



БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Издается с января 2001 г.

Редакционный совет:

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

Главный редактор

РУСАК О. Н., д.т.н., проф.

Зам. главного редактора

ПОЧТАРЕВА А. В.

Редакционная коллегия:

АЛБОРОВ И. Д., д.т.н., проф.
 БЕЛИНСКИЙ С. О., к.т.н., доц.
 ВАСИЛЬЕВ А. В., д.т.н., проф.
 ЗАБОРОВСКИЙ Т., д.т.н., проф.
 (Польша)
 ИВАНОВ Н. И., д.т.н., проф.
 КАЧУРИН Н. М., д.т.н., проф.
 КИРСАНОВ В. В., 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.
 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.
 СИДОРОВ А. И., д.т.н., проф.
 ТОПОЛЬСКИЙ Н. Г., д.т.н., проф.
 ФИЛИН А. Э., д.т.н., доц.
 ФРИДЛАНД С. В., д.х.н., проф.
 ЦЗЯН МИНЦЗЮНЬ, д.т.н.,
 проф. (Китай)
 ШВАРЦБУРГ Л. Э., д.т.н., проф.

7(199)
2017

СОДЕРЖАНИЕ

ОХРАНА ТРУДА

Николаев А. В. Способ нормализации условий труда в буровой галерее нефтяной шахты . . . 3

ОХРАНА ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

Зиновьева О. М., Меркулова А. М., Смирнова Н. А. Решение проблемы создания доступной среды для маломобильных групп населения 9

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Котельников В. С., Коновалов Н. Н., Котельников В. В. Об аттестации специалистов по техническому диагностированию технических устройств и обследованию зданий и сооружений на опасных производственных объектах 17
Маряшин Ю. Е., Малащук Л. С. Специальная физическая подготовка как средство обеспечения безопасности высокоманевренных авиационных полетов 20

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Ксенофонтов Б. С., Козодаев А. С., Таранов Р. А., Сенник Е. В., Виноградов М. С. Возможности применения оборотного водопользования в гальванических производствах с использованием флотокомбайна 26

РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Харисов Г. Х., Заворотный А. Г. Дарвинизм против линейной беспороговой модели зависимости риска стохастических эффектов от дозы облучения 31

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Микушов А. В., Крейтор В. П. Оценка системы пожарной безопасности контейнерных терминалов на основе регрессионного моделирования противопожарных расстояний 39

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ

Неретин Д. А., Пименов А. А., Васильев А. В. Утилизация выведенных из эксплуатации емкостей хранения одоранта природного газа 47

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

Кузнецова Т. И. Геосистемно-картографический анализ природных факторов экологического риска бассейна озера Байкал (в пределах России и Монголии) 50
Кенжегалиев А., Оразбаев Б. Б., Жумагалиев С. Ж., Кенжегалиева Д. А. Состояние гидробионтов в районе искусственного острова D Казахстанского сектора Каспийского моря 57

Журнал входит в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, включен в систему Российского индекса научного цитирования и Международную базу данных CAS (Chemical Abstract).



LIFE SAFETY

BEZOPASNOST' ŽIZNEDATEL'NOSTI

The journal published since
January 2001

Editorial board

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

Editor-in-chief

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

Deputy editor-in-chief

POCHTAREVA A. V.

Editorial staff

ALBOROV I. D., Dr. Sci. (Tech.)
BELINSKIY S. O.,
Cand. Sci. (Tech.)
VASILYEV A. V., Dr. Sci. (Tech.)
ZABOROVSKIY T. (Poland),
Dr. Sci. (Tech.)
IVANOV N. I., Dr. Sci. (Tech.)
KACHURIN N. M., Dr. Sci. (Tech.)
KIRSANOV V. V., 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.)
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.)
SIDOROV A. I., Dr. 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.)

7(199)
2017

CONTENTS

LABOUR PROTECTION

Nikolaev A. V. Method of Normalization of Working Conditions in the Drilling Gallery of the Oil Mine 3

POPULATION HEALTH PROTECTION

Zinovieva O. M., Merkulova A. M., Smirnova N. A. The Solution to the Problem of Creating an Accessible Environment for People with Limited Mobility 9

INDUSTRIAL SAFETY

Kotelnikov V. S., Konovalov N. N., Kotelnikov V. V. About Attestation of the Specialists on Technical Diagnosis of Technical Equipment and Inspection of Edifices and Buildings on Hazardous Industrial Facilities 17
Maryashin Y. E., Malashchuk L. S. Special Physical Training as Instrument for Ensuring of Safety of High-Maneuverable Aviation Flights 20

ENVIRONMENT PROTECTION

Ksenofontov B. S., Kozodaev A. S., Taranov R. A., Senik E. V., Vinogradov M. S. Possible Applications of Circulating Water in the Electroplating Industries Using Flotation Combine Machine. 26

RADIATION SAFETY

Harisov G. H., Zavorotnyy A. G. Darwinism against Linear Non-Threshold Model Dependence of the Risk of Stochastic Effects from Doses of Radiation 31

FIRE SAFETY

Mikushov A. V., Krejtor V. P. Assessment of System of Fire Safety of Container Terminals on the Basis of Regression Modelling of Fire-Prevention Distances 39

USE AND RECYCLING OF WASTE

Neretin D. A., Pimenov A. A., Vasilyev A. V. Utilization of Removed from Exploitation Capacities of Storage of Odorant of Natural Gas 47

REGIONAL PROBLEMS OF SAFETY

Kuznetsova T. I. Geosistemno-Cartographic Analysis of the Natural Factors of Environmental Risk of the Basin of Lake Baikal (within Russia and Mongolia) 50
Kenzhegaliyev A., Orazbayev B. B., Zhumagaliyev S. Zh., Kenzhgaliyeva D. A. Condition of Hydrobionts in the Area Artificial "D" Island of the Kazakhstan Sector of Caspian Sea 57

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

УДК 622.663.3

А. В. Николаев, канд. техн. наук, доц., e-mail: nikolaev0811@mail.ru,
Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Способ нормализации условий труда в буровой галерее нефтяной шахты

Рассмотрены две системы проветривания уклонного блока нефтяной шахты и определены их основные недостатки. На основании проведенного анализа предложен способ, в котором используются достоинства рассматриваемых систем и устранены выявленные в них недостатки. Определено, что в предложенном способе за счет размещения системы кондиционирования воздуха (СКВ) в подземных горных выработках отсутствует необходимость воздухоподготовки в холодное время года, требуемой при подаче охлажденного воздуха через воздухоподающую скважину с поверхности. Размещение конденсатора СКВ в устье скважины позволит усилить естественную тягу (тепловую депрессию), в результате чего снизятся затраты на проветривание. Размещение на выходе из вентиляционной скважины испарителя теплового насоса позволит утилизировать тепло исходящего из буровой галереи воздуха.

Ключевые слова: нефтяная шахта, проветривание, естественная тяга, тепловая депрессия, уклонный блок, энергосбережение, тепловой насос, утилизация тепловой энергии

На Ярегском нефтетитановом месторождении ведется добыча нефти, главной особенностью которой, кроме высокой плотности — 952 кг/м^3 , является ее исключительная вязкость — $16\,000 \text{ МПа}\cdot\text{с}$. В связи с этим для извлечения залежи нефти применяется уникальная система разработки — термошахтный способ добычи [1–4], при котором в продуктивный нефтяной пласт закачивается перегретый пар.

Несмотря на безусловную эффективность термошахтного способа добычи, он имеет существенный недостаток — повышение температуры воздуха в рабочих зонах и исходящих выработках [4], в результате чего в них нарушаются санитарно-гигиенические условия труда горнорабочих.

Исследования существующих способов борьбы с данным негативным явлением показали их низкую эффективность [5–8]. Например, в работе [9] для улучшения санитарно-гигиенических условий труда в буровой галерее нефтяной шахты предлагается закачивать через специально пробуренную для этого воздухоподающую скважину воздух, охлажденный в системе кондиционирования (СКВ). Воздух, закачиваемый вентилятором, поступает в теплообменник СКВ, где происходит его охлаждение, и далее по воздухоподающей скважине поступает в воздухоподающую выработку (ходок) уклонного блока (рис. 1). Ресивер в системе необходим для очистки воздуха. Производительность СКВ увеличивается

при помощи эжектора за счет увеличения объема воздуха, закачиваемого в трубу Вентури, которая также предназначена для измерения скорости воздушного потока. Выдача нагретого воздуха предусматривается по вентиляционной скважине, пробуренной в уклоне [9].

Ввиду того, что согласно правилам безопасности [10] воздух, подаваемый в подземные горные выработки, должен иметь температуру не ниже $+2 \text{ }^\circ\text{C}$, в холодное время года необходимо осуществлять его нагрев. С этой целью в системе подготовки воздуха используется теплообменник калорифера (электрический), который также располагается на выходе из вентилятора (см. рис. 1). Для предотвращения поступления воздуха по воздухоподающей скважине при возникновении нештатной ситуации в системе предусмотрен аварийный отсечной воздушный клапан. Кроме того, ввиду отсутствия в уклоне изолирующих проход воздуха устройств, часть (причем, может быть большая) его будет поступать в исходящие горные выработки, в результате чего в них будут нарушены санитарно-гигиенические условия труда.

Рассмотренный способ предполагает подачу в уклонный блок воздуха, температура которого должна составлять $4...5 \text{ }^\circ\text{C}$ [9], т. е. система воздухоподготовки в этом случае будет работать практически непрерывно, охлаждая воздух в теплое и нагревая его в холодное время года. Учитывая тот факт, что помимо уклонных блоков в горные

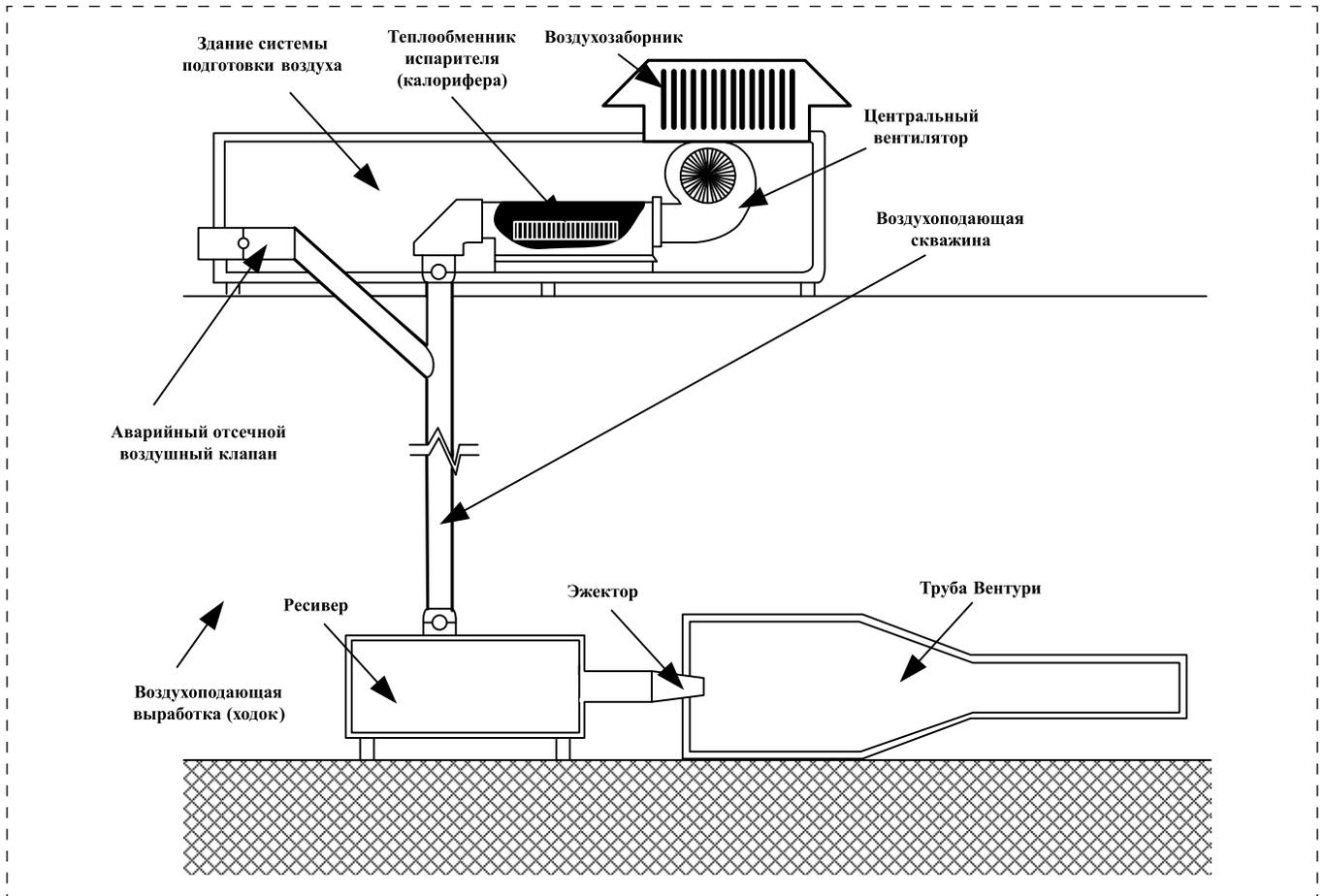


Рис. 1. Схема подачи воздуха в воздухоподающую скважину нефтешахты

выработки для обеспечения возможности передвижения по ним горнорабочих также необходимо подавать свежий воздух, в нефтяной шахте будет осуществляться проветривание через воздухоподающие стволы. В этом случае подаваемый в стволы воздух также должен проходить подготовку в холодное время года, т. е. его необходимо нагревать в калориферных установках и на воздухоподающих скважинах, и на воздухоподающих стволах.

