2 будут равны 37 и 61 мин соответственно при общем времени движения по створу $t = 64$ мин. Таким образом, при следовании судна от огней наблюдатель должен быть сменен не позднее, чем через 37 мин после выхода на линию створа, а при следовании к огням не позднее 61 мин.

Однако в рассматриваемой ситуации имеет значение не только момент времени, не позднее которого необходимо сменить наблюдателя для обеспечения безопасности его зрения. Из рис. 5 очевидно, что если смена наблюдателей при движении судна от огней произойдет

ранее, чем через промежуток времени t'_2 после выхода на линию створа, то предельно допустимая энергетическая экспозиция у второго наблюдателя "накопится" раньше, чем судно закончит свое движение по линии створа. Аналогично, при движении судна к огням смена наблюдателей не должна происходить ранее момента времени t'_1 .

Таким образом, смена наблюдателей должна происходить в некоторый момент времени $t_{\text{см}}$ после начала движения судна по линии створа, который должен удовлетворять следующим условиям: $t'_2 < t_{\text{см}1} < t_1$ — при движении судна от огней, и $t'_1 < t_{\text{см}2} < t_2$ — при движении судна к огням. Так, в приведенном выше примере имеем: $3 < t_{\text{см}1} < 37$ мин и $27 < t_{\text{см}2} < 61$ мин, где $3 = t - t_2$; $27 = t - t_1$. На рис. 5 указанные интервалы обозначены широкой затененной стрелкой.

Вместе с тем, при некоторых скоростях движения судна может иметь место ситуация, когда

$$t'_2 > t_1 (S'_2 > S_1), t'_1 > t_2 (S'_1 > S_2) \text{ и}$$

$$t_1 + t_2 < t (S_1 + S_2 < \Delta D).$$

В таком случае, когда бы не произошла смена наблюдателей, энергетическая экспозиция для одного из них превысит предельно допустимый уровень. Таким образом, потребуется сменить со временем и второго наблюдателя, то есть возникает



необходимость в третьем наблюдателе. Для оценки критических с позиции недостаточности двух наблюдателей соотношений скорости судна и коэффициента прозрачности атмосферы рассчитана и построена кривая, изображенная на рис. 4 в виде пунктирной линии. Это кривая легко аппроксимируется выражением $V_{\min 1} = 2\tau$.

Так, при коэффициенте прозрачности атмосферы $\tau = 0,9$ третий наблюдатель потребуется в случае, если скорость судна будет меньше 1,8 узла, то есть при таких скоростях судна второй наблюдатель во избежание вреда его зрению в некоторый момент времени должен быть также заменен.

Вместе с тем, необходимо заметить, что последняя часть исследования, касающаяся выявления необходимости привлечения третьего сменного наблюдателя, носит строго теоретический характер. Этот вывод обусловлен продолжительным мониторингом движения судов по прямолинейному участку Калининградского морского канала, который обеспечен лазерным створом "Севастопольский". В результате мониторинга установлено, что большинство судов следуют по створу со скоростью 7...10 узлов, очень редко со скоростью 3...4 узла, а меньшие скорости для исследуемой акватории являющиеся нонсенсом. Это в контексте настоящего исследования означает, что излучение лазерных маяков "СКАЛС" Калининградского морского канала является практически безопасным для зрения осуществляющего проводку судоводителя. Редкие, но встречающиеся исключения (при скорости

судна менее 4,1 узла) могут быть идентифицированы при помощи графика на рис. 4, а потенциальный вред зрению судоводителя предупрежден привлечением второго наблюдателя.

Рассмотренная методика исследования безопасности лазерного створного маяка по своей сути является универсальной. Она позволяет оценить и проанализировать ограничения в эксплуатации действующих и проектируемых лазерных навигационных створов, накладываемые негативным влиянием лазерного излучения на зрение судоводителя.

Список литературы

1. **Ермаков С. В.** Использование лазерных технологий при проводке судов: Учебное пособие. — Калининград: БГАРФ, 2014. — 149 с.
2. **Савельев В. Г., Кольчев А. М., Поведин А. П.** Способ проводки морских и речных судов по заданной траектории. Пат. № 2302357 РФ МПК В63В 51/02. Заявка № 2005119519/11; Заявл. 24.06.2005; Опубл. 10.07.2007; Бюл. № 19, 5 с., 2006.
3. **Хина А. А.** Безопасность и надежность лазерного створного маяка для эксплуатации на подходах к морским портам: дис. ... канд. техн. наук. Московская государственная академия водного транспорта. — М., 2012. — 170 с.
4. **СанПиН 5804—91.** Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров.
5. **Установка лазерного створного маяка (ЛСМ) "СКАЛС", створ "Севастопольский", 3-е колено Калининградского морского канала. Рабочая документация (технологические решения по установке и эксплуатации ЛСМ).** ЛАТС.433784.004 ПЗ. — М.: ООО "Лазинтех", 2008. — 285 с.

S. V. Ermakov, Senior Lecturer, e-mail: esv.klgd@mail.ru, Baltic Fishing Fleet State Academy of Kaliningrad State Technical University

Safety Assessment of the Laser Leading Lights Radiation

The aim of the research is to substantiate the methodology of assessment of the laser leading lights safety for navigators vision.

The following tasks have been solved: the place of laser transit in system of seas navigation equipment was analyzed, principles of construction and operation of laser transit based laser leading beacons "SKALS" were examined, evaluation criteria and an algorithm for determining its actual and observed values were justified, evaluation diagrams were built.

Radiant exposure as the main quantitative criterion to assess the effect of laser radiation of laser leading lights was justified. The formula for the calculation of its critical (maximum permissible) value set by the sanitary norms and regulations and includes only one argument — the duration of the effects of radiation on the retina of observer.

To calculate the actual (observed) values of the radiant exposure is simplified and used well-known formula, in which the value of the criterion set depending on the characteristics of the laser transit, the atmosphere and the parameters of the vessels movement.

As a result, for the safety assessment of the radiation laser beacons "SKALS" (Sevastopolskiy transit of Kaliningrad Sea Canal) diagramm was designed. It is cumulative curves of depending on the actual and maximum permissible radiant exposure from the ship's speed. Also graph, allowing for a known specific atmospheric transparency coefficient to evaluate by vessels speed the laser leading lights safety for navigators vision.

The presented method allows to construct estimated diagrams and analyze the constraints in the operation of any existing and projected laser transits imposed by the negative impact of laser radiation on the vision of the navigator.

Keywords: laser transit, laser leading lights, safety of radiation, methodology of assessment, radiant exposure, permissible speed of vessel

References

1. **Ermakov S. V.** Ispol'zovanie lazernyh tehnologij pri provodke sudov: Uchebnoe posobie. Kaliningrad: BGARF, 2014. 149 p.
2. **Savel'ev V. G., Kolychev A. M., Povadin A. P.** Sposob provodki morskikh i rechnyh sudov po zadannoj traektorii. Pat. № 2302357 RF MPK V63B 51/02. Zajavka № 2005119519/11; Zajavl. 24.06.2005; Opubl. 10.07.2007; Bjul. № 19, 5 p., 2006.
3. **Hina A. A.** Bezopasnost' i nadjozhnost' lazernogo stvornogo majaka dlja jekspluatacii na podhodah k morskim portam:

dis. na soisk. uch. st. kand. tehn. nauk. Moskovskaja gosudarstvennaja akademija vodnogo transporta. M., 2012. 170 p.

4. **SanPiN 5804—91.** Sanitarnye normy i pravila ustrojstva i jekspluatacii lazerov.
5. **Ustanovka** lazernogo stvornogo majaka (LSM) "SKALS", stvor "Seva-stopol'skij", 3-e koleno Kaliningradskogo morskogo kanala. Rabochaja do-kumentacija (tehnologicheskie reshenija po ustanovke i jekspluatacii LSM). LATS.433784.004 PZ. M.: ООО "Lazinteh", 2008. 285 p.

УДК 378

А. В. Соловьев, д-р мед. наук, проф., **Л. И. Сыромятникова**, канд. пед. наук, доц. кафедры, e-mail:liliadok@yandex.ru, **М. С. Матусевич**, канд. пед. наук, доц. кафедры, Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург

Укачивание как фактор производственного риска лиц операторского профиля

Отмечено, что повышение качества медицинского обеспечения специалистов, подвергающихся действию ускорений, неразрывно связано с необходимостью постоянного внедрения в практику современных достижений науки о человеке и, в частности, данных о психофизиологических и социально-психологических его особенностях. Показано, что при полетах, плавании в открытом море, во время езды на транспорте по неровной местности может возникать болезнь движения. Применительно к деятельности лиц операторского профиля важным элементом здоровья выступает такое его свойство, как устойчивость к укачиванию. При этом в экстремальных ситуациях существенным признаком успешной деятельности служит сохранение профессиональной работоспособности. Именно такая задача ставится в деле профессионального отбора указанных специалистов путем применения психодиагностических методик, обеспечивающих получение более полных и объективных данных по сравнению с другими, используемыми в настоящее время методическими приемами, необходимыми для прогноза профессиональной эффективности и оценки психических свойств личности.

Ключевые слова: укачивание, болезнь движения, профессиональный риск, профессиональный отбор, методы оценки, психофизиологическая адаптация человека, ускорение Кориолиса, знакопеременное ускорение

Современные виды транспорта снабжены автоматизированными системами и сложной аппаратурой. Последняя изменила характер труда летчиков, моряков, водителей автотранспорта, приблизив его к деятельности оператора. Значительно возросла нагрузка на центральную нервную систему, анализаторы и организм в целом. Это привело к росту нервно-психического напряжения специалистов этих профилей. Поэтому

оправдана необходимость при профессиональном отборе оценивать нервно-психическую устойчивость и прогнозировать степень напряженности у кандидатов на обучение тем или иным операторским специальностям [1].

Совершенствование средств транспорта, развитие авиации и космонавтики требуют проведения более тщательного отбора операторов движущихся устройств с целью их наименьшей



подверженности укачиванию. В настоящее время среди лиц, специально отобранных и подготовленных к выполнению своих функциональных обязанностей в условиях длительного действия ускорений, развитие болезни движения (БД) в той или иной форме наблюдается в среднем в 15 % случаев (у моряков от 5 до 20 %, у летчиков от 1 до 11 %, у космонавтов от 30 до 50 %). Болезнь движения — это обобщающий термин, включающий такие понятия, как кинетоз, укачивание, автомобильная, морская, воздушная, железнодорожная болезнь. По определению английского исследователя Бенсона (1984), болезнь движения "является нормальной реакцией здорового человека, не имеющего каких-либо органических или функциональных нарушений, на воздействие непривычного вида движений определенной интенсивности и длительности.

Изучение общих закономерностей в физиологических реакциях организма и биохимических сдвигах, вызванных укачиванием, позволило их рассматривать как реакцию типа "стресс" [2]. По своей значимости "стресс-реакция" — это, по существу, реакция адаптации к чрезвычайным условиям [3, 4]. По механизмам развития болезнь движения можно определить как болезнь адаптации. Любое пассивное перемещение организма формирует для него неадекватную среду не по отношению к вестибулярному рецептору, а по отношению к системе и всему организму. Наступает их дезадаптация, в результате развивается дисфункция системы, которая, в свою очередь, приводит к развитию адаптационных процессов [5—7].

Изучение адаптации у человека совершенно невозможно без учета ее психического уровня, который является ведущим и в большой мере интегрирует другие уровни. Большое значение имеет способность аперцептировать и даже прогнозировать будущее развитие событий, изменений во внешней среде.

Психофизиологическая адаптация представляет собой динамический процесс, при котором поведение и опыт, приобретенный ранее, включаются в ответную реакцию на средовые изменения таким образом, что происходит мотивационно обусловленная выборка: изменения, служащие необходимой цели, усиливаются, противостоящие ей — ослабляются, редуцируются.

Анализ начальных проявлений нарушений психофизиологической адаптации затруднен без введения понятия адаптивной нормы. Адаптивная норма индивидуальна для каждого человека, она является функционально-динамическим образованием, заключающем в себе потенциальные возможности реагирования, отражает особенности, связанные с конституционально-генетическими

признаками [8], влияние социальных факторов, воздействие факторов окружающей среды. В работе [6] отмечается, что характер ответных реакций на раздражение вестибулярного аппарата носит индивидуальные черты. В одних случаях организм в состоянии отвечать компенсаторной реакцией, в других же наступает декомпенсация с бурной вестибуло-вегетативной симптоматикой. Отсюда принято делить всех людей, подвергающихся кумулятивному действию ускорения, на "укачиваемых" и "неукачиваемых". Симптомкомплекс укачивания может быть объяснен как явление рассогласования в гомеостатических системах организма, вследствие чего затрудняются активные компенсаторные реакции. С общебиологических позиций вестибулярное раздражение, ведущее к симптомокомплексу укачивания, является стрессовым фактором, вызывающим соответствующие ответные реакции [9].

Закономерен интерес исследователей к психофизиологическим механизмам адаптации к укачиванию. Механизмы адаптации обеспечивают возможность существования организма в постоянно меняющихся условиях внешней среды. Неадекватная, поверхностная оценка соответствия психосоматического адаптивного потенциала конкретного человека и предстоящих во время любого вида деятельности психологических, физических и интеллектуальных нагрузок вызывает расстройство здоровья. Это диктует необходимость разработки новых методических подходов в целях профессионального отбора лиц, работающих в условиях воздействия знакопеременных ускорений [10].

Для объективной оценки устойчивости человека к укачиванию, выявления ее скрытых форм предложены методы кумуляции ускорений Кориолиса (G. G. Coriolis). Ускорение Кориолиса — это ускорение, возникающее при воздействии на тело силы, вызывающей равномерное вращение и обуславливающей линейное перемещение тела по отношению к оси вращения. Характер ответных реакций на действие знакопеременных ускорений носит индивидуальные черты. В одних случаях организм в состоянии отвечать адаптивной реакцией, в других же наступает декомпенсация с бурной вестибуло-вегетативной симптоматикой. До настоящего времени остаются недостаточно выясненными особенности эмоционально-волевой сферы у лиц с различной адаптоспособностью статокINETической системы.

Особое место в изучении прикладных задач профессионального отбора лиц, подвергающихся действию ускорений Кориолиса, занимает разработка методов моделирования болезни движения.

Экспериментальные исследования последних лет свидетельствуют об эффективности использования с этой целью длительной вестибулярной стимуляции. Одной из таких моделей является вращение человека на центрифуге.

Центральной задачей данной работы явился анализ психофизиологической адаптации лиц, различно реагирующих на действие знакопеременных ускорений. Для решения поставленной задачи нами обследовано 220 практически здоровых молодых людей в возрасте от 20 до 23 лет, не имеющих психической и соматической патологий. Исследования проводились в строго определенное время суток в помещении с постоянной температурой воздуха и освещенностью, не ранее чем через два часа после приема пищи.

Важнейшим этапом работы явилось изучение личностных особенностей и процессов психофизиологической адаптации у лиц с различной устойчивостью к действию ускорений Кориолиса. Для этого использовался Миннесотский многопрофильный личностный опросник.

На втором этапе исследования испытуемых подвергали вестибулярной нагрузке в медленно вращающейся комнате, представляющей собой круглое помещение диаметром 4 м и высотой 2 м. Вращение производилось со скоростью 15 об/мин (0,5g). При постоянной скорости вращения после короткой адаптации испытуемые обычно не ощущают движения. По специальной команде, которая подавалась с помощью микрофона, обследуемые совершали движения головой от правого плеча к левому в течение всего периода вращения. Испытуемые находились в положении сидя на периферии вращающейся комнаты-платформы. Орган зрения выключался с помощью повязок и непрозрачных очков. Для ослабления тактильных ощущений испытуемые обкладывались поролоновыми подушками.

Контроль за самочувствием обследуемых проводился при помощи телекамер, установленных внутри вращающейся комнаты-стенда. Стандартные движения головой на фоне равномерного движения центрифуги повторялись до тех пор, пока у испытуемых не появлялись симптомы

укачивания: побледнение, холодный пот, повышенная саливация, выраженная тошнота. В каждом эксперименте у всех испытуемых фиксировалось время от начала движения центрифуги до момента развития симптомокомплекса укачивания.

Распределение испытуемых по степени устойчивости к воздействию ускорений Кориолиса в опыте на центрифуге было следующим: первая группа обследуемых лиц с низкой степенью устойчивости, у которых вегетативные реакции появились в первые 5 мин пребывания в центрифуге (95 человек — 43 %); вторая со средней степенью устойчивости, у которых симптомы укачивания появились в период от 5 до 10 мин (49 человек — 22 %) и третья группа с высокой степенью устойчивости к воздействию знакопеременных ускорений, которые перенесли кумуляцию ускорений Кориолиса в течение 15 мин без каких-либо визуально определяемых вегетативных реакций (76 человек — 35 %).

Личностные особенности обследованных с различной степенью устойчивости к укачиванию изучались с помощью Миннесотского многопрофильного личностного опросника (ММРІ). Состав факторов обследованных лиц с различной устойчивостью к укачиванию представлен в таблице.

В результате факторного анализа данных ММРІ в группе лиц с **низкой степенью устойчивости** к действию знакопеременных ускорений из 14 переменных выделено три фактора, объясняющих дисперсию показателей на 73,6 %.

В состав *первого фактора* вошли показатели шкал психопатии, тревожности, шизофрении, паранойи, психастении, мужественности-женственности, ипохондрии, истерии (положительная корреляционная связь с фактором) и коррекции (отрицательная корреляционная связь с фактором). Так как наиболее сильная корреляционная связь с фактором выявлена по шкалам психопатии ($r = 0,84$) и тревожности ($r = 0,81$), то его обозначили как фактор "Личностной дезадаптации", объясняющий дисперсию показателей на 36,87 % и связанный со снижением тормозных процессов в центральной нервной системе.

Факторы адаптации, выявленные тестом ММРІ у лиц с различной степенью устойчивости к укачиванию

Фактор	Название фактора в зависимости от степени устойчивости к укачиванию		
	Низкая	Средняя	Высокая
Первый	Личностной дезадаптации	Личностной дезадаптации	Личностной дезадаптации
Второй	Эмоциональной неустойчивости	Личностной адаптации	Эмоциональной лабильности
Третий	Эмоциональной инертности	Эмоциональной инертности	Эмоциональной инертности
Четвертый	—	—	Вестибулярной устойчивости

В состав *второго фактора* вошли показатели истерии, ипохондрии, искренности, коррекции и депрессии (положительная корреляционная связь с фактором). Наиболее сильная корреляционная связь с фактором выявлена по шкале истерии ($r = 0,84$), поэтому его обозначили как фактор "Эмоциональной неустойчивости", объясняющий дисперсию показателей на 17,04 %.

В состав *третьего фактора* вошли показатели социальной интроверсии, депрессии, психастении и шизофрении (отрицательная корреляционная связь с фактором), а также гипомании (положительная корреляционная связь с фактором). Так как наиболее сильная отрицательная корреляционная связь с фактором выявлена по шкалам социальной интроверсии ($r = -0,89$) и депрессии ($r = 0,77$), его обозначили как фактор "Эмоциональной инертности", объясняющий дисперсию показателей на 11,74 %.

Факторный анализ показателей шкал теста ММРІ, полученных в группе лиц, проявивших среднюю степень устойчивости к укачиванию, выявил статистически значимые различия средних значений между группами лиц, проявивших низкую и среднюю степень устойчивости к укачиванию, по шкале искренности ($46,85 \pm 1,51$ и $54,04 \pm 2,82$ соответственно) и депрессии ($47,56 \pm 1,49$ и $44,96 \pm 1,64$ соответственно) ($p < 0,05$).

В группе лиц со **средней степенью устойчивости** к действию знакопеременных ускорений из 14 переменных выделено три фактора, объясняющих дисперсию показателей на 73,68 %.

В состав *первого фактора* вошли показатели психопатии, ипохондрии, шизофрении, психастении, истерии, искренности, паранойи, тревожности, коррекции и депрессии (положительная корреляционная связь с фактором). Так как наиболее сильная корреляционная связь с фактором выявлена по шкалам психопатии ($r = 0,90$), ипохондрии ($r = 0,89$) и шизофрении ($r = 0,84$), то его обозначили как фактор "Личностной дезадаптации", объясняющий дисперсию показателей на 44,04 % и связанный с балансом тормозных и возбуждающих процессов в центральной нервной системе.

В состав *второго фактора* вошли показатели коррекции (положительная корреляционная связь с фактором), тревожности, паранойи и гипомании (отрицательная корреляционная связь с фактором). Наиболее сильная корреляционная связь с фактором выявлена по шкалам коррекции ($r = 0,80$) и тревожности ($r = -0,79$), поэтому его обозначили как фактор "Личностной адаптации", объясняющий дисперсию показателей на 16,74 %.

В состав *третьего фактора* вошли показатели социальной интроверсии, мужественности-женст-

венности, депрессии (отрицательная корреляционная связь с фактором), а также гипомании (положительная корреляционная связь с фактором). Наиболее сильная отрицательная корреляционная связь с фактором выявлена по шкалам социальной интроверсии ($r = -0,79$), мужественности-женственности ($r = -0,79$) и депрессии ($r = -0,72$), поэтому его обозначили как фактор "Эмоциональной инертности", объясняющий дисперсию показателей на 12,90 %.

Факторный анализ показателей теста ММРІ выявил статистически значимые различия средних значений в группах лиц, проявивших низкую и высокую степени устойчивости к укачиванию, по шкалам тревожности ($54,18 \pm 2,09$, $50,31 \pm 1,67$ соответственно), коррекции ($56,10 \pm 1,60$, $50,31 \pm 1,67$ соответственно) и мужественности-женственности ($56,54 \pm 2,25$, $52,49 \pm 1,52$ соответственно) ($p < 0,05$). Между группами лиц, проявивших среднюю и высокую степени устойчивости к укачиванию, статистически значимые различия средних значений выявлены по шкалам депрессии ($44,96 \pm 1,64$, $47,18 \pm 1,22$ соответственно) и мужественности-женственности ($56,38 \pm 2,59$, $52,49 \pm 1,52$ соответственно) ($p < 0,05$).

В группе лиц, проявивших **высокую степень устойчивости** к действию знакопеременных ускорений из 14 переменных выделено четыре фактора, объясняющих дисперсию показателей на 71,38 %.

В состав *первого фактора* вошли показатели психастении, социальной интроверсии, шизофрении, депрессии, тревожности, (положительная корреляционная связь с фактором). Так как наиболее сильная корреляционная связь с фактором выявлена по шкалам психастении ($r = 0,85$), социальной интроверсии ($r = 0,85$) и шизофрении ($r = 0,84$), то его обозначили как фактор "Личностной дезадаптации", объясняющий дисперсию показателей на 26,32 % и связанный с преобладанием тормозных процессов в центральной нервной системе. Кроме того, сила корреляционных связей между показателями носила более жесткий характер по сравнению с первой и второй группами обследуемых лиц, что говорит о повышенных адаптивных способностях личности к различным факторам внешней среды, в том числе и к укачиванию.

В состав *второго фактора* вошли показатели ипохондрии, коррекции, истерии, искренности, паранойи, депрессии, психопатии (положительная корреляционная связь с фактором). Наиболее сильная корреляционная связь с фактором выявлена по шкалам ипохондрии ($r = 0,83$), коррекции ($r = 0,80$) и истерии ($0,77$), поэтому его

обозначили как фактор "Эмоциональной лабильности", объясняющий дисперсию показателей на 21,36 %.

В состав *третьего фактора* вошли показатели гипомании, психопатии, истерии (положительная корреляционная связь с фактором). Наиболее сильная корреляционная связь с фактором выявлена по шкалам гипомании ($r = 0,87$) и психопатии ($r = 0,84$), поэтому его обозначили как фактор "Эмоциональной инертности", объясняющий дисперсию показателей на 13,03 %.

Четвертый фактор составили показатели шкал искренности, вестибулярной устойчивости, мужественности-женственности (положительная корреляционная связь с фактором), паранойи (отрицательная корреляционная связь с фактором). Наиболее сильная корреляционная связь с фактором выявлена по шкале вестибулярной устойчивости ($r = 0,79$), поэтому его обозначили как фактор "Вестибулярной устойчивости", объясняющий дисперсию показателей на 10,67 %.

Процессы дезадаптации вестибулярной сенсорной системы по данным оценки личностных свойств тестом ММРІ для лиц, проявивших низкую степень устойчивости к воздействию ускорений Кориолиса, определяются факторами "Личностной дезадаптации" (доминирующие шкалы психопатии и тревожности — положительная корреляционная связь с фактором), "Эмоциональной неустойчивости" (ведущая шкала истерии — положительная корреляционная связь с фактором). И только фактор "Эмоциональной инертности" (доминирующая шкала социальной интроверсии — отрицательная корреляционная связь с фактором и депрессии — положительная корреляционная связь с фактором) вносит вклад в психофизиологическую адаптацию. Лица этой группы характеризуются относительной слабостью возбудительных процессов, нерешительностью, быстрой истощаемостью защитных механизмов, с трудом опираются на предшествующий опыт, в связи с этим склонны действовать неадекватно в экстремальных ситуациях. У них обострено чувство дискомфорта и тревоги.

Фактор "Личностной дезадаптации" определил процессы дезадаптации среди обследованных лиц, проявивших среднюю степень устойчивости к воздействию ускорений Кориолиса, тогда как вновь появившийся фактор "Личностной адаптации" (доминирующая шкала коррекции — положительная корреляционная связь с фактором и тревожности — отрицательная корреляционная связь с фактором) и уже известный нам фактор "Эмоциональной инертности" определили процессы адаптации. Факторы, определяющие процессы адаптации/дезадаптации в этой группе,

примерно одинаковы и испытуемые могут оказаться как в группе с низкой, так и в группе с высокой степенью устойчивости к укачиванию, что не позволяет качественно проводить профессиональный отбор специалистов, связанных по роду своей деятельности с действием ускорений, среди лиц, отнесенных к этой группе.

Фактор "Личностной дезадаптации" определил процессы дезадаптации среди обследованных лиц, проявивших высокую степень устойчивости к укачиванию. Процессы психофизиологической адаптации определились новыми факторами "Эмоциональной лабильности" (доминирующие шкалы ипохондрии, коррекции и истерии — положительная корреляционная связь с фактором), "Эмоциональной инертности" (доминирующие шкалы гипомании, психопатии — положительная корреляционная связь с фактором), "Вестибулярной устойчивости" (наиболее сильная положительная корреляционная связь со шкалой вестибулярной устойчивости).

Факторы, определяющие психофизиологическую адаптацию лиц этой группы к укачиванию, превосходят факторы, определяющие процессы дезадаптации. Обследуемые этой группы, проявившие высокую степень устойчивости к укачиванию, эмоционально стабильны, уравновешены, способны адекватно мобилизовать защитные механизмы.

Анализируя полученные данные, необходимо отметить, что количество корреляционных связей между показателями в группе лиц, проявивших высокую степень устойчивости к укачиванию, больше по сравнению с группами обследованных, проявивших низкую и среднюю степени устойчивости. Это дает право предположить, что толерантность к воздействию ускорений Кориолиса возрастает за счет определяющих эти связи эмоциональных факторов. В целом, проявление эмоций повышает адаптивные способности личности к различным факторам внешней среды, в том числе и к укачиванию.

Таким образом, результаты исследований, полученные с помощью теста ММРІ, раскрывают процессы психофизиологической адаптации лиц, проявляющих различную степень устойчивости к укачиванию, расширяют представления об укачивании, определяют принципиально новые подходы к проблеме профессионального отбора специалистов, подвергающихся действию ускорений. Использование специальных психодиагностических методик — необходимое условие для выявления лиц, имеющих индивидуально-психологические качества, препятствующие работе оператора в условиях действия ускорений Кориолиса.



Список литературы

1. **Русак О. Н.** Проблема охраны труда в современной России // Вестник НЦБЖД. — 2012. — № 1. — С. 19–24.
2. **Медведев В. И.** Устойчивость физиологических и психологических функций человека при действии экстремальных факторов. — Л.: Наука, 1982.
3. **Говорун М. И., Соловьев А. В., Голованов А. Е.** Конституциональные аспекты устойчивости человека к укачиванию // Российская оториноларингология. — 2007. — № 6. — С. 51–54.
4. **Глазников Л. А.** Патогенетический подход к разработке средств и методов повышения статокINETической устойчивости операторов авиакосмического профиля // Вестник оториноларингологии. — 2012. — № 4. — С. 33–36.
5. **Лукьянова Н. Ф.** Комплексная оценка индивидуальных психофизиологических особенностей летного состава при
- врачебно-лётной экспертизе // Военно-медицинский журнал. — 1980. — № 2. — С. 56–58.
6. **Янов Ю. К., Новиков В. С., Герасимов К. В.** Начала системного анализа в клинической и экспериментальной вестибулологии. — СПб.: Наука 1997.
7. **Гримак Л. П.** Психические состояния летчиков и формы их проявления в полете // Военно-медицинский журнал. — 1971. — № 5. — С. 72–76.
8. **Плахов Н. Н.** К оценке функциональных резервов организма // Военно-медицинский журнал. — 1987. — № 308. — С. 38–39.
9. **Плахов Н. Н., Тепина Л. Г.** Влияние микроклимата на адаптацию моряков при плавании в низких широтах. Военно-медицинский журнал. — 1988. — № 309. — С. 51–53.
10. **Ломов О. П., Плахов Н. Н.** Гематологические критерии тепловой адаптации организма моряков // Военно-медицинский журнал. — 1985. — № 306. — С. 50–53.