Таким образом, приведенный в работе [9] способ потребует значительных затрат энергоресурсов на воздухоподготовку не только в теплое (на работу СКВ), но и в холодное (на работу калориферных установок скважин и стволов) время года. При этом, ввиду отсутствия изолирующих проход воздуха устройств в уклоне, не гарантирован процесс обеспечения требуемых санитарно-гигиенических условий труда в исходящих горных выработках. В связи с этим для функционирования подобной системы потребуются значительные затраты электроэнергии на работу СКВ и электрокалориферов.

При изменении способа проветривания уклонного блока нефтешахты [7, 8] (рис. 2) нагретый воздух 2 не распространяется по горным выработкам, а использование положительного действия возникающей между выработками естественной тяги (тепловой депрессии) h_e — явления конвективного теплообмена, когда теплый воздух стремится подняться вверх, а холодный опуститься вниз, позволяет экономить электроэнергию, расходуемую на работу вентиляторов 14 и 17.

Подобный способ проветривания имеет ряд преимуществ по сравнению с существующими и предлагаемыми вариантами, в том числе с вышеприведенным, но при этом обладает существенным недостатком. В предлагаемой схеме проветривания не предусмотрены мероприятия по нормализации температурных параметров воздуха в буровой галерее уклонного блока, так как в ней горнорабочие присутствуют редко, в основном для продувки добывающих скважин. Однако, ввиду того, что температура воздуха в рабочей

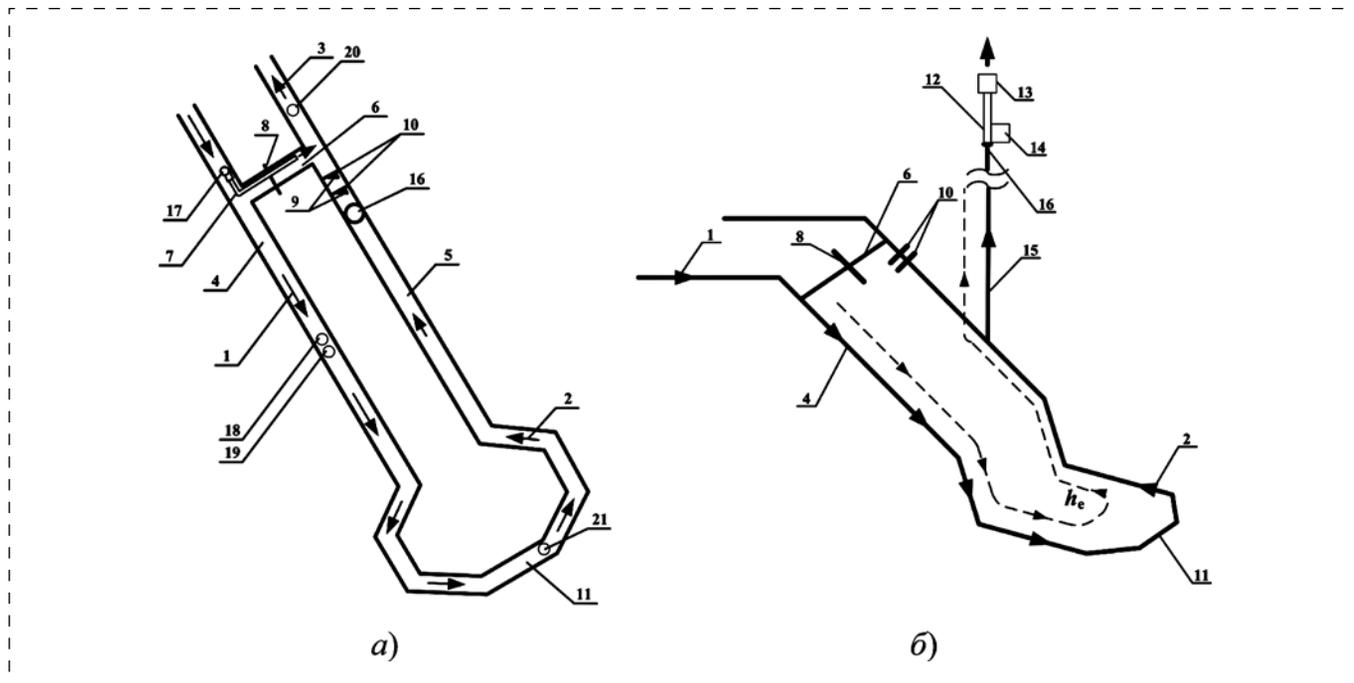


Рис. 2. Схема раздельного способа проветривания уклонного блока нефтешахты [7, 8]:

a — вид сверху; *б* — вид сбоку; 1 — свежий воздух; 2 — нагретый воздух; 3 — исходящий поток воздуха; 4 — ходок; 5 — уклон; 6 — соединительная выработка; 7 — воздуховод в соединительной выработке; 8 — глухая перемычка; 9 — двери; 10 — перемычка воздушного тамбура; 11 — буровая галерея; 12 — вентиляционная труба; 13 — дефлектор; 14 — поверхностный вентилятор; 15 — вентиляционная скважина; 16 — устье вентиляционной скважины; 17 — вентилятор местного проветривания; 18 — датчик расхода воздуха; 19 — датчик температуры и давления или плотномер; 20 — дополнительный датчик расхода воздуха; 21 — дополнительный датчик температуры и давления или плотномер

зоне может составлять 55 °С и выше [5], при таком способе не решается проблема нормализации температурного режима. К недостатку способа следует отнести отсутствие в системе устройств и комплексов для снижения температуры в буровой галерее уклонного блока. Кроме того, исходящий из вентиляционной скважины воздух имеет высокую температуру, которая "рассеивается" на поверхности, т. е. также не используется тепловая энергия исходящего воздуха.

В целях устранения указанных недостатков предлагаем использовать преимущества вышеупомянутых способов, устранив недостатки при разработке нового способа.

1. Для исключения дополнительных затрат энергетических ресурсов на нагрев воздуха (на работу калорифера), подаваемого по воздухоподающей скважине в холодное время года, необходимо испаритель (воздухоохладитель) СКВ переместить в воздухоподающую выработку (ходок) уклонного блока. В этом случае также не потребуются дополнительные затраты электроэнергии на работу вентилятора для преодоления аэродинамического сопротивления воздухоподающей скважины.

2. Как известно, СКВ состоит из испарителя, в котором охлаждается воздух, и конденсатора, предназначенного для охлаждения хладагента, циркулирующего между ними. В конденсаторе, предназначенном для охлаждения хладагента, вентиляторами подается окружающий воздух на теплообменник, вследствие чего происходит его нагрев. В работе [11] указанную особенность работы СКВ предложено использовать для повышения эффективности проветривания подземного горнодобывающего предприятия путем "сброса" струи нагретого в конденсаторе воздуха в исходящую струю. В этом случае возникает (усиливается положительная) естественная тяга, способствующая проветриванию, в результате чего появляется возможность снизить затраты электроэнергии на работу вентилятора, подающего в шахту (рудник) воздух.

В системе проветривания уклонного блока нефтешахты можно использовать подобный вариант (рис. 3), расположив конденсатор СКВ 2 на входе в вентиляционную скважину 1 или в ней самой. "Сброс" нагретого в конденсаторе СКВ воздуха позволит снизить затраты на проветривание уклонного блока.

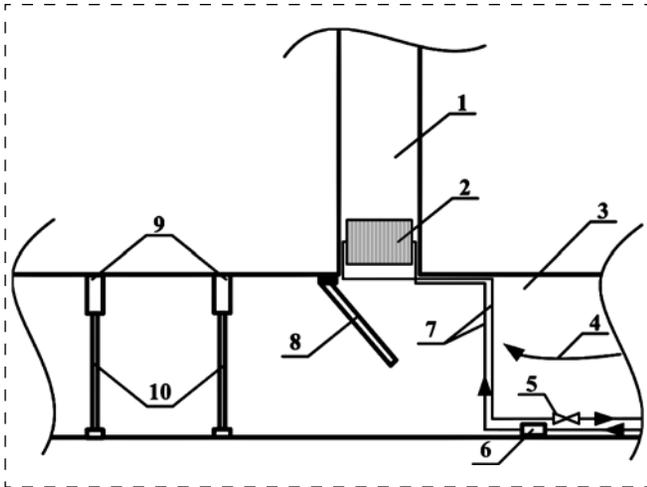


Рис. 3. Размещение конденсатора СКВ на входе в вентиляционную скважину уклонного блока нефтешахты:

1 — вентиляционная скважина; 2 — конденсатор СКВ; 3 — уклон; 4 — нагретый воздух; 5 — дроссель СКВ; 6 — компрессор СКВ; 7 — трубопровод с хладагентом; 8 — направляющая; 9 — воздушный тамбур из перемычек; 10 — двери в перемычках воздушного тамбура

3. Исходящий по вентиляционной скважине воздух будет иметь достаточно высокую температуру, т. е. будет обладать энергетическим потенциалом. С целью утилизации энергии теплоты исходящего воздуха на выходе из скважины необходимо установить тепловой насос. Полученная в ходе работы теплового насоса энергия может быть использована, например, на нагрев используемой для бытовых нужд воды.

В результате предложенных изменений получим систему проветривания уклонного блока нефтешахты, приведенную на рис. 4, принцип работы которой заключается в следующем.

Поступая в уклонный блок, часть воздуха 24 вентилятором местного проветривания (ВМП) 11 подается в исходящие главные вентиляционные выработки для обеспечения возможности нахождения в них людей, а другая часть воздуха 9 по ходку 8 направляется в буровую галерею 10. В ходке находится испаритель СКВ 15, в котором воздух охлаждается до температуры, обеспечивающей соблюдение санитарно-гигиенических

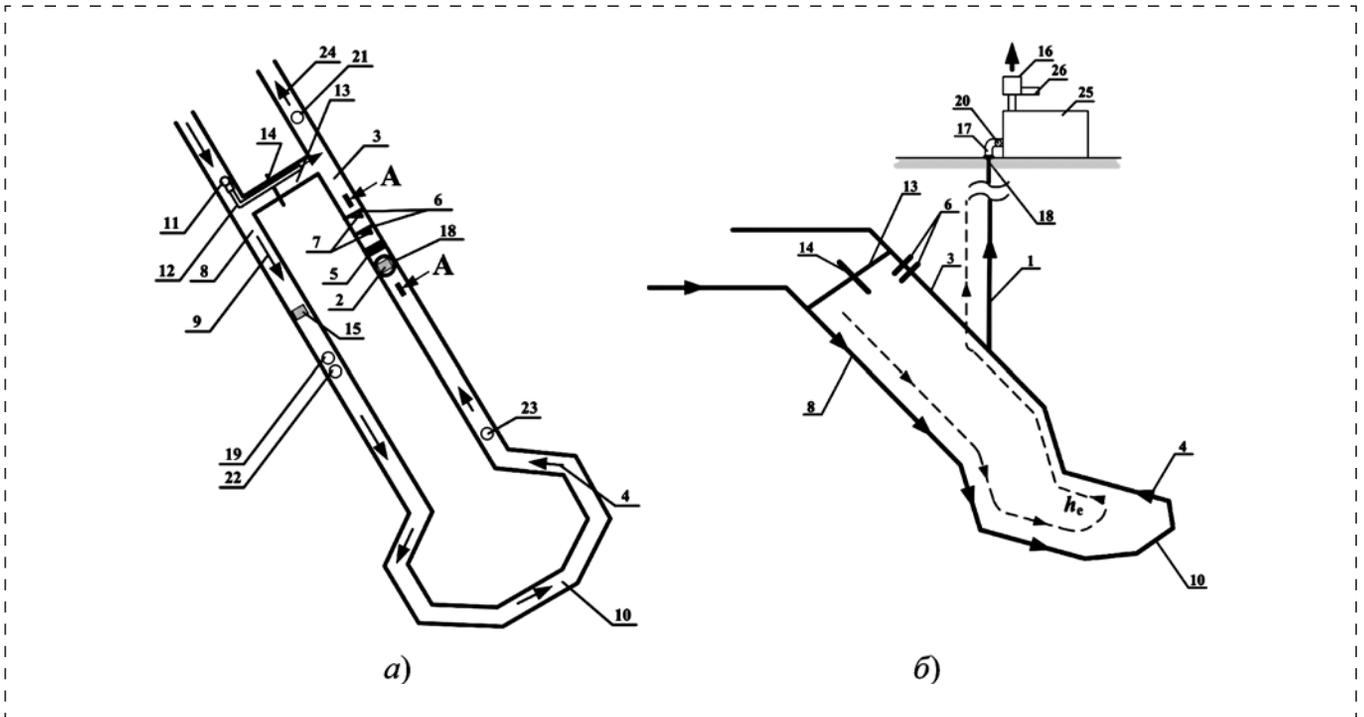


Рис. 4. Предлагаемая схема раздельного способа проветривания уклонного блока нефтешахты:

а — вид сверху; б — вид сбоку; 1 — вентиляционная скважина; 2 — конденсатор СКВ; 3 — уклон; 4 — нагретый воздух; 5 — направляющая; 6 — воздушный тамбур из перемычек; 7 — двери в перемычке воздушного тамбура; 8 — ходок; 9 — свежий воздух, поступающий в ходок 8; 10 — буровая галерея; 11 — вентилятор местного проветривания; 12 — воздуховод; 13 — соединительная выработка; 14 — глухая перемычка; 15 — испаритель СКВ; 16 — дефлектор; 17 — вентиляционная труба; 18 — устье вентиляционной скважины; 19 — датчик расхода воздуха в ходке; 20 — датчик расхода воздуха в вентиляционной трубе; 21 — датчик расхода воздуха на выходе из уклонного блока; 22 — датчик температуры и давления или плотномер; 23 — датчик температуры и давления или плотномер на выходе из буровой галереи; 24 — исходящий из уклонного блока поток воздуха; 25 — испаритель теплового насоса; 26 — поверхностный вентилятор

условий труда в рабочей зоне. В буровой галерее 10 воздух нагревается и удаляется через вентиляционную скважину 1 на поверхность. Для ограждения исходящих главных вентиляционных выработок от попадания в них нагретого воздуха в уклоне установлен воздушный тамбур из перемишек 6 с дверями 7.

На входе в вентиляционную скважину расположен конденсатор СКВ (может располагаться в самой скважине), проходя через который исходящий воздух нагревается до еще большей температуры. В результате этого тепловая депрессия h_e , действующая в уклонном блоке, усиливается, способствуя увеличению объема выдаваемого на поверхность воздуха.

Процессом проветривания предлагается управлять в автоматизированном режиме, используя технические средства сбора информации (датчики), ее обработки в программируемом логическом микроконтроллере (ПЛК) и выдачи управляющего сигнала на исполнительные устройства.

В зависимости от величины h_e , значение которой определяется в микроконтроллере, и истинного объемного расхода воздуха (определяется датчиками 19, 20, 21), регулируются режимы работы ВМП 11, компрессора 6 и дросселя 5 СКВ (поз. 6 и 5 см. на рис. 3), а также главной вентиляторной установки (ГВУ), подающей требуемый объем воздуха во все уклонные блоки нефтешахты.

Выдаваемый по вентиляционной скважине 1 нагретый воздух поступает в испаритель теплового насоса 25, предназначенный для утилизации его тепловой энергии.

Таким образом, рассмотренная система по сравнению с существующими и предлагаемыми позволит осуществить охлаждение воздуха, поступающего в буровую галерею уклонного блока, круглогодично без применения энергозатратного процесса дополнительной воздухоподготовки в холодное время года. Расположение конденсатора СКВ на входе в вентиляционную скважину позволит усилить действие естественной тяги (тепловой депрессии) h_e , способствующей поступлению воздуха в уклонный блок. В этом случае потребуются меньшие затраты электроэнергии на проветривание (на работу ГВУ и поверхностного вентилятора). В ходе предварительных расчетов установлено, что за счет естественной тяги могут быть снижены затраты электроэнергии на проветривание уклонного блока в пределах 17...23 %, в результате чего повысится энергоэффективность процесса добычи нефти термошахтным способом. При этом

в рабочей зоне нормализуются санитарно-гигиенические условия труда.

Кроме того, теплота исходящего по вентиляционной скважине воздуха будет утилизироваться в тепловом насосе, в результате чего будет практически бесплатно получена дополнительная энергия.

Список литературы

1. **Коноплев Ю. П., Буслаев В. Ф., Ягубов З. Х., Цхадая Н. Д.** Термошахтная разработка нефтяных месторождений / Под ред. Н. Д. Цхадады. — М.: Недра-Бизнесцентр, 2006. — 288 с.
2. **Chertentkov M. V., Mulyak V. V., Konoplev Y. P.** The Yarega heavy oil field — history, experience, and future // Journal of Petroleum technology. — 2012. — Vol. 64, No 4. — P. 158—160. DOI: 10.2118/0412-0153-JPT.
3. **Тюнькин Б. А., Коноплев Ю. П.** Опыт подземной разработки нефтяных месторождений и основные направления развития термошахтного способа добычи нефти. — Ухта: ПечорНИПИнефть, 1996. — 160 с.
4. **Коноплев Ю. П., Гуляев В. Э.** Внедрение новых методов термошахтной разработки на Ярегском месторождении высоковязкой нефти // Нефтяное хозяйство. — 2011. — № 2. — С. 89—91.
5. **Николаев А. В., Файнбург Г. З.** Об энерго- и ресурсосберегающем проветривании подземных горных выработок // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. — 2015. — № 14. — С. 92—98. DOI: 10.15593/2224-9923/2015.14.10.
6. **Закиров Д. Г., Файзрахманов Р. А., Николаев А. В., Шаякбаров Н. Ф.** Повышение эффективности подземной добычи нефти термошахтным способом // Нефтяное хозяйство. — 2014. — № 6. — С. 58—60.
7. **Николаев А. В.** Способ раздельного проветривания уклонных блоков и подземных горных выработок нефтяной шахты // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. — 2016. — Т. 15. — № 20. — С. 293—300. DOI: 10.15593/2224-9923/2016.20.10.
8. **Николаев А. В.** Способ проветривания уклонных блоков нефтешахт, повышающий энергоэффективность подземной добычи нефти // Нефтяное хозяйство. — 2016. — № 11. — С. 133—136.
9. **Казиков Б. П., Левин Л. Ю., Шалимов А. В.** Проектирование систем кондиционирования воздуха для нефтяных шахт Ярегского месторождения // Горное эхо. — 2012. — № 1 (47). — С. 22—23.
10. Правила безопасности при разработке нефтяных месторождений шахтным способом. 1986. — 250 с.
11. **Николаев А. В., Алыменко Н. И.** Применение системы кондиционирования воздуха с учетом тепловых депрессий, действующих между стволами // Горное оборудование и электромеханика. — 2011. — № 12. — С. 12—15.



A. V. Nikolaev, Associate Professor, e-mail: nikolaev0811@mail.ru, Perm National Research Polytechnic University, Perm

Method of Normalization of Working Conditions in the Drilling Gallery of the Oil Mine

The article considers two proposed systems for ventilating a winze of an oil mine. The main disadvantages of the airing schemes under consideration are determined. Based on the analysis carried out, a method is proposed in which the advantages of the systems under consideration are used and the deficiencies revealed in them are eliminated.

In the proposed system by placing the air conditioning systems in underground mining there is no need for air handling in the cold season, required when applying the cooled air through the air supply well from the surface. Capacitor placement in the mouth will strengthen the wellhead natural draft (thermal depression), thereby reduce the cost of airing. Placement of the outlet of the ventilation will the heat pump evaporator utilize the heat from the outgoing air drilling gallery.

Keywords: oil mine, ventilation, natural draft, thermal depression, winze, energy saving, heat pump, heat utilization

References

1. **Konoplev Iu. P., Buslaev V. F., Iagubov Z. Kh., Tskhadaia N. D.** Pod. red. N. D. Tskhadaia. Termoshakhtnaia razrabotka neftianykh mestorozhdenii. Moscow: Nedra-Biznestsentr, 2006. 288 p.
2. **Chertnikov M. V., Mulyak V. V., Konoplev Y. P.** The Yarega heavy oil field — history, experience, and future. *Journal of Petroleum technology*. 2012. P. 158—160. DOI: 10.2118/0412-0153-JPT.
3. **Tiun'kin B. A., Konoplev Iu. P.** Opyt podzemnoi razrabotki neftianykh mestorozhdenii i osnovnye napravleniia razvitiia termoshakhtnogo sposoba dobychi nefti. Ukhta: Pechor-NIPIneft', 1996, 160 p.
4. **Konoplev Iu. P., Guliaev V. E.** Vnedrenie novykh metodov termoshakhtnoi razrabotki na Iaregskom mestorozhdenii vysokoviazkoi nefti. *Neftianoe khoziaistvo*. 2011. No. 2. P. 89—91.
5. **Nikolaev A. V., Fainburg G. Z.** Ob energo- i resursoberegaiushchem provetrivanii podzemnykh gornykh vyrabotok. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Geologiya. Neftgazovoe i gornoe delo*. 2015. No. 14. P. 92—98. DOI: 10.15593/2224-9923/2015.14.10.
6. **Zakirov D. G., Faizrakhmanov R. A., Nikolaev A. V., Shaiakbarov N. F.** Povyshenie effektivnosti podzemnoi dobychi nefti termoshakhtnym sposobom. *Neftianoe khoziaistvo*. 2014. No. 6. P. 58—60.
7. **Nikolaev A. V.** Sposob razdel'nogo provetrivaniia uklonnykh blokov i podzemnykh gornykh vyrabotok neftianoy shahty // *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Geologiya. Neftgazovoe i gornoe delo*. 2016. Vol. 15. No. 14. P. 293—300. DOI: 10.15593/2224-9923/2016.20.10.
8. **Nikolaev A. V.** Sposob provetrivaniia uklonnykh blokov nefteshaht, povyshajushhij jenergoeffektivnost' podzemnoj dobychi nefti // *Neftianoe khoziaistvo*, 2016, no. 11, pp. 133—136.
9. **Kazakov B. P., Levin L. Ju., Shalimov A. V.** Proektirovanie sistem kondicionirovaniia vozduha dlja neftjanykh shaht Jar-egskogo mestorozhdenija // *Gornoe jehlo*. 2012. No. 1 (47). P. 22—23.
10. **Pravila bezopasnosti pri razrabotke neftjanykh mestorozhdenij shahtnym sposobom**. 1986. 250 p.
11. **Nikolaev A. V., Alymenko N. I.** Primenenie sistemy kondicionirovaniia vozduha s uchetom teplovykh depressij, dejstvujushhij mezhdu stvolami. *Gornoe oborudovanie i jelektromehanika*. 2011. No. 12. P. 12—15.

УДК 628.4.02

О. М. Зиновьева, канд. техн. наук, доц., доц. кафедры,
А. М. Меркулова, канд. техн. наук, доц. кафедры, e-mail: anna-merkulova@yandex.ru,
Н. А. Смирнова, канд. техн. наук, доц. кафедры, Национальный исследовательский технологический университет "МИСиС" (НИТУ "МИСиС"), Москва

Решение проблемы создания доступной среды для маломобильных групп населения

Статья посвящена вопросам создания безбарьерной среды для маломобильных групп населения. Приведены результаты оценки доступности объекта и возможности получения услуги инвалидом-колясочником в дилерском центре, предоставляющем полный комплекс услуг по продаже и обслуживанию автомобилей. Предложены мероприятия по созданию доступной среды на объекте и выполнен ориентировочный расчет их стоимости.

Ключевые слова: доступная среда, создание безбарьерной среды, маломобильные группы населения, инвалиды, объекты социальной инфраструктуры, оценка стоимости

В последнее время в нашей стране вопросу организации комфортной среды для людей с ограниченными возможностями стало уделяться большое внимание. Знаковым событием явилась ратификация в 2012 г. Конвенции о правах инвалидов [1], призывающей к тому, чтобы "...наделить инвалидов возможностью вести независимый образ жизни и всесторонне участвовать во всех аспектах жизни...", для чего "...государства-участники принимают надлежащие меры для обеспечения инвалидам доступа наравне с другими к физическому окружению, к транспорту, к информации и связи, включая информационно-коммуникационные технологии и системы, а также к другим объектам и услугам, открытым или предоставляемым для населения...". В целях реализации основных положений Конвенции о правах инвалидов пересматривается российское законодательство, создана и реализуется государственная программа "Доступная среда".

К инвалидам относятся лица с устойчивыми физическими, психическими, интеллектуальными или сенсорными нарушениями, которые при взаимодействии с различными барьерами среды обитания могут мешать полному и эффективно-му участию инвалидов в жизни общества наравне с другими [1].

По данным Федеральной службы государственной статистики РФ по состоянию на март 2017 г. из 146,8 млн человек, проживающих на территории Российской Федерации, инвалидов около 12,2 млн человек, что составляет более 8 % [2].

Инвалидность в нашей стране характеризуется следующими показателями: по нозологии

(по заболеваниям) преобладают инвалиды с сердечно-сосудистыми заболеваниями; по тяжести — инвалиды II группы; по возрастной структуре — инвалиды пенсионного возраста; по полу — мужчины (детский и трудоспособный возраст), а в возрасте старше трудоспособного — женщины.

Основными заболеваниями, приводящими к инвалидности в России, являются: болезни сердечно-сосудистой системы (33,5 %), злокачественные новообразования (26,5 %), болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани (9,9 %), травмы (5,5 %), болезни органов дыхания и туберкулез (4,5 %), психические расстройства (4,4 %) и др. Распределение инвалидов по группам инвалидности, полу и возрасту представлено на рис. 1 и 2 [2].

Необходимо также отметить, что часто в нормативных актах и специальной литературе наряду с термином "инвалид" употребляется термин "маломобильные группы населения". К маломобильным группам населения (МГН) в соответствии с СП 59.13330.2012 [3] относят: людей, испытывающих затруднения при самостоятельном передвижении, получении услуги, необходимой информации или при ориентировании в пространстве (инвалиды, люди с временным нарушением здоровья, беременные женщины, люди преклонного возраста, люди с детскими колясками и т.п.). Таким образом, термин МГН — это более широкое понятие, включающее термин "инвалид". Официальная статистика по количеству людей, входящих в МГН, в настоящее время не ведется.

Существуют различные виды нарушений функций организма, вызывающие ограничение

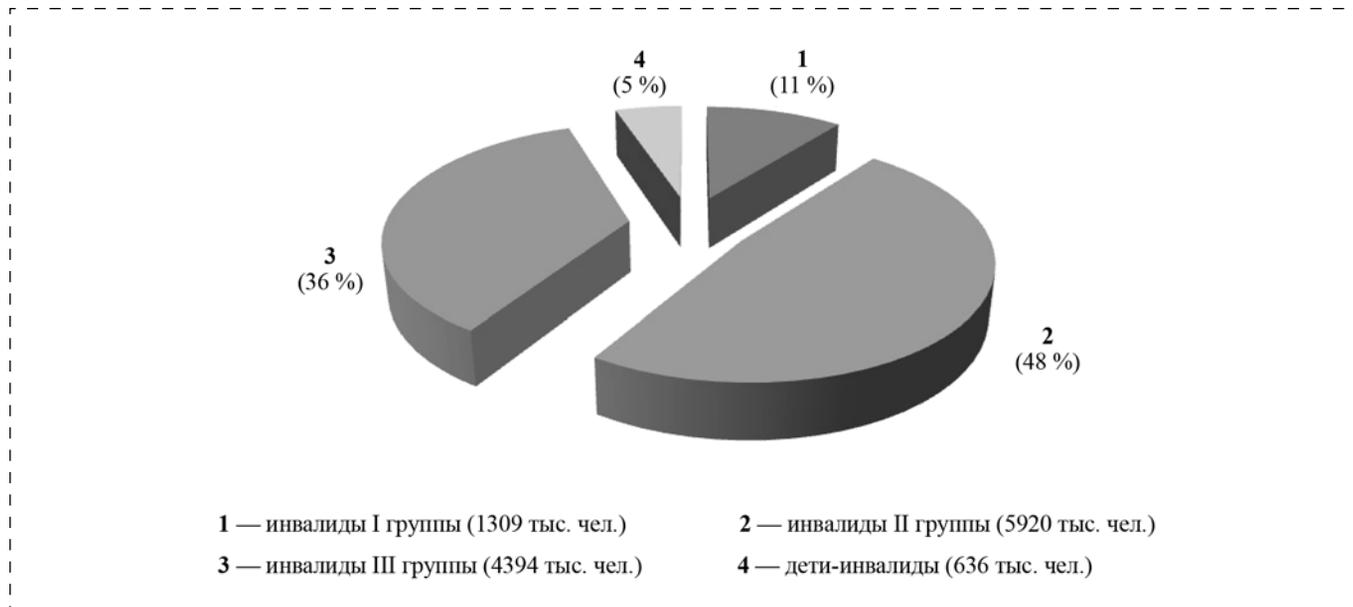


Рис. 1. Распределение инвалидов по группам инвалидности

способности осуществлять социально-бытовую деятельность и приводящие к инвалидности. В целях обеспечения доступной среды для инвалидов разработана классификация форм инвалидности и определены физические (барьеры во внешней среде, прежде всего, на объектах социальной инфраструктуры) и информационные (барьеры, возникающие под воздействием формы и содержания информации) барьеры среды обитания, мешающие их полному и эффективному участию в жизни общества наравне с другими гражданами (табл. 1) [4].

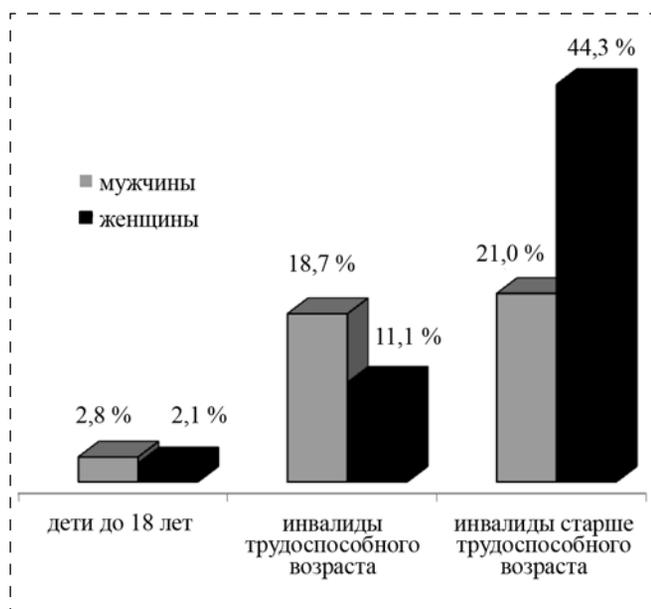


Рис. 2. Распределение инвалидов по полу и возрасту

В Методическом пособии [4] приведены также общие рекомендации по устранению барьеров среды обитания для инвалидов с разными формами инвалидности. Так, например, для инвалидов, передвигающихся на креслах-колясках, необходимо устранение физических барьеров на пути к месту предоставления услуг, альтернативные формы оказания услуг, в том числе на дому, удобное размещение информации, организация работы помощников, а для инвалидов с нарушениями опорно-двигательного аппарата — устранение физических барьеров на пути к месту предоставления услуг, организация места для отдыха.

В настоящее время на территории Российской Федерации реализуется Государственная программа "Доступная среда", подразумевающая поэтапное создание для инвалидов безбарьерной среды и предполагающая существенно улучшить условия жизнедеятельности этой категории населения. Первоначально данная программа была рассчитана на период 2011—2015 гг., позднее Постановлением Правительства РФ от 01.12.2015 № 1297 [5] была актуализирована и продлена до 2020 г.

Программа "Доступная среда" для инвалидов включает несколько подпрограмм: "Обеспечение условий доступности приоритетных объектов и услуг в приоритетных сферах жизнедеятельности инвалидов и других маломобильных групп населения"; "Совершенствование системы комплексной реабилитации и абилитации инвалидов"; "Совершенствование государственной системы медико-социальной экспертизы".

Классификация форм инвалидности и характеристика барьеров среды обитания для инвалидов разных форм

Буквенное обозначение и графическое изображение	Формы инвалидности	Барьеры среды обитания
К 	Инвалиды, передвигающиеся на креслах-колясках	Пороги, ступени, неровное, скользкое покрытие, неправильно установленные пандусы, отсутствие поручней, высокое расположение информации, высокие прилавки, отсутствие места для разворота на кресле-коляске, узкие дверные проемы, коридоры, отсутствие посторонней помощи при преодолении препятствий (при необходимости) и другие физические и информационные барьеры
О 	Инвалиды с нарушениями опорно-двигательного аппарата	1. Для лиц, передвигающихся самостоятельно с помощью тростей, костылей, опор – пороги, ступени, неровное, скользкое покрытие, неправильно установленные пандусы, отсутствие поручней, отсутствие мест отдыха на пути движения и другие физические барьеры. 2. Для лиц, не действующих руками, – препятствия при выполнении действий руками (открывание дверей, снятие одежды и обуви и т. д., пользование краном, клавишами и др.), отсутствие помощи на объекте социальной инфраструктуры для осуществления действий руками
С 	Инвалиды с нарушением зрения	Отсутствие тактильных указателей, в том числе направления движения, информационных указателей, преграды на пути движения (стойки, колонны, углы, стеклянные двери без контрастного обозначения и др.); неровное, скользкое покрытие, отсутствие помощи на объекте социальной инфраструктуры для получения информации и ориентации и др.
Г 	Инвалиды с нарушением слуха	Отсутствие зрительной информации, в том числе при чрезвычайных ситуациях на объекте социальной инфраструктуры, отсутствие возможности подключения современных технических средств реабилитации (слуховых аппаратов) к системам информации (например, через индукционные петли), электромагнитные помехи при проходе через турникеты, средства контроля для лиц с кохлеарными имплантами, отсутствие сурдопереводчика, тифлосурдопереводчика и другие информационные барьеры
У 	Инвалиды с нарушением умственного развития	Отсутствие понятной для усвоения информации на объекте социальной инфраструктуры, отсутствие помощи на объекте социальной инфраструктуры для получения информации и ориентации и др.

Общий объем бюджетных ассигнований федерального бюджета и бюджетов государственных внебюджетных фондов, выделенных на реализацию программы "Доступная среда" составляет 401 717 798,2 тыс. руб., в том числе: на 2016 год – 38 553 312,2 тыс. руб. и на 2017 год – 47 448 769,1 тыс. руб. [5].

Реализация программы "Доступная среда" проходит как на федеральном, так и на региональном уровнях.

Формирование доступной среды для инвалидов осуществляется на основе двух принципов.

Первый принцип — принцип "разумного приспособления" предусматривает приспособление окружающей обстановки и деятельности организаций под нужды инвалидов и других МГН с учетом соответствия их потребностям, вызванным ограничениями их жизнедеятельности, с одной стороны, и имеющихся организационных, технических и финансовых возможностей их удовлетворения, с другой. Реализуется данный принцип путем оборудования зданий и сооружений пандусами, поручнями, широкими дверными проемами, тактильными указателями и др.,



или же организационными решениями вопросов предоставления соответствующих социально значимых услуг (например, путем изменения порядка предоставления услуг, оказания инвалидам дополнительной помощи при их получении и др.).

Этот принцип применим при решении проблем обеспечения доступа к существующим услугам и объектам социальной инфраструктуры, которые были введены в действие до актуализации Российского законодательства по вопросам социальной защиты инвалидов в связи с ратификацией Конвенции о правах инвалидов, а также объектам, не предполагающим реконструкции.

В отношении производства новых товаров и услуг, строительства новых объектов, в том числе реконструкции, капитального ремонта, создание безбарьерной среды для инвалидов и других МГН чаще всего основывается на **втором принципе — принципе "универсального дизайна"**, подразумевающего создание такой обстановки, предметов и услуг, которые доступны и понятны всем и максимально подходят для использования всеми категориями граждан, независимо от имеющихся ограничений жизнедеятельности, "без необходимости адаптации или специального дизайна" [4, 6]. При этом на территории Российской Федерации установлен регламентированный порядок разработки, согласования, утверждения и реализации проектной документации для строительства объектов социальной инфраструктуры [6, 7].

За время действия программы "Доступная среда" проведена большая работа, направленная на интеграцию в общество инвалидов. Так, по сравнению с 2010 г., в 2015 г. доля доступных для инвалидов и других маломобильных групп населения приоритетных объектов социальной, транспортной и инженерной инфраструктуры в общем количестве приоритетных объектов возросла с 12 до 45 %; доля инвалидов, положительно оценивающих уровень доступности приоритетных объектов и услуг в приоритетных сферах жизнедеятельности, в общей численности опрошенных инвалидов возросла с 30 до 55 %; доля инвалидов, положительно оценивающих отношение населения к проблемам инвалидов, в общей численности опрошенных инвалидов — с 30 до 49,6 % [8].