A. V. Solov'ev, Professor, **L. I. Syromiatnikova**, Associate Professor, e-mail: liliadok@yandex.ru, **M. S. Matusевич**; Associate Professor, Russian State Pedagogical University A. I. Herzen, St. Petersburg

Motion Sickness as a Factor of Production Risk Profile of Individual Carrier

Improving the quality of medical care professionals, subjected to the action of accelerations, is inextricably linked with the need for continued implementation in practice of modern scientific achievements of the person and, in particular, data on the psycho-physiological and socio-psychological its features. With the development of technology and increases the intensity of the body acting on the vestibular stimuli. When flying, swimming in the open sea, while riding on a truck over rough terrain may occur motion sickness. With respect to activities of persons carrier profile an important element of health advocates is his property, as resistance to motion sickness. In the extreme cases, an essential feature of successful activities is the preservation of professional performance. Such task is placed in the professional selection of these professionals through the application of diagnostics instruments. This procedure provides more complete and objective data compared with other currently used instructional techniques necessary to forecast and evaluate the effectiveness of professional psychic personality traits.

Keywords: motion sickness, motion sickness, professional risk, professional selection, evaluation methods, psychophysiological human adaptation, the Coriolis acceleration

Reference

1. **Rusak O. N.** Problema ohrany truda v sovremennoj Rossi. *Vestnik NCBZhD*. 2012. № 1. P. 19–24.
2. **Medvedev V. I.** Ustojchivost' fiziologicheskikh i psihologicheskikh funkcij cheloveka pri dejstvii jekstremal'nyh faktorov. L.: Nauka, 1982.
3. **Govorun M. I., Solov'ev A. V., Golovanov A. E.** Konstitucional'nye aspekty ustojchivosti cheloveka k ukachivaniju. *Rossijskaja otorinolaringologija*. 2007. № 6. P. 51–54.
4. **Glaznikov L. A.** Patogeneticheskij podhod k razrabotke sredstv i metodov povyshenija statokineticheskoy ustojchivosti operatorov aviakosmicheskogo profilja. *Vestnik otorinolaringologii*. 2012. № 4. P. 33–36.
5. **Luk'janova N. F.** Kompleksnaja ocenka individual'no-psihologicheskikh osobennostej letnogo sostava pri vrachebno-
- letnoj jekspertize. *Voenno-medicinskij zhurnal*. 1980. № 2. P. 56–58.
6. **Janov Ju. K., Novikov V. S., Gerasimov K. V.** Nachala sistemnogo analiza v klinicheskoy i jekspperimental'noj vestibulologii. SPb.: Nauka 1997.
7. **Grimak L. P.** Psihicheskie sostojanija letchikov i formy ih pojavlenija v polete. *Voenno-medicinskij zhurnal*. 1971. № 5. P. 72–76.
8. **Plahov N. N.** K ocenke funkcional'nyh rezervov organizma. *Voenno-medicinskij zhurnal*. 1987. № 308. P. 38–39.
9. **Plahov N. N., Tepina L. G.** Vlijanie mikroklimata na adaptaciju morjakov pri plavanii v nizkih shirotah. *Voenno-medicinskij zhurnal*. 1988. № 309. P. 51–53.
10. **Lomov O. P., Plahov N. N.** Gematologicheskie kriterii teplovoj adaptacii organizma morjakov. *Voenno-medicinskij zhurnal*. 1985. № 306. P. 50–53.

УДК 66

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

Влияние на биоту хлорорганических соединений, образуемых при хлорировании сточной и водопроводной воды

В статье дана характеристика хлорорганических соединений, образуемых при взаимодействиях хлора и органических загрязнений, присутствующих в воде водоемов. Представлены результаты исследований промышленных сточных вод химического предприятия после хлорирования, проведенных группой специалистов. Приведены данные, характеризующие устойчивость хлорорганических соединений, их токсические и мутагенные свойства.

Ключевые слова: хлор, хлорорганические соединения, обеззараживание, токсичность, мутагенность, сточная вода, исследования, контрольная проба, тест-объекты, патогенная микрофлора, способы, органические вещества

Для обеззараживания сточной и питьевой воды, содержащей патогенную микрофлору, применяются химические, физические, физико-химические способы.

Наибольшее распространение в промышленности и коммунальном хозяйстве РФ и других стран для обеззараживания получили химические способы, в частности хлорирование (например, в США 98,6 % питьевой воды подвергается хлорированию).

Хлор при растворении в воде быстро гидролизуется по реакции:



При температуре 18 °С продолжительность этой реакции составляет менее 1 с [1]. Активным ингредиентом, образующимся в воде при этой реакции, является хлорноватистая кислота (HClO), которая частично диссоциирует:



В зависимости от значений величины pH, температуры, хлоропоглощаемости исходной воды и концентрации хлора присутствует в воде в виде свободного газообразного хлора, хлорноватистой кислоты или иона гипохлорита. Хлор является сильным окислителем, который вступает в реакцию с органическими веществами, включая аминокислоты, белки, проникает через клеточную мембрану и угнетает ферментную систему живой клетки.

По данным специалистов, концентрация хлорорганических соединений (ХОС) в воде

водоемов в период интенсивного цветения достигает 14,5...15,3 мг/л и даже пятиминутное кипячение воды уменьшает концентрацию лишь на 13 %.

При взаимодействии фенола, содержащегося как в сточной воде, так и в природных водоемах, образуются хлорфенольные соединения — *диоксины* — особо опасные яды даже в микроскопически малых концентрациях. Диоксины — биологически активные хлорорганические токсичные соединения, имеющие ПДК на уровне тысячных мг/л, воздействуют на популяцию рыб, фито- и зоопланктон, зообентос и нарушающие процесс самоочищения водоемов.

Образующиеся при хлорировании хлорорганические соединения обладают, по данным многочисленных российских и зарубежных исследователей, высокой токсичностью, мутагенностью и канцерогенностью, способны аккумулироваться в донных отложениях, тканях гидробионтов и, в конечном счете, по трофическим цепям попадать в организм человека [2]. Эти соединения обладают высокой стойкостью к биодеструкции и вызывают загрязнение рек на значительных расстояниях вниз по течению. Оценка по индексу токсичности для дафний показала, что хлорированная вода является остротоксичной для этих тест-объектов [2].

Воздействие даже низких концентраций хлора (на уровне 0,01 мг/л) снижает на 50...100 % способность фитопланктона поверхностных водоисточников усваивать нитратный и аммонийный азот в результате инактивации ферментов, отвечающих за усвоение неорганического азота, что



Таблица 1

ХОС, образующиеся при хлорировании, мг/л	Концентрация ХОС, мг/л						
	при первоначальной концентрации хлора, мг/л			при дозе остаточного хлора, мг/л			
	5	8	10	1,5	1,0	0,5	0
Хлороформ	0,29...0,34	0,37...0,68	0,37...0,77	0,41...0,82	0,31...0,77	0,26...0,55	0,11...0,24
Хлорэтил	0,11...0,46	0,21...0,64	0,36...0,79	0,52...0,96	0,37...0,84	0,34...0,68	0,09...0,19
Дихлорметан	6,2...9,8	6,8...10,4	7,6...12,6	7,4...14,8	5,9...12,3	4,6...7,9	0,6...4,2
1,2-Дихлорпропан	0,04...0,12	0,07...0,19	0,11...0,181	0,14...0,21	0,09...0,16	0,11...0,17	0,08...0,17
Метилхлороформ	11,2...14,6	12,8...15,7	13,0...18,9	13,8...21,6	9,2...18,0	5,2...14,6	2,1...4,3

ухудшает возможности эффективного самоочищения водоемов.

Несмотря на высокую эффективность по отношению к патогенным бактериям, хлорирование при дозе остаточного хлора 1,5 мг/л не обеспечивает необходимой эпидемической безопасности в отношении вирусов — эффективность обеззараживания хлором по термотолерантным колиформным бактериям (ТКБ) не выше 97...98 %.

Возможные побочные эффекты, возникающие при хлорировании сточных вод, могут проявиться в виде: образования диоксинов в сточных водах и воде водоемов; образования биологически активных хлорорганических соединений; токсический эффект на водные организмы и через трофический уровень — на человека; нарушение процессов самоочищения водоемов.

В результате применения других химических реагентов — диоксида хлора, гипохлорита натрия или кальция, озона — также образуются токсичные продукты, практически не поддающиеся разрушению.

В природных условиях в воде водоемов возможно образование предшественников диоксинов: 2,4,5-трихлорфенола, 2,4,6-трихлорфенола, пентахлорфенола за счет присутствия в воде свободного хлора и фенола природного происхождения. Процесс образования указанных соединений активизируется в условиях смещения рН в сторону щелочной среды (что происходит в период цветения водоемов) и увеличения концентрации ионов железа. Железо является катализатором реакций взаимодействия хлора и фенолов (концентрация железа в Куйбышевском водохранилище выше ПДК). Более токсичны для гидробионтов многоатомные фенолы, в частности, — пирокатехин и резорцин.

Группой специалистов Казанского государственного медицинского университета и крупнейшего в РФ химического предприятия ОАО "Казаньоргсинтез" проведены исследования реальных сточных вод предприятия в условиях дезинфекции хлором по зависимости концентраций образующихся ХОС от первоначальной и конечной (остаточной) концентрации хлора при его дозировании (табл. 1) и ряд других исследований

(результаты приведены далее). В соответствии с требованием СНиП 12.04.03—85 "Канализация. Наружные сети и сооружения" концентрация остаточного хлора должна быть не менее 1,5 мг/л.

Приведенные в табл. 1 данные свидетельствуют о том, что с увеличением первоначальной дозируемой концентрации хлора и остаточного хлора, концентрация ХОС также увеличивается. Следует отметить, что количество дозируемого в сточные воды хлора и концентрация коррелируются не в прямой пропорциональной зависимости; концентрация остаточного хлора после контакта со сточной водой может иметь разное значение, что может объясняться влиянием хлоропоглощаемости воды. Хлоропоглощаемость воды зависит прежде всего от содержания органических загрязнений в сточной воде, с которыми свободный хлор взаимодействует; от значения величины рН-среды; от температуры; концентрации растворенного кислорода; содержания азотистых соединений и других факторов.

Из данных по наличию хлоропроизводных в воде без хлорирования (последний столбец табл. 1) можно сделать вывод, что в воде водоема (река Волга) изначально присутствуют хлорорганические соединения. Органические соединения в водоеме могут иметь как природное происхождение (образуются при деструкции сине-зеленых водорослей), так и быть привнесенными со сточными водами.

Первая причина образования хлорорганики — эвтрофикация водоема в результате высокой концентрации органических элементов — следствие антропогенной нагрузки.

Таблица 2

ХОС, образующиеся при хлорировании	Концентрация ХОС, мг/л, при интервале времени после внесения хлора, мин		
	30	45	60
Хлороформ	0,37	0,41	0,51
Хлорэтил	0,19	0,26	0,34
Дихлорметан	5,8	6,4	6,9
1,2-Дихлорпропан	0,11	0,15	0,16
Метилхлороформ	12,7	13,4	13,9

Токсичность и мутагенность сточных вод после биоочистки и хлорирования

Периодичность исследования	n	Токсичность, %	Мутагенность, %
		$M \pm m$	$M \pm m$
Контрольная проба	26	1,23 ± 0,31	1,08 ± 0,26
Сточная вода после внесения хлора	35	5,26 ± 1,42	6,02 ± 0,94
Сточная вода хлорированная через 30 мин	35	7,4 ± 1,64	7,15 ± 1,75
Сточная вода хлорированная через 60 мин	35	7,86 ± 2,1	7,94 ± 1,44

Примечания: 1) здесь и далее n — число выполненных в разное время года и суток анализов; M — среднее значение результатов анализов; m — отклонение;
 2) оценку мутагенности сточных вод ОАО «Казаньоргсинтез» без хлорирования (контрольная проба) и при хлорировании проводили с использованием тест-системы Allium sera (репчатый лук) — подсчетом процентного соотношения не проросших семян (исследование токсичности) и определения мутагенности анафазно-телофазным методом.
 Оценку токсичности как острой, так и хронической, проводили на водных микроорганизмах: инфузориях (*Paramecium caudatum*), дафниях (*Daphnia magna* и *Ceriodaphnia affinis*).

Вторая причина — превращение многих крупнейших рек России в каскад водохранилищ с нарушенным и постоянно меняемым водостоком и с небольшой скоростью течения, практически в серию последовательных "болот", что также является следствием антропогенного влияния) [3].

В составе хозяйственно-бытовых сточных вод, которые, как правило, очищаются в аэротенках совместно с промышленными сточными водами, могут присутствовать возбудители таких инфекций, как холера, брюшной тиф, паратиф А и В, сальмонеллезы, дизентерия, вирусные гепатиты А и Е, полиомиелиты 1 и 3 типов, лямблиоз, бруцеллез, энтеровирусные и аденовирусные заболевания, туляремия, туберкулез, гельминтозы и др.

Установлено, что с течением времени концентрация ХОС в сточной воде не уменьшается, а увеличивается, что является подтверждением устойчивости этих соединений (табл. 2).

Исследованиями выявлено образование в воде одно-, двух-, трехатомных хлорфенольных соединений — предшественников диоксинов, например, 2,4,5-, 2,4,6-трихлорфенолов и диоксинов, таких как полихлордибензофуранов и полихлордибензо-*p*-диоксинов [4].

Также в результате исследований установлена токсичность и мутагенность сточных вод, устойчивость данных показателей и, более того, увеличение токсичности и мутагенности с течением времени (табл. 3).

На основании данных, представленных в табл. 3, можно сделать вывод о том, что токсичность и мутагенность превышают контрольный анализ в 5—7 раз, а также что — с увеличением времени экспозиции токсичность и мутагенность увеличиваются. Последний вывод подтверждают и ранее приведенные данные изменения токсичности, мутагенности с течением времени.

Таблица 4

Токсичность и мутагенность сточных вод после хлорирования

Периодичность исследований	n	Токсичность, %	Мутагенность, %
		$M \pm m$	
Контрольная проба	26	1,23 ± 0,31	1,08 ± 0,26
Сточная вода непосредственно после хлорирования (на выходе из БОС)	80	7,86 ± 2,11	7,94 ± 1,44
Сточная вода через 80 мин после хлорирования	16	7,9 ± 1,4	8,1 ± 0,4
Сточная вода через 160 мин после хлорирования	16	9,1 ± 0,5	8,2 ± 1,1

В следующей серии исследований для сравнения результатов определяли токсичность и мутагенность контрольной пробы (без хлорирования), сточных вод после биологической очистки стоков (БОС) ОАО "Казаньоргсинтез" непосредственно после хлорирования, через 80 и 160 мин после хлорирования (табл. 4, 5). Из данных этих таблиц видно, что с увеличением времени происходит

Таблица 5

Токсичность и мутагенность сточных вод без хлорирования

Периодичность исследований	n	Токсичность, %	Мутагенность, %
		$M \pm m$	
Контрольная проба	26	1,23 ± 0,31	1,08 ± 0,26
Сточная вода непосредственно на выходе из БОС	80	3,6 ± 0,4	3,9 ± 0,6
Сточная вода через 80 мин	16	3,4 ± 0,09	3,3 ± 0,7
Сточная вода через 160 мин	16	3,6 ± 0,8	4,0 ± 0,6



Таблица 6

Зависимость токсичности от концентрации хлора

Тест-объект	Токсичность, %, при концентрации хлора, мг/дм ³			
	0,5	1,5	1,7	2,5
Инфузории <i>Paramecium caudatum</i>	70	70	80	100
Дафнии <i>Daphnia magna</i>	65	85	90	100
Цериодафнии <i>Ceriodaphnia affinis</i>	65	85	90	100

увеличение токсичности и мутагенности хлорированных сточных вод, что объясняется образованием в процессе хлорирования различных хлорорганических продуктов трансформации.

Токсичность и мутагенность сточных вод без хлорирования значительно ниже, чем при хлорировании, и практически не изменяется во времени.

Кроме того, проведенные исследования на токсичность показали, что острая токсичность

в нехлорированных стоках, как правило, отсутствует. В хлорированных стоках острая токсичность возрастает. Причем, чем большая концентрация хлора, тем выше острая токсичность [5]. Результаты исследований представлены в табл. 6.

Проблема минимизации воздействия хлорорганических соединений на биоту является актуальной, поэтому в следующих публикациях информация о влиянии ХОС на организм человека будет продолжена.

Список литературы

1. **Хаммер М.** Технология обработки природных и сточных вод. — М.: Стройиздат, 1979. — 400 с.
2. **Микробиология** загрязненных вод / Под ред. Р. Митчелл. Пер. с англ. — М.: Медицина, 1976. — 319 с.
3. **Кирсанов В. В.** Теоретические и практические аспекты биологической очистки сточных вод в аэротенках: монография / Под ред. А. Н. Глебова. — Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2010. — 264 с.
4. **Кирсанов В. В.** Современные технико-технологические методы защиты окружающей среды. Т. I. Процессы и аппараты защиты гидросферы. — Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2012. — 496 с.

V. V. Kirsanov, Professor, e-mail: vvkirsanov@gmail.com, Kazan National Research Technical University — KAI

Impact on Biota of Organochlorine Compounds, Formed during the Chlorination of Wastewater and Tap Water

The paper presents the characteristics of organochlorine compounds formed during the interaction of chlorine and organic contaminants present in water reservoirs. The results of studies of industrial wastewater chemical plant after chlorination by a team of specialists. Contains data on the stability of organochlorine compounds, toxic and mutagenic properties.

Keywords: chlorine, organochlorine compounds, disinfection, toxicity, mutagenicity, waste water, research, control sample, test objects, pathogenic microflora, methods, organic substance

References

1. **Hammer M.** Tehnologija obrabotki prirodnyh i stochnyh vod. M.: Strojizdat, 1979. 400 p.
2. **Mikrobiologija** zagrnzennnyh vod / Pod red. R. Mitchell. Per. s angl. M.: Medicina, 1976. 319 p.
3. **Kirsanov V. V.** Teoreticheskie i prakticheskie aspekty biologicheskoy ochistki stochnyh vod v ajerotenkah: monografija / Pod red. prof. A. N. Glebova. Kazan': Izd-vo Kazan.gos.tehn.un-ta, 2010, 264 p.
4. **Kirsanov V. V.** Sovremennye tehniko-tehnologicheskie metody zashhity okruzhajushhej sredy. T. I. Processy i apparaty zashhity gidrosfery. Izd-vo Kazan. gos. tehn. un-ta, 2012. 496 p.

Н. А. Литвинова, канд. техн. наук, доц. кафедры, e-mail: litvinova2010-litvinova2010@yandex.ru, Тюменский государственный архитектурно-строительный университет

Расчет поступления из внешней среды в помещение зданий выбросов загрязняющих веществ от котельных

Представлены результаты натурных исследований содержания оксида углерода (II) в атмосфере по высоте здания от поверхности земли от точечных источников загрязнения. Точечные источники — котельные малой и средней мощности. Объектом исследования являлись здания в городе Тюмени. Получены расчетные зависимости безразмерной величины концентрации оксида углерода (II) от высоты зданий от источников различной высоты выброса. Найдены границы аэродинамических теней здания — наветренной и подветренной. Исследования проводились при наиболее неблагоприятной скорости ветра по отношению к зданию. Проведен расчет концентрации загрязнителя и построено сравнительный график результатов расчета с данными эксперимента. Сделан вывод, что методика прогнозирования уровня загрязнения атмосферного воздуха ОНД-86 не учитывает точки, близкие к зданию, где возникают вторичные рециркуляционные течения (застойные зоны). Отмечено, что данные рекомендации позволяют учитывать наружные источники при выборе места забора воздуха при проектировании вентиляции здания.

Ключевые слова: загрязнение, атмосфера, оксид углерода (II), котельные, точечные источники, здания, аэродинамическая тень, место забора приточного воздуха

Введение. Загрязняющие компоненты внутри помещения можно разделить на две группы. Первая из них обусловлена генерацией загрязнителей непосредственно в помещении. Вторая — поступлением загрязняющих веществ в помещение из внешней среды. В настоящее время величины концентраций газообразных примесей в атмосфере по высоте от поверхности земли вблизи зданий изучены недостаточно [1].

Общепринятая методика прогнозирования уровня загрязнения атмосферного воздуха ОНД-86 рекомендует производить расчет максимально-приземных концентраций на уровне 1,5 м от поверхности земли. Кроме того, при выборе места забора приточного воздуха при проектировании принудительной системы вентиляции зданий учитывается уровень загрязненности наружного воздуха по высоте только до 2 м [2, 3]. Такой способ недостаточно обоснован, так как при выборе площадки для строительства невозможно предсказать уровень загрязнения по всей высоте здания, особенно от источников различной высоты выброса в атмосферу [4].

В связи с этим цель исследований — определить зависимость величины концентрации оксида углерода (II) от высоты от поверхности земли вблизи зданий в городской среде от точечных источников выбросов.

Для решения поставленных задач в качестве загрязнителя был выбран оксид углерода (II) как наиболее устойчивая примесь в воздушной среде.

Этот загрязнитель всегда образуется при сжигании углеродсодержащих видов топлива в присутствии количеств воздуха, не достаточных для полного образования CO_2 . Данных натурных исследований концентраций СО по высоте здания от труб котельных малой и средней мощности недостаточно. Исследования были проведены только в приземном слое [5–7].

Методика исследований. Исследования на территории г. Тюмени были проведены в течение трех лет в осенне-зимний и весенне-летний периоды. Всего было выбрано 60 постов наблюдения, на каждом из которых было отобрано по 20 проб.

Для сравнения с общепринятой методикой ОНД-86 проводился расчет максимально-разового и валового выброса, расчет вертикального распределения концентраций СО в наружном воздухе от котельных малой и средней мощности, работающих на природном газе [8–9].

В промышленном городе обычно существуют два максимума роста концентраций веществ загрязняющих атмосферу: один — при скорости ветра 0...2 м/с за счет выбросов низких и средних источников (от 10 до 25 м), другой — при 4...6 м/с за счет выбросов высоких источников (от 30 м и выше) [10]. В связи с этим исследования проводились при наиболее неблагоприятной скорости ветра: 5 м/с от источников высотой 30 и 60 м, 1...2 м/с — 15 и 22 м. Расчет с учетом застройки проводился при аналогичных скоростях ветра.

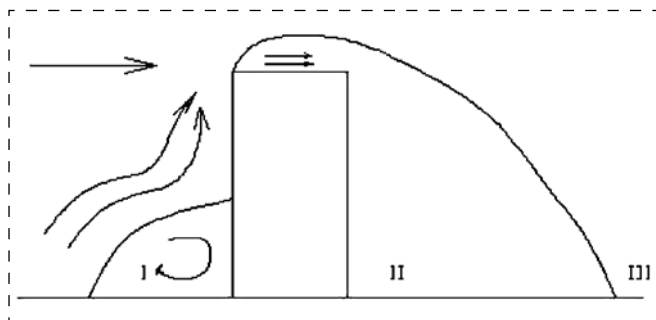


Рис. 1. Границы аэродинамических теней здания:
I — наветренная тень; II — подветренная тень; III — за границами аэродинамической тени

Объектом исследования являлись здания (пяти-, девяти-, десятиэтажные), находящиеся в районе размещения точечных источников непрерывного действия.

Величина концентрации СО в наружном воздухе измерялась по высоте зданий. Здания, расположенные в районе размещения точечных источников выброса, находились на различных от источников расстояниях в зависимости от размеров санитарно-защитной зоны (непосредственно в зоне рассеивания струи факела), то есть на расстояниях $5H_{и}$; $10H_{и}$; $15H_{и}$; $20H_{и}$, где $H_{и}$ — высота источника, м.

Для исследуемых зданий были найдены границы аэродинамических теней: наветренной (I) и подветренной (II) по методике ОНД-86 (рис. 1).

Результаты исследований и их обсуждение. Результат измерений концентраций СО по высоте зданий был представлен в виде функции от безразмерной величины h/H , где h — высота от поверхности земли, м; H — высота здания, м. Значение концентрации по высоте здания представлено

Таблица 1

Зависимости концентраций СО от высоты здания для источника ниже его в 0,5 раз

$\frac{R^*}{H_{и}}$	Наветренная сторона (I)	Подветренная сторона (II)
5	$\frac{c}{c_{\max}} = -2,375\left(\frac{h}{H}\right)^2 + 2,338\left(\frac{h}{H}\right) + 0,062$	$\frac{c}{c_{\max}} = -2,122\left(\frac{h}{H}\right)^2 + 2,014\left(\frac{h}{H}\right) + 0,046$
10	$\frac{c}{c_{\max}} = -1,703\left(\frac{h}{H}\right)^2 + 2,022\left(\frac{h}{H}\right) + 0,044$	$\frac{c}{c_{\max}} = -1,246\left(\frac{h}{H}\right)^2 + 2,001\left(\frac{h}{H}\right) + 0,021$
15	$\frac{c}{c_{\max}} = -0,296\left(\frac{h}{H}\right)^2 + 0,715\left(\frac{h}{H}\right) + 0,113$	$\frac{c}{c_{\max}} = -0,258\left(\frac{h}{H}\right)^2 + 0,519\left(\frac{h}{H}\right) + 0,099$
20	$\frac{c}{c_{\max}} = -0,949\left(\frac{h}{H}\right)^2 + 0,779\left(\frac{h}{H}\right) + 0,261$	$\frac{c}{c_{\max}} = -0,755\left(\frac{h}{H}\right)^2 + 0,558\left(\frac{h}{H}\right) + 0,121$

*R — здесь и в табл. 2 расстояние от устья источника до здания, м.

Таблица 2

Зависимости концентраций СО от высоты здания для источника одинаковой с ним высоты

$\frac{R}{H_{и}}$	Наветренная сторона (I)	Подветренная сторона (II)
5	$\frac{c}{c_{\max}} = -2,083\left(\frac{h}{H}\right)^2 + 1,780\left(\frac{h}{H}\right) + 0,361$	$\frac{c}{c_{\max}} = -2,042\left(\frac{h}{H}\right)^2 + 1,489\left(\frac{h}{H}\right) + 0,124$
10	$\frac{c}{c_{\max}} = -1,556\left(\frac{h}{H}\right)^2 + 2,198\left(\frac{h}{H}\right) + 0,253$	$\frac{c}{c_{\max}} = -1,355\left(\frac{h}{H}\right)^2 + 2,011\left(\frac{h}{H}\right) + 0,156$
15	$\frac{c}{c_{\max}} = -1,719\left(\frac{h}{H}\right)^2 + 1,951\left(\frac{h}{H}\right) + 0,288$	$\frac{c}{c_{\max}} = -1,540\left(\frac{h}{H}\right)^2 + 1,745\left(\frac{h}{H}\right) + 0,099$

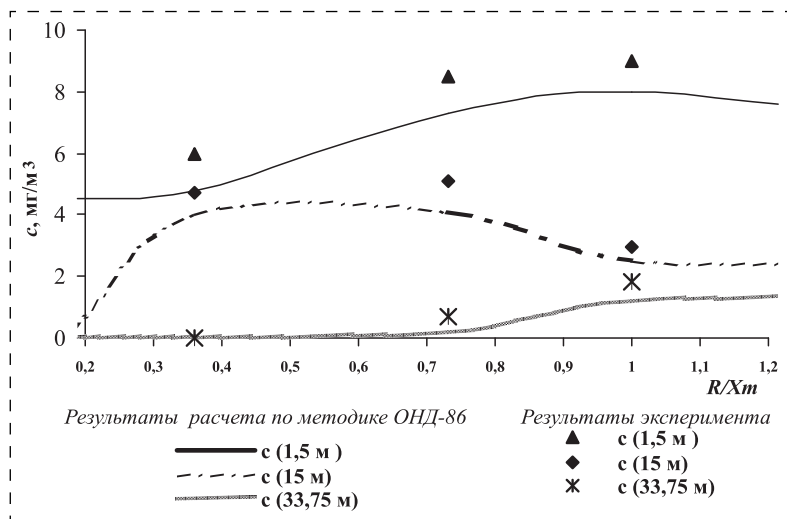


Рис. 2. Сравнение расчетных и экспериментальных значений концентраций СО по высоте зданий от источника высотой ниже здания ($H_{и} = 0,5H$); R — расстояние от источника; X_m — расстояние, на котором достигается максимальная концентрация

в безразмерном виде по отношению к максимальной: c/c_{\max} , где c_{\max} — максимальная концентрация по высоте здания, $\text{мг}/\text{м}^3$; c — концентрация на высоте h , $\text{мг}/\text{м}^3$.