Однако стоит отметить, что обеспечение безбарьерной среды связано, в основном, с доступностью приоритетных объектов и услуг в приоритетных сферах жизнедеятельности (здравоохранение, социальная защита, занятость, спорт и физическая культура, информация и связь, культура, образование, транспортная и пешеходная инфраструктура). Многие объекты, которые с точки зрения обычного человека могут казаться мало значимыми для инвалидов, сегодня по-прежнему

остаются за гранью доступности. Речь идет о таких объектах, как: рестораны и кафе, кинотеатры и театры, фитнес-клубы, общественные бани и бассейны, салоны красоты, банковские ячейки, автосервисы и др. Причем, если на дверях многих из таких объектов можно сегодня увидеть символ, указывающий на его доступность для МГН, на практике это далеко не всегда соответствует действительности. Стоит также отметить, что для инвалидов, проживающих в условиях села, в частном секторе и других регионах с низкой плотностью населения, проблема доступности для МГН усиливается многократно.

Обеспечение доступности большинства таких объектов не финансируется из бюджета, что перекладывает финансовые затраты на их обустройство под особенности инвалидов на собственника объекта. Представляется интересным выявление барьеров среды обитания для МГН при посещении объектов, не относящихся к приоритетным, и оценка финансовых вложений собственника такого объекта (коммерческой организации) в создание доступной среды на основе принципа разумного приспособления.

В качестве примера рассмотрим ситуацию посещения инвалидом, передвигающимся на кресле-коляске, дилерского центра, предоставляющего полный комплекс услуг по продаже и обслуживанию автомобилей (автосалон).

Здание рассматриваемого центра состоит из трех этажей: на первом этаже расположены — слесарный и кузовной цеха, отдел продаж новых автомобилей, магазин оригинальных автозапчастей и зона отдыха; на втором этаже — расчетно-кассовая зона, кафе, кабинеты персонала; на третьем этаже — открытая автостоянка новых автомобилей. Планы помещений первого и второго этажей дилерского центра приведены на рис. 3 и 4. Общее число сотрудников центра составляет около ста человек.

Дилерский центр — это общественное место, поэтому его необходимо сделать максимально удобным для всех клиентов, в том числе и для инвалидов. Поскольку при проектировании центра не были учтены ограниченные возможности маломобильных групп населения, необходимо, согласно принципу "разумного приспособления", грамотно его оборудовать под нужды таких клиентов. При этом нужно учесть все структурно-функциональные зоны объекта: территорию, прилегающую к объекту (вход на территорию объекта, парковку, путь от автостоянки до входа в здание), вход в здание, пути движения внутри здания, зону целевого назначения объекта (места оказания услуг), санитарно-бытовые помещения, а также места вспомогательного (сопутствующего) обслуживания.

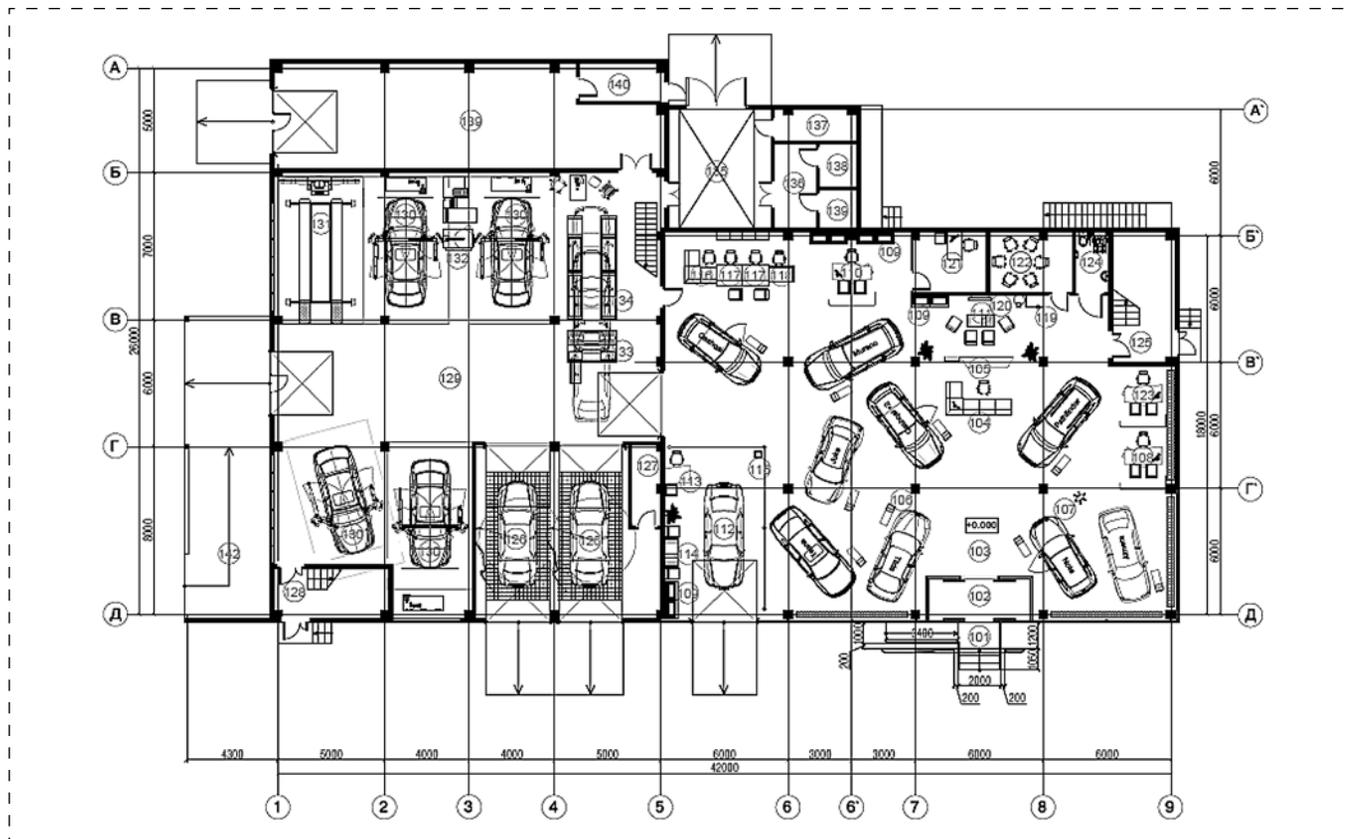


Рис. 3. Первый этаж дилерского центра

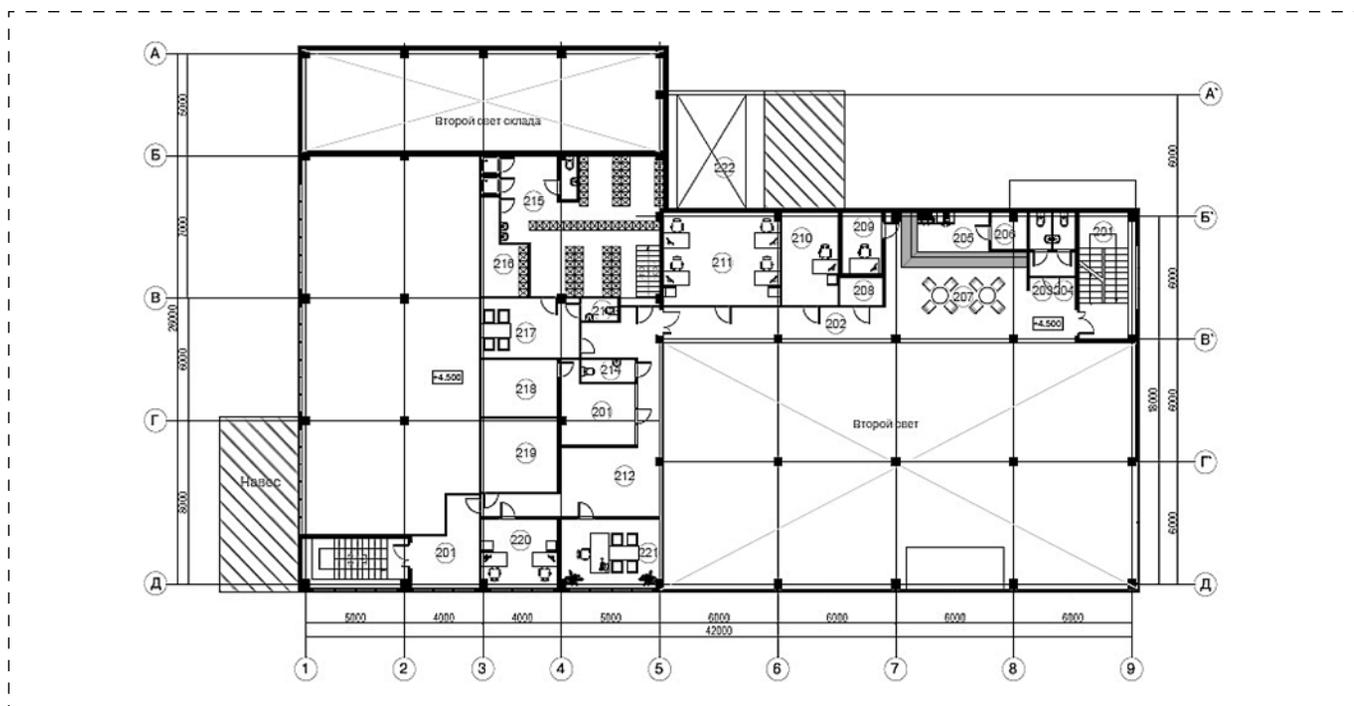


Рис. 4. Второй этаж дилерского центра



Посещение дилерского центра начинается с парковки. В настоящий момент на автостоянке центра предусмотрено девять парковочных мест для автомобилей клиентов. Парковочные места для транспорта инвалидов не выделены. Согласно СП 59.13330.2012 [3] для данного количества мест необходимо выделить одно место для транспорта инвалидов и соответствующим образом его обозначить.

Участок пути от автостоянки до входа в дилерский центр безопасен и удобен для передвижения инвалида.

В здании дилерского центра имеется один вход, оборудованный пандусом и лестницей, входная площадка, двери и тамбур в целом соответствуют требованиям СП 59.13330.2012 [3] и доступны для МГН. Однако отсутствуют поручни, поверхность покрытия входной площадки при намокании допускает скольжение. Поэтому необходимо использовать специальное напольное покрытие. На входной двери необходимо разместить символ, указывающий на доступность объекта для МГН.

Передвижение инвалида-колясочника внутри помещения центра на первом этаже не должно

вызывать никаких затруднений: ширина проходов допускает свободное перемещение инвалида в коляске, порогов и перепадов по высоте пола нет, присутствуют места отдыха и ожидания.

Санитарно-бытовые помещения центра также должны быть оборудованы с учетом возможности их посещения инвалидами. В здании дилерского центра установлены две кабины уборных на втором этаже и одна универсальная кабина на первом этаже, в целом соответствующая требованиям СП [3] за исключением некоторых аспектов, приведенных в табл. 2.