Обработка экспериментальных данных позволила получить расчетные зависимости безразмерной величины концентрации СО по высоте фасада зданий от источников различной высоты: 1. Выше здания $H_{и} > H$ ($H_{и} = 2H$); 2. Ниже здания — $H_{и} < H$ ($H_{и} = 0,5H$); 3. Равной высоте здания $H_{и} = H$. В табл. 1, 2 представлены зависимости от источников высотой $H_{и} = 0,5H$ и $H_{и} = H$.

Проведенные натурные исследования показали, что максимум концентраций оксида углерода (II) по высоте зданий, находящихся под воздействием точечных источников, может отмечаться на любой высоте здания. Концентрации СО зависят от высоты источника $H_{и}$ по отношению к высоте самого здания H , а также от расстояния от здания до источника.

По результатам расчетов выбросов от точечных источников построены графики, из которых видно, что расхождение с существующей методикой ОНД-86 тем больше, чем ближе расчетная точка к угловой зоне, где образуются вторичные рециркуляционные течения (застойные зоны с близкой к нулю скоростью ветра и интенсивным турбулентным перемешиванием).

На уровне первого этажа $0,05H$ (1,5 м от поверхности земли) методика ОНД-86 занижает величину концентрации загрязнителя до 32 %, на уровне середины здания $0,5H$ (15 м) — до 24 %, на уровне последнего этажа $1H$ (33,75 м) — до 14 % (рис. 2).

Выводы. 1. Проведены экспериментальные исследования качества наружного воздуха по высоте

зданий, расположенных на различной удаленности от источников: определены средние годовые значения концентраций СО в атмосферном воздухе от точечных источников по высоте зданий.

2. Результаты расчетов по существующей методике ОНД-86 не учитывают точки, близкие к зданию, где возникают вторичные рециркуляционные течения.

3. По результатам натурных исследований получены расчетные зависимости, которые позволяют определить величину концентрации СО в наружном воздухе в любой точке по высоте зданий, расположенных на различной удаленности от источников различной высоты выброса. Данные зависимости необходимы при выборе места воздухозабора приточной вентиляции. Это позволит проектировать вентиляцию здания с учетом наружных источников

загрязнения и снизить концентрацию вещества внутри помещений.

Список литературы

1. Малявина Е. Г., Бирюков С. В., Дианов С. Н. Воздушный режим высотного здания в течение года // АВОК. — 2003. — № 6. — С. 14–17.
2. Ливчак В. И. Решения по вентиляции многоэтажных жилых зданий // АВОК. — 1999. — № 6. — С. 21–25.
3. Гримсруд Д. Т., Хэдлиш Д. Е. Борьба с загрязнением воздуха в жилых зданиях средствами вентиляции: летучие органические вещества и радон // Труды ASHRAE. — 1999. — С. 114–119.
4. Губернский Ю. Д. Эколого-гигиеническая безопасность жилища // Гигиена и санитария. — 1994. — № 3. — С. 15–18.
5. Сидоренко В. Ф., Фельдман Ю. Г. О расчете концентраций окиси углерода в воздухе автомагистралей и прилегающей жилой застройки // Гигиена и санитария. — 1974. — № 1. — С. 7.
6. Сидоренко В. Ф., Михеев В. Ф. Методика расчета концентраций выхлопных газов автотранспорта в жилой застройке. — Киев: Инженерно-строительный институт. — 1986. — 20 с.
7. Владимиров Е. А. Численное моделирование распространения пассивной примеси в атмосфере // Метеорология и гидрология. — 1999. — № 7. — С. 22–34.
8. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86. — М.: Гидрометеоздат, 1987. — 150 с.
9. Методика определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью менее 30 тонн пара в час или менее 20 Гкал в час. — М.: Гидрометеоздат, 1999. — 30 с.
10. Безуглая Э. Ю. К оценке метеорологических условий загрязнения атмосферы // Труды ГТО. — 1984. — Вып. 479. — С. 87–88.



N. A. Litvinova, Associate Professor, e-mail: litvinova2010-litvinova2010@yandex.ru,
The Tyumen state university of architecture and construction

Calculation of Introduction of Contaminants into Placing of Building from the External Environment of Boilers

Presents the results of in situ studies of carbon monoxide (II) in the atmosphere with height of building from the earth's surface from point sources of pollution. Point sources — boilers of low and medium power. The object of the study was building in the city Tyumen. The calculated dependencies of the dimensionless concentrations of carbon monoxide (II) the height of building from sources different heights of release. Found the boundaries of aerodynamic shadow of the building — windward and leeward. The studies were conducted under the most unfavorable wind speed in relation to the building. The calculation of the concentration of the pollutant and built a comparative graph of the calculation results with the experimental data. It is concluded that the method of forecasting the level of air pollution OND-86 does not account for points that are close to the building where there are secondary recirculation flow (stagnant zones). It is noted that these recommendations allow external sources when choosing the location of the air intake when designing the ventilation of the building.

Keywords: pollution, atmosphere, carbon oxide (II), boilers, point sources, buildings, wind shadow, the place of supply air intake

References

1. **Malyavin E. G., Biryukov S. V., Dianov S. N.** Air mode high-rise buildings during the year. *AVOK*. 2003. No. 6. P. 14–17.
2. **Livchak V. I.** Solutions for the ventilation of high-rise residential buildings. *AVOK*. 1999. No. 6. P. 21–25.
3. **Grimsrud D. N., Hadlich D. E.** The fight against air pollution in residential buildings by means of ventilation: volatile organic compounds and radon. *Proceedings of ASHRAE*. 1999. P. 114–119.
4. **Guvernaskij Yu. D.** Environmental and hygienic home security systems. *Hygiene and sanitation*. 1994. No. 3. P. 15–18.
5. **Sidorenko V. F., Feldman Yu. G.** Calculation of the concentrations of carbon monoxide in the air roads and adjacent residential development. *Hygiene and sanitation*. 1974. No. 1. P. 7.
6. **Sidorenko V. F., Mikheev V. F.** The method of calculation of concentrations harmful substances of vehicles in residential areas. Kiev: Institute of civil Engineering, 1986. 20 p.
7. **Vladimirov E. A.** Numerical modeling of the distribution of passive tracer in the atmosphere. *Meteorology and hydrology*. 1999. No. 7. P. 22–34.
8. **The method** of calculation of concentrations in atmospheric air of harmful substances contained in the emissions of the enterprises. OND-86. M.: Gidrometeoizdat, 1987. 50 p.
9. **The method** of determining emissions of pollutants into the atmosphere from fuel combustion in boilers with capacity of 30 tons of steam per hour or less 20 Gcal per hour. M.: Gidrometeoizdat, 1999. 30 p.
10. **Bezuglaya E. J.** the assessment of the meteorological conditions of air pollution. *Proceedings of the TRP*. 1984. Vol. 479. P. 87–88.

Анонс

В следующем номере журнала № 1—2016 в разделе "Экологическая безопасность" будет опубликована статья **И. В. Зырянова, Н. Е. Кулинич, Е. В. Середкиной** Инвентаризация источников выбросов парниковых газов в АК "АЛРОСА" (ПАО)

УДК 911.2:528.9

Т. И. Кузнецова, канд. геогр. наук, ст. науч. сотр., e-mail: kuznetzova@irigs.irk.ru,
Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, Иркутск

Картографический анализ ландшафтно-экологических закономерностей бассейна озера Байкал в пределах России и Монголии для принятия природоохранных решений

Проведена картографическая инвентаризация ландшафтной среды крупного региона. Ее результаты использованы как инструмент оценки потенциальных экологических возможностей территории. Интерпретированные структурные, динамические и функциональные характеристики ландшафтов выступают в качестве ограничений природопользования. Они обеспечили обоснование пространственных и уровневых пределов антропогенных нагрузок и категории охраны ландшафтов. Разработанный и впервые использованный для картографирования столь обширной территории геосистемный геоэкологический подход обеспечил переход от функционального этапа исследования природной среды региона к прогнозу развития ситуаций.

Ключевые слова: геосистема, возможные изменения, чувствительность, режимы использования

Постановка проблемы. Прикладная ценность обзорных мелкомасштабных ландшафтных карт экологического содержания несомненна. Они являются базовой основой для создания карт оценочного и прогнозного содержания, включающих в себя решение вопросов природоохранного характера. Особенно велико значение таких карт для обширных регионов с огромными потенциальными природными ресурсами. Поэтому изучение и картографирование геосистемной структуры бассейна озера Байкал для целей информационного обеспечения задач рационального использования территории представляется актуальным.

Методика составления подобных карт разработалась в практике обзорного атласного картографирования Байкальского региона [1–3]. На первом этапе в процессе исследования большое внимание уделяется сбору разномасштабных литературных и картографических данных и обработке их средствами современных ГИСТехнологий. Классификация природной среды исследуемого региона является одним из основных этапов картографирования, так как на ее основе создается легенда карты. В связи с этим в исследовании впервые решается научная проблема создания карты природы территорий двух суверенных государств (России и Монголии) на основе представлений о геосистемах научной школы В. Б. Сочавы [4], их функционировании

и пространственно-временной изменчивости. Для этого был проведен информационный анализ географических закономерностей дифференциации геосистем бассейна озера Байкал, разработаны критерии их экологической оценки, принципы специализированной классификации и содержание карты "Геосистемы бассейна озера Байкал".

Результаты исследования. Созданная карта "Геосистемы бассейна озера Байкал" была задумана как регионально-типологическая мелкомасштабная ландшафтная карта экологического содержания. Основным картографируемым подразделением природы является геом как классификационная ячейка между подразделениями природной среды региональной и топологической размерности. Его характеристики наиболее полно учитывают общее состояние физико-географических процессов и биологическую продуктивность геосистем [4], которые на основе ряда интерпретационных исследований увязываются с чувствительностью геосистем как степенью их общей реакции на оказываемое антропогенное воздействие. В легенде также отражены характеристики классификационных объединений геомов (подгруппы геомов — группы геомов — подклассы геомов — классы геомов) [4].

Содержание карты отражает общие эколого-географические закономерности бассейна озера Байкал. Исследуемая территория расположена в Северной Азии и включает горные сооружения

Прибайкалья, Забайкалья, Прихубсугулья, Восточного Саяна, Хамар-Дабана, Хангая и Хэнтея, являющиеся частью Центрально-Азиатского орогенного эпиплатформенного пояса [5]. В ландшафтном плане территория относится к двум субконтинентам (геохорам) — Северной и Центральной Азии и трем физико-географическим областям — Байкало-Джугджурской горно-таежной, Южно-Сибирской горной, Центрально-Азиатской (Дауро-Монгольской) полупустынно-степной [6]. Геолого-геоморфологические особенности развития исследуемого региона обусловили основные закономерности пространственной структуры геосистем бассейна озера Байкал: высотно-пооясная дифференциация; проявление барьерного, подгорного и котловинного эффекта; асимметрия макросклонов; большая контрастность их природных характеристик, выраженная в сочетании тундрового, таежного и степного типов природной среды; глубокое взаимопроникновение геосистем, относящихся к разным физико-географическим областям.

Основное типологическое ядро региона составляют североазиатские и центрально-азиатские геосистемы. Региональная характеристика геосистем (южносибирские, байкало-джугджурские, дауро-монгольские) указывает на их принадлежность различным регионально-типологическим комплексам природных условий. В высокогорьях повсеместно представлены гольцовые тундровые и редколесные геосистемы восточносибирского и южносибирского типа. Для их местоположений характерны холодные (теплообеспеченностью 600...800 °С) влажные или избыточно влажные (со степенью увлажнения в интервале менее 0,5; 0,5...0,9) условия (см. рисунок на 3-й стр. обложки). В среднем потенциальная биологическая продуктивность растительности этих геосистем колеблется от минимальной (менее 20 ц/га) до низкой (20...40 ц/га). Подгольцовые редколесья и группировки кедрового стланика имеют среднюю биологическую продуктивность (40...60 ц/га) [7].

В окружении озера Байкал наибольшие площади занимают гольцово-тундровые геосистемы байкало-джугджурского типа (преимущественно лишайниковые, мохово-лишайниковые, кустарничковые). В высокогорьях Прихубсугулья очень сильны позиции луговых высокогорных геосистем южносибирского типа: субальпинотипных луговых (алтае-саянских) с фрагментами сибирско-кобрезиевых лугов на дерновых и глеевых горно-луговых почвах. На южных склонах Прихубсугулья встречаются небольшими фрагментами степные геосистемы с криофитноразнотравно-дерновиннозлаковой (кобрезиево-типчаковой) растительностью на горно-лугово-степных почвах [8].

Далее приведены **основные классификационные категории геосистем бассейна озера Байкал** (см. рисунок на 3-й стр. обложки).

А. АРКТО-БОРЕАЛЬНЫЕ СЕВЕРОАЗИАТСКИЕ:

А1. ГОЛЬЦОВЫЕ И ПОДГОЛЬЦОВЫЕ ВОСТОЧНОСИБИРСКИЕ И ЮЖНОСИБИРСКИЕ. НИЗКО- И СРЕДНЕПРОДУКТИВНЫЕ ХОЛОДНЫХ ВЛАЖНЫХ И ОЧЕНЬ ВЛАЖНЫХ УСЛОВИЙ: 1. Гольцовые альпинотипные. 2. Гольцовые тундровые. 3. Подгольцовые кустарничковые. 4. Подгольцовые лиственнично-редколесные и каменноберезовые. 5. Подгольцовые темнохвойно-редколесные.

А2. ТУНДРОВО-ЛУГОВЫЕ, ЛУГОВЫЕ И ОСТЕПЕННО-ЛУГОВЫЕ ЮЖНОСИБИРСКИЕ СРЕДНЕПРОДУКТИВНЫЕ ХОЛОДНЫХ ВЛАЖНЫХ И КОНТРАСТНЫХ УСЛОВИЙ: 6. Подгольцовые субальпинотипные. 7. Высокогорные криопетрофитные. 8. Горно-луговые высокогорные (кобрезиевые). 9. Горные кобрезиево-типчаковые и низкотравные остепеннолуговые мерзлотные (переходные к центральноазиатскому типу).

А3. ТАЕЖНЫЕ СВЕТЛОХВОЙНЫЕ БАЙКАЛО-ДЖУГДЖУРСКИЕ СРЕДНЕ- И ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫЕ ВЛАЖНЫЕ РАЗНЫХ ТЕПЛОВЫХ УСЛОВИЙ: 10. Горнотаежные лиственничные редуцированного развития. 11. Межгорных понижений и долин таежные лиственничные редуцированного развития. 12. Межгорных понижений и долин таежные темнохвойные редуцированного развития. 13. Горнотаежные лиственничные ограниченного развития. 14. Межгорных понижений и долин таежные лиственничные ограниченного развития. 15. Горнотаежные лиственничные оптимального развития. 16. Подгорные и межгорных понижений таежные лиственничные оптимального развития.

А4. ТАЕЖНЫЕ ТЕМНОХВОЙНЫЕ ЮЖНОСИБИРСКИЕ СРЕДНЕ- И ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫЕ ВЛАЖНЫЕ РАЗНЫХ ТЕПЛОВЫХ УСЛОВИЙ: 17. Горнотаежные темнохвойные редуцированного развития. 18. Горнотаежные темнохвойные ограниченного развития. 19. Подгорные и межгорных понижений таежные темнохвойные ограниченного развития. 20. Горнотаежные темнохвойные оптимального развития. 21. Подгорные и межгорных понижений таежные темнохвойные оптимального развития.

А5. ТАЕЖНЫЕ СВЕТЛОХВОЙНЫЕ ЮЖНОСИБИРСКИЕ СРЕДНЕ - И ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫЕ КОНТРАСТНЫХ УСЛОВИЙ: 22. Горнотаежные лиственничные и кедрово-лиственничные ограниченного развития. 23. Подгорные и межгорных понижений таежные кедрово-лиственничные ограниченного развития. 24. Горнотаежные

лиственничные оптимального развития ("псевдо-таежные", переходные к подтаежным).

Б. СЕМИАРИДНЫЕ. СЕВЕРОАЗИАТСКИЕ.

Б1. ПОДТАЕЖНЫЕ БАЙКАЛОДЖУГДЖУРСКИЕ И ЮЖНОСИБИРСКИЕ ПОВЫШЕННО ПРОДУКТИВНЫЕ ТЕПЛЫХ И НЕДОСТАТОЧНО ВЛАЖНЫХ УСЛОВИЙ: 25. Горные подтаежные лиственничные. **26.** Подгорные подтаежные лиственничные. **27.** Горнотаежные сосновые. **28.** Горные подтаежные сосновые. **29.** Подгорные подтаежные сосновые (боровые плато и долины).

Б2. ОСТЕПНЕННЫХ ЛУГОВ И ЛУГОВО-СТЕПНЫЕ ЮЖНОСИБИРСКИЕ ПОВЫШЕННО ПРОДУКТИВНЫЕ ОЧЕНЬ ТЕПЛЫХ НЕДОСТАТОЧНО ВЛАЖНЫХ УСЛОВИЙ: 30. Подгорные (равнин и террас) лугово-болотные, осоково-злаковые, злаково-разнотравные закустаренные в сочетании с лиственничными лесами. **31.** Подгорные (равнин и террас) аллювиальных отложений кустарниково-осоковые в сочетании с еловыми лесами.

В. АРИДНЫЕ ЦЕНТРАЛЬНОАЗИАТСКИЕ. (ДАУРО-МОНГОЛЬСКИЕ) СТЕПНЫЕ.

В1. ГОРНОСТЕПНЫЕ И СТЕПНЫЕ ХАНГАЙСКО-ДАУРСКИЕ РАЗНОТРАВНО-ДЕРНОВИННО-ЗЛАКОВЫЕ И ДЕРНОВИННОРАЗНОТРАВНЫЕ СРЕДНЕПРОДУКТИВНЫЕ ОЧЕНЬ ТЕПЛЫХ СУХИХ УСЛОВИЙ: 32. Горностепные мелкoderновинно-злаковые типчаковые. **33.** Горностепные мезофитноразнотравно-осоково-луговые и разнотравно-злаковые. **34.** Подгорные и межгорных понижений степные разнотравно-тонконоговые. **35.** Подгорные и межгорных понижений степные разнотравно-тырсовые, вострещово-тырсовые. **36.** Подгорные и межгорных понижений степные разнотравно-пижмово-злаковые. **37.** Подгорно-долинные (равнин и террас) разнотравно-злаковые степные в составе лугово-кустарниково-лесных аллювиальных серий.

В2. ВЫСОКИХ РАВНИН, ДЕНУДАЦИОННЫХ ПЛАТО И ПЛОСКИХ КОТЛОВИН СРЕДНЕХАЛХАСКО-МОНГОЛЬСКИЕ ДЕРНОВИННОЗЛАКОВЫЕ МИНИМАЛЬНО- И НИЗКОПРОДУКТИВНЫЕ ОЧЕНЬ ТЕПЛЫХ ОЧЕНЬ СУХИХ УСЛОВИЙ: 38. Плакорные и пологосклоновые мелкoderновиннозлаковые и караганово-злаковые (тырсовые). **39.** Пологосклоновые разнотравно-тырсовые и разнотравно-типчаковые (литофильные). **40.** Пологосклоновые мелкoderновинно-злаково-тырсовые в сочетании с полынными степями на эолово-аллювиальных отложениях. **41.** Подгорные (пойм и террас) аллювиальные осоково-злаковые солонцеватые в сочетании с осоковыми болотами и ивняками. **42.** Низинные (бессточных депрессий и побережий озер) полукустарничково-кустарничковые ирисово-луговые,

разнотравно-осочково-чиевые солончаковые (переходные к гобийскому типу).

ПРИМЕЧАНИЕ. Биологическая продуктивность — годовой прирост, выраженный в весе сухой массы органического вещества надземной и подземной частей растений (ц/га сухой массы): минимальная (менее 20 ц/га), низкая (20...40 ц/га), средняя (40...60 ц/га), повышенная (60...80 ц/га), высокая (более 80 ц/га).

Теплообеспеченность (сумма биологически активных температур воздуха: сумма среднесуточных температур за период с температурами выше 10 °С): холодные (600...800 °С), умеренно холодные (800...1200 °С), умеренно теплые (1200...1600 °С), теплые (1600...2000 °С), очень теплые (более 2000 °). Влагообеспеченность (радиационный индекс сухости по М. И. Будыко): избыточно влажные (менее 0,5), влажные (0,5...0,9), умеренно влажные (1,0...1,4), недостаточно влажные (1,5...1,9), сухие (2,0...2,4), очень сухие (более 2,5).

В северной и центральной части макросклона гор Хангая гольцовые геосистемы приурочены к плоским вершинам и пологим склонам, они представлены преимущественно кустарничковыми и кустарничковыми тундрами с фрагментами криофитнотравяных (кобрезиевики, осочники) сообществ, которые сменяются высокогорными лугами с фрагментами степей [9].

Для наиболее высоких отметок Прихубсугуля, Восточного Саяна, а также Байкальского и Баргузинского хребтов характерно наличие гольцовых нивально-гляциальных геосистем, созданных под воздействием снежников и ледников. Они развиваются в условиях очень холодных (нет периода с температурами выше 10 °С) избыточно влажных или влажных местоположений [5, 9].

Подгольцово-редколесные геосистемы северного склона Хангая, Прихубсугуля, Прибайкалья и Забайкалья представлены преимущественно лиственничными и темнохвойными кедровостланиковыми, ерниковыми, ерnikово-моховыми, овсяницево-моховыми или кобрезиевыми вариантами. На вершинах Хэнтэя преимущество имеют подгольцовые темнохвойно-редколесные кедровые кустарничково-зеленомошные и кедровые с лиственницей ерnikово-моховые и ерnikово-кустарничково-моховые геосистемы.

Особое своеобразие природы исследуемого региона составляет повсеместное распространение и большое разнообразие горно-таежных геосистем [10, 11]. По экологическим характеристикам общего состояния физико-географического процесса конкретных местоположений и биологической продуктивности растительности все они подразделены на категории редуцированного, ограниченного, оптимального развития,



также выделяются псевдотаежные и подтаежные геосистемы [3, 12]. Для геосистем редуцированного развития характерны умеренно холодные (800...1200 °С) умеренно влажные (1,0...1,4) и влажные (0,5...0,9) местоположения, для геосистем ограниченного развития — умеренно теплые (1200...1600 °С) влажные (0,5...0,9), местоположения, а для геосистем оптимального развития — теплые (1600...2000 °С) влажные (0,5...0,9), умеренно влажные (1,0...1,4) местоположения, подтаежные (травяные) геосистемы развиваются в условиях теплых недостаточно влажных местоположений. Псевдотаежные (сухомшистые) лиственничные геосистемы южносибирского типа, характерные для Хангая и Прихубсугуля, распространены преимущественно в условиях умеренно теплых недостаточно влажных местоположений (см. рисунок).

Светлохвойно-таежные геосистемы байкало-джугджурского типа (с лиственницей даурской) разных условий развития распространены в Прибайкалье и северном Забайкалье. Широко они представлены и в горах Хэнтэя, особенно в местах распространения многолетнемерзлых грунтов. Южносибирские горно-таежные лиственничные геосистемы (с лиственницей сибирской) распространены преимущественно в Прихубсугулье, Хэнтэе и северо-восточном Хангае.

Темнохвойно-таежные южносибирские геосистемы разных условий развития распространены на территории Прибайкалья и Забайкалья. Довольно широко они представлены и в среднегорьях Хэнтэя, где еще сказывается увлажняющее влияние западного переноса атлантических воздушных масс и летнего муссона, приходящего с Тихого океана. Это преимущественно кедрово-пихтовые кустарничково-зеленомошные, а также кедровые с лиственницей бадановые геосистемы. На макросклонах Хамар-Дабана и Баргузинского хребта, благодаря влиянию влажных воздушных масс, распространены таежные темнохвойные геосистемы оптимального развития. Для них характерны пихтовые, елово-пихтовые, кедрово-пихтовые крупнотравные леса.

На территории региона повсеместно распространены подтаежные лиственничные и темнохвойные кустарничково-травяные, травяные и остепненные геосистемы. Для их местоположений характерны теплые и недостаточно влажные условия. Подтаежные геосистемы байкало-джугджурского типа представлены в верховьях реки Уды, в долине реки Джиды и на юге восточного побережья озера Байкал. Горные южносибирские подтаежные геосистемы распространены в Прихубсугулье, в горах Хэнтэя и восточного Хангая. В котловинах и долинах, местах распространения

боровых песков, широко представлены сосновые геосистемы южносибирского типа.

Псевдотаежные лиственничные геосистемы (разнотравно-ретидиевые, бруснично-ретидиевые, осочково-ретидиевые) формируются преимущественно в резко континентальных местных условиях Хангая [12]. Их существование обеспечивают: значительная абсолютная высота над уровнем моря, которая обуславливает снижение континентальности климата; значительное количество осадков, связанное со спецификой расположения хребтов Хангая и влиянием, хотя и несколько ослабленным, тихоокеанского муссона; наличием многолетнемерзлых грунтов, оттаивание которых увеличивает увлажнение геосистем в теплое время; несколько большим по сравнению с Прихубсугулем и Хэнтэем иссушающим влиянием пустынь Центральной Азии [13]. При внешнем воздействии (пожарах или сплошных рубках) эти геосистемы очень плохо восстанавливаются и часто сменяются степями.

Степные геосистемы представлены двумя классами: горные и высоких равнин. Геосистемы равнин подразделяются на два вида: 1 — плакорные и пологосклоновые; 2 — плоских котловин и низинные. Секторное разнообразие природных условий южных территорий бассейна озера Байкал представляют южносибирские, дауро-монгольские, хангайско-даурские, среднехалхаско-монгольские степные геосистемы. Североазиатские долинно-лугово-степные и остепненных лугов геосистемы в составе лугово-кустарничково-лесных (лиственничных) серий аллювиальных равнин представлены в Прихубсугулье, в долинах рек — притоков реки Селенги, на северо-восточном и восточном побережье озера Хубсугул, на склонах долины рек Эгийн-Гол, Хухэ-Гол и пр. [3]. В ограниченном количестве разнотравные степные геосистемы представлены в районе впадения Орхона в Селенгу. Здесь распространены разнотравно-злаковые и богаторазнотравно-злаковые степные геосистемы преимущественно на темнокаштановых или черноземных почвах. В целом их местоположения характеризуются ограниченным количеством осадков — 250...300 мм. Биологическая продуктивность степных геосистем значительно меньше, чем подтаежных, она колеблется между средней (40...60 ц/га) и низкой (20...40 ц/га). При этом в условиях резко континентального и ультраконтинентального климата исследуемого региона участки степных геосистем появляются в недостаточно влажных условиях (с индексом сухости 1,5...1,9).

В сухих и очень сухих местоположениях (индекс сухости более 2,0) развиты сухие дерновиннозлаковые и опустыненные степи. Их биологическая

продуктивность составляет около 20...40 ц/га. Широкая полоса сухостепных геосистем, связанных с каштановыми почвами и с годовой суммой осадков 150...250 мм, расположена на территории Монголии. Они характеризуются преобладанием дерновиннозлаковой степной растительности, образованной преимущественно тырсовым крупнодерновинным ковылем, часто с фрагментами караганы. Южнее эти геосистемы сменяются опустыненными, для растительности которых характерны не крупнодерновинные тырсовидные ковыли, а мелкодерновинные ковыльки. Опустыненные геосистемы связаны со светлокаштановыми почвами и незначительным количеством осадков (до 130...160 мм).

Чувствительность и рекомендуемые режимы использования геосистем. Чувствительность геосистем определяется свойством саморегуляции или способностью удерживать свою структуру на некоторый промежуток времени в определенных границах [12, 14]. Возможные изменения геосистем вследствие внешнего, в том числе антропогенного воздействия, потенциально определяются через функциональные характеристики геосистем. Поэтому чувствительность геосистем бассейна озера Байкал имеет наибольшую взаимосвязь с их типами, и в качестве основных индикаторов чувствительности (антоним понятия "устойчивость") могут выступать показатели интегральной интенсивности функционирования и продуктивности ландшафтов.

В этом случае чувствительность соотносится с тепло- и влагообеспеченностью местоположений геосистем "по принципу оптимальности", а также с биологической продуктивностью их растительного компонента "по принципу максимума: чем

больше, тем лучше". Чувствительность увеличивается по мере удаления значений соотношения теплоты и влаги от экологического оптимума. Менее чувствительными к антропогенному воздействию являются группы геомов оптимальных условий развития с высокой биологической продуктивностью, более чувствительными — редуцированных условий развития с низкой биологической продуктивностью (см. таблицу).

На основе функционального анализа чувствительности все геосистемы были дифференцированы на экологические группы, для каждой из которых разработаны рекомендации по режимам использования. В первую группу с *рекомендуемым строго защитным* режимом вошли высокогорные гольцово-верхнетаежные восточносибирского и южносибирского типа (альпинотипные, субальпинотипные, гольцовые, подгольцовые, редколесные) геосистемы (1...9), которые, обладая высокой чувствительностью, потенциально относятся к участкам экологической опасности. Они выполняют важную средоформирующую экологическую функцию. Особенно велика их снего- и водосборная роль, имеющая определяющее значение в формировании водного баланса всей территории исследуемого региона. Эти геосистемы характеризуются экстремальными эколого-географическими условиями, поэтому планировать экстенсивные формы использования геосистем, предполагающие возможное значительное изменение их структуры не рекомендуется: коренные изменения, если они произойдут, могут изменить всю структуру таежных ландшафтов гор, котловин и понижений. Для сохранения гольцово-верхнетаежной сферы важны предупредительные меры, поэтому необходимым условием использования этих геосистем является

Чувствительность геосистем бассейна озера Байкал

Чувствительность к внешнему воздействию Соотношение тепла и влаги, биологическая продуктивность	Основные ландшафтные структуры — геосистемы (см. рисунок)
I. Очень высокая Очень значительный дефицит теплоты и избыток влаги, низкая или средняя продуктивность	10...12, 17, 38...42
II. Высокая Значительный дефицит теплоты и избыток влаги, средняя продуктивность	1...9, 32...37
III. Средняя Некоторый дефицит влаги, повышенная продуктивность	24...29, 30, 31
IV. Относительно низкая Некоторый дефицит влаги, повышенная или средняя продуктивность	15, 16
V. Низкая Оптимальное соотношение теплоты и влаги, средняя или повышенная продуктивность	13, 14, 18, 19, 22, 23
VI. Очень низкая Некоторый избыток влаги, высокая продуктивность	20, 21



экологическая экспертиза хозяйственных проектов. Для них должны разрабатываться природоохранные мероприятия, учитывающие их геосферное (средоформирующее) значение.

В категорию геосистем *с рекомендуемым эксплуатационно-защитным режимом использования (10...12, 17, 32...37, 38...42)*, во-первых, вошли все горнотаежные и межгорных понижений и долин таежные листовенничные байкало-джугджурского типа и темнохвойные южносибирского типа геосистемы редуцированного развития, характеризующиеся высокой чувствительностью к внешнему воздействию. Значительные температурные инверсии и особенности структурно-литологических характеристик обусловили низкий уровень их теплообеспеченности и избыточное увлажнение, поэтому они имеют большое мерзлотно-защитное и водорегулирующее значение и выполняют функцию стабилизации экологической ситуации. К этой же категории отнесены горностепные и сухостепные геосистемы дауromонгольского типа, формирующиеся преимущественно на маломощных каштановых почвах в условиях с сильно выраженной цикличностью увлажнения.

Они имеют общее региональное значение в сохранении геосистемной структуры. Наиболее важной экологической функцией для них является сохранение почвенно-растительного комплекса геосистем, поскольку именно он обеспечивает водный баланс всей прилегающей территории. Это условие может достигаться при неистощимом использовании, т. е. при условии воспроизводства изъятых ресурсов, поэтому для них рекомендован эксплуатационно-защитный режим природопользования.

Кроме того, к этой же группе относятся также сосновые боровые комплексы равнин и долин, которые развиваются преимущественно на сухих песчаных почвах дюн или песчаных почвах пологих склонов в условиях недостаточного увлажнения. Антропогенное воздействие, связанное с уничтожением растительности без ее планомерного восстановления, может привести к развитию эоловых процессов. В целом все степные геосистемы являются заселенными и освоенными человеком. Но даже при низком уровне хозяйственного освоения проявляется дефицит их природной устойчивости.

Эксплуатационно-защитный режим их использования предполагает выделение почвозащитных, криозащитных, водорегулирующих, закрепляющих пески и пр. природоохранных зон. При этом предполагается осуществление постоянного контроля состояния геосистем в процессе эксплуатации и проведение плановых мероприятий по его улучшению.

К группе *с рекомендуемым защитно-эксплуатационным режимом использования (13...16, 22, 23)* отнесены все горнотаежные геосистемы условий ограниченного развития. Это наиболее организованные в структурном отношении территориальные системы, выполняющие средостабилизирующую экологическую функцию. В сочетании с верхнетаежно-гольцовой сферой они определяют основное множество эколого-географических факторов в современном механизме и иерархии движущих сил как внешних, так и внутрисистемных природных взаимодействий. В целом для этих, преимущественно "моховых", геосистем характерна функция стабилизации (водорегулирование). В условиях континентального климата их моховая подушка обеспечивает существование особого типа экологических условий.

Древесный растительный компонент этих геосистем образует основной лесозащитный фонд в регионе, поэтому они имеют большое производственное значение и сильно модифицированы в процессе антропогенного воздействия. Для сохранения моховой тайги необходимо осуществлять постоянный контроль ее состояния, соблюдать правила эксплуатации лесов и проводить мероприятия по предотвращению лесных пожаров.

В группу *с рекомендуемым эксплуатационным режимом использования (24...31)* отнесены подтаежные геосистемы, характеризующиеся относительно низкой чувствительностью к антропогенному воздействию, но с недостаточным увлажнением. Антропогенные воздействия здесь могут привести к изменению гидрологического режима в сторону иссушения и, как следствие, нарушению структуры геосистем. Поэтому особенно возрастает их водозащитная и почвозащитная роль. Для геосистем этого типа характерны разнообразные хозяйственные функции, поэтому они имеют большое техногенно-барьерное значение. Особенно здесь важно предусмотреть специальные меры охраны почвенно-растительного комплекса, обеспечивающего сохранение режима увлажнения геосистем.

Сюда же отнесены все островные и долинские степные и луговостепные геосистемы. Их характеристики связаны с особенностями рельефа, континентальностью климата (низкими зимними температурами, малым количеством твердых осадков и сравнительно небольшим количеством осадков, выпадающих в летние месяцы года). Развитые преимущественно на карбонатных, сульфатных и соленосных отложениях, они имеют относительно высокую продуктивность и значительное разнообразие составляющих их подсистем, что служит показателем их относительной стабильности.

К группе с рекомендуемым охранным режимом использования (18...21) отнесены геосистемы с участием кедра в составе растительного компонента. В экологическом плане эти геосистемы выполняют почвозащитные и водорегулирующие функции. Кедровые леса относятся к категории лесов с охранным режимом природопользования как орехопромысловые и охотничьи угодья. Осуществление хозяйственной деятельности на таких территориях требует строгого соблюдения природоохранных мероприятий.

Заключение. Проведенный информационный анализ закономерностей дифференциации природной среды бассейна озера Байкал и разработанные на основе представлений научной школы В. Б. Сочавы о геосистемах, их функционировании и пространственно-временной изменчивости критерии экологической оценки позволили разработать принципы специализированной классификации природной среды. На их основе создана карта "Геосистемы бассейна озера Байкал" в рамках границ двух суверенных государств (России и Монголии), которая может быть использована в качестве инструмента информационной поддержки управления обширной территорией. Геосистемный экологический подход обеспечил переход от функционального этапа картографического исследования природной среды региона к прогнозу развития ситуаций, а интерпретированные функциональные характеристики геосистем обеспечили обоснование пространственных и уровневых категорий охраны природы бассейна озера Байкал.

Список литературы

1. Кузнецова Т. И., Плюснин В. М. Методология информационного обеспечения анализа экологических рисков

// Проблемы анализа риска. — 2012. — Т. 9. — № 5. — С. 47—62.

2. Кузнецова Т. И., Плюснин В. М. Геосистемные картографические интерпретации для информационного обеспечения управления экологическим риском Байкальского региона // Безопасность жизнедеятельности. — 2014. — № 2. — С. 43—49.
3. Кузнецова Т. И., Лопаткин Д. А. Структура геоинформационной системы "Ландшафтно-экологическая среда бассейна озера Байкал" // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2015.— № 1. — С. 83 — 90.
4. Сочава В. Б. Теоретическая и прикладная география. Избранные труды. — Новосибирск: Наука, 2005. — 288 с.
5. Монгольская Народная Республика. Национальный атлас. — Улан-Батор—Москва, Изд-во: ГУГК СССР.— 1990.— 144 с.
6. Сочава В. Б., Тимофеев Д. А. Физико-географические области Северной Азии // Доклады Института географии Сибири и Дальнего Востока, 1968. — № 19. — С. 3—19.
7. Эколого-фитоценоотические комплексы Азиатской России. Опыт картографирования / Под ред. В. Б. Сочавы. — Иркутск, Изд-во: ИГ Сибири и Дальнего Востока, 1977. — 69 с.
8. Лавренко Е. М., Карамышева З. В., Никулина Р. Н. Степи Евразии. — Л: Наука. Ленинград. отд-ние, 1991. — 146 с.
9. Экологический атлас бассейна озера Байкал. — Иркутск: изд-во Института географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, 2015. — 145 с.
10. Волкова Е. А. Зонально-поясные закономерности распределения растительности Монголии // Известия РГО. —1992. — Т. 124. — Вып. 6. — С. 10—19.
11. Коротков И. А. Географические закономерности распределения лесов в Монгольской Народной Республике // Ботанический журнал. —1976. — Т. 61. — № 2. — С. 145—153.
12. Данилин И. М., Наурзбаев М. М., Цогт З. Ход роста древостоев псевдотаежных лиственничников в Центральном Хангае (Монголия) // Хвойные бореальной зоны XXVII. — 2010. — № 3—4, — С. 306—311.
13. Банзрагч Д., Мунхбаяр С. О границах высокогорного пояса растительности в горах Хангая // Очерки физической географии Монголии: Сборник статей, изданных на русском языке. — Улаанбаатар, 2006. — С. 300—305.
14. Михеев В. С. Ландшафтный синтез географических знаний. — Новосибирск: Наука, 2001. — 216 с.

T. I. Kuznetsova, Senior Researcher, e-mail: kuznetzova@irigs.irk.ru, V. B. Sochava
Institute of Geography SB RAS

Cartographic Analysis of Landscape-Ecological Regularities Basin Lake Baikal in Russia and Mongolia to Inform Environmental Decisions

The cartographic inventory of landscape environment in the region is carried out. The results are used as an essential tool for evaluating the environmental potential of the territory. The interpreted structural, dynamic and functional characteristics of landscapes serve as limitations of nature use. They provided justification of spatial and leveled limit of anthropogenic pressures and categories of landscape protection. In general, the developed and firstly used geosystem and geoecological approach ensured the transition from the functional phase of study of the natural environment of the region to the forecast of situations.

Keywords: Geosystem, function, sensitivity, usage patterns



References

1. **Kuznecova T. I., Pljusnin V. M.** Metodologija informacionnogo obespechenija analiza jekologicheskikh riskov. *Problemy analiza riska*. 2012. T. 9. No. 5. P. 47–62.
2. **Kuznecova T. I., Pljusnin V. M.** Geosistemnye kartograficheskie interpretacii dlja informacionnogo obespechenija upravlenija jekologicheskim riskom Bajkal'skogo regiona. *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*. 2014. No. 2. P. 43–49.
3. **Kuznecova T. I., Lopatkin D. A.** Struktura geoinformacionnoj sistemy "Landshaftno-jekologicheskaja sreda bassejna ozera Bajkal". *Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Geodezija i ajerofotos'emka*. 2015. No. 1. P. 83–90.
4. **Sochava V. B.** Teoreticheskaja i prikladnaja geografija. Izbrannye Trudy. Novosibirsk: Nauka, 2005. 288 p.
5. **Mongol'skaja Narodnaja Respublika.** Nacional'nyj atlas. Ulan-Bator—Moskva: Izd-vo GUGK SSSR, 1990. 144 p.
6. **Sochava V. B., Timofeev D. A.** Fiziko-geograficheskie oblasti Severnoj Azii. *Doklady Instituta geografii Sibiri i Dal'nego Vostoka*. 1968. No. 19. P. 3–19.
7. **Jekologo-fitocenoticheskie komplekсы** Aziatskoj Rossii. Opyt kartografirovaniya Pod Red. V. B. Sochava. Irkutsk: Izd-vo: IG Sibiri i Dal'nego Vostoka, 1977. 69 p.
8. **Lavrenko E. M., Karamysheva Z. V., Nikulina R. N.** Stepi Evrazii. L.: Nauka. Leningrad. otd-nie, 1991. 146 p.
9. **Jekologicheskij atlas** bassejna oz. Bajkal. Irkutsk: Izd-vo Instituta geografii im. V. B. Sochavy SO RAN, 2015. 145 p.
10. **Volkova E. A.** Zonal'no-pojasnye zakonomernosti raspredelenija rastitel'nosti Mongolii. *Izvestija RGO*. 1992. T. 124. Vyp. 6. P. 10–19.
11. **Korotkov I. A.** Geograficheskie zakonomernosti raspredelenija lesov v Mongol'skoj Narodnoj Respublike. *Botanicheskij zhurnal*. 1976. T. 61. No. 2. 1976. P. 145–153.
12. **Danilin I. M., Naurzbaev M. M., Cogt Z.** Hod rosta drevostoev psevdotaezhnyh listvennichnikov v Central'nom Hangae (Mongolija). *Hvojnye boreal'noj zony XXVII*. 2010. No. 3–4. P. 306–311.
13. **Banjeragch D., Munhbajar S.** O granicah vysokogornogo pojasa rastitel'nosti v gorah Hangaja. *Oчерки fizicheskoj geografii Mongolii*. Sbornik statej, izdannyh na russkom jazyke. Ulaanbaatar, 2006. P. 300–305.
14. **Miheev V. S.** Landshaftnyj sintez geograficheskikh znanij. Novosibirsk: Nauka, 2001. 216 p.

УДК 502.3

Т. О. Перемитина, канд. техн. наук, науч. сотр., e-mail: pto@ipc.tsc.ru, **И. Г. Яценко**, канд. геол.-мин. наук, зав лабораторией, Институт химии нефти Сибирского отделения Российской академии наук (ИХН СО РАН)

Применение данных спутниковых наблюдений TERRA-MODIS для мониторинга состояния окружающей среды нефтедобывающих территорий Западной Сибири

Проведен мониторинг состояния растительного покрова нефтедобывающих территорий Западной Сибири за период 2010–2015 гг. с использованием тематических продуктов MODIS. Предложен подход к оценке воздействия различных факторов на экологию нефтегазодобывающих территорий на основе дистанционных исследований состояния растительного покрова по значению нормализованного разностного индекса растительности (NDVI). Апробация предложенного подхода проведена для техногенно нарушенных территорий нефтяных месторождений Томской области.

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

Введение

Вследствие интенсивной промышленной эксплуатации нефтяных ресурсов нефтедобывающий комплекс оказывает существенное прямое и косвенное воздействие на природную среду. Нефть и нефтепродукты являются опасными загрязнителями окружающей среды и пагубно влияют на все звенья биологической цепи. Загрязнение почвы в концентрации 80...100 г/кг создает критическую ситуацию, при которой растительный покров не возобновляется. Особенно уязвима

в этом отношении экосистема заболоченной территории Западной Сибири. Натурные наблюдения на местности не могут обеспечить комплексную, интегральную оценку экологического состояния нефтедобывающих территорий, поэтому использование спутниковых данных дистанционного зондирования Земли, позволяющее обеспечить практически непрерывный мониторинг атмосферы, земной и водной поверхностей, является актуальной задачей.

Целью работы является рассмотрение вопроса возможности применения данных спутниковых

наблюдений TERRA-MODIS для оперативного мониторинга состояния окружающей среды нефтедобывающих территорий Западной Сибири.

Исследуемые территории

Западно-Сибирский регион, активно развивающийся в промышленном отношении, в последние годы характеризуется нарастанием напряженности экологической обстановки [1]. Ряд городов и промышленных районов Западной Сибири может быть отнесен к зонам экологического бедствия. Основная причина этого — несоответствие масштабов техногенного воздействия на природную среду и мер по ее сохранению, восстановлению и охране. Конкретно это выражается в непрерывном нарастании площадей и объемов добычи нефти и газа со степенью выработки месторождений более 50 %, использовании старых технологий, наличии опасных ядерно-химических объектов. К осложняющим факторам относится слабый учет устойчивости природных ландшафтов к техногенным воздействиям, которая связана с особенностями зоны распространения многолетнемерзлых пород и климатическими условиями рассеивания загрязнителей в атмосфере [2].

При оценке состояния окружающей среды на месторождениях используются различные методы получения информации. Вследствие труднодоступности территорий, находящихся в зоне воздействия предприятий нефтедобычи в Западной Сибири, наиболее перспективный подход к оперативному мониторингу состояния растительного покрова — это использование космических снимков (КС).

Обработка и анализ данных дистанционного зондирования

В Научно-исследовательском информационном центре Института химии нефти СО РАН сформирована коллекция КС и спутниковых данных MODIS (Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer — сканирующий спектрорадиометр среднего разрешения) для исследуемой территории Западной Сибири за период 2000—2015 гг.

Тематические продукты MODIS созданы зарубежными специалистами по результатам обработки КС, полученных со спутника TERRA сканером MODIS и цифровых моделей рельефа. Материалы съемки MODIS имеют широкий спектр применения для исследования атмосферы, водных объектов и суши [3]. Данные MODIS по всей поверхности Земли поступают со спутника Terra каждые 2 дня в 36 спектральных зонах (в диапазоне 0,405...14,385 мкм) с разрешением 250...1000 м, что обеспечивает моделирование

в глобальном и региональном масштабе. Предназначение системы MODIS состоит в сборе данных для калиброванных глобальных интерактивных моделей Земли как единой системы. В будущем предполагается использование интерактивных моделей для прогнозирования глобальных изменений окружающей природной среды в связи с антропогенными влияниями. Стоит отметить, что материалы MODIS находятся в свободном доступе и позволяют оперативно оценивать состояние окружающей среды, в частности, данные продукта MOD13Q1 (дата съемки с 10.06.2015 по 26.06.2015), необходимые для исследований в этой работе, были доступны уже 01.07.2015 г.

Применение вегетационных индексов в задачах мониторинга

Для работы со спектральной информацией часто прибегают к созданию так называемых "индексных" изображений. На основе комбинации значений яркости в определенных каналах, информативных для выделения исследуемого объекта, и расчета по этим значениям "спектрального индекса" объекта строится изображение, соответствующее значению индекса в каждом пикселе, что и позволяет выделить исследуемый объект или оценить его состояние. Спектральные индексы, используемые для изучения и оценки состояния растительности, получили общепринятое название вегетационных индексов.

Вегетационный индекс (ВИ) — показатель, рассчитываемый в результате операций с разными спектральными диапазонами (каналами) данных дистанционного зондирования, и имеющий отношение к параметрам растительности в данном пикселе снимка. Эффективность ВИ определяется особенностями отражения. Эти индексы выведены, главным образом, эмпирически.

Наиболее популярный и часто используемый индекс NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) — нормализованный разностный индекс растительности, впервые был описан в 1973 г. — простой показатель количества фотосинтетически активной биомассы (обычно называемый вегетационным индексом), является самым распространенным индексом для решения задач, использующих количественные оценки растительного покрова, и вычисляется по формуле [4]:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED},$$

где *NIR* — коэффициент отражения в ближней инфракрасной области спектра; *RED* — коэффициент отражения в красной области спектра.

Расчет индекса NDVI базируется на двух наиболее стабильных (не зависящих от прочих факторов) участках спектральной кривой отражения сосудистых растений. В красной области спектра (0,6...0,7 мкм) лежит максимум поглощения солнечной радиации хлорофиллом высших сосудистых растений, а в инфракрасной области (0,7...1,0 мкм) находится область максимального отражения клеточных структур листа. То есть высокая фотосинтетическая активность (связанная, как правило, с густой растительностью) ведет к меньшему отражению в красной области спектра и большему в инфракрасной.

Для сопоставления значений индекса NDVI с состоянием растительности используется стандартизованная непрерывная дискретная шкала, определяющая значения индекса в диапазоне от минус 1 до 1. Установлено, что для густой растительности значение индекса составляет $NDVI \geq 0,7$, для разреженной растительности значения NDVI находятся в диапазоне от 0,3 до 0,5. Для открытой почвы $NDVI = 0,025$, для искусственных материалов и покрытий, производственных грунтов NDVI принимает отрицательные значения ($NDVI = -0,5$) [4]. Как правило, для задач, связанных с картографированием ареалов распространения различных типов растительности, используют немасштабированную шкалу от 0 и выше, так как значения NDVI для растительности не могут быть отрицательными.

В данной работе использован тематический продукт Terra MODIS — MOD13Q1 16-Day Vegetation Indices с разрешением 250 м, содержащие значения индекса NDVI, усредненного за 16 дней. Анализ значений индекса NDVI позволяет выявить проблемные зоны с угнетенной растительностью, давая возможность принимать наиболее верные решения, направленные на улучшение экологического состояния территорий. При помощи статистической обработки ретроспективных данных о значениях индекса NDVI помимо определения количества фитомассы можно также выделить территории с угнетенным состоянием растительности. Индекс NDVI часто используется как один из инструментов при проведении более сложных видов анализа, в результате чего могут создаваться карты продуктивности лесов и сельскохозяйственных земель, карты ландшафтов и природных зон, почвенные и другие эколого-климатические карты. Также на его основе возможно получение численных данных для использования в расчетах оценки и прогнозирования урожайности и продуктивности, биологического разнообразия,

степени нарушенности и ущерба от различных стихийных бедствий, техногенных аварий и т. д.

Характеристика состояния и изменения растительного покрова с использованием нормализованного разностного вегетационного индекса

В качестве примера применения данных спутниковых наблюдений TERRA-MODIS для мониторинга состояния окружающей среды нефтедобывающих территорий были проанализированы территории четырех месторождений Томской области — Крапивинское, Мыльджинское, Лугинецкое и Урманское (рис. 1). Дополнительно, в качестве фонового участка, была исследована территория Государственного природного заказника областного значения "Оглатский", площадь которого составляет 100 тыс. га. Главным достоянием данного заказника являются лесные массивы Каргасокского района Томской области, где из всех лесных формаций настоящими доминантами являются смешанные леса.

Средствами геоинформационной системы ArcGis для территорий четырех месторождений и территории Оглатского заказника по тематическому продукту MOD13Q1 рассчитано среднее значение NDVI за период с 2010 по 2015 гг.

На рис. 2 показана координатная сетка MODIS с отдельными элементами, четыре из которых (21 02, 22 02, 21 03 и 22 03, где первая пара цифр указывает номер элемента по горизонтали, а вторая пара цифр — номер элемента по вертикали) полностью охватывают территорию Томской области. Как видно из рис. 2, исследуемые месторождения и фоновый участок (заказник) расположены в секторе 22 03. Анализ данных тематического продукта MOD13Q1 проводился только для указанного элемента координатной сетки за шестилетний период с 2010 по 2015 гг. для 161-го дня



Рис. 1. Исследуемые территории

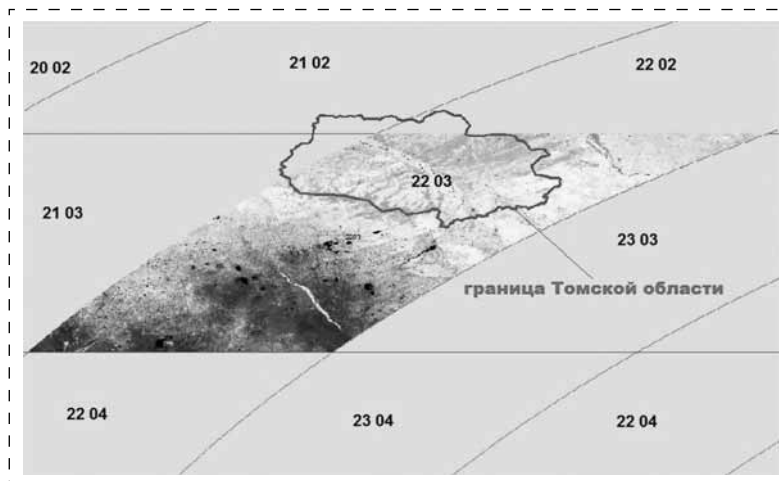


Рис.2. Фрагменты съемки MODIS для исследуемой территории

за 16-дневный период с датами съемки с 10 июня по 26 июня каждого года.

Как видно из рис. 3, максимальное значение NDVI = 0,847 соответствует состоянию растительного покрова фонового участка (территории Оглатского заказника) в 2011 г. Стоит отметить, что для всех исследуемых территорий тенденции изменения значений индекса однотипны — высокие значения в 2011 и 2015 гг., минимальные — в 2010 и 2013 гг., за исключением территории Мыльджинского месторождения. Такая согласованность может быть объяснена тем, что, например, в 2010 г. в Томской области был высокий уровень паводка и масштабное затопление, что способствовало естественному смыву нефтепродуктов с нефтезагрязненных земель месторождений и хорошему развитию растительного покрова на следующий год. А вычисленные относительно низкие значения индекса в 2013 году могут быть

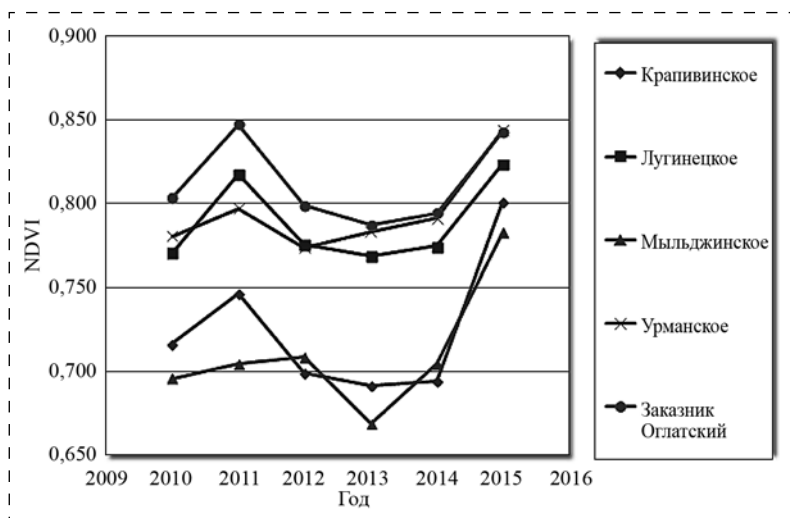


Рис.3. Анализ значений индекса NDVI

обусловлены тем фактом, что лето 2013 г. началось с вторжения холодного арктического воздуха, в результате чего, пониженный температурный фон июня с частыми осадками сказался на задержке в развитии растительности [5]. Средняя температура воздуха за июнь месяц 2013 г. составила плюс 13...15 °С, что ниже нормы на 1...2 °С и ниже средних значений за 2012 г. на 7...8 °С.

Для более детального анализа полученных результатов значения индекса NDVI были представлены в виде линейных трендов (рис. 4).

Как видно из рис. 4, значение NDVI = 0,844 в 2015 г. для растительного покрова месторождения Урманское почти совпадает со значением вегетационного индекса фонового участка. Данное месторождение

относится к "молодым" месторождениям Томской области, введено в эксплуатацию в 2006 г. Ранее была выявлена тенденция изменения количества аварийных отказов и площади нефтезагрязненных земель от года ввода в эксплуатацию месторождения.

Установлено, что загрязнение земель и водоемов обусловлено высокой аварийностью "старых" месторождений, которых на территории Томской области абсолютное большинство. На объектах нефтегазодобывающего комплекса Томской области в 2012 г. зарегистрирован 601 аварийный отказ оборудования (423 отказа на нефтепроводах, 176 — на водоводах, 2 — на газопроводах). Основное количество отказов произошло на нефтепроводах и водоводах в результате коррозии труб и повышения интенсивности эксплуатации месторождений. В таблице представлены данные о количестве отказов на нефтедобывающих объектах, а также площади нефтезагрязненных земель.

Результаты приведены как для некоторых "старых" месторождений, срок эксплуатации которых превышает 20...40 лет, так и для "молодых" месторождений — Урманское, Майское и Фестивальное, которые введены в эксплуатацию в 2006—2007 гг. [5].

Проведен анализ числа аварийных отказов (рис. 5, а) и площади нефтезагрязненных земель (рис. 5, б) для территории Лугинецкого месторождения с 2009 по 2014 гг. [5, 6]. Как видно из рис. 5, а и таблицы, наибольшее число аварий за указанный период на территории Лугинецкого месторождения произошло в 2012 г. — 144 случая, а в 2014 г. число аварий было минимальным — 69 случаев, что согласуется с изменениями значений NDVI для растительности Лугинецкого месторождения



Рис. 4. Анализ значений нормализованного вегетационного индекса для каждой исследуемой территории

Число отказов и площади нефтезагрязненных земель на месторождениях Томской области в 2012 г.