Как было указано выше, на втором этаже расположены следующие зоны, которые могут представлять интерес для инвалидов — это расчетно-кассовая зона и кафе. На второй этаж ведет лестница, лифт в здании центра отсутствует, соответственно, услуги, предоставляемые центром на втором этаже, на данный момент инвалиду-колясочнику не доступны. Для получения инвалидом услуг, оказываемых в этих местах, возможны следующие решения: обеспечить доступ инвалида на второй этаж, установив подъемную платформу (ширина лестницы это позволяет) или обеспечить

Таблица 2

Несоответствие элементов объекта нормативным требованиям и рекомендации по доступности для инвалидов-колясочников

Несоответствия	Рекомендации
<i>Автостоянки для инвалидов</i>	
Отсутствие оборудованного места на автостоянке для транспорта инвалидов	Необходимо оборудовать одно место для транспорта инвалидов не далее 50 м от входа в центр, обозначить знаком и нанести разметку
<i>Входы</i>	
Отсутствие поручней наружных лестниц и пандуса	Необходимо установить поручни лестниц и пандуса
Скользкие при намокании поверхности покрытий входных площадок и тамбуров	Необходимо использовать специальное противоскользящее напольное покрытие
Отсутствие символа, указывающего на доступность для МГН	Необходимо установить соответствующие символы
<i>Санитарно-бытовые помещения</i>	
Отсутствие крючков для костылей и других принадлежностей	Необходимо установить держатель
Отсутствие откидных опорных поручней, штанг, поворотных или откидных сидений	Необходимо установить опорные поручни, штанги, поворотные или откидные сиденья
Отсутствие системы тревожной сигнализации	Необходимо установить кнопку тревожной сигнализации
Наличие водопроводного крана с отдельным управлением горячей и холодной водой	Необходимо заменить водопроводный кран с отдельным управлением горячей и холодной водой на кран с рычажной рукояткой и термостатом
<i>Места обслуживания инвалидов</i>	
Отсутствие доступа в расчетно-кассовую зону и кафе	Необходимо организовать получение этих услуг на первом этаже (организация расчетных процедур и питания сотрудниками дилерского центра в индивидуальном порядке)

Таблица 3

Ориентировочная стоимость предлагаемых мероприятий

Мероприятия	Стоимость, руб.
<i>Автостоянка</i>	
Демонтаж имеющейся разметки на парковке (механический метод)	3600
Нанесение дорожной разметки (дорожной краской)	2800
Нанесение изображения "Место для инвалидов"	550
Знак "Парковка Р"	1250
Знак "Инвалид"	750
Стойка для крепления знаков	1100
Услуги по установке знаков и стойки	3000
<i>Входы</i>	
Поручень для удобства пользования пандусом с монтажом	17 000
Установка противоскользящего покрытия	17 500
Установка символов, указывающих на доступность	320
<i>Санитарно-бытовые помещения</i>	
Универсальный травмобезопасный держатель для трости и костылей	900
Поручни для уборной	5754
Поручень для удобства пользования умывальной раковиной	5156
Система тревожной сигнализации (приемное устройство вызова и кнопка для санузла)	6600
Кран с рычажной рукояткой и термостатом с установкой	5000
Работа по установке поручней и держателя	4000
Итоговая стоимость	75 280

возможность получения данных услуг на первом этаже. Необходимо отметить, что установка подъемной платформы является достаточно дорогим мероприятием (в условиях рассматриваемого автосалона — около миллиона рублей), в связи с этим второй вариант представляется наиболее рациональным. Кроме того, при возникновении необходимости эвакуации таких клиентов из здания центра (например, при пожаре) путь эвакуации инвалида будет короче и займет значительно меньше времени.

Выявленные несоответствия элементов рассматриваемого центра нормативным требованиям

и рекомендации по доступности объекта для инвалидов-колясочников приведены в табл. 2.

Проведя анализ стоимости предлагаемых мероприятий (на примере г. Москвы) была составлена ориентировочная смета, приведенная в табл. 3.

В данном конкретном примере основной вклад в стоимость решений, необходимых для обеспечения безбарьерной среды инвалидам, передвигающимся на кресле-коляске, вносит установка противоскользящего покрытия и поручней для удобства пользования пандусом. Общая стоимость организации доступности рассмотренного объекта является вполне приемлемой для его собственника.

Таким образом, обеспечение доступной и комфортной среды людям с ограниченными возможностями зачастую не является тяжким финансовым бременем для учреждений и организаций любой формы деятельности. Основная проблема, как видится, по-прежнему лежит в сфере культурных и нравственных понятий, нежелании увидеть и понять, что инвалид — это член нашего общества, у которого так же, как и у других граждан, имеются определенные потребности. И который, как записано во Всеобщей декларации прав человека [9], "... как член общества, имеет право на социальное обеспечение и на осуществление необходимых для поддержания его достоинства и для свободного развития его личности прав в экономической, социальной и культурной областях ... в соответствии со структурой и ресурсами каждого государства".

Для полноценной интеграции инвалидов в общество очень важно, чтобы люди с ограниченными возможностями имели равные с другими лицами условия для реализации своих прав человека и потребностей без какой бы то ни было дискриминации. Для этого им должны быть не только доступны приоритетные объекты в приоритетных сферах жизнедеятельности, но и обеспечен наравне с другими гражданами доступ к любым объектам и услугам.

Список литературы

1. **Конвенция** о правах инвалидов (принята резолюцией 61/106 Генеральной Ассамблеи ООН от 13 декабря 2006 года) // "Российская газета", 24.10.2012.
2. **Положение** инвалидов / Федеральная служба государственной статистики. М. 1999—2016. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/population/disabilities/# (дата обращения 13.04.2017).
3. **СП 59.13330.2012.** Свод правил. Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения. Актуализированная редакция СНиП 35-01—2001 (утв. Приказом Минрегиона России от 27.12.2011 № 605) ФАУ "ФЦС", М., 2012 г.



4. **Методическое** пособие для обучения (инструктирования) сотрудников учреждений МСЭ и других организаций по вопросам обеспечения доступности для инвалидов услуг и объектов, на которых они предоставляются, оказания при этом необходимой помощи / Р. Н. Жаворонков, Н. В. Путило, О. Н. Владимирова и др.; Министерство труда и социальной защиты населения Российской Федерации. — В 2-х ч. — М., 2015. — 555 с.
 5. **Постановление** Правительства РФ от 01.12.2015 № 1297 Об утверждении государственной программы "Доступная среда на 2011—2020 годы" (редакция от 31.03.2017 г.).
 6. **Методическое** пособие Министерства труда и социальной защиты РФ от 18 сентября 2012 г. "Методика па-
- спортизации и классификации объектов и услуг с целью их объективной оценки для разработки мер, обеспечивающих их доступность" 24 сентября 2012, "Источник: информационно-правовой портал ГАРАНТ.РУ".
 7. **Градостроительный** кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ (редакция от 07.03.2017) // "Российская газета", 30.12.2004.
 8. **Инфографика** госпрограмма "Доступная среда" на 2011—2015 гг. // Министерство труда и социальной защиты РФ. М., URL: <http://www.rosmintrud.ru/ministry/programs/3/0> (Дата обращения 13.04.2017).
 9. **Всеобщая** декларация прав человека (принята Генеральной Ассамблей ООН 10.12.1948) // "Российская газета", 10.12.1998.

O. M. Zinovieva, Associate Professor, **A. M. Merkulova**, Associate Professor, e-mail: anna-merkulova@yandex.ru, **N. A. Smirnova**, Associate Professor, National University of Science and Technology MISIS, Moscow

The Solution to the Problem of Creating an Accessible Environment for People with Limited Mobility

The article is devoted to the problems of creating a barrier-free environment for people with limited mobility. The results of the valuation of accessibility and the possibility of obtaining the services for a handicapped in a wheelchair at the dealer's center offering a full range of services in the sale and maintenance of cars are presented in it. The activities aimed at creating an accessible environment at the facility are proposed and a rough calculation of their value is made.

Keywords: accessible environment, creation of a barrier-free environment, people with limited mobility, the handicapped, social infrastructure, valuation

References

1. **Konvencija** o pravah invalidov (prinjata rezolucijej 61/106 General'noj Assamblei OON ot 13.12.2006). *Rossijskaja gazeta*, 24.10.2012.
 2. **Polozhenie** invalidov // Federal'naja sluzhba gosudarstvennoj statistiki. M. 1999—2016. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/population/disabilities/# (date of access 13.04.2017).
 3. **SP 59.13330.2012**. Svod pravil. Dostupnost' zdaniy i sooruzhenij dlja malomobil'nyh grupp naselenija. Aktualizirovanaja redakcija SNiP 35-01—2001 (utverzhdjen Prikazom Minregiona Rossii ot 27.12.2011 № 605) FAU "FCS". Moscow, 2012.
 4. **Metodicheskoe posobie** dlja obuchenija (instruktirovanija) sotrudnikov uchrezhdenij MSJe i drugih organizacij po voprosam obespechenija dostupnosti dlja invalidov uslug i ob#ektov, na kotoryh oni predostavljajutsja, okazanija pri jetom neobhodimoj pomoshhi / R. N. Zhavoronkov,
- N. V. Putilo, O. N. Vladimirova i dr.; Ministerstvo truda i social'noj zashhity naselenija Rossijskoj Federacii. V 2-h chastjah. Moscow, 2015. 555 p.
 5. **Postanovlenie** Pravitel'stva RF ot 01.12.2015 № 1297 Ob utverzhdenii gosudarstvennoj programmy "Dostupnaja sreda na 2011—2020 gody" (redakcija ot 31.03.2017).
 6. **Metodicheskoe posobie** Ministerstvo truda i social'noj zashhity RF ot 18.09.2012 "Metodika pasportizacii i klassifikacii ob#ektov i uslug s cel'ju ih ob#ektivnoj ocenki dlja razrabotki mer, obespechivajushhij ih dostupnost'" 24.09.2012, "Istochnik: informacionno-pravovoj portal GARANT.RU".
 7. **Gradostroitel'nyj** kodeks Rossijskoj Federacii ot 29.12.2004 № 190-FZ (redakcija ot 07.03.2017). *Rossijskaja gazeta*, 30.12.2004.
 8. **Infografika** gosprogramma "Dostupnaja sreda" na 2011—2015 gg. [Jelektronnyj resurs] // Ministerstvo truda i social'noj zashhity RF, Moscow, URL: <http://www.rosmintrud.ru/ministry/programs/3/0> (date of access 13.04.2017).
 9. Vseobshhaja deklaracija prav cheloveka (prinjata General'noj Assambleej OON 10.12.1948). *Rossijskaja gazeta*, 10.12.1998.

УДК 331.45

В. С. Котельников, д-р техн. наук, Генеральный директор, e-mail: ntc@oaontc.ru, **Н. Н. Коновалов**, д-р техн. наук, зам. генерального директора, ПАО "НТЦ "Промышленная безопасность", Москва, **В. В. Котельников**, канд. техн. наук, директор, УЦ "Безопасность в промышленности", Москва

Об аттестации специалистов по техническому диагностированию технических устройств и обследованию зданий и сооружений на опасных производственных объектах

Рассмотрен широко реализуемый на опасных производственных объектах принцип безопасной эксплуатации технических устройств, зданий и сооружений по их техническому состоянию, согласно которому оценка остаточного ресурса (срока службы) объекта осуществляется по параметрам технического состояния. Отмечено, что специалисты, осуществляющие работы по техническому диагностированию технических устройств и обследованию зданий и сооружений, должны иметь возможность подтвердить свою компетентность с учетом современных международных требований.

Ключевые слова: аттестация, опасный производственный объект, техническое устройство, здание, сооружение, техническое диагностирование, обследование

Проблемы обеспечения промышленной безопасности усугубляются тем, что для современной промышленности характерна тенденция увеличения концентрации опасностей. При этом вероятность значительных аварий возрастает с увеличением масштабов и сложности производства и технологических процессов.

Подтверждением этому являются следующие примеры — в настоящее время опасные химические вещества перерабатываются, хранятся и перевозятся в количествах, измеряемых от сотен миллиардов до триллионов летальных доз. В сфере энергетики в мире добывается, хранится и перерабатывается около десяти миллиардов тонн условного топлива. Производительность современных заводов по переработке нефти превышает десять миллионов тонн в год, что означает наличие одновременно на промышленной площадке до пятисот тысяч тонн углеводородного топлива, энергосодержание которого эквивалентно пяти мегатоннам тротила.

При рассмотрении проблем безопасности на современном этапе необходимо учитывать не только обстоятельства и причины фундаментального характера, связанные с развитием техносферы, но также низкие темпы обновления предприятиями — владельцами основных производственных фондов, замену оборудования, выработавшего свой ресурс, недостаточные объемы его реконструкции.

На опасных производственных объектах наряду с существующими системами планово-предупредительных ремонтов широко реализуется принцип безопасной эксплуатации технических устройств, зданий и сооружений по их техническому состоянию, согласно которому оценка остаточного ресурса (срока службы) объекта осуществляется по параметрам технического состояния. Основными причинами и предпосылками этого являются:

во-первых, переход к развитию и внедрению работ по техническому диагностированию (обследованию) для принятия решения о продлении срока безопасной эксплуатации технических устройств, зданий и сооружений;

во-вторых, переход к экономическим условиям хозяйственной деятельности, когда остро ставятся вопросы экономической эффективности производства, что стимулирует более полно использовать потенциальный резерв работоспособности (несущей способности), заложенный при проектировании, реализованный в процессе производства и монтажа и сохраненный при эксплуатации технических устройств, зданий и сооружений. Это обстоятельство предполагает возможность продолжения эксплуатации за пределами проектных (назначенных) ресурсов, если это выгодно экономически при условии обеспечения промышленной безопасности;

в третьих, увеличение доли технических устройств, зданий и сооружений, которые эксплуатируются



после выработки проектных сроков эксплуатации;

в четвертых, интенсивное развитие теоретических исследований и практических разработок по оценке технического состояния технических устройств, зданий и сооружений:

— накопление опыта работ по техническому диагностированию (обследованию), которые показали техническую возможность (с точки зрения обеспечения промышленной безопасности) эксплуатации технических устройств, зданий и сооружений после выработки проектных сроков эксплуатации;

— развитие методов и средств неразрушающего контроля, позволяющих с высокой достоверностью оценивать широкий спектр параметров технического состояния технических устройств, зданий и сооружений.