Месторождение	Год введения в эксплуатацию	Количество отказов	Площадь нефтезагрязненных земель, га
Советское	1966	102	0,28
Первомайское	1981	53	0,43
Катыльгинское	1983	26	0,17
Лугинецкое	1985	144	0,53
Ломовое	1986	44	0,22
Игольско-Таловое	1991	26	0,18
Мыльджинское	1999	Нет данных	Нет данных
Крапивинское	1999	37	0,03
Урманское	2006	—	—
Майское	2007	—	—
Фестивальное	2007	—	—

(см. рис. 4), в частности, состояние растительного покрова, начиная с 2012 г. по 2014 г., было наихудшим, и значения NDVI минимальны, а в 2014 г. значение индекса увеличивается при уменьшении числа аварий практически в 2 раза. Аналогичные зависимости проявляются при анализе графика на рис. 5, б — в 2010 г. наблюдается минимальная территория нефтезагрязнения, соответственно растительность характеризуется хорошим состоянием на следующий 2011 год, что подтверждает высокое значение NDVI на рис. 4 для территории Лугинецкого месторождения. Большая площадь загрязнения, начиная с 2012 г., особенно в 2013 г. с максимальной площадью нефтезагрязнения (0,69 га), соответственно оказала влияние на состояние растительности в эти годы — значения NDVI для растительности рассматриваемого месторождения самые низкие в 2013 г. Далее в 2014 г. произошло сокращение количества аварий и площади загрязненных земель, что соответственно отразилось на значении индекса — он увеличился в 2015 г. Таким образом, прослеживается прямая зависимость между количеством аварий, площадью нефтезагрязнений и состоянием растительного покрова на территории нефтедобывающего предприятия.

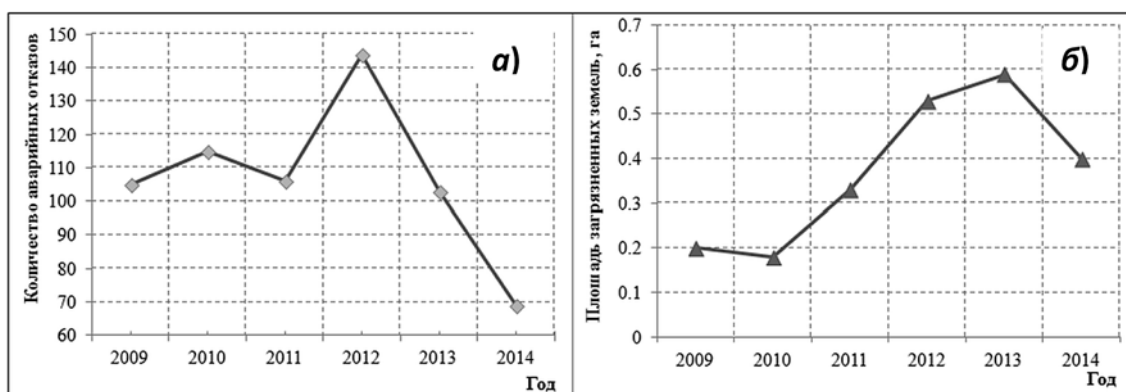


Рис. 5. Количество аварийных отказов (а) и площадь нефтезагрязненных земель (б) для территории Лугинецкого месторождения с 2009 по 2014 гг.

Самое минимальное значение индекса NDVI = 0,669 вычислено для растительности на территории Мыльджинского газоконденсатного месторождения в 2013 г. (см. рис. 4). Из открытых литературных источников не удалось установить аварийную ситуацию на территории данного месторождения. Полученные данные показывают, что территория Мыльджинского месторождения требует более детального изучения с помощью космических снимков более высокого пространственного разрешения для выявления факторов, вызвавших падение индекса в 2013 г. В целом, для территорий всех исследуемых месторождений наблюдается возрастание индекса с 2014 г., что свидетельствует о хорошем (неугнетенном) состоянии растительности и улучшении экологической обстановки.

Заключение

Внедрение методов решения экологических задач с помощью данных дистанционного зондирования позволяет проводить мониторинг состояния растительности труднодоступных нефтегазодобывающих территорий Западной Сибири. Мониторинговые исследования основаны на комплексном подходе, в анализе состояния ландшафтов территории нефтедобывающих предприятий учитывались климатические факторы, количество аварийных отказов и площади загрязненных земель.

Применение данных спутниковых наблюдений TERRA-MODIS для мониторинга состояния окружающей среды нефтедобывающих территорий четырех месторождений Томской области позволило определить угнетенное состояние растительности в 2013 г. для территории Крапивинского, Лугинецкого и Мыльджинского месторождений, а также выявить улучшение со временем экологического состояния растительности всех исследуемых

территорий. Проведен сравнительный анализ вычисленных значений вегетационного индекса растительного покрова месторождений с состоянием растительности фонового участка, в качестве которого выбран Государственный природный заказник Томской области "Оглатский". С помощью спутниковых данных можно выполнять картографирование и пространственный анализ труднодоступной болотистой местности, что оказывает значительную помощь в своевременной оценке экологической ситуации и принятии решений в устранении и профилактике загрязнения окружающей среды.

Список литературы

1. **Перемитина Т. О., Алексеева М. Н., Яценко И. Г.** Оценка влияния нефтеразливов на состояние растительного покрова и приземного слоя атмосферы с использованием космических снимков // Оптика атмосферы и океана. — 2011. — Том 24. — № 7. — С. 606–610.
2. **Altunina L. K., Svarovskaya L. I., Alekseeva M. N., Yashchenko I. G.** Integrated Assessment of Anthropogenic Contamination of Oil-Producing Territories in Western Siberia // Petroleum Chemistry. — 2014. — Vol. 54. — № 3. P. 234–238.
3. **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.
4. **Черепанов А. С., Дружинина Е. Г.** Спектральные свойства растительности и вегетационные индексы // Геомадика. — 2009. — № 3. — С. 28–32.
5. **Экологический мониторинг: Доклад о состоянии и охране окружающей среды Томской области** / Глав. ред. А. М. Адам, редкол.: В. А. Коняшкин, И. Г. Тарасов, Ю. В. Лунева; Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области, ОГБУ "Облкомприрода". — Томск: Дельтаплан, 2014. — 194 с.
6. **Государственный доклад "О состоянии и охране окружающей среды Томской области в 2014 году"** / Глав. ред. С. Я. Трапезников, редкол.: Ю. В. Лунёва, Н. А. Чатурова, В. А. Коняшкин; Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области, ОГБУ "Облкомприрода". — Томск: Дельтаплан, 2015. — 156 с.



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

Application Satellite Data Terra-Modis to Environmental Monitoring in Western Siberia

Monitoring of vegetation cover oil-producing areas of Western Siberia for the period 2010- 2015 using topical products MODIS. A method for assessing the impact of various factors on the ecology of oil and gas production areas on the basis of remote sensing of vegetation on the value of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). Approbation of the proposed technique performed to oil fields technologically disturbed areas of Tomsk region.

Keywords: environment, satellite images, geoinformation systems, oil field

References

1. **Peremitina T. O., Alekseeva M. N., Jashchenko I. G.** Ocenka vliyanija nefterazlivov na sostojanie rastitel'nogo pokrova i prizemnogo sloja atmosfery s ispol'zovaniem kosmicheskikh snimkov. *Optika atmosfery i okeana*. 2011. Tom 24. No. 7. P. 606–610.
2. **Altunina L. K., Svarovskaya L. I., Alekseeva M. N., Yashchenko I. G.** Integrated Assessment of Anthropogenic Contamination of Oil-Producing Territories in Western Siberia. *Petroleum Chemistry*. 2014. Vol. 54. No. 3. P. 234–238.
3. **Afonin S. V., Belov V. V., Jengel' M. V.** Analiz regional'nyh sputnikovyh Dannyh MODIS Products. *Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*. 2005. T. 2. No. 2. P. 336–342.
4. **Cherepanov A. S., Druzhinina E. G.** Spektral'nye svojstva rastitel'nosti i vegetacionnye indeksy. *Geomatika*. 2009. No. 3. P. 28–32.
5. **Jekologicheskij monitoring:** Doklad o sostojanii i ohrane okruzhajushhej sredy Tomskoj oblasti / Glav. red. A. M. Adam, redkol.: V. A. Konjashkin, I. G. Tarasov, Ju. V. Luneva; Departament prirodnyh resursov i ohrany okruzhajushhej sredy Tomskoj oblasti, OGBU "Oblkompriroda". Tomsk: Del'taplan, 2014. 194 p.
6. **Gosudarstvennyj doklad** "O sostojanii i ohrane okruzhajushhej sredy Tomskoj oblasti v 2014 godu" / Glav. red. S. Ja. Trapeznikov, redkol.: Ju. V. Lunjova, N. A. Chaturova, V. A. Konjashkin; Departament prirodnyh resursov i ohrany okruzhajushhej sredy Tomskoj oblasti, OGBU "Oblkompriroda". Tomsk: Del'taplan, 2015. 156 p.

УДК: 504.058:614.8-052

С. В. Сергеев, ст. препод., e-mail: SV_Sergeev@inbox.ru, Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления, Улан-Удэ

Сейсмическая активность на территории республики Бурятия, анализ цикличности сейсмособытий

Представлены данные о сейсмической активности Байкальской рифтовой зоны и цикличности сейсмособытий. Отмечено, что землетрясения, не имеющие разрушительной силы, способны оказывать значительное негативное влияние на физическое и психическое здоровье населения и представляют существенную угрозу для безопасности граждан, экономики страны и, как следствие, для устойчивого развития и обеспечения национальной безопасности Российской Федерации.

Ключевые слова: сейсмическая активность, магнитуда, энергетический класс, Байкальская рифтовая зона, негативное воздействие, население

По данным ЮНЕСКО, землетрясения занимают первое место по причиняемому экономическому ущербу, а также по числу унесенных ими человеческих жизней. Достоверно известно, что в год сейсмологами всего мира регистрируется около 100 000 слабых землетрясений различного энергетического класса, которые были зарегистрированы, но не ощутимы человеком. На жизнедеятельность

людей они практически никакого воздействия не оказывают, даже если возникают в густонаселенных пунктах. Ощутимых землетрясений ежегодно насчитывают около 100 по всему земному шару. Но лишь о нескольких из них широко известно.

Для характеристики силы землетрясений используются такие понятия, как магнитуда, энергетический класс, балльность.

Магнитуда землетрясения — это условная мера энергии, которая выделяется из очага землетрясения в виде сейсмических волн. Это понятие в 1935 году впервые предложил американский сейсмолог Чарльз Рихтер. Максимальные зарегистрированные землетрясения имеют магнитуду до 8,9, минимальные же сейсмические события, ощутимые человеком без приборов, характеризуются магнитудой от 2 до 3. Землетрясения меньших магнитуд регистрируются только сейсмографами (приборами для регистрации сейсмических волн).

С величинами сейсмической энергии, освобождаемой при землетрясениях, сопоставима лишь энергия атомных и водородных взрывов.

В России используется другая условная характеристика величины землетрясения, эквивалентная магнитуде — это энергетический класс, его значение варьирует в диапазоне от 1 до 18...20.

Другая характеристика силы землетрясения — это балльность, которая устанавливается только при ощутимых подземных толчках в каждом конкретном пункте на поверхности земли по описательной не инструментальной шкале интенсивности землетрясений Медведева—Шпонхойера—Карника (MSK-64). Эта шкала была разработана в 1964 г. и описывает ощущения, а также степень повреждения зданий и сооружений в условиях сейсмических событий различной интенсивности.

Катастрофические землетрясения сотрясают нашу планету не каждый год, примерно 1 раз в 10 лет, тем не менее, наносят серьезный ущерб, если только они не происходят в глубинах океана далеко от берега. Магнитуда таких землетрясений составляет от 7 до 8,9 и поражает местность в радиусе сотен километров, а ощущается в радиусе 500...700 км, иногда и более, на площади до нескольких миллионов квадратных километров. Например, Великое Восточно-Сибирское землетрясение 1 февраля (21 января по ст. ст.) 1725 г. по историческим документам ощущалось в Иркутске; Лиссабонское землетрясение 1755 г. ощущалось даже на юге Скандинавии; Цаганское землетрясение 12 января 1862 г. (31 декабря 1861 г. по ст. ст.) охватило огромную территорию: пределы района землетрясения были на западе и северо-западе — Тунка, Нижнеудинск, Илимск, на северо-востоке — Киренск и на востоке — Александровский завод Нерчинского округа, южная же граница проходила через Ургу в Монголию; Красноводское землетрясение 1895 г. в Туркмении достигло Саратова и Пензы; землетрясение 1911 г. в Тянь-Шане докатилось до Южного Урала [1].

Территория Республики Бурятия входит в единый Центрально-Азиатский сейсмический пояс, где высокую сейсмическую активность формирует Байкальская рифтовая зона, которая является крупнейшей в России и второй по величине на планете [2].

Современная сеть сейсмических станций Прибайкалья за один месяц на всей территории, контролируемой Байкальским филиалом геофизической службы, в среднем регистрирует 700...800 землетрясений. А в целом существующая сеть сейсмических станций в регионе ежегодно фиксирует более 3000 землетрясений различной интенсивности [3].

За последние 65 лет на территории Прибайкалья произошли три катастрофических землетрясения (9...12 баллов по шкале MSK-64):

- Мондинское — 9 баллов (04.04.1950 г.);
- Муйское 10...11 баллов (27.06.1957 г.);
- Среднебайкальское 8...9 баллов (30.08.1959 г.) и два 8-балльных;
- Южнобайкальское — 8 баллов (25.02.1999 г.),
- Кичерское — 8 баллов (21.03.1999 г.).

Сейсмичность территории населенных пунктов республики Бурятия, в соответствии с существующим прогнозом, расположена в диапазоне от 6 до 10 баллов, из них 30 % территории характеризуются сейсмичностью 9 баллов и выше.

На сейсмоопасных территориях Байкальской рифтовой зоны находится большое количество критически важных объектов и жилых зданий, а также планируются к реализации крупные экономические и инфраструктурные проекты, такие как создание особой экономической зоны туристско-рекреационного типа "Байкальская гавань". Сильное землетрясение может привести к серьезным разрушениям опасных объектов и усилить поражающий эффект для населения [2].

Изучив сейсмическую активность Байкальской рифтовой зоны за последние 300 лет (рис. 1) и более детально за 20 лет (так как доступные подробные данные имеются только с 1994 г.) (рис. 2), была построена таблица цикличности землетрясений на территории Байкальской рифтовой зоны (см. таблицу).

Из графика, приведенного на рис. 2, видно, что землетрясения энергетическим классом 15...16 (7 баллов и выше по шкале MSK-64) случаются приблизительно 1—2 раза в 10 лет.

На территории Байкальской рифтовой зоны в 2014 г. Байкальским филиалом геофизической службы СО РАН зарегистрировано 235 землетрясений [4].

Сейсмическую активность в январе 2015 г. с полной уверенностью можно назвать аномальной. За январь 2015 г. произошло 131 землетрясение различного энергетического класса и сейсмической интенсивностью до 5 баллов по шкале MSK-64, а за аналогичный период 2014 г. года произошло 29 землетрясений. Динамика сейсмической активности на сегодняшний день остается положительной, наглядно сейсмическая активность представлена на приведенной на рис. 3 диаграмме.

Баллы по
MSK-64

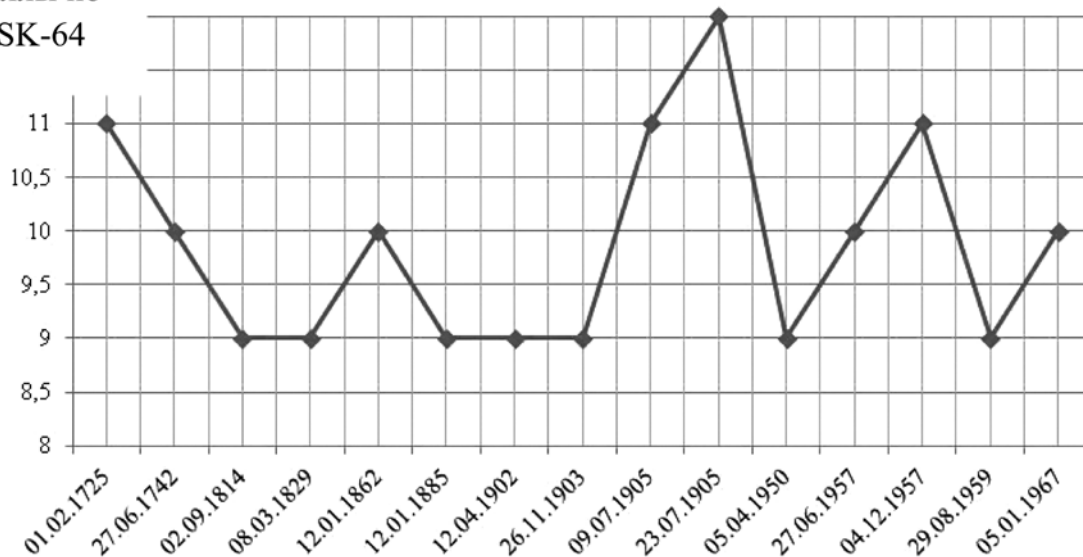


Рис. 1. Разрушительные и катастрофические землетрясения на территории Байкальской рифтовой зоны за последние 300 лет

Энергетический
класс

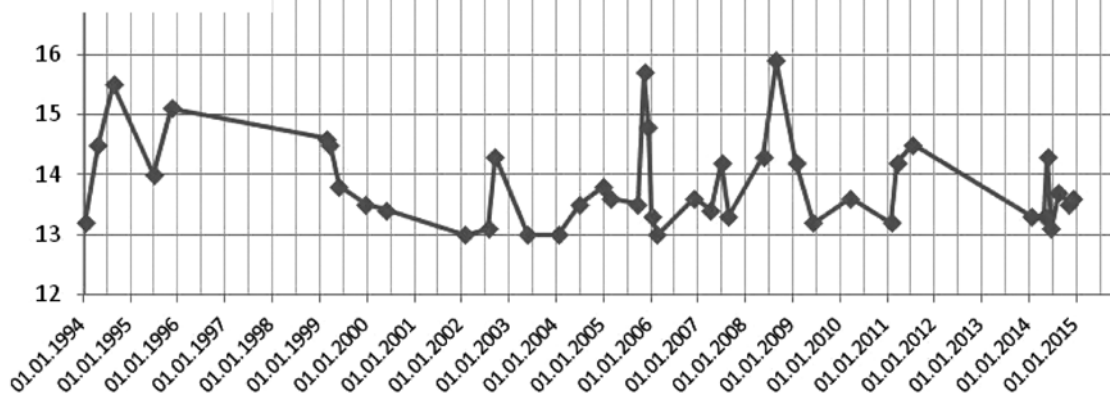


Рис. 2. Сейсмическая активность (ощутимые землетрясения) на территории Байкальской рифтовой зоны за последние 20 лет

Природные и техногенные катастрофы, вооруженные конфликты, террористические акты, гражданские беспорядки прямо или косвенно влияют на здоровье населения, на его социально-экономическое, психологическое, демографическое положение. В последнее время чрезвычайные ситуации все в большей мере становятся фактом нашей повседневной жизни, при этом человек подвергается экстремальным воздействиям, вызывающим у него стресс и нарушение здоровья в целом. Среди чрезвычайных ситуаций различного характера землетрясения, особенно средней и большой интенсивности (5...9 баллов), оказывают наиболее мощное психотравмирующее действие.

Цикличность землетрясений
на территории Байкальской рифтовой зоны

Баллы по шкале MSK-64	Годы возникновения событий	Период активности, лет	Интервал времени (цикличность событий), лет
9	1814, 1829, 1855, 1903, 1950, 1959	15...20	50...60
10	1742, 1862, 1957, 1967	—	100...120
11	1725, 1905, 1957	—	180...232
12	1905	—	за 300 лет 1 раз

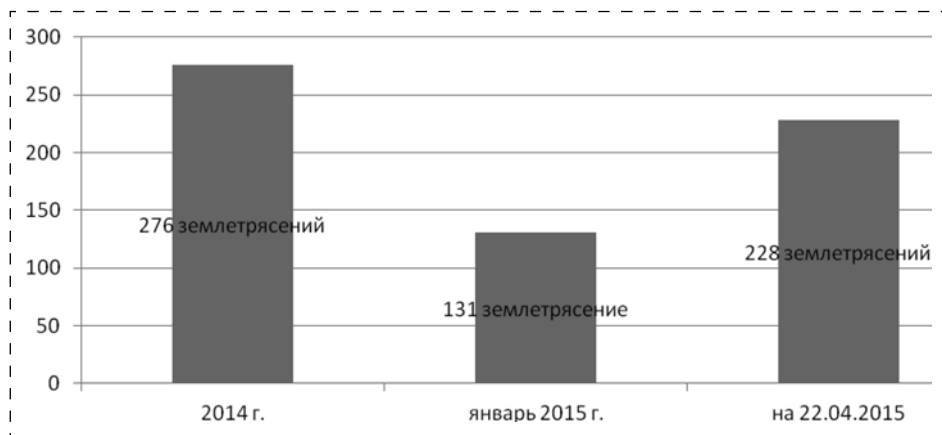


Рис. 3. Сейсмическая активность (число землетрясений) на территории Байкальской рифтовой зоны за 2014 и 2015 гг. (по состоянию на 22.04.2015)

Землетрясения, не имеющие разрушительной силы, но ощутимые (2...4 балла), оказывают негативное влияние на большие группы людей в виде кратковременных нарушений психики, проявляющихся преимущественно тревожно-фобической и инсомнической симптоматикой [5].

В заключение следует отметить, что землетрясения, не имеющие разрушительной силы, способны оказывать значительное негативное влияние на физическое и психическое здоровье населения и представляют существенную угрозу для безопасности граждан, экономики страны и, как следствие, для устойчивого развития и обеспечения национальной безопасности Российской Федерации.

Воздействие землетрясений формируется неожиданностью, внезапностью события и имеет определенную зависимость от пола, возраста и места нахождения человека.

Грамотное и своевременное информирование населения, обучение правилам безопасного поведения в условиях землетрясений, а также инженерно-технические и организационные мероприятия позволят снизить негативное воздействие сейсмических событий на население республики Бурятия.

Список литературы

1. **Байкальский филиал** геофизической службы СО РАН. Сильные землетрясения. URL: http://seis-bykl.ru/modules.php?name=Seismo_vz (дата обращения 10.07.2015).
2. **Сергеев С. В.** Анализ последствий землетрясений в Байкальской рифтовой зоне // Вестник ВСГУТУ. — 2013. — № 3 (42). — С. 193—200.
3. **Геофизическая служба** СО РАН. Оперативные сообщения о сейсмических событиях. URL: <http://gs.nsc.ru/> (дата обращения 10.07.2015).
4. **Байкальский филиал** геофизической службы СО РАН. Карты эпицентров. URL: http://seis-bykl.ru/modules.php?name=Seismo_ce (дата обращения 10.07.2015).
5. **Пивень Б. Н., Лещенко Л. В.** Итоги исследования влияния землетрясения 2003 г. на психическое здоровье жителей г. Барнаула // Психическое здоровье. — 2008. — Т. 6. — № 7. — С. 45—52.

S. V. Sergeev, Senior Lecturer, e-mail: SV_Sergeev@inbox.ru, East Siberia State University of Technology and Management, Ulan-Ude

Seismic Activity in the Republic of Buryatia, Seismic Events Cycle Analysis

Data on seismic activity of the Baikal rift zone are submitted, the statistics of mortality and incidence in the territory of the Republic of Buryatia is studied. The analysis of seismic events and the general mortality is carried out. The earthquakes which don't have destructive force are capable to have considerable negative impact on physical and mental health of the population and pose essential threat for safety of citizens, national economy and, as a result, for a sustainable development and ensuring national security of the Russian Federation.

Keywords: seismic activity, magnitude, power class, Baikal rift zone, negative impact, population

References

1. **Baikal branch** of the Geophysical Survey SB RAS. Strong earthquakes. URL: http://seis-bykl.ru/modules.php?name=Seismo_vz (data accessed 10.07.2015).
2. **Sergeev S. V.** Analysis of the effects of earthquakes in the Baikal rift zone. *Herald VSGUTU*. 2013. No. 3 (42). P. 193—200.
3. **Geophysical Survey** SB RAS. Operational reports of seismic events. URL: <http://gs.nsc.ru/> (data accessed 10.07.2015).
4. **Baikal Branch** of the Geophysical Survey SB RAS. Maps of the epicenters. URL: http://seis-bykl.ru/modules.php?name=Seismo_ce (data accessed 10.07.2015).
5. **Piven B. N., Leshchenko L. V.** The results of the study of the effect of the earthquake in 2003 on the mental health of the people of Barnaul. *Mental Health*. 2008. V. 6. No. 7. P. 45—52.

УДК 316.334.61

Н. А. Леонова, канд. пед. наук, доц., e-mail: n_leonova_72@mail.ru,**Т. Т. Каверзнева**, канд. техн. наук, доц., Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Обеспечение преемственности лабораторных практикумов в инженерной подготовке выпускника высшей школы по направлению "Техносферная безопасность"

Представлены результаты педагогического мониторинга, проведенного в институте военного технического образования и безопасности Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого. Они раскрывают следующие проблемы: 1) большинство студентов первого курса не имеют профессиональной мотивации; 2) учебное время, отведенное на изучение дисциплин в системе бакалавриата, меньше, чем в системе подготовки инженеров. Однако отмечено, что профессиональные требования к выпускникам одинаковые. Проведен педагогический эксперимент по сопряжению учебных дисциплин естественнонаучного и профессионального циклов. Предложены способы оптимизации в рамках направления подготовки "Техносферная безопасность", исключено дублирование учебной информации естественнонаучного цикла, а также проведено сопряжение во времени изучения курсов, в содержание практических занятий внедрены профессиональные примеры.

Ключевые слова: *техносферная безопасность, курс физики, преемственность, дисциплины естественнонаучного цикла*

Развитие наукоемких технологий и широкая автоматизация производства существенно облегчают труд человека, способствуя росту его творческого потенциала, но, с другой стороны, значительно увеличивают значимость и масштаб возможных аварий и сбоев в работе. Последствия ошибочных действий оператора и технических сбоев могут носить катастрофический характер. В этих условиях существенно возрастает роль специалиста по техносферной безопасности, а именно, его профессиональная компетентность: умение анализировать производственную ситуацию, оценивать ее и быстро принимать правильные решения. В этом оператору помогают контрольно-измерительные приборы, дающие информацию о техническом состоянии объектов. Умение работать с приборами становится важным квалификационным требованием, предъявляемым к выпускнику высшей школы.

Технологические мониторинги основываются на результатах работы различных типов приборов. Навыки работы с ними трудно переоценить. Показателями профессиональной подготовки выпускников технических образовательных организаций любого уровня должны быть не просто базовые знания о физических явлениях, не только инженерная "картина мира", но и владение измерительными приборами. Данная проблема актуальна, прежде всего, для университетов, так как

процесс инженерной подготовки приобретает все более "теоретизированную" направленность — экспериментальные работы заменяются на теоретические: рефераты, компьютерное моделирование, видеодемонстрации. Так, например, курс экспериментальной физики превращается в "физику без эксперимента", без лабораторного практикума. Объясняется это, прежде всего, финансовыми трудностями, связанными с необходимостью постоянного обновления лабораторной базы из-за износа и морального старения определенного круга измерительных приборов. Незакрепленные практическими навыками познания в области измерительной техники на младших курсах не просто вызывают трудности у студентов, но и формируют отрицательную профессиональную мотивацию, разрушается будущий профессиональный образ. Как показывают отзывы о прохождении практики студентами старших курсов, будущие выпускники боятся приборов и не умеют работать с ними. Организация и сохранение лабораторного практикума только на выпускающих кафедрах не будет успешной, если не сохранить экспериментальные работы с приборами в курсах дисциплин естественнонаучного цикла и педагогически не обеспечить преемственность между ними.

Остановимся подробнее на курсе технической физики по направлению "Техносферная

безопасность". Внедрение новых федеральных образовательных программ в высшей школе привело не только к сокращению учебного времени при прежнем содержании, но и к изменению стратегии курса. Физический лабораторный практикум сократился по времени, перестал соответствовать лекционному курсу, в нем используются компьютерные лабораторные работы. Студенты перестают работать с "настоящими" измерительными приборами, вести документацию эксперимента. В результате полученные теоретические знания не получают должного закрепления, поскольку студент не видит им применения, полезного использования [1, 2].

Рассмотрим опыт организации физического лабораторного практикума в институте военного технического образования и безопасности Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого по направлению "Техносферная безопасность". Согласно федеральному государственному образовательному стандарту высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) выпускники данного направления должны решать профессиональные задачи в соответствии с видами профессиональной деятельности, а именно: проектно-конструкторской; сервисно-эксплуатационной; организационно-управленческой; экспертной, надзорной и инспекционно-аудиторской; научно-исследовательской. По мнению авторов, такими задачами являются:

— в проектно-конструкторской деятельности — участие в проектных работах в составе коллектива в области создания средств обеспечения безопасности и защиты человека от техногенных и антропогенных воздействий, определение зон повышенного техногенного риска, подготовка проектно-конструкторской документации с применением ЭВМ, участие в разработке требований безопасности при подготовке обоснований инвестиций и проектов, участие в разработке средств спасения и организационно-технических мероприятий по защите территорий от природных и техногенных чрезвычайных ситуаций;

— в сервисно-эксплуатационной деятельности — эксплуатация средств защиты и контроля безопасности; выбор известных методов (систем) защиты человека и среды обитания и ликвидации чрезвычайных ситуаций применительно к конкретным условиям; составление инструкций по безопасности;

— в организационно-управленческой деятельности — обучение рабочих и служащих требованиям безопасности, участие в деятельности по защите человека и среды обитания на уровне предприятия, а также деятельности предприятий в чрезвычайных ситуациях, участие в разработке нормативно-правовых актов по вопросам обеспечения безопасности на уровне предприятия;

— в экспертной, надзорной и инспекционно-аудиторской видах деятельности — проведение контроля состояния средств защиты, выполнение мониторинга полей и источников опасностей в среде обитания, участие в проведении экспертизы безопасности;

— в научно-исследовательской деятельности — участие в выполнении научных исследований в области безопасности под руководством и в составе коллектива, выполнение экспериментов и обработка их результатов, анализ опасностей техносферы, участие в исследованиях воздействия антропогенных факторов и стихийных явлений на промышленные объекты, подготовка и оформление отчетов по научно-исследовательским работам.

В учебном 2014/15 году физический практикум начался во втором семестре изучения курса физики. Он состоял из четырех лабораторных работ по механике. Третий семестр включал по три работы по разделам "Электромагнетизм" и "Оптика. Атомная физика". Список лабораторных экспериментов не имеет единой концепции и не связан с будущей профессией. Как показали результаты исследования, студенты младших курсов не обладают профессиональной мотивацией, поэтому испытывают трудности в обучении.

Обратимся к опыту средней школы. По наблюдениям авторов, школы физико-математического профиля имеют элективные курсы [3, 4], такие, как "Измерение физических величин" (70 часов), "Комплексные учебные исследования" (50 часов). Создаются ученические научно-исследовательские общества (УНИО), цель которых — формирование основ технического мышления, развитие творческого потенциала учащихся, вооружение их комплексом необходимых исследовательских, экспериментальных умений, работа по углублению и развитию познавательных интересов в избранных областях науки, культуры, искусства. В школах другого профиля (экономического, химико-биологического, социально-гуманитарного и др.), лабораторные работы и демонстрации по физике не осуществляются. Как показали результаты педагогического мониторинга, только 27 % выпускников физико-математических школ [5], следовательно, менее трети студентов первого курса умеют работать с приборами. Данная проблема существует и по другим направлениям инженерной подготовки. В школах же экономического и социально-гуманитарного профиля выпускники считают, что им вообще никогда в жизни не пригодятся знания по измерительным приборам.

Таким образом, перед преподавателями дисциплин естественнонаучного цикла, и, прежде всего, перед преподавателями физики стоят важные задачи: научить студентов работать с приборами,



исследовать физические явления, проводить измерения, анализировать полученные результаты.

Возникает необходимость разработать тематику и содержание лабораторного практикума для курса физики по направлению техносферная безопасность в условиях реально существующего сокращения учебного времени. В современных условиях обучения лабораторный практикум должен быть самостоятельным учебным курсом со своими целями, задачами и формами проведения занятий. Например, кроме фронтальных лабораторных работ должны быть семинары: приборные, модельные и т. д. Традиционную методику проведения вводных и зачетных занятий необходимо изменить и сделать их более информативными. Использование видеофильмов и компьютерных моделей уместно на данных занятиях. В остальных случаях студенты должны выполнять экспериментальные работы.

Уместно вспомнить, что одновременно с курсом физики студенты изучают дисциплину "Метрология, стандартизация и сертификация" [6], в которой рассматриваются средства и методы измерений диаметров отверстий, углов, конусности наружных и внутренних поверхностей деталей, параметров резьбы и т. д.

Таким образом, при организации лабораторных практикумов по дисциплинам физика и метрология необходимо избегать дублирования, определять стратегию практикума в соответствии с принадлежностью дисциплине. В лабораторных работах по физике, прежде всего, необходимо раскрывать физическую модель эксперимента, а исследование класса и точности прибора, подробную теорию погрешности изучать в курсе "Метрология, стандартизация и сертификация".

Определим учебные задачи лабораторного практикума для курса физики по направлению техносферной безопасности:

- 1) обеспечить преемственность физического лабораторного практикума с экспериментальными курсами "Метрология, стандартизация и сертификация", "Безопасность жизнедеятельности";
- 2) ознакомить с основными типами приборов, методами измерения величин (временных, тепловых, электрических, магнитных, световых, ядерной и атомной физики);
- 3) обучить обеспечению безопасности эксперимента, его планированию и поэтапному выполнению;
- 4) раскрыть физическую сущность выполненного эксперимента;
- 5) изучить профессионально значимые явления и модели, например, работу автомата пожарной сигнализации, устройства защитного отключения.

Данный практикум включает не только лабораторные занятия, но и семинары (приборный, по безопасности, профессиональный). Отчет о выполнении лабораторного эксперимента и его защита предполагается на отдельном занятии. Студенты, выполнив всю программу лабораторного практикума, готовятся к публичным защитам работ по выбору преподавателя. Полученные результаты, сформулированный вывод обсуждаются всеми участниками семинара. Организованные таким образом защиты позволяют сформировать навыки профессионального общения, культуру, интеллект студента.

Отличительной особенностью лабораторного практикума по дисциплине "Безопасность жизнедеятельности" [7] является направленность на решение всего спектра профессиональных задач. Одна из основных целей изучения дисциплины — формирование культуры безопасности, предполагающей готовность и способность выпускника использовать приобретенную совокупность знаний, умений и навыков для обеспечения безопасности в любой сфере деятельности. Тематика и содержание физического практикума по направлению техносферной безопасности должны включать изучение явлений, имеющих профессионально важное значение: виброакустические явления, микроклимат, воздушную среду, электрические и электромагнитные явления, типы источников напряжений, источники ионизирующего излучения, фотометрию. Существующие лабораторные практикумы по физике унифицированы, не отражают профессиональную направленность.

В заключение следует отметить, что организация лабораторных практикумов по дисциплинам "Физика", "Метрология, стандартизация и сертификация", "Безопасность жизнедеятельности" должна основываться на следующих принципах:

1. Тематика и содержание лабораторных работ должны быть согласованными, профессионально ориентированными.
2. Требования к выполнению и оформлению работы и должны быть едиными.
3. Необходимо проведение семинарских занятий.
4. Публичные защиты выполненных лабораторных работ следует проводить с использованием презентаций, дискуссий.

Таким образом, обеспечение преемственности лабораторных практикумов в инженерной подготовке выпускника высшей школы по направлению "Техносферная безопасность" позволит сформировать навыки работы с измерительной техникой, которые являются необходимым звеном для умения использовать геоинформационные технологии и системы автоматизированного проектирования в области техносферной безопасности.

Список литературы

1. **Каверзнева Т. Т., Леонова Н. А., Ульянов А. И.** Техносферная безопасность в примерах и задачах по физике. Часть 1. Учебное пособие. — СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2014. — 58 с.
2. **Леонова Н. А., Каверзнева Т. Т., Ульянов А. И.** Техносферная безопасность в примерах и задачах по физике. Часть 2. Учебное пособие. — СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2014. — 70 с.
3. **Кабардина С. И., Шефер Н. И.** Измерения физических величин. Элективный курс: Учебное пособие. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. — 151 с.
4. **Сорокин А. В., Торгашина Н. Г., Ходос Е. А., Чиганов А. С.** Физика: наблюдение, эксперимент, модели-

- рование. Элективный курс: Учебное пособие. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. — 199 с.
5. **Леонова Н. А., Каверзнева Т. Т., Ульянов А. И.** Междисциплинарная связь курсов физики, безопасности жизнедеятельности и техносферной безопасности // Научно-технические ведомости СПбПУ: Научный журнал СПбГПУ. — 2014. — № 3 (203) — С. 160—164.
 5. **Метрология, стандартизация и сертификация.** Лабораторный практикум по техническим измерениям. Учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. / Под ред. С. Л. Мурашкина. — СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2008. — 184 с.
 6. **Безопасность** жизнедеятельности. Лабораторный практикум / С. В. Ефремов и др. — СПб.: Изд-во СПб ГПУ, 2011. — 129 с.

N. A. Leonova, Associate Professor, e-mail: n_leonova_72@mail.ru,
T. T. Kaverzneva, Associate Professor, St. Petersburg Polytechnical University

The Continuity of Laboratory Courses in the Engineering Preparation of High School Graduates in the Direction of "Technosphere Safety"

The results of the pedagogical monitoring carried out at the Institute of military-technical education and security, which reveal the following issues: 1) the majority of first-year students do not have a professional motivation; 2) study the time allotted for the study of subjects in the bachelor's degree is smaller than in the training of engineers. However, the professional requirements for vypuknikam same. Necessary to optimize the curriculum disciplines. We offer training to avoid duplication of information within estestvenonauchnogo cycle and spend time studying the pairing courses, use professional examples during practical classes. The authors made a pedagogical experiment pairing disciplines of science and professional cycles suggest ways of optimizing them under the direction of preparation "Technosphere Safety."

Keywords: echnosphere safety, physics, continuity, discipline natural Sciences

References

1. **Kaverzneva T. T., Leonova N. A., Ul'janov A. I.** Tehnosfernaja bezopasnost' v primerah i zadachah po fizike. Chast' 1. Uchebnoe posobie. SPb.: Izd-vo Politehnicheskogo universiteta, 2014. 58 p.
2. **Leonova N. A., Kaverzneva T. T., Ul'janov A. I.** Tehnosfernaja bezopasnost' v primerah i zadachah po fizike. Chast' 2. Uchebnoe posobie. 70 p.
3. **Kabardina S. I., Shefer N. I.** Izmerenija fizicheskikh velichin. Jelektivnyj kurs: Uchebnoe posobie. M.: BINOM. Laboratorija znanij, 2005.151 p.
4. **Sorokin A. V., Torgashina N. G., Hodos E. A., Chiganov A. S.** Fizika: nabljudenie, jekspерiment, modelirovanie.

- Jelektivnyj kurs: Uchebnoe posobie. M.: BINOM. Laboratorija znanij, 2006.199 p.
5. **Leonova N. A., Kaverzneva T. T., Ul'janov A. I.** Mezhdisciplinarnaja svjaz' kursov fiziki, bezopasnosti zhiznedejatel'nosti i tehnosfernoj bezopasnosti. *Nauchno-tehnicheskie vedomosti SPbPU: Nauchnyj zhurnal SPbGPU*. 2014. No. 3 (203). P. 160—164.
 6. **Metrologija**, standartizacija i sertifikacija. Laboratornyj praktikum po tehničeskim izmerenijam. Uchebnoe posobie. 2-e izd., pererab. i dop. / Pod red. S. L. Murashkina. SPb.: Idz-vo Politehnicheskogo un-ta, 2008.184 p.
 7. **Bezopasnost'** zhiznedejatel'nosti. Laboratornyj praktikum / S. V. Efremov i dr. SPb Izd-vo SPbGPU, 2011. 129 p.



К. Е. Панкин¹, канд. хим. наук, доц., e-mail: texmexium@mail.ru,
А. Ф. Крылов², канд. физ.-мат. наук, доц., **О. В. Кабанов**¹, канд. техн. наук, доц.,
¹Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова
²Саратовский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского

Разработка учебной программы по дисциплине "Прогнозирование опасных факторов пожара"

Рассмотрен опыт разработки программы по дисциплине "Прогнозирование опасных факторов пожара" для студентов направления 280700 — "Техносферная безопасность", профиль подготовки "Пожарная безопасность".

Ключевые слова: прогнозирование, опасные факторы пожара, рабочая программа дисциплины, компетенции

Введение

Пожары и взрывы являются наиболее распространенными чрезвычайными ситуациями (ЧС) во всем мире. По статистике около половины ЧС являются пожарами или взрывами. Это обусловлено широким применением открытого пламени и других различного рода энергетических источников в хозяйственной деятельности человека.

В связи с таким развитием событий человек обязан разрабатывать и внедрять эффективные противопожарные мероприятия и технические средства. Тем не менее, это не всегда возможно по объективным и субъективным причинам, так как любая сложно организованная система (например, комплекс противопожарных мероприятий) состоит из взаимосвязанных элементов, каждый из которых обладает определенной степенью надежности, а надежность самой системы ограничена надежностью элементов.

Для эффективного противостояния огненной стихии необходимо знать вероятность возникновения и распространения поражающих факторов пожара в пространстве и во времени. Благодаря этому возможно найти наиболее пожароопасные объекты и наиболее уязвимые для огня участки и установить на них "заградительные барьеры". Найти такие участки поможет моделирование распространения опасных факторов пожара, а обучить этому поможет преподавание дисциплины "Прогнозирование опасных факторов пожара" (ПОФП).

По мнению авторов, дисциплина "Прогнозирование опасных факторов пожара" (ПОФП) относится к наиболее сложным дисциплинам учебного плана направления подготовки "Техносферная безопасность", профиля подготовки "Пожарная безопасность". Это обусловлено тем, что для качественного преподавания дисциплины необходим серьезный багаж знаний в различных областях для того, чтобы доходчиво объяснить студентам сложности прогнозирования развития пожаров, помочь разобраться

в сложных физико-математических моделях, применяемых для описания процессов распространения пожаров, а также вводимых приближениях для их однозначного решения. От студентов также требуется значительная предварительная подготовка к восприятию сложных физико-математических моделей, описывающих процессы распространения пламени.

Направление подготовки "Техносферная безопасность" приобретает все большую популярность среди абитуриентов, повышается запрос на профессионалов в данной области со стороны работодателей коммерческих и государственных предприятий и учреждений. Совсем по-другому обстоят дела с преподавательским составом по данной дисциплине, так как гражданские вузы подключились к реализации направления "Техносферная безопасность" сравнительно недавно, а ранее узкоспециальные дисциплины, к которым относится дисциплина ПОФП, преподавались только в специализированных вузах Государственной противопожарной службы. Там же и осуществляли свою профессиональную деятельность высококвалифицированные специалисты, способные на высоком научном и практическом уровне преподавать эту дисциплину. Тем не менее, в преподавании самой дисциплины нет ни одного серьезного "барьера", который бы не смог освоить преподаватель с высшим естественнонаучным или техническим образованием. Главными затруднениями являются отбор наиболее важных разделов из-за ограниченности времени на преподавание дисциплины в учебном плане и последовательность изложения материала в ходе изучения дисциплины. В связи с вышеизложенным, оказать некоторую учебно-методическую помощь в преподавании дисциплины ПОФП в гражданских вузах призвана данная работа.

Местоположение дисциплины в учебном процессе

В соответствии с образовательным стандартом по направлению подготовки 280700.62 "Техносферная безопасность" профилем подготовки

"Пожарная безопасность" дисциплина "Прогнозирование опасных факторов пожара" находится в вариативной части профессионального цикла, т. е. является профессиональной дисциплиной, дающей представление о возможности теоретической оценки последствий действия прямых и косвенных поражающих факторов пожара.

Дисциплины, предшествующие изучению дисциплины ПОФП

Дисциплина относится к естественнонаучным и должна базироваться на знаниях следующих дисциплин: "Ноксология", "Физика", "Химия", "Высшая математика", "Теория горения и взрыва", "Физико-химические основы развития и тушения пожаров", "Пожаровзрывозащита" и т. п., изучаемых студентами в высшем учебном заведении. Перечисленные дисциплины должны дать студентам представление:

— Дисциплина "Ноксология" — о техносфере, об опасностях, которые несут энергетические процессы, используемые человеком в его хозяйственной деятельности, пожарах, являющихся следствием ошибок в использовании или управлении процессами получения и передачи энергии, хранения горючих веществ в хозяйственной деятельности и природной среде.

— Дисциплина "Физика" — о началах (законах) термодинамики, внутренней энергии вещества и способах ее освобождения, энтальпии, энтропии, трансформации энергии в открытых и закрытых системах, процессах теплопередачи и т. п.

— Дисциплина "Химия" — об окислительно-восстановительных реакциях как основе процесса горения, химической термодинамике и энергетике химического процесса, химическом средстве и направлении течения химической реакции, скорости химической реакции, химическом равновесии и факторах, влияющих на него.

— Дисциплина "Высшая математика" — об общности применения приемов математики для материального мира и численной оценке процессов, сопровождающихся выделением энергии.

— Дисциплина "Теория горения и взрыва" — о физических процессах, происходящих при горении, а также о возникновении и распространении поражающих факторов.

— Дисциплина "Физико-химические основы развития и тушения пожаров" — об условиях, способствующих и препятствующих возникновению горения, термодинамике процесса горения, скорости реакции горения и влиянии на нее внешних условий, условиях прекращения горения и механизме действия огнетушащих веществ.

— Дисциплина "Пожаровзрывозащита" — о применении технических средств и организационных мероприятий для предотвращения возникновения пожара или взрыва.

Для качественного усвоения дисциплины ПОФП студент должен **знать** происхождение и совокупное действие поражающих факторов пожара

во внутренних помещениях, воздействие поражающих факторов пожара на строительные материалы и конструкции, свойства веществ и материалов при воздействии мощного потока теплового излучения и открытого пламени, а также **уметь** применять методы математики и физики, оценивать вероятность и силу поражающих факторов с помощью физико-математических моделей.

Дисциплина "Прогнозирование опасных факторов пожаров" является базовой для подготовки выполнения выпускной квалификационной работы.

Компетенции, развиваемые дисциплиной ПОФП

Дисциплина ПОФП направлена на формирование у студентов следующих *общекультурных компетенций*:

— способность использовать законы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач (ОК-11);

— способность применять на практике навыки проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных (ОК-16);

и профессиональных компетенций:

— способность оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемой техники (ПК-4);

— готовность использовать знания по организации охраны труда, охраны окружающей среды и безопасности в чрезвычайных ситуациях на объектах экономики (ПК-12);

— способность проводить измерения уровней опасностей в среде обитания, обрабатывать полученные результаты, составлять прогнозы возможного развития ситуации (ПК-15);

— способностью анализировать механизмы воздействия опасностей на человека, определять характер взаимодействия организма с опасностями среды обитания с учетом специфики механизма токсического действия вредных веществ, энергетического воздействия и комбинированного действия вредных факторов (ПК-16);

— способность определять опасные, чрезвычайно опасные зоны, зоны приемлемого риска (ПК-17).

В результате освоения дисциплины студент должен:

— **знать** законы распространения опасных факторов пожара, которые могут помочь прогнозировать возможные последствия;

— **уметь** теоретически и практически оценивать и прогнозировать динамику распространения опасных факторов пожаров на открытой местности и в помещениях;

— **владеть** навыками оценки опасного воздействия пожара на людей, материалы, технологическое оборудование, здания и сооружения.

Уровнями освоения дисциплины являются "Пороговый" и "Повышенный". Для определения уровня усвоения студентом преподаваемого материала выделены критерии оценки достижения уровня (табл. 1).



Таблица 1

Компетенции, формируемые дисциплиной ПОФП

Знает	
<i>Пороговый</i>	<i>Повышенный</i>
— задачи и основные методы и стадии оценки опасных факторов пожара	— модели оценки поражающих факторов пожара их пре- имущества и недостатки
— прямые и косвенные поражающие факторы пожара	— численные характеристики поражающих факторов пожара
— факторы, способствующие и препятствующие возникно- вению пожара	— приемы количественной оценки пожароопасных условий
— о потенциальной опасности непригодной для дыхания атмосферы	— токсичные свойства веществ, образующихся при сгора- нии различных материалов
Понимает	
<i>Пороговый</i>	<i>Повышенный</i>
— назначение протипожарного оборудования	— правила пожарной безопасности
— особенности противопожарного конструирования	— основные методы оценки действия поражающих факторов
— принципы образования поражающих факторов пожара	— законы распространения поражающих факторов пожара в закрытых помещениях и на открытой местности
— основные требования к обеспечению пожарной безопас- ности	— правила приведения параметров пожара в динамических задачах
Способен	
<i>Пороговый</i>	<i>Повышенный</i>
— определять действие поражающих факторов пожара на человека и конструктивные элементы оборудования, зданий, сооружений	— определять численные показатели поражающих факторов пожара
— определять воздействие поражающих факторов пожара на конструктивные элементы зданий, сооружений и обо- рудования	— определять пригодность физико-математического подхода для решения задач прогнозирования опасных факторов пожара
— выявить условия, влияющие на силу проявления поража- ющих факторов пожара	— оценить факторы, от которых зависит мощность форми- рования опасных факторов
— оценивать комплекс поражающих факторов пожара	— делать выводы на основе анализа численных характери- стик поражающих факторов пожара
Умеет	
<i>Пороговый</i>	<i>Повышенный</i>
— количественно определять параметры горения на откры- той местности и в закрытых помещениях	— определять процессы, действующие в условиях пожара
— определять наличие опасности в зоне воздействия по- ражающих факторов пожара	— количественно определять зоны с различным воздей- ствием поражающих факторов
— рассчитывать зоны действия поражающих факторов	— рассчитывать пожароопасные элементы зданий и со- оружений
— учитывать негативное воздействие непригодной для ды- хания атмосферы	— оценивать токсическое воздействие непригодной для дыхания атмосферы на организм человека
Владеет	
<i>Пороговый</i>	<i>Повышенный</i>
— приемами оценки степени опасности воздействия пора- жающего фактора пожара	— методами поиска новых технических идей, решений и оценки поражающих факторов
— основными методиками решения динамических задач процесса горения	— методиками решения динамических задач моделирова- ния пожара
— навыками применения противопожарных мероприятий	— основными направлениями развития систем, препятству- ющих распространению поражающих факторов пожара

Содержание дисциплины

Дисциплину ПОФП необходимо изучать во второй половине цикла (7—8 семестры) обучения бакалавра по направлению подготовки 280700 — "Техносферная безопасность", когда студентом успешно освоены все естественнонаучные дисциплины и некоторые профессиональные. Дисциплину ПОФП, по мнению авторов, необходимо изучить в течение одного семестра. Такой выбор продиктован прямым предназначением

дисциплины для написания выпускной квалификационной работы. Так как физическая основа дисциплины та же, что и у дисциплин "Теория горения и взрыва" и "Физико-химические основы развития и тушения пожаров", то для того чтобы преподаваемый материал в значительной мере не перекрывался между ними, общая трудоемкость должна составить 3 зачетные единицы (108 часов, из них аудиторная работа — 48 часов, самостоятельная работа — 60 часов) (табл. 2).

Таблица 2

Структура и содержание дисциплины ПОФП

№ пп	Тема занятия. Содержание	Неделя семестра	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Вид занятия	Форма проведения	Количество часов	Количество часов
1	Цели, задачи, методы дисциплины «Прогнозирование опасных факторов пожара»	1	Л	Т	2	2
2	Поражающие факторы пожара. Их природа и количественная оценка	1	ПЗ	Т	2	3
3	Категории предприятий по пожарной опасности	2	Л	Т	2	2
4	Определение категории помещения по пожарной опасности	2	ПЗ	Т	2	3
5	Тепловое поле пожара — источник высокой температуры	3	Л	В	2	2
6	Формирование теплового поля пожара	3	ПЗ	М	2	3
7	Теплопередача в окружающей среде	4	Л	Т	2	2
8	Расчет зоны теплового воздействия при горении газовоздушной смеси	4	ПЗ	М	2	3
9	Зоны разлития горючих жидкостей при пожарах	5	Л	В	2	2
10	Определение размеров территории разлития горючих жидкостей	5	ПЗ	М	2	3
11	<i>Процессы, происходящие при смешанном сценарии развития событий</i>	6	Л	Т	2	2
12	Прогнозирование параметров и оценка обстановки при пожаре на автозаправочной станции	6	ПЗ	М	2	3
13	Световое изучение пожара	7	Л	Т	2	2
14	Виды излучений. Зависимость характера излучения от вида горящего материала	7	ПЗ	Т	2	3
15	Огненный шар. Условия формирования и основная опасность	8	Л	Т	2	2
16	Процессы, способствующие формированию огненного шара	8	ПЗ	Т	2	3
17	Взаимодействие излучений с различными материалами	9	Л	Т	2	2
18	Расчет светового потока огненного шара	9	ПЗ	Т	2	3
19	Непригодная для дыхания атмосфера	10	Л	Т	2	2
20	Расчет зоны задымления при пожаре	10	ПЗ	Т	2	3
21	Количественная характеристика токсичности веществ	11	Л	Т	2	2
22	Модель распространения токсичных дымов от места пожара	11	ПЗ	Т	2	3



Продолжение табл. 2

№ пп	Тема занятия. Содержание	Неделя семестра	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Вид занятия	Форма проведения	Количество часов	Количество часов
23	Распространение в пространстве токсичных продуктов горения при пожаре	12	ПЗ	Т	2	2
24	Составление карт рассеяния вредных веществ в атмосфере при пожаре	12	ПЗ	Т	2	3
	Итого за семестр				48	60
Итого:					48	60

Условные обозначения:
Виды аудиторной работы: Л — лекция, ПЗ — практическое занятие.
Формы проведения занятий: В — лекция-визуализация; Т — лекция/занятие, проводимое в традиционной форме;
М — моделирование.

Комментарии к содержанию дисциплины ПОФП

Студенты, обучающиеся в технических вузах, несмотря на обилие инженерных дисциплин, довольно трудно усваивают взаимосвязь теории и практики, а также сложные физико-математические модели, в которых необходимо учитывать несколько переменных факторов. Это связано с необходимостью удерживать свое внимание на объекте изучения во всем многообразии его проявления, чему, к сожалению, не учат ни в школе, ни в вузе. Это создает у студента ложное впечатление отсутствия насущной необходимости в данном предмете или избыточном усложнении со стороны преподавателя учебного процесса. При прогнозировании не удастся "пощупать" само действие поражающих факторов, поэтому у обучающихся отсутствует фиксация и осмысление полученных количественных характеристик и осознание "где много, а где мало".

Оценочные средства для проведения входного, рубежного и выходного контролей

Обязательной составляющей любой дисциплины являются оценочные средства, заключающиеся в списке вопросов, на которые студенты должны дать ответы, для определения преподавателем уровня усвоения компетенций.

Вопросы, рассматриваемые на аудиторных занятиях

1. Цели и задачи дисциплины "Прогнозирование опасных факторов пожара".
2. Место дисциплины "Прогнозирование опасных факторов пожара" в числе других изучаемых дисциплин.
3. Опасные факторы пожара (ОФП).
4. Физические величины, характеризующие ОФП в количественном отношении.
5. Предельно допустимые значения величин ОФП.

6. Тепловое поле пожара.
7. Формирование теплового поля пожара.
8. Допустимые значения действия пламени на вещества и материалы.
9. Зона действия теплового поля пожара.
10. Теплопередача в окружающей среде.
11. Законы теплопередачи.
12. Горение газовоздушной смеси.
13. Условия формирования газовоздушной смеси.
14. Процессы, протекающие в объеме газовоздушной смеси.
15. Расчет массы газовоздушной смеси.
16. Испарение горючих жидкостей.
17. Факторы, влияющие на испарение жидкости.
18. Образование паровоздушной смеси и диффузионной зоны при горении жидкости.
19. Оценка зоны пожара путем моделирования разлития горючей жидкости.
20. Сценарии развития событий при пожаре.
21. Прогнозирование параметров пожара на сложном объекте.
22. Световое излучение пожара.
23. Излучение как способ передачи энергии в окружающей среде.
24. Виды и шкала излучений.
25. Зависимость величины переносимой энергии от вида излучения.
26. Характер излучения в зависимости от природы излучающего вещества и материала.
27. Огненный шар.
28. Механизм формирования огненного шара.
29. Тепловые потоки, истекающие от огненного шара.
30. Время опасного воздействия огненного шара — время его горения.
31. Взаимодействие излучения с веществами и материалами.
32. Предельные значения воздействия излучений на различные материалы.