Организации, эксплуатирующие опасные производственные объекты, в соответствии со ст. 9 Федерального закона № 116-ФЗ от 21.07.1997 г. "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" [1] обязаны обеспечивать проведение экспертизы промышленной безопасности зданий, сооружений и технических устройств, применяемых на опасных производственных объектах, а также проводить диагностику, испытания, освидетельствование сооружений и технических устройств, используемых на опасных производственных объектах, в установленные сроки и по предъявляемому в установленном порядке предписанию федерального органа исполнительной власти в области промышленной безопасности или его территориального органа. Таким образом, на организации, эксплуатирующие опасные производственные объекты, возлагается обязательное условие проводить работы по определению технического состояния и оценке возможности дальнейшей безопасной эксплуатации сооружений и технических устройств, применяемых на опасных производственных объектах. Причем работы по техническому диагностированию (обследованию) могут осуществляться как в рамках экспертизы промышленной безопасности, так и в виде специальных работ для определения технического состояния технических устройств, зданий и сооружений.

При этом той же ст. 9 Федерального закона № 116-ФЗ от 21.07.1997 к организациям, эксплуатирующим опасные производственные объекты, установлено требование: допускать к работе на опасных производственных объектах лиц, удовлетворяющих соответствующим квалификационным требованиям.

Подтверждению компетентности экспертов в области экспертизы промышленной безопасности традиционно уделяется особое внимание. Проведение экспертизы промышленной безопасности является лицензируемым видом

деятельности [2], и для получения лицензий соискатели лицензий должны направить или представить в лицензирующий орган наряду с другими документами заверенные копии квалификационных удостоверений экспертов [3]. С конца 1990-х гг. аттестация экспертов осуществлялась независимыми органами по аттестации экспертов Единой системы оценки соответствия в области промышленной, экологической безопасности, безопасности в энергетике и строительстве (далее Единая система). К началу 2015 г. функционировало 30 независимых органов, которыми было аттестовано более 7500 экспертов. Наибольшее количество независимых органов осуществляло аттестацию экспертов в области котлонадзора, систем газоснабжения (газораспределения) и подъемных сооружений [4]. В настоящее время аттестацию проводит Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) [5]. Соискатель должен сдать квалификационный экзамен аттестационной комиссии, действующей на основании положения об аттестационной комиссии, утверждаемого Ростехнадзором.

Специалисты, осуществляющие работы по техническому диагностированию технических устройств и обследованию зданий и сооружений, не вовлеченные в деятельность по экспертизе промышленной безопасности, до последнего времени фактически не имели возможности подтвердить компетентность.

За многие годы работы независимыми органами Единой системы накоплен значительный опыт оценки компетентности экспертов по экспертизе промышленной безопасности, который может быть применен при аттестации специалистов по техническому диагностированию (обследованию). Такой порядок аттестации специалистов по техническому диагностированию (обследованию) соответствует современным международным требованиям [6], согласно которым подтверждение компетентности персонала осуществляется независимыми органами, деятельность которых включает в себя:

- процедуры выбора, назначения и контроля экзаменаторов;
- процедуры обеспечения беспристрастности и непредвзятости;
- процедуры принятия апелляций и жалоб, их оценки и принятия решения по ним;
- описания процессов оценивания, прав заявителей, обязанностей оцененного персонала.

Кроме того, такие органы должны иметь функционирующую систему менеджмента, выполнять анализ, документирование и устранение потенциальных конфликтов интересов при осуществлении деятельности, обеспечивать регулярный систематический пересмотр и валидацию схем подтверждения компетентности специалистов. Эти органы должны быть способны нести

юридическую ответственность за свою деятельность и проходить периодическую проверку на соответствие установленным требованиям.

Решением Наблюдательного совета Единой системы от 06.09.15 № 78-БНС внесены изменения и дополнения в Правила аттестации (сертификации) экспертов (СДА-12—2009), Требования к экспертам в области промышленной безопасности, инспекционного и строительного контроля (СДА-23—2009), Требования к независимым органам по аттестации (сертификации) экспертов (СДА-14—2009), а также — дополнения в Перечень областей аккредитации независимых органов по аттестации (сертификации) экспертов. Таким образом, создана нормативно-методическая база для выполнения работ по аттестации специалистов по техническому диагностированию технических устройств и обследованию зданий и сооружений.

Первыми независимыми органами, подтвердившими свою компетентность и приступившими к аттестации таких специалистов, стали ООО "НУЦ "Качество" и ООО "Безопасность в промышленности".

Заключение

Внедрение в рамках Единой системы аттестации специалистов по техническому диагностированию технических устройств и обследованию зданий и сооружений на основе использования

положительного отечественного и международного опыта позволяет установить единые требования к компетентности данных специалистов и способствует повышению уровня промышленной безопасности опасных производственных объектов.

Список литературы

1. **Федеральный закон** от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов". — М.: Закрытое акционерное общество "Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности", 2015. — 30 с.
2. **Федеральный закон** от 4 мая 2011 г. № 99-ФЗ "О лицензировании отдельных видов деятельности". "Российская газета". 6 мая 2011 г. Федеральный выпуск № 5473, Официальный интернет-портал правовой информации www.pravo.gov.ru, 13.07.2015, N0001201507130045).
3. **Положение о лицензировании** деятельности по проведению экспертизы промышленной безопасности, утвержденное постановлением Правительства Российской Федерации от 4 июля 2012 г. № 682 // Собрание законодательства Российской Федерации, № 53 (ч. II), 31.12.2012.
4. **Котельников В. С., Коновалов Н. Н., Шевченко В. П.** и др. Об аттестации экспертов по техническому диагностированию технических устройств и обследованию зданий и сооружений // Контроль. Диагностика. — 2015. — № 11. — С. 34—37.
5. **Положение об аттестации** экспертов в области промышленной безопасности, утвержденное постановлением Правительства Российской Федерации от 28 мая 2015 г. № 509 // Собрание законодательства Российской Федерации от 2015 г., № 23, ст. 3313.
6. **ГОСТ Р ИСО/МЭК 17024—2011.** Оценка соответствия. Общие требования к органам, проводящим сертификацию персонала. — М.: Стандартинформ, 2011. — 17 с.

V. S. Kotelnikov, General Director, e-mail: ntc@oaontc.ru,

N. N. Kononov, Deputy General Director, PJSC "STC "Industrial Safety", Moscow,

V. V. Kotelnikov, Director, UC "Safety in Industry", Moscow

About Attestation of the Specialists on Technical Diagnosis of Technical Equipment and Inspection of Edifices and Buildings on Hazardous Industrial Facilities

The principle of safe exploitation of technical equipment, edifices and buildings considering its technical conditions is widely used on hazardous industrial facilities. According to this principle the estimation of remaining lifetime (service lifetime) is performed by considering parameters of technical conditions. Specialists on technical diagnosis of technical equipment and inspection of edifices and buildings need possibilities to confirm their capacity in view of modern international requirements.

Keywords: attestation, hazardous industrial facility, technical equipment, edifice, building, technical diagnosis, inspection

References

1. **Federal'nyj zakon** ot 21 iyulya 1997 g. № 116-FZ "O promyshlennoj bezopasnosti opasnyh proizvodstvennyh ob'ektov". Moscow: Zakrytoe akcionerное obshchestvo "Nauchno-tekhnicheskij centr issledovaniy problem promyshlennoj bezopasnosti", 2015. 30 p.
2. **Federal'nyj zakon** ot 4 maya 2011 g. № 99-FZ "O licenzirovanii otidel'nyh vidov deyatel'nosti". Opublikovan 6 maya 2011 g. v RG — Federal'nyj vypusk № 5473, Oficial'nyj internet-portal pravovoj informacii www.pravo.gov.ru, 13.07.2015, N0001201507130045).
3. **Polozhenie o licenzirovanii** deyatel'nosti po provedeniyu ekspertizy promyshlennoj bezopasnosti, utverzhdennoe postanovleniem Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot

4 iyulya 2012 g. № 682. *Sobranie zakonodatel'stva Rossijskoj Federacii*, No. 53 (ch. II), 31.12.2012.

4. **Kotel'nikov V. S., Kononov N. N., Shevchenko V. P.** i dr. Ob attestacii ekspertov po tekhnicheskomu diagnostirovaniyu tekhnicheskikh ustrojstv i obsledovaniyu zdaniy i sooruzhenij. *Kontrol'. Diagnostika*. 2015. No. 11. P. 34—37.
5. **Polozhenie ob attestacii ekspertov** v oblasti promyshlennoj bezopasnosti, utverzhdennoe postanovleniem Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 28 maya 2015 g. № 509. *Sobranie zakonodatel'stva Rossijskoj Federacii* ot 2015 g., No. 23, st. 3313.
6. **ГОСТ Р ИСО/МЭК 17024—2011.** Ocenka sootvetstviya. Obshchie trebovaniya k organam, provodyashchim sertifikaciyu personala. Moscow: Standartinform, 2011. 17 p.



УДК 613.693:796.012.62

Ю. Е. Маряшин, канд. биол. наук, науч. сотр., **Л. С. Малашук**, д-р мед. наук, ст. науч. сотр., e-mail: malaschukluda@mail.ru, Научно-исследовательский испытательный центр (авиационно-космической медицины и военной эргономики) ЦНИИ ВВС МО РФ, Москва

Специальная физическая подготовка как средство обеспечения безопасности высокоманевренных авиационных полетов

Рассмотрены проблемы обеспечения системного подхода к вопросам организации процесса специальной физической подготовки летчиков высокоманевренных самолетов, представлены используемые в реальной практике тренировочные методики и разработанная система, получившая название "рациональная функциональная подготовка" (РФП). Также представлены данные исследования, свидетельствующие о существенном положительном влиянии РФП на повышение специальных физических качеств.

Ключевые слова: безопасность авиационного полета, человеческий фактор, профессионально важные качества, специальная физическая подготовка, тренировочные методики, система рациональной функциональной подготовки, статическая мышечная выносливость

Введение

Обеспечение безопасности полетов высокоманевренной авиации является важной военной и социальной проблемой. Анализ безопасности полетов показывает, что в нашей стране 70...80 % авиационных происшествий в военной и гражданской авиации связаны с человеческим фактором [1]. В ведущих зарубежных авиационных державах этот показатель составляет 75...85 % [2, 3]. На сегодняшний день человеческий фактор по параметру переносимости экстремальных факторов полета остается наиболее слабым звеном в системе "человек-машина" [4—7]. В силу доминирующей роли человеческого фактора в структуре авиационных происшествий многие исследователи едины в своем мнении, что прогресс в повышении безопасности полетов может быть достигнут за счет профилактических мероприятий, адресованных непосредственно летчику, который в процессе решения различных боевых задач выполняет большой объем функций, связанных с управлением летательным аппаратом (ЛА).

Выполнение этих функций — задача сама по себе весьма сложная, а в условиях боевого маневрирования она усложняется еще больше. В подобных ситуациях на летчика действуют неблагоприятные факторы высокоманевренного полета, которые вызывают ухудшение самочувствия и приводят к снижению качества профессиональных действий. К мероприятиям, направленным на повышение устойчивости летчика

к стресс-факторам авиационного полета, относятся меры по обеспечению необходимого уровня функционального состояния (ФС) организма и его профессионально важных качеств (ПВК). Эффективность этих мер во многом зависит от условий жизни и повседневной профессиональной деятельности, в том числе и от того, как организованы занятия по физической подготовке и их методическая направленность.

1. Анализ условий профессиональной деятельности летчиков в авиационных частях и особенности существующих подходов к физической подготовке летчиков маневренной и высокоманевренной авиации

Для того чтобы оценить в каких условиях живет и работает летный состав авиационных частей, было проведено анкетирование с использованием опросников и алгоритмов интегральной оценки условий жизни и условий профессиональной деятельности. В исследовании приняли участие 104 летчика маневренной и высокоманевренной авиации ВВС России [8]. В целом результаты анкетирования показали, что условия жизни и профессиональной деятельности летчиков в основном соответствуют требованиям. Вместе с тем целый ряд компонентов профессиональной деятельности летчики характеризуют как неудовлетворительные. Среди них летчики указывают на недостаточный уровень обеспечения занятий по физической подготовке,

в результате которой и формируются многие важные ПВК: в некоторых частях занятия не проводятся вообще по причине отсутствия времени или условий для их проведения; если они и проводятся, то на очень низком качественном уровне в силу отсутствия специального оборудования и инвентаря или их крайней обветшалости; отсутствие должного внимания к этому вопросу в некоторых частях вынуждает многих мотивированных летчиков заниматься самостоятельно (бесконтрольно) или пользоваться услугами платных фитнес-центров.

Учитывая характер этой экспериментальной выборки, можно сделать вывод, что данные недостатки связаны не с единичными случаями, а носят распространенный характер. Несмотря на то, что существует нормативный документ, строго регламентирующий организацию физической подготовки в Вооруженных силах (НФП — 2009) [9], условия для его эффективной реализации созданы еще не везде. В подобных условиях профессиональной деятельности может наблюдаться снижение профессионализма среди летного состава маневренной авиации и, как отмечено в работе академика В. А. Пономаренко [7], это однозначно сказывается на безопасности полетов.

Суть физической подготовки летного состава маневренной и высокоманевренной авиации заключается в формировании и совершенствовании с помощью физических упражнений профессионально важных психофизиологических и физических качеств. Среди совокупности таких качества наиболее важными являются те, которые обеспечивают устойчивость организма летчика к пилотажным перегрузкам, возникающим во время высокоманевренного авиационного полета. Для обеспечения устойчивости к пилотажным перегрузкам летчик должен эффективно выполнять противоперегрузочные приемы (ППП), которые представляют собой скоординированные мышечные и дыхательные действия: одновременное статическое напряжение преимущественно мышц сгибателей туловища, разгибателей туловища и сгибателей позвоночника, сопровождающееся коротким вдохом и более продолжительным усиленным выдохом. Качественное выполнение ППП требует высоких энергетических затрат и в случае недостаточного уровня физической готовности быстро приводит к истощению резервов организма.

Сегодня наиболее распространенным подходом к физической подготовке в практике работы авиационных частей является организация групповых занятий и самоподготовки на основе Наставления по физической подготовке в Вооруженных силах (НФП — 2009, дополненное

в 2013 г.) с последующей сдачей нормативов, определенных этим Наставлением. В этом нормативном документе для формирования силовых способностей представлены упражнения, заимствованные из различных видов спорта, которые не учитывают специфику летной деятельности: упражнения на перекладине, на брусках, упражнения с гириями.

В специальной литературе для летчиков [10, 11] в целях развития силовых качеств рекомендуется использование в процессе физической подготовки тренажеров. В основе такой подготовки лежат упражнения, целесообразные только с точки зрения мобилизации мышечной деятельности и физиологических систем организма в целом, но не учитывающие специфику мышечных действий при выполнении ППП. К таким тренажерам относятся силовые тренажеры "Рычаг", "Вертикаль", "Блок", "Роллер", "Комплекс", "Перегрузка", "Гребля", гимнастический комплекс "Здоровье".

Кроме того, рекомендуется использование стэнда "Статоэргометр", который имитирует позу летчика в кресле пилота, но при этом биомеханическая конструкция действий на статоэргометре не соответствует биомеханике ППП. Этот аппаратный комплекс представляет собой достаточно сложную техническую конструкцию, практическое применение которой для всего летного состава не представляется возможным для использования ни в программах для групповых занятий, ни для самоподготовки. Указанные способы физической подготовки сами по себе весьма эффективны при решении каких-то частных задач, однако в реальной практике их роль в обеспечении устойчивости к пилотажным перегрузкам весьма мала, поскольку они не учитывают физиологических особенностей реакции организма на действие инерционных сил высокоманевренного полета.

Другим существенным недостатком имеющихся подходов к физической подготовке летного состава является то, что вышеуказанные тренировочные методики строятся без учета текущего ФС летчика и особенностей влияния физических упражнений на организм и его адаптацию к специфическим тренировочным нагрузкам. Другими словами, все летчики, принадлежащие одной возрастной группе, подвергаются одинаковому воздействию на тренировках и при сдаче нормативов, без учета реального состояния физиологических систем организма и его резервов. Практика показывает, что такой подход, чаще всего, не дает должного тренировочного эффекта и приводит к перенапряжению основных физиологических систем.



2. Концептуально-методологическое обоснование системы рациональной функциональной подготовки летчиков высокоманевренных самолетов и цель исследования

Высокий уровень развития ПВК летчиков истребительной авиации во многом способствует эффективному управлению летательными аппаратами, что является гарантией безопасности полетов. Именно поэтому абстрактные идеи и методы подготовки, оторванные от выполнения конкретных профессиональных функций, а также отсутствие системного подхода и понятия "функциональная подготовка" как единого, непрерывно действующего процесса оценки, коррекции и совершенствования ФС и ПВК, не могут способствовать совершенствованию летных навыков. Сегодня существуют три концептуально, методологически и методически разрозненных направления функционального обеспечения летчиков-высокоманевренных.

Физиологический аспект, заключающийся в том, чтобы обеспечить уровень ФС в границах "нормы здоровья" — это, в основном, физиотерапевтические и психотерапевтические методы реабилитации и восстановления летчиков.

Психофизиологическая подготовка, куда включают неограниченный состав средств и методов, оказывающих влияние на психомоторные и сенсомоторные функции.

Физическая подготовка, которая в соответствии с требованиями НФП-2009 формирует собственно физические качества, общие для всех, без конкретизации специфики профессиональных функций — это сила, быстрота, выносливость, ловкость (по сути, это список с ГТО).

Процесс организован так, что независимые друг от друга специалисты решают частные задачи без учета особенностей взаимодействия морфофункциональных систем организма в условиях реализации конкретной профессиональной функции: один восстанавливает ФС до нормы здоровья, другой формирует стереотип реагирования на штатные ситуации полета, третий воспитывает физкультурно-спортивные навыки. Очевидно, что отдельно взятые психо-и физиотерапевтические, психофизиологические и физкультурно-спортивные методы, при существующем организационно-методическом подходе, не могут обеспечить высокого уровня функциональной готовности летчиков.

Разработана система рациональной функциональной подготовки (РФП), которая увязывает все эти аспекты в едином концептуально-методологическом контексте, направленном на достижение одной цели — эффективное выполнение

профессиональной функции. Если смотреть на это с практических позиций, то под рациональной функциональной подготовкой понимается единый, непрерывно действующий, профессионально ориентированный тренинговый процесс, особенность которого заключается в синергизме действия на организм оригинальных комплексов упражнений физиологической, психофизиологической и специальной физической направленности на выполнение конкретной профессиональной функции.

Цель рассматриваемого исследования заключается в оценке возможностей системы РФП в совершенствовании специальных физических качеств летчиков высокоманевренной авиации в сравнении с другими тренировочными методиками, которые используются на практике или рекомендованы для применения. Исследования проводились на базе Центрального военного клинического госпиталя № 7 — филиала № 1 ФГКУ "ГВКГ им. Н. Н. Бурденко" МО РФ под научно-методическим руководством специалистов НИИЦ (авиационно-космической медицины и военной эргономики) ЦНИИ ВВС МО РФ.

Для проведения исследований были сформированы четыре группы по 10 человек, каждая из которых занималась по определенной тренировочной методике. Комплектовались группы случайным образом по мере поступления летчиков в госпиталь для прохождения врачебно-летной экспертизы. Основным объектом внимания были индивидуальные изменения уровня статической мышечной выносливости до и после применения различных тренировочных методик. Для оценки статистической значимости изменений значений исследуемых показателей, полученных в результате измерений до и после тренировочного воздействия, использовался непараметрический парный критерий Вилкоксона.

3. О результатах исследования возможностей системы рациональной функциональной подготовки в формировании специальных физических качеств летчиков высокоманевренных самолетов

При исследовании использовались те подходы к физической подготовке летного состава, которые реально используются в практике и/или определены нормативными документами, а также разработанная специально для летчиков высокоманевренных самолетов система РФП. Первая группа занималась на стенде "Статоэргометр" по методике, изложенной в литературе [10, 11], вторая — по методике, принятой в центре реабилитации авиационного госпиталя с использованием

кардио- и силовых тренажеров, на третью группу не оказывалось целенаправленного воздействия (занимались самостоятельно, ориентируясь на НФП-2009). Четвертая группа занималась по разработанной методике (система РФП), в которой учтены специфические особенности мышечно-дыхательных действий летчиков во время пилотирования или экспертного вращения на центрифуге.

Для определения уровня силовой готовности оценивалось влияние различных тренировочных методик на развитие статической мышечной выносливости тех мышечных групп, которые преимущественно обеспечивают внутрибрюшное и внутригрудное давление при выполнении противоперегрузочных приемов: сгибатели туловища (СВст), разгибатели туловища (СВрт) и сгибатели позвоночника (СВсп). Также оценивалось максимальное мышечное усилие кисти руки (ММУк), свидетельствующее об активности нейромускулярных механизмов и силе процессов возбуждения в корковом отделе двигательного анализатора. Для оценки статической выносливости использовались тестовые физические упражнения, которые позволяют обеспечить значительное напряжение основных групп мышц, сходное по характеру с мышечными напряжениями, которые испытывает летчик во время действия перегрузок в направлении "голова-таз".

Для оценки статической выносливости мышц, сгибающих туловище, испытуемый удерживал тело в горизонтальном положении, находясь лицом кверху на опоре, расположенной под крестцом, закрепив прямые ноги на этом же уровне, а для мышц, разгибающих туловище, испытуемый удерживал тело в горизонтальном положении, находясь лицом книзу.

Для оценки статической выносливости мышц, сгибающих позвоночник, испытуемый удерживал тело в горизонтальном положении, находясь лицом кверху на опоре, расположенной под крестцом, закрепив согнутые в коленях ноги на этом же уровне. Отсчет времени во всех случаях

производился по секундомеру с момента появления напряжения и до момента проявления чрезмерного натуживания. Показателем уровня тренированности для каждого испытуемого в данных тестах является индивидуальное время удержания заданного положения тела.

Для оценки кистевого мышечного усилия применялся метод динамометрии с использованием электронного динамометра ДМЭР-120.

В качестве критериев оценки исследуемых ПВК взяты диапазоны допустимых значений, которые встречаются в нормативных документах, таблицах по нормальной физиологии, патофизиологии, спортивной медицины, пособиях по подготовке летного состава, а также полученные в процессе исследований. Их использование дает возможность не только диагностировать уровень подготовленности конкретного летчика, но и обоснованно планировать проведение конкретных реабилитационных и тренировочных мероприятий.

Первоначально было обследовано 47 летчиков. Выявлен низкий уровень статической выносливости у большинства обследованных: по показателю СВст — 77 % не соответствовали допустимому уровню, по СВрт — 76 %, СВсп — 90 %. Из общего числа первоначально обследованных семь человек были исключены из процесса по медицинским показаниям. В среднем было проведено по 5–8 занятий с каждым летчиком. Анализ характера изменений индивидуальных значений исследуемых показателей в группах после применения тренировочных методик показал, что статистически достоверные и практически значимые изменения наблюдаются только в основной группе, которая занималась по разработанной тренировочной методике. У некоторых летчиков других групп если и наблюдались положительные изменения, то незначительные и в диапазоне низких значений.

В таблице представлены средние значения исследуемых показателей в группах до и после применения тренировочного воздействия, а также

Средние значения показателей статической мышечной выносливости и максимального мышечного усилия в группах до и после применения тренировочного воздействия

Группы	СВст Допустимо не менее 50 с		СВрт Допустимо не менее 90 с		СВсп Допустимо не менее 45 с		ММУк Допустимо не менее 55 кгс	
	До	После	До	После	До	После	До	После
Статоэргометр	28,8 ± 5,6	32,6 ± 3,6	51,4 ± 5,5	44,5 ± 4,9	21,8 ± 3,8	27,1 ± 4,0	50,1 ± 1,8	50,9 ± 1,9
Тренажеры	35,4 ± 6,4	35,0 ± 6,7	61,3 ± 7,5	64,4 ± 8,6	24,6 ± 4,0	24,3 ± 4,6	48,1 ± 1,5	48,0 ± 1,3
Самоподготовка (НФП)	31,4 ± 4,2	34,8 ± 3,7	55,1 ± 6,7	54,4 ± 6,1	22,0 ± 3,8	22,4 ± 3,2	52,2 ± 1,6	54,5 ± 1,9
Основная (РФП)	41,5 ± 5,5	70,7 ± 6,4*	64,3 ± 3,9	104,8 ± 5,4*	34,4 ± 5,4	57,6 ± 5,4*	53,8 ± 2,7	55,8 ± 2,3*

*Достоверность различий между первым и вторым измерениями в группе, которая занималась по системе РФП при $P < 0,01$.



их допустимые величины. Видно, что в группе, которая занималась по разработанной методике, до применения тренировочного воздействия средние значения исследуемых показателей находились в диапазоне низких значений, как и в других группах. После