33. Предельные значения воздействия излучений на человека.
34. Световой поток огненного шара.
35. Расчет светового потока огненного шара.
36. Дымообразование и параметры дыма, образованного твердыми частицами.
37. Коагуляция и седиментация частиц дыма.
38. Оптическое количество дыма и среднеобъемная оптическая плотность дыма.
39. Токсичность продуктов горения.
40. Распространение дыма в пространстве.
41. Расчет зоны задымления.
42. Расчет расстояний воздействия продуктов горения.
43. Составление карты рассеяния продуктов горения.

Вопросы для самостоятельного изучения

1. Математическое моделирование как наиболее современный научный метод прогнозирования опасных факторов пожара (ОФП).
2. Основные требования, предъявляемые к моделям.
3. Методы математического моделирования динамики ОФП, их особенности и области практического использования.
4. Обзор развития методов прогнозирования ОФП.
5. Свойства газообразной среды в помещении при пожаре.
6. Локальное равновесие и взаимосвязь между локальными термодинамическими параметрами состояния газовой среды.
7. Пространственно-временное распределение локальных параметров состояния среды в помещении при пожаре.
8. Влияние изменения состава и температуры газовой среды при пожаре на ее газовую постоянную, показатель адиабаты и теплоемкость.
9. Присутствие мельчайших твердых частиц в газообразной среде и их вклад в интегральные значения внутренней (тепловой) энергии и массы среды, заполняющей помещение при пожаре.
10. Влияние мельчайших твердых частиц на процессы тепломассопереноса и оптические свойства среды.
11. Интегральный метод описания состояния газовой среды при пожаре в помещении.
12. Среднеобъемная плотность газовой среды и среднеобъемные парциальные плотности ее компонентов.
13. Среднеобъемная внутренняя энергия и среднеобъемное давление газовой среды в помещении.
14. Среднемассовая и среднеобъемная температуры среды в помещении.
15. Методика определения среднеобъемного давления, среднемассовой и среднеобъемной температур на основе инструментальных измерений.
16. Интегральное уравнение состояния газовой среды в помещении.

17. Интегральный метод термодинамического анализа пожара.
18. Взаимодействие термодинамической системы с внешней средой и интегральные характеристики этого взаимодействия.
19. Квазиравновесный процесс изменения состояния термодинамической системы при пожаре.
20. Среда в помещении как открытая термодинамическая система.
21. Особенности процесса изменения состояния термодинамической системы на отдельных этапах развития пожара.
22. Причины, обуславливающие движение газа и газообмен помещения с внешней средой через проемы при пожаре.
23. Влияние вязкости газов на их движение в проеме.
24. Коэффициент расхода (сопротивления) проема.
25. Газообмен через круглые вертикальные проемы.
26. Теплоотдача горизонтальных стержневых конструкций, омываемых пламенем.
27. Лучистый тепловой поток через проемы.
28. Особенности горения твердых, жидких и газообразных веществ.
29. Гомогенное и гетерогенное горение.
30. Турбулентное диффузионное горение газовых струй, жидких и твердых материалов.
31. Скорость выгорания горючих материалов.
32. Скорость тепловыделения в пламенной зоне. Коэффициент полноты горения.

Источники литературы

Согласно требованиям Федеральных государственных образовательных стандартов 3-го поколения (ФГОС) учебная и учебно-методическая литература, приводимая в качестве основной, в рабочих программах дисциплин для технических и естественнонаучных специальностей должна быть выпущена не позже 10 лет назад. Анализ ассортимента учебной литературы, выпускаемой крупнейшими издательствами, показал фактическое отсутствие книг и пособий, напрямую посвященных вопросам, рассматриваемым в данной дисциплине. Наиболее полно требованиям соответствует лишь одно учебно-методическое пособие [1], но оно не отвечает ФГОС. Поэтому был проведен анализ естественнонаучной и технической литературы, касающейся общих и технических вопросов, затрагиваемых в ходе изучения дисциплины, и показано, что целый ряд учебников и учебных пособий может быть полезен для изучения дисциплины ПОФП [2—11].

Выводы

В результате проделанной работы составлена примерная программа дисциплины "Прогнозирование опасных факторов пожара", определено ее местоположение в учебном плане подготовки бакалавра по направлению 280700 — "Техносферная



безопасность", обоснованы: местоположение дисциплины и ее взаимосвязь с другими дисциплинами учебного плана; трудоемкость дисциплины и распределение учебных часов; разделы дисциплины; компетенции, развиваемые дисциплиной; список основной и дополнительной литературы, полностью охватывающий разделы дисциплины.

Литература

1. **Кошмаров Ю. А.** Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении: Учебное пособие. — М.: Академия ГПС МВД России, 2000. — 118 с.
2. **Савельев И. В.** Курс общей физики. В 5-и тт. Том 3. Молекулярная физика и термодинамика. — М.: Лань, 2011. — 224 с.
3. **Сивухин Д. В.** Общий курс физики Том 2. Термодинамика и молекулярная физика. — М.: Физматлит, 2006. — 544 с.
4. **Бахшиева Л. Т., Кондауров Б. П., Захарова А. А., Салтыкова В. С.** Техническая термодинамика и теплотех-

- ника Учебное пособие для студентов высших учебных заведений. — М.: Академия, 2008. — 272 с.
5. **Давидсон В. Е.** Основы гидрогазодинамики в примерах и задачах: Учебное пособие для студентов высших учебных заведений. — М.: Академия, 2008. — 320 с.
 6. **Корольченко А. Я.** Процессы горения и взрыва: Учебник. — М.: Пожнаука, 2007. — 266 с.
 7. **Абдурагимов И. М., Говоров В. Ю., Макаров В. Е.** Физико-химические основы развития и тушения пожаров: Учебное пособие. — М.: Издательство Высшей инженерной пожарно-технической школы МВД СССР, 1980. — 256 с.
 8. **Пожаровзрывоопасность** веществ и материалов и средства их тушения: Справочник в 2 книгах / А. Н. Баратов, А. Я. Корольченко, Г. Н. Кравчук и др. — М.: Химия, 1990. — 660 с.
 9. **Расчет** основных показателей пожаровзрывоопасности веществ и материалов: Руководство. — М.: ВНИИПО, 2002. — 77 с.
 10. **Шароварников А. Ф., Молчанов В. П., Воевода С. С., Шароварников С. А.** Тушение пожаров нефти и нефтепродуктов. — М.: Калан, 2002. — 448 с.
 11. **Брушлинский Н. Н., Корольченко А. Я.** Моделирование пожаров и взрывов. — М.: Пожнаука, 2000. — 492 с.

К. Е. Pankin¹, Associate Professor, e-mail: texmexium@mail.ru,
A. F. Krylov², Associate Professor, **O. V. Kabanov**¹, Associate Professor,
¹ Saratov State Agrarian University, named after N. I. Vavilov
² Chernyshevsky Saratov State University

The Development of "Forecasting of Fire Hazards" Education Program

This paper presents the results of the education program for "Forecasting of fire hazards" discipline of the Federal State Educational Program 280700 "Technosphere safety" which is implemented at the "Technosphere safety, equipment for transport and technology" department in "Saratov State Agrarian University named after N. I. Vavilov". The relevance and place of the discipline in the educational process within the scope of implementation of the training profile "Fire Safety" and the amount spent on the study of the subject hours were justified. We formulate competencies which to be realized during implementation of the education program "Forecasting of fire hazards". We provide to describe of the formed competencies ("know", "understand", "method" "can" and "owns") in the "threshold" and "elevated" levels of development. Discipline content and the distribution of classroom hours and independent work of the student and submitted comments were presented. We discuss evaluation tools (issues which addressed in the implementation of training modules), as well as the necessary methods of employment (including active learning methods). Recent published books and textbooks which fully help students to learn "Forecasting of fire hazards" discipline were analyzed and a list of recommended issues (primary and secondary part) was presented.

Keywords: education program, development, fire hazards, forecasting, competencies, discipline content, methods of education (including active learning methods), distribution of education time, recommended references

References

1. **Koshmarov Ju. A.** Prognozirovanie opasnyh faktorov pozhara v pomeshhenii Uchebnoe posobie. M.: Akademiya GPS MVD Rossii, 2000. 118 p.
2. **Savel'ev I. V.** Kurs obshhej fiziki. V 5-i tomah. Vol. 3. Molekuljarnaja fizika i termodinamika. M.: Lan'. 2011. 224 p.
3. **Sivuhin D. V.** Obshhij kurs fiziki. Vol 2. Termodinamika i molekuljarnaja fizika. M.: Fizmatlit, 2006. 544 p.
4. **Bahshieva L. T., Kondaurov B. P., Zaharova A. A., Saltykova V. S.** Tehnicheskaja termodinamika i teplotehnika Uchebnoe posobie dlja studentov vysshih uchebnyh zavedenij. M.: Akademiya, 2008. 272 p.
5. **Davidson V. E.** Osnovy gidrogazodinamiki v primerah i zadachah Uchebnoe posobie dlja studentov vysshih uchebnyh zavedenij. M.: Akademiya. 2008. 320 p.

6. **Korol'chenko A. Ja.** Processy gorenija i vzryva: Uchebnik. M.: Pozhnauka, 2007. 266 p.
7. **Abduragimov I. M., Govorov V. Ju., Makarov V. E.** Fiziko-himicheskie osnovy razvitija i tushenija pozharov. Uchebnoe posobie M.: Izdatel'stvo Vysshej inzhenernoj pozharnotehnicheskoy shkoly MVD SSSR, 1980. 256 p.
8. **Pozhprovzvyvoopasnost'** veshhestv i materialov i sredstva ih tushenija: Spravochnik v 2 knigah / A. N. Baratov, A. Ja. Korol'chenko, G. N. Kravchuk i dr. M.: Himija, 1990. 660 p.
9. **Raschet** osnovnyh pokazatelej pozharovzryvoopasnosti veshhestv i materialov: Rukovodstvo. M.: VNIIPPO, 2002. 77 p.
10. **Sharovarnikov A. F., Molchanov V. P., Voevoda S. S., Sharovarnikov S. A.** Tushenie pozharov nefi i nefteproduktov. M.: Kалан, 2002. 448 p.
11. **Brushlinskij N. N., Korol'chenko A. Ja.** Modelirovanie pozharov i vzryvov. M.: Pozhnauka, 2000. 492 p.

УДК 502.3

Д. С. Ермаков, д-р пед. наук, канд. хим. наук, доц., проф.,
e-mail: ermakovds.mioo@yandex.ru, Московский институт открытого образования

Экологическая безопасность России в международном контексте

28—29 мая 2015 г. в г. Санкт-Петербурге состоялся VII Невский международный экологический конгресс "Стратегия экологической безопасности: механизмы реализации". Конгресс проводится с 2008 г. в целях содействия формированию международной системы экологической безопасности через укрепление трансграничного сотрудничества, совершенствование международного экологического права и сближение законодательства государств — участников Содружества Независимых Государств, регулирующего общественные отношения в области взаимодействия общества и природы. В статье представлены основные результаты обсуждения проблем экологической безопасности России в международном контексте (включая проект Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года), которое проходило в формате пленарного заседания и круглых столов с участием руководителей законодательных и исполнительных органов государственной власти, представителей международных организаций, деловых кругов, образовательных и научно-исследовательских учреждений, средств массовой информации из 32 стран мира и 62 регионов России.

Ключевые слова: экологическая безопасность, стратегия, механизмы реализации

28—29 мая 2015 г. в Санкт-Петербурге под эгидой Межпарламентской Ассамблеи (МПА) государств — участников СНГ и Совета Федерации Федерального Собрания Российской Федерации состоялся VII Невский международный экологический конгресс "Стратегия экологической безопасности: механизмы реализации". Участие в Конгрессе приняли руководители законодательных и исполнительных органов государственной власти, представители международных организаций, деловых кругов, образовательных и научно-исследовательских учреждений, средств массовой информации — более 1,6 тыс. человек из 32 стран мира (9 стран СНГ) и 62 регионов России.

Открывая пленарное заседание [1], Председатель МПА СНГ, Председатель Совета Федерации Федерального Собрания Российской Федерации В. И. Матвиенко подчеркнула: "Глобальная экологическая безопасность — область, в которой нельзя закрываться в "национальных квартирах". Экология не знает границ. Только объединяя усилия международного сообщества, можно решать сложные экологические проблемы. Обеспечение экологической безопасности является вопросом первостепенной жизненной важности. Как ни велика Россия, но мириться с тем, что около 15 % ее территории находится в неудовлетворительном экологическом состоянии никак невозможно".

Взаимосвязь комплексного загрязнения окружающей среды с общей смертностью, ростом заболеваемости и, соответственно, ощутимыми экономическими потерями заставляет задуматься над решением вопросов повышения экологической безопасности.

В сфере законодательства только за прошедший год было принято более 50 нормативных правовых актов. В этой связи особо следует отметить подготовку проекта Стратегии экологической безопасности до 2025 года.

Министр природных ресурсов и экологии Российской Федерации С. Е. Донской отметил, что обеспечение экологической безопасности, создание благоприятных условий для жизни россиян — один из ключевых государственных приоритетов. Природно-ресурсный потенциал России масштабен, на сегодняшний день более 11 млн кв. км (65 %) территории страны не нарушены хозяйственной деятельностью. Вместе с тем, с советских времен осталось по меньшей мере 340 "горячих точек" с накопленными промышленными загрязнениями объемом 400 млн т. В зоне влияния этих объектов сегодня находятся 17 млн человек. В конце 2014 г. распоряжением Правительства были утверждены проекты по ликвидации прошлого экологического ущерба в 14 регионах.

На протяжении многих лет в местах проживания значительной части населения сохраняется низкое качество окружающей среды — прежде всего, атмосферного воздуха (очень высокая и высокая степень загрязнения в 123 городах из 225, в которых ведется мониторинг) и поверхностных вод. Федеральным законом от 02.07.2013 г. № 173-ФЗ увеличены в 10—25 раз штрафы за ненормативные выбросы. В 2015 г. планируется довести до 86,3 % уровень рационального использования попутного нефтяного газа (в 2010 г. — 77 %). В целях охраны вод реализуется 53 проекта модернизации очистных сооружений, от которых ожидается сокращение объема сточных



вод на 1,5 млрд куб. м в год, сброса загрязняющих веществ — на 205 тыс. т в год.

На сегодняшний день выявлено 111,0 тыс. мест незаконного складирования отходов (лидируют Приволжский и Центральный федеральный округа — 25 и 24,2 % соответственно) площадью 45,5 тыс. га. Вред почвам в 2014 г. составил 5,9 млрд руб. В рамках административных мер и судебных решений ликвидировано 72 % несанкционированных свалок площадью 31,4 тыс. га. Площадь 11 тыс. га в 2014 г. загрязнена нефтью и нефтепродуктами (1,78 тыс. загрязнений; 60...70 % всех разливов приходится на Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий автономные округа). Планируется масштабная ревизия нефтепроводов.

Особое внимание уделяется лесам. В 2014 г. введена уголовная ответственность за оборот нелегальной древесины. Запущена Единая автоматизированная информационная система учета древесины и сделок с ней. Снижена площадь патрулирования, приходящаяся на одного инспектора. Большая тема — лесные пожары. В 2014 г. их площадь составила 3,7 млн га. (17,1 тыс. шт.), несмотря на то, что за последние пять лет выделено около 9 млрд руб., приобретено более 10 тыс. единиц противопожарной техники.

Высокую оценку на международном уровне получила российская система особо охраняемых природных территорий, 12,9 тыс. которых занимают площадь 204 млн га (общий охват 11,9 %). Функционируют 103 федеральных заповедника (за 2005—2015 гг. создано 3), 47 национальных парков (создано 12), 64 заказника. Увеличивается численность переднеазиатского леопарда, амурского тигра и свободно живущих зубров (2000 г. — 25, 465 и 289; 2015 г. — 59, 51 и 1650 особей соответственно).

Важнейшим направлением является экологическая модернизация экономики. Принят Федеральный закон от 21.07.2014 г. № 219-ФЗ о внедрении наилучших доступных технологий (НДТ). В 2018 г. должны быть подготовлены отраслевые справочники НДТ, переход на них будет осуществляться с 2019 по 2022 гг. на 300 предприятиях — крупнейших загрязнителях.

К сожалению, расходы бюджетов всех уровней на решение проблем улучшения состояния окружающей среды и обеспечения экологической безопасности в Российской Федерации в последние годы составляли 0,7 % от ВВП. Это на порядок ниже, чем в большинстве развитых государств, несмотря на то, что среда обитания в них более благоприятна.

Министр по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий В. А. Пучков отметил, что природные, техногенные и экологические угрозы взаимосвязаны. Для эффективного противодействия необходимо, в частности, развивать Единую государственную систему предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, включая космические технологии мониторинга окружающей среды. Примером на муниципальном уровне может служить аппаратно-программный комплекс "Безопасный город".

По сообщению руководителя Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека А. Ю. Поповой, в Российской Федерации под комплексной химической нагрузкой находятся 90 млн, под нагрузкой физических факторов — 52 млн, биологических — 60 млн человек; факторы образа жизни неблагоприятны для 72 млн человек. Это обуславливает 37,6 тыс. случаев смерти и 9,9 млн случаев заболеваний; смертность и нетрудоспособность занятого населения формирует потери произведенного ВВП в год в размере 150,4 млрд руб. Приоритетной задачей становится переход на риск-ориентированный надзор (частота проверок объекта тем выше, чем выше уровень потенциального риска причинения вреда здоровью населения).

Руководитель Федерального агентства водных ресурсов М. В. Селиверстова напомнила: в начале 1980-х гг. один из основателей Глобального водного партнерства И. Серагельдин предупреждал, что XXI век будет веком борьбы за воду, а не за нефть. Водный дефицит все более выдвигается на передний план кризисных угроз для человечества. По прогнозам потребность в воде в 2030 г. будет превышать располагаемые водные ресурсы на 40 %. Однако доступ к управлению водными ресурсами не может служить инструментом геополитического влияния.

Доклад председателя Российского отделения Всемирной организации парламентариев за сбалансированную окружающую среду В. Е. Шудегова был посвящен новому, но увы уже распространенному явлению — экологические мигранты. Если в 2010 г. их было 50 млн человек, то к 2050 г. по оценке экспертов ООН будет 200 млн человек. Причины экологической миграции — ухудшение экологической обстановки, изменение климата, техногенные катастрофы; одна из важнейших — дефицит питьевой воды. Сейчас в условиях водного дефицита проживает 1,1 млрд человек, которые потребляют менее 10 л на человека в сутки (для сравнения в западноевропейских странах — 200...300 л, в США — 575 л).

Ряд выступлений был посвящен экологической безопасности городов. Губернатор Санкт-Петербурга Г. С. Полтавченко подчеркнул, что "северная столица" — родина многих экологических инициатив. В частности, Санкт-Петербург одним из первых мегаполисов в России принял экологическую политику на период до 2030 г.

Продолжая эстафету мегаполисов, руководитель Департамента природопользования и охраны окружающей среды Москвы А. О. Кульбачевский подчеркнул, что одна из главных угроз — агрессивное строительство и благоустройство в угоду декоративности, без учета экологических особенностей. Необходимо пересмотр правил освоения городского пространства с закреплением экосистемного подхода.

И. Л. Шпектор, президент Союза городов Заполярья и Крайнего Севера, осветил один из аспектов жизнедеятельности городов, связанный с бытовыми отходами. Сегодня мы имеем технологии по обращению с отходами как отечественные, так и зарубежные, но в целом переработкой отходов до

сих пор мало кто занимается — нет экономического стимулирования.

Т. В. Хабарова, руководитель офиса Программы ООН по населенным пунктам (ООН-Хабитат) в Москве, отметила, что проблемы городского развития зачастую являются результатом не столько урбанизации, сколько неправильной городской политики. Если города хорошо спланированы и правильно развиваются, они способствуют не только росту национального благосостояния, но и поддержанию экологически чистой среды. Одна из инициатив ООН-Хабитат — Программа профилирования жизнеспособности (резильентности) городов, цель которой — города, удобные для жизни.

С большим интересом были встречены доклады представителей зарубежных государств, позволившие оценить проблемы экологической безопасности России и стран СНГ в более широком международном контексте.

В. Б. Иванов, председатель Постоянной комиссии МПА СНГ по аграрной политике, природным ресурсам и экологии, член Парламента Республики Молдова, отметила важность принятого в 2013 г. Соглашения о сотрудничестве в области охраны окружающей среды государств-участников СНГ по вопросам охраны и использования земель, почв, недр, лесов, вод, атмосферного воздуха, озонового слоя и климата, растительного и животного мира.

Директор Департамента политики и закона Министерства охраны окружающей среды Китайской Народной Республики Ли Цзинжуй изложил суть экологических аспектов провозглашенного на XVIII Всекитайском съезде Коммунистической партии Китая (2012 г.) плана возрождения великой китайской нации ("китайская мечта"), важное место в котором занимает ускоренное создание экологической цивилизации.

Председатель Комитета по аграрным вопросам, водным и земельным ресурсам Высшего Собрания Республики Таджикистан Р. Б. Латифзода затронул важнейшую для стран Центральной Азии проблему обеспечения водными ресурсами. Их дефицит и нерациональное использование приводят к ухудшению здоровья населения, учащению жарких периодов года, деградации почв и опустыниванию, падению урожайности сельскохозяйственных культур, потере рыбных запасов, солевым бурям, исчезновению уникальных природных комплексов (например, 90 % тугайных лесов и тростниковых зарослей в Таджикистане, которые ранее занимали 500 млн га) и видов (туранский тигр, памирский горный баран Марко Поло, сибирский козерог, бухарский олень и др.). В скором времени Афганистан может заявить о своей доле водных ресурсов. На севере этой страны (бассейн реки Амударья) может орошаться около 1 млн га земель, что потребует в год 10...12 куб. км воды. Но никакая из стран региона не согласится с потерей доли своего лимита. Решение должно быть найдено на основе справедливого и взаимовыгодного сотрудничества.

Интересный опыт представлен депутатом Национальной ассамблеи Республики Эквадор Э. Кордоба.

Эквадор — уникальная страна с богатой природой, где сочетаются морское побережье, Андские горы, амазонская сельва и Галапогосские острова (объект Всемирного наследия ЮНЕСКО). Одну пятую часть территории Эквадора занимают 44 заповедника и природных парка. Здесь обитает 14 индейских племен, два из которых — тагаери и тагоменани отказались от контактов с современной цивилизацией и живут в условиях дикой сельвы. Исходя из традиций заботы индейцев кечуа о Матери-Земле, охране биоразнообразия посвящена отдельная глава Конституции Эквадора.

Основные дискуссии в рамках Конгресса состоялись на шести круглых столах.

По мнению выступавших на круглом столе "Нормативно-правовое обеспечение экологической безопасности: экономические аспекты правоприменения при работе с отходами производства и потребления", формирование безопасной и эффективной системы обращения с отходами, обновление инженерной инфраструктуры, низкая инвестиционная привлекательность проектов вторичной переработки остаются одними из наиболее сложных вопросов экологической безопасности. Предложено создать региональные фонды для финансирования мероприятий по совершенствованию механизмов обращения с отходами и применению эффективных ресурсосберегающих технологий.

Участники круглого стола "Эколого-ориентированное сельское хозяйство: методы управления почвенными ресурсами" отметили, что органическое земледелие развивается стремительными темпами (154 страны). Наша страна в этом отношении обладает существенными возможностями (незанятые пахотные земли, обилие пресной воды, потенциал оленеводства, охоты, сбора дикоросов), однако доля России (вместе со странами СНГ) составляет всего 1,4 % мирового рынка органических продуктов. Чтобы обеспечить реализацию репутационного преимущества нашей традиционно аграрной страны в данной сфере, необходимо, как в других государствах (США, Япония, Китай, Индия, Канада, Западная Европа и пр.), обеспечить нормативно-правовую базу, поскольку эта проблема не может быть решена силами одних лишь товаропроизводителей.

Круглый стол на тему "Комплексное управление водными ресурсами: использование и качество воды" проходил на базе ГУП "Водоканал Санкт-Петербурга". В результате состоявшегося обсуждения проблем комплексного управления водными ресурсами, функционирования отрасли водоснабжения и водоотведения, обеспечения безопасности питьевой воды, развития трансграничного сотрудничества в сфере управления водным хозяйством, повышения эффективности промышленного производства участники заседания выработали рекомендации, направленные на рациональное водопотребление и качественное улучшение состояния водных объектов.

Весьма продуктивно поработал круглый стол "Экологический туризм как компонент формирования имиджа территории". Предложено ввести в нормативно-правовые документы понятие "экологический



туризм", а также предусмотреть законодательные, экономические и социальные меры по стимулированию развития разных видов туризма на природных, лечебно-оздоровительных, курортных и сельских территориях.

На круглом столе "Проблемы обеспечения экологической безопасности при освоении месторождений полезных ископаемых" обсуждались проблемы, возникающие в результате активного нефтегазового освоения зоны вечной мерзлоты, вопросы инженерно-экологических изысканий, утилизации отходов бурения и рекультивации нарушенных земель, взаимодействия бизнеса и власти.

Предметом обсуждения на круглом столе "Стратегия экологической безопасности. Современные механизмы обеспечения экологической безопасности на территории Российской Федерации" стал проект Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года [2], который с учетом высказанных замечаний и предложений будет представлен Минприроды России на утверждение в Правительство Российской Федерации.

Итоговая резолюция Конгресса отмечает целесообразность разработки рекомендаций по подготовке национальных стратегий экологической безопасности в странах СНГ, предусматривающих следующие положения:

- расширение трансграничного сотрудничества в области предупреждения и ликвидации последствий природных и техногенных катастроф;
- создание целевых национальных экологических фондов для решения неотложных природоохранных задач;
- развитие национальных центров экологической безопасности;

— поддержка и совершенствование института общественного экологического контроля, в том числе системы работы общественных экологических приемных и общественных инспекторов по охране окружающей среды;

— стимулирование развития безотходных и экологически эффективных производств, в том числе атомной энергетики;

— создание и развитие индустрии утилизации отходов, инфраструктуры сбора и переработки вторичного сырья;

— разработка и внедрение международных и национальных систем экологической сертификации и маркировки, в том числе для обязательного информирования потребителей;

— разработка мер по противодействию экологическому экстремизму;

— развитие системы экологического просвещения с целью формирования в обществе высокого уровня экологического сознания и экологической культуры;

— повышение информированности населения о новых природоохранных технологиях, существующих экологических проблемах, тенденциях и методах их разрешения.

Список литературы

1. **Пленарное заседание VII Невского международного экологического конгресса.** URL: <http://vmeste-rf.tv/broadcastRelease/110645.do> (дата обращения 10.08.2015).
2. **Стратегия экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года (проект).** URL: <https://www.mnr.gov.ru/upload/iblock/2b2/09062015.zip?spetial=Y> (дата обращения 10.08.2015).

D. S. Ermakov, Professor, e-mail: ermakovds.mioo@yandex.ru, Moscow Institute of Open Education

Environmental Safety of Russia in the International Context

On May, 28–29th, 2015, VIIth Nevsky International Ecological Congress "Environmental Safety Strategies: Implementation Tools" has taken place in St.-Petersburg. The congress takes place since 2008, the main goal of this congress is to assist in the development of an international system of environmental safety through the international collaboration, to improve an international environmental law and to coordinate the legislation of the state-participants of the Commonwealth of Independent States regulating public relations in the field of interaction of society and the nature. In this article, we present the basic results of discussion of the problems of environmental safety of Russia in the international context (including the project of Strategy of ecological security of the Russian Federation for the period till 2025), which took place in the format of the plenary session and round tables with the participation of the members of legislative and executive powers of the government, representatives of an international organizations, business communities, educational and research establishments, mass media from 32 counties and 62 regions of Russia.

Keywords: environmental safety, strategy, implementation tools

References

1. **Пленарное заседание VII Невского международного экологического конгресса.** URL: <http://vmeste-rf.tv/broadcastRelease/110645.do> (data of accessed 10.08.2015).
2. **Strategija jekologicheskoj bezopasnosti Rossijskoj Federacii na period do 2025 goda (project).** URL: <https://www.mnr.gov.ru/upload/iblock/2b2/09062015.zip?spetial=Y> (data of accessed 10.08.2015).

Международная конференция "Проблемы охраны окружающей среды и безопасности Республики Крым"

(14—15 сентября 2015 года)

International Conference

"Problems of Protection Environment and Safety of Republic Crimea"

(14—15 September 2015)

Конференция состоялась в с. Береговое Бахчисарайского района Республики Крым. В ней участвовало более 50 человек из России, Украины, Армении, Туркменистана. Участниками отмечалась ситуация, сложившаяся за более чем двадцатилетний период, когда Крым был оторван от России и за это время накопилось немало проблем, к которым добавились и новые, связанные в том числе с разрывом экономических связей с Украиной. Это и недостаток электрической энергии, и старая проблема с нехваткой питьевой воды, и несбалансированность экономики, и невысокий у большинства жителей уровень жизни, и другие большие и маленькие проблемы, которые сразу не решить.

Немало проблем связано с охраной окружающей среды и других аспектов жизнедеятельности, в том числе социальных. В частности, на территории Крыма отсутствуют заводы по переработке мусора. Много бесхозных свалок. Опасные отходы не утилизируются. Состояние опасных сооружений плохое. Водохранилища заполнены наполовину илом и т. д. и т. п. Запущенность различных сфер жизни и деятельности за 20 предыдущих лет довела цветущий Крым в дотационный регион.

За прошедшее время после воссоединения Крыма с Россией проделана большая подготовительная и практическая работа по исправлению создавшегося положения и улучшения жизнедеятельности населения.

В приветственном слове Министр экологии и природных ресурсов Республики Крым Г. П. Нарав остановился на планах по решению природоохранных проблем. Принята Федеральная целевая программа по развитию Крыма с серьезным бюджетным финансированием, благодаря которой будут решены многие природоохранные проблемы. В частности, в соответствии с Программой выделяются средства на рекультивацию свалок, на реконструкцию коммунальных сооружений, решаются проблемы сбора, утилизации и переработки отходов. За счет инвесторов предполагается строительство мусороперерабатывающих заводов. Утверждена схема очистки территории Республики Крым. Идет отработка конкурсной документации по ряду планируемых объектов.

Участники конференции в своих докладах предложили ряд инновационных оригинальных разработок,

а также концепций по повышению эффективности принимаемых мер, которые адресовали Правительству Крыма.

В частности, предлагался проект строительства мусороперерабатывающего завода МПЗ-200 для снабжения электроэнергией территории Крыма, подготовленный под руководством академика МАНЭБ Г. М. Золотарева. Его группа доложила об опыте раздельного сбора отходов в г. Люберцы, рекомендуя внедрить его в Крыму.

Предлагалось директором ООО "Экобилдинг технолоджи Рус" Б. А. Зайцевым создать на базе канализационных очистных станций производство по переработке иловых осадков сточных вод, органических осадков, ТБО, отходов сельхозпредприятий в ликвидную товарную продукцию и воду для полива.

Актуальной представляется инновационная технология по обезвоживанию осадков стоков виноделия, осуществляемая электрообработкой, которую предложил О. В. Смирнов из Тюменского нефтегазового университета.

Предлагалось шире применять возобновляемые источники энергии, используя отечественный и зарубежный опыт, в частности, концепцию развития возобновляемой энергетики Крыма, разработанную в Туркменистане А. М. Пенджиевым.

Солидной научно-практической базой может явиться создание опытно-экспериментального полигона для разработки современных природоохранных и ресурсосберегающих инновационных технологий, под который предлагается выделение территории площадью 2 га.

В решении конференции, кроме перечисленных выше предложений, заявлено много проектов и мероприятий природоохранного характера, которые могут помочь Крыму в налаживании ресурсосберегающих технологий, а главное — в обеспечении комфортной и безопасной жизни на полуострове.

К. Р. Малаян,
канд. техн. наук, проф. кафедры
"Безопасность жизнедеятельности",
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
e-mail: bgdspbgpy2003@list.ru



Указатель статей, опубликованных в журнале "Безопасность жизнедеятельности" в 2015 году

Index of articles published in the journal "Life Safety" in 2015

ОХРАНА ТРУДА И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

- Абрахимов Ю. Р., Федосов А. В., Халилова О. Г. Перспективы оценки эффективности средств индивидуальной защиты при проведении специальной оценки условий труда № 2
- Аполлонский С. М. Роль природных экранов в снижении электромагнитной нагрузки в урбанизированном пространстве № 8
- Буглаев А. М., Бокачева М. П. Исследование факторов, влияющих на безопасность станочников деревообрабатывающих станков. № 3
- Буренко Л. А., Казакова В. А., Ивлева И. Б. Обеспечение безопасности на участках окраски, заправки машин и на складах предприятий технического сервиса в АПК. № 4
- Буренко Л. А., Казакова В. А., Ивлева И. Б. Обеспечение безопасности при постановке сельскохозяйственной техники на хранение № 5
- Дежурный Л. И., Иевлев А. А., Григорян А. Г. Этические и социально-правовые аспекты оказания первой помощи в Российской Федерации. № 10
- Дзю Е. Л., Подзорова Н. Н., Косов А. С., Овчинникова Л. А. Анализ состояния производственного травматизма Новосибирской области за период 2009—2013 годы. № 9
- Долинская Ю. В., Князюк Н. Ф. Концептуальные вопросы управления изменениями в области профессиональной безопасности и охраны здоровья № 1
- Евдокимова Н. А. Сравнительная оценка состояния условий труда по методикам проведения аттестации рабочих мест и специальной оценки условий труда № 9
- Зайнишев А. В., Полуниин Г. А., Колганов Е. Г. Особенности процесса управления рабочей фотокаталитического воздухоочистителя № 12
- Зинкин В. Н., Шешегов П. М., Чистов С. Д. Влияние особенностей производственного шума и инфразвука на заболеваемость и систему профилактических мероприятий № 5
- Кириллов В. Ф. Об эффективности фильтрующих средств индивидуальной защиты органов дыхания № 5
- Кирсанов В. В. Воздействие вибрации на человека, технические устройства и защита от вибрации. . . № 9
- Кирсанов В. В. Хлорорганические соединения и заболеваемость населения № 10
- Лебедев В. А., Левченко О. Г., Максимов С. Ю., Лукьяненко А. О., Лендел И. В. Гигиеническая характеристика механизированной дуговой сварки с импульсной подачей электродной проволоки . . № 9
- Леонтьев Г. В., Малаян К. Р., Русак О. Н., Фаустов С. А. Снижение класса условий труда при использовании средств индивидуальной защиты: обоснованная реальность или миф. № 8

- Лысиков А. И., Акимов С. И., Чубатова О. И., Чубатова С. А., Чиркова Н. А., Гладырева В. А., Скрышников М. К. Эффективность нового метода здоровьесбережения № 3
- Ляшенко В. И., Топольный Ф. Ф., Лисовая Т. С. Радон — основной фактор техногенного радиационного загрязнения жилых помещений и объектов социальной сферы. Проблемы и пути их решения. . . . № 2
- Михайлов В. А., Сотникова Е. В. Комбинированная установка для кондиционирования воздуха в кабинах колесных и гусеничных машин при работе в тяжелых условиях эксплуатации № 10
- Михайлов В. А., Сотникова Е. В. Обеспечение акустической безопасности систем защиты воздушной среды объектов автотранспортного комплекса № 5
- Михайлов В. А., Сотникова Е. В. Энергосберегающая цеховая система защиты воздушной среды участка электросварочных работ № 4
- Никифоров Д. А., Ворона А. А., Богомолов А. В., Кукушкин Ю. А. Методика оценивания потенциальной надежности действий летчика № 7
- Обвинцева Л. А., Беликов И. Б., Цыркина Т. Б., Сухарева И. П., Дмитриева М. П., Шепелев А. Д., Аветисов А. К., Юрманов В. А., Юрманов Е. В. Разработка средств химического контроля и защиты при проведении дезактивации оборудования и переработке отходов концентрированным озоном. № 1
- Оброков А. Ф. Применение методов биологической обратной связи для коррекции стрессовых состояний. . № 8
- Решетова Т. В., Решетов А. В., Ермолаева О. С. Агрессивность и ее проявления. № 2
- Сугак Е. Б. Природа производственного травматизма в аспекте управления профессиональными рисками № 7
- Тарасов Л. А., Сухова А. А., Уваев В. В., Штукина Е. А. Многослойный композиционный материал для средств индивидуальной защиты кожи. № 2
- Тушин А. М. Опыт разработки правил по охране труда при производстве, монтаже и эксплуатации машин, оборудования и технологических установок № 1
- Хаертдинова З. М., Докучаев П. В. Оценка условий труда прудовых рабочих ГУП "Рыбхоз "Пихтовка" по показателям тяжести трудового процесса № 3
- Храмов А. В., Шумилов О. И., Касаткина Е. А., Новикова Т. Б. Особенности динамики смертности от сердечно-сосудистых заболеваний и экстремальные экологические факторы высоких широт № 12
- Яговкин Г. Н., Мельникова Д. А. Основопологающие принципы обеспечения безопасности человека при построении системы управления профессиональными рисками № 8

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Антонов А. В., Морозова О. И., Ершов Г. А. Основные критерии приемлемости риска от эксплуатации энергоблоков атомных станций. № 1

Антонов А. В., Морозова О. И., Ершов Г. А. Сравнение уровней безопасности и рисков от эксплуатации энергоблоков атомных станций	№ 2
Василюкский М. В., Извеков В. Н., Романдин В. И. Обеспыливание воздуха в механических элеваторах технологий переработки зерна	№ 3
Власов Е. Н., Дубенцов К. Г. Влияние некоторых геометрических элементов проточной части радиального ЕС-вентилятора на шум	№ 3
Волосенко К. И. Эффективность звукопоглощающего материала, расположенного с откосом от жесткой стенки	№ 5
Глебова Е. В., Волохина А. Т., Гуськов М. А. Снижение масштабов последствий аварий на объектах магистрального транспорта газа	№ 5
Глухов С. В., Глухов А. В. Применение программного комплекса "Баязет" для составления деклараций промышленной безопасности на базе разработанной концепции расчета и построения полей рисков на точечных и линейных объектах	№ 5
Ермаков С. В. Оценка безопасности излучения лазерных створных маяков	№ 12
Катин В. Д., Вольхин И. В., Березуцкий А. Ю. Способ повышения безопасности работы инжекционных горелок при сжигании нефтезаводских газов переменного состава	№ 8
Комкин А. И., Воробьева Л. С., Львов В. А., Теленков А. И. Сопротивление продуванию волокнистых звукопоглощающих материалов	№ 5
Комкин А. И., Готлиб Я. Г., Смирнов С. Г. Нормирование шума. Реальный подход к проблеме	№ 10
Свинцов А. П., Николетко Ю. В., Казаков А. С. Индекс усталости бетонных несущих конструкций, пропитанных нефтепродуктами	№ 2
Соловьев А. В., Сыроматникова Л. И., Матусевич М. С. Укачивание как фактор производственного риска лиц операторского профиля	№ 12

ОТРАСЛЕВАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Алюбов Э. Н., Лукьянович А. В., Афлятунов Т. И., Дегтярева А. В. Подход к оценке эффективности мероприятий МЧС России по реализации государственных программ Российской Федерации	№ 4
Горшков Ю. Г., Богданов А. В., Попова С. Ю. Обоснование безопасных скоростей движения автомобилей в зависимости от вида и состояния дорожного покрытия	№ 4
Дурнев Р. А., Колеганов С. В. Комплексная оценка уровня транспортной безопасности: порядок проведения	№ 2
Кравченко А. Е. Концепция комплексной безопасности при осуществлении мультимодальных перевозочных процессов в курортных муниципальных образованиях	№ 2
Ульянов В. А. Концепция развития перспективных направлений повышения технологической безопасности на железнодорожном транспорте	№ 8

БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

Хлюпин А. С. Анализ методов обеспечения безопасности автомобилей при перестроении	№ 8
--	-----

ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ

Гуськов В. Д., Коротков Г. В., Воронцов В. В., Царев А. В., Ходасевич К. Б. Создание транспортного упаковочного комплекта для хранения и транспортирования ОЯТ реакторов ВВЭР-1000	№ 10
---	------

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Алексашина О. В. Методы определения вредных примесей в воздухе производственных помещений	№ 9
Анисимов В. В., Вивчарь-Панюшкина А. В., Ксандуполо С. Ю., Панюшкин В. Т. Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха города Краснодара с использованием показателя суммарного загрязнения	№ 9
Барчуков В. В., Сумароков М. Ю., Бузаева М. В., Климов Е. С. Модифицирование природного диатомита для придания минералу сорбционных свойств	№ 10
Беззапонная О. В., Дальков М. П., Спиридонов М. А., Акулов А. Ю. Вторичное загрязнение поверхностных водных объектов соединениями тяжелых металлов	№ 8
Буренин В. В., Иванина Е. С. Очистка отходящих дымовых газов тепловых электростанций, работающих на угле	№ 7
Голик В. И., Русак О. Н., Заалишвили В. Б. Оценка опасности хранения хвостов переработки руд и технологии их утилизации	№ 1
Двуреченский В. Г., Филонова Е. Н. Тяжелые металлы в растительном покрове, деградирующем в результате воздействия горно-перерабатывающего предприятия	№ 5
Долгова В. О., Кодолов О. М. Роль культурного ландшафта в обеспечении экологического пространства человека	№ 8
Кашин В. И. Экологическое нормирование и наилучшие доступные технологии	№ 7
Кирсанов В. В. Влияние на биоту хлорорганических соединений, образуемых при хлорировании сточной и водопроводной воды	№ 12
Кирсанов В. В. Расчет основных параметров биосистемы в условиях биодеструкции токсичных загрязняющих веществ с меняющейся концентрацией в производственных сточных водах	№ 8
Кирсанов В. В. Результаты исследований процесса биодеструкции в аэротенке основных загрязняющих веществ в зависимости от коэффициента рециркуляции активного ила и времени аэрации	№ 1
Ксенофонтов Б. С., Таранов Р. А., Козодаев А. С., Ворopaева А. А., Виноградов М. С., Сеник Е. В. Оценка риска подтопления автомобильных тоннелей	№ 8
Ксенофонтов Б. С., Таранов Р. А., Козодаев А. С., Ворopaева А. А., Виноградов М. С., Сеник Е. В. Очистка сточных вод мясокомбината	№ 9
Ксенофонтов Б. С., Таранов Р. А., Козодаев А. С., Ворopaева А. А., Виноградов М. С., Сеник Е. В. Проблемы подтопления и затопления сельтебных территорий: возможные пути решения	№ 7
Ксенофонтов Б. С., Таранов Р. А., Козодаев А. С., Ворopaева А. А., Виноградов М. С., Сеник Е. В. Сравнение методов расчета поверхностного стока сельтебных территорий	№ 2
Литвинова Н. А. Расчет поступления из внешней среды в помещении зданий выбросов загрязняющих веществ от котельных	№ 12
Ляшенко В. И., Стусь В. П. Охрана окружающей среды в зоне влияния уранового производства	№ 3
Мингазетдинов И. Х., Галимова А. Р. Разработка рациональной схемы ионообменного фильтра	№ 8
Новоселова Е. А., Ефремов С. В., Колесников С. В. Особенности контроля содержания ртути на поверхностях при ее проливах	№ 4
Попова Н. П., Пригородова Т. Н. Проблемы локализации пылевыведений от протяженных источников	№ 4



- Русак О. Н., Бадтиев Ю. С., Дзодзикова М. Э., Бадтиева Ф. К. Насущная проблема — качество атмосферы № 3
- Савельев С. Н., Савельева А. В., Фридланд С. В. Интенсификация очистки сточной воды от углеводородов окислительными методами применением в качестве катализатора стоков гальванопроизводства. . . . № 1
- Сорокин А. В., Сотникова Е. В., Графкина М. В., Рухович Д. И., Калинина Н. В. Экологические критерии воздействия автотранспорта на депонирующие среды рекреационных зон. . . . № 8
- Шейнкман Л. Э., Дергунов Д. В. Обеспечение экологической безопасности водных объектов от загрязнения фенолами, содержащимися в шахтных стоках. . . . № 1

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ

- Бариева Э. Р., Королёв Э. А. Влияние золошлаковых добавок на процессы изготовления керамического кирпича. . . . № 4
- Чемоданов А. Н., Горинюв Ю. А., Сафин Р. Г. Композитный теплоизоляционно-балластный материал на основе древесных отходов. . . . № 3

ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ

- Дрозд Г. Я., Хвортова М. Ю. Экоцид — неизбежный результат военных конфликтов. . . . № 4
- Дурнев Р. А., Котосорова А. С., Галиуллина Р. Л. Системно-динамическая модель информирования населения при аварии на химически опасном объекте. . . . № 7
- Ивахнюк С. Г., Митюхина А. Д., Бегак О. Ю. Апробация новой методики определения содержания коррозионно-активных элементов в нефти и нефтепродуктах. . . . № 1
- Киреев И. Р., Закирова З. А., Латыпова Э. А. Методы устранения опасности возникновения взрывов и пожаров на ООО РН-Юганскнефтегаз. . . . № 10
- Корнеев К. В., Иванова М. А., Кудрявцев В. А. О преимуществах создания единого словаря терминов и определений в области гражданской обороны, защиты в чрезвычайных ситуациях, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах. . . . № 3
- Лукьянович А. В., Омельченко М. В., Афлятунов Т. И. Информационное воздействие СМИ на безопасность населения. . . . № 9

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Благинин С. И., Каблов В. Ф., Суркаев А. Л., Синьков А. В., Бойцов Е. П. Применение беспилотного летательного аппарата для тушения точечных пожаров и возгораний. . . . № 3
- Горшков Ю. Г., Житенко И. С., Калугин А. А. Пожары — большое стихийное бедствие. . . . № 7
- Гусев Г. А. Выбор технических мероприятий по противопожарной защите легкового автомобиля при его эксплуатации с учётом оценки рисков ущерба при пожаре. . . . № 3
- Дашковский А. Г., Панин В. Ф., Шмойлов А. В. Оптимальные факторы пожара для построения систем обнаружения пожароопасной ситуации. . . . № 9
- Еналеев Р. Ш., Красина И. В., Сабирзянова Р. Н., Сухова А. А., Каргин А. В. Прогнозирование пожарной опасности текстильных материалов. . . . № 7
- Мурзинов В. Л., Паршин М. В. Моделирование времени достижения критического значения температуры при пожаре методом теории размерности. . . . № 3

- Подобед В. А., Подобед Н. Е., Панкратов А. А. Риски пожаров на рыболовных судах Северного бассейна. . . № 1
- Удилов Т. В. Системный подход к защите населенных пунктов от лесных пожаров. . . . № 10
- Шархун С. В., Брюхов Е. Н. Своевременное начало эвакуации при пожаре как основа ее эффективности. . . № 5

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

- Богданов В. Д., Мельниченко И. П. Влияние разработки россыпных месторождений золота на воспроизводство сиговых рыб на приполярном Урале. . . . № 1
- Завальцева О. А., Коновалова Л. В., Светухин В. В. Комплексная оценка степени загрязненности природных вод разными методами (на примере Куйбышевского водохранилища в районе г. Ульяновска). . . . № 3
- Капитонова Т. А., Стручкова Г. П. Природные и техногенные источники опасности на территории Республики Саха (Якутия). . . . № 5
- Кузнецова Т. И. Картографический анализ ландшафтно-экологических закономерностей бассейна озера Байкал в пределах России и Монголии для принятия природоохранных решений. . . . № 12
- Пенджиев А. М. Экологическая позиция Туркменистана и приоритеты солнечной энергетики. . . . № 9
- Пенджиев А. М., Пенжиев М. А. Безотходный гелиобиотехнологический комплекс для жизнедеятельности в аридной зоне. . . . № 10
- Перемитина Т. О., Яценко И. Г. Применение данных спутниковых наблюдений TERRA-MODIS для мониторинга состояния окружающей среды нефтедобывающих территорий Западной Сибири. . . . № 12
- Сергеев С. В. Сейсмическая активность на территории республики Бурятия, анализ цикличности сейсмобитий. . . . № 12
- Христофоров Е. Н., Сакович Н. Е., Никитин А. М. О состоянии аварийности на дорогах Брянской области. . . № 2

ОБРАЗОВАНИЕ

- Ванаев В. С. Сто пятьдесят лет вместе. . . . № 9
- Карлов Г. П., Корнев В. М., Харин В. Ф., Жуков А. А., Ониско В. Н., Капустин И. Д. Интегрированный подход при реализации программ дополнительного профессионального образования в области комплексной безопасности образовательных организаций. . . . № 5
- Козьяков А. Ф., Кирикова О. В., Гапонюк Н. А. Из опыта подготовки бакалавров по дисциплине "Безопасность жизнедеятельности". . . . № 9
- Кретова И. Г., Беляева О. В. Является ли компьютерное тестирование по дисциплине "Безопасность жизнедеятельности" объективным критерием оценки качества знаний студентов? № 10
- Кривобокова В. А., Тебенькова Е. А. Табакокурение в студенческой среде: исследование и профилактика в курсе "Безопасность жизнедеятельности". . . . № 4
- Леган М. В., Яцевич Т. А. Обучение по программам ДПО "Пожарная безопасность" в НГТУ по модели с удаленным доступом. . . . № 4
- Леонова Н. А., Каверзнева Т. Т. Обеспечение преемственности лабораторных практикумов в инженерной подготовке выпускника высшей школы по направлению "Техносферная безопасность". . . . № 12
- Малаян К. Р. Области знаний и учебной дисциплине "Безопасность жизнедеятельности" — 25 лет. . . . № 10

- Нелюбов В. Н., Погодаева М. В., Божидомова Е. А.** Дополнительное образование в области безопасности жизнедеятельности в регионах с высоким природным и техногенным риском № 1
- Омельченко М. В., Норсеева М. Е.** Современные подходы к обучению подрастающего поколения основам безопасности жизнедеятельности № 7
- Панкин К. Е., Хизов А. В., Кабанов О. В.** Разработка учебной программы по дисциплине "История пожарной охраны" № 9
- Панкин К. Е., Крылов А. Ф., Кабанов О. В.** Разработка учебной программы по дисциплине "Прогнозирование опасных факторов пожара" № 12
- Панкин К. Е., Крылов А. Ф., Кабанов О. В.** Разработка учебной программы по дисциплине "Физико-химические основы развития и тушения пожаров" № 8
- Прохорова С. А.** Формирование культуры дорожно-транспортной безопасности молодежи № 4
- Симакова Е. Н., Гапонюк Н. А., Щалпегин О. Н.** Актуализация ФГОС ВО по направлению "Техносферная безопасность" с учетом требований профессиональных стандартов № 7
- Тимофеева С. С., Тимофеев С. С.** Инновационные методы подготовки специалистов по направлению "Техносферная безопасность" № 5
- Шаповалов К. А., Шаповалова Л. А.** Основы дидактики учебной темы "Обучение населения оказанию первой помощи при термических поражениях: электрических, термических и лучевых ожогах, обморожениях в условиях чрезвычайных ситуаций" № 4

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

- Рожков М. М., Марыганова Е. А.** Оценка безопасности жизнедеятельности населения Российской Федерации № 2

СТАНДАРТИЗАЦИЯ И НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ ВОПРОСЫ

- О национальном стандарте РФ ГОСТ Р 54931—2012** "Экраны акустические для железнодорожного транспорта. Технические требования. № 2

ИНФОРМАЦИЯ

- Ермаков Д. С.** Экологическая безопасность России в международном контексте. № 12
- Международная конференция** "Проблемы охраны окружающей среды и безопасности Республики Крым (14—15 сентября 2015 года) № 12
- Указатель статей**, опубликованных в журнале "Безопасность жизнедеятельности" в 2015 году № 12

ПРЕДСТАВЛЯЕМ ОРГАНИЗАЦИЮ

Московский государственный технологический университет "СТАНКИН". № 6

Григорьев С. Н. Московский государственный технологический университет "СТАНКИН" — ведущий университет в области экологической и производственной безопасности машиностроительных производств

ОХРАНА ТРУДА И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

Артемьева М. С. Воздействие тепловых явлений при обработке металлов резанием на смазочно-охлаждающие технологические средства

Кондрашов С. Г. Повышение эффективности локальных систем очистки воздуха рабочей зоны

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Бутримова Е. В.** Автоматизация прогнозирования уровней вибрации в различных точках конструктивных элементов металлорежущих станков
- Дебчинска В., Заборовский Т., Рябов С. А., Шварцбург Л. Э.** Социальная ответственность руководителей — основа обеспечения безопасности работников и окружающей среды

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Пустошная Л. С.** Эколого-аналитический мониторинг воздуха производственного помещения
- Косов М. Г., Митрофанов В. Г., Капитанов А. В., Гришина Т. Г., Толкачева И. М.** Структура трибозекологии
- Пустошная Л. С.** Кислотно-щелочные свойства природных и сточных вод

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

- Орлова Ю. А.** Потенциальные возможности биогазовых установок
- Иванова Н. А., Рябов С. А., Шварцбург Л. Э.** Снижение энергопотребления технологических процессов с применением жидких смазочно-охлаждающих технологических средств
- Давыдов И. О.** Повышение энергоэффективности технологических процессов формообразования
- Куртяков Д. В., Кочетов Е. Ю.** Влияние трения на потери мощности в системе "инструмент—заготовка"
- Рябов С. А.** Снижение энергопотребления комплексным методом с применением жидких СОТС и компенсации мощности

ОБРАЗОВАНИЕ

- Букейханов Н. Р., Шварцбург Л. Э., Гвоздкова С. И., Чмырь И. М.** Методика использования матрицы "Управление безопасностью" для изучения дисциплины "Безопасность жизнедеятельности"
- Худошина М. Ю., Бутримова О. В.** Методологический подход к преподаванию дисциплины "Науки о Земле" для подготовки бакалавров по направлению "Техносферная безопасность"
- Букейханов Н. Р., Бутримова Е. В., Бутримова О. В., Чмырь И. М., Гвоздкова С. И.** К методике повышения эффективности мотивации изучения студентами технических вузов дисциплин "Медико-биологические основы безопасности" и "Физиология"

Номер журнала подготовлен специалистами и учеными Республики Башкортостан. № 11

МОНИТОРИНГ И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

- Красногорская Н. Н., Мусина С. А., Бреднева Т. О.** Анализ загрязненности и методов очистки ливневого стока урбанизированной территории
- Хатмуллина Р. М., Сафарова В. И., Сатлыкова Д. Х., Галлактионова Е. Б.** К вопросу определения нефтяных углеводородов в воде
- Шайхлисламова К. Ф., Хатмуллина Р. М., Сафарова В. И., Фатьянова Е. В., Латыпова В. З.** Распределение полициклических ароматических углеводородов в системе "вода — донные отложения" водохранилища



ОХРАНА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Вдовина И. В., Тверякова И. М. Оценка качества атмосферного воздуха в городах Республики Башкортостан

Дубовик И. Е., Шарипова М. Ю., Красногорская Н. Н., Нафикова Э. В., Белозерова Е. А. Эпифитные сообщества цианопрокариот и водорослей древесных растений г. Уфы и возможность их использования в биоиндикации

МОНИТОРИНГ И ОХРАНА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Курамшина Н. Г., Нуртдинова Э. Э., Курамшин Э. М. Биологический мониторинг водных экосистем Башкортостана

Красногорская Н. Н., Нафикова Э. В., Белозерова Е. А., Дубовик И. Е., Шарипова М. Ю. Комплексная оценка качества воды реки Белая Республики Башкортостан

Курамшина Н. Г., Сафина Г. И., Курамшин Э. М., Красногорская Н. Н. Загрязнение поверхностных вод рек Республики Башкортостан

ПРОБЛЕМЫ ЗАЩИТЫ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Ганцева Е. М., Муллагильдина Г. З. Оценка риска возникновения чрезвычайной ситуации на установке замедленного коксования

Ксенофонтов Б. С., Таранов Р. А., Козодаев А. С., Воропаева А. А., Виноградов М. С., Сеник Е. В. Проблемы подтопления и затопления селитебных территорий (по следам публикаций)

ОБРАЩЕНИЕ С ОТХОДАМИ ПРОИЗВОДСТВА

Низамутдинова Н. Р., Шайдулина Г. Ф., Сафарова В. И., Сираева И. Н. Обезвреживание отходов кучного выщелачивания золота

Акбалина З. Ф., Минигазимов Н. С., Белан Л. Н., Ремезова Ф. М. Результаты исследований поверхностных вод в зонах размещения отходов в Республике Башкортостан

ПРОБЛЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ В ОБЛАСТИ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Красногорская Н. Н., Цвиленева Н. Ю. Эволюция образовательных программ высшей школы и проблемы преподавания курса "Безопасность жизнедеятельности" как обязательной дисциплины

Информация

IX Международный салон обеспечения безопасности

"КОМПЛЕКСНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ-2016"

17—20 мая 2016 года

Россия, Москва, павильон № 75, ВДНХ

Тематические направления

Пожарная безопасность

Средства спасения

Техника охраны

Транспортная безопасность

Защита и оборона

Промышленная безопасность

Безопасность границы

Ядерная и радиационная безопасность

Информационные технологии

Экологическая безопасность

Медицина катастроф

Подробности: <http://www.isse-russia.ru/>

Учредитель ООО "Издательство "Новые технологии"

Журнал выходит при содействии Учебно-методического совета "Техносферная безопасность" Учебно-методического объединения вузов по университетскому политехническому образованию и Научно-методического совета "Безопасность жизнедеятельности" Министерства образования и науки Российской Федерации

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 30.09.15. Подписано в печать 13.11.15. Формат 60 × 88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная. Заказ ВГ1215.

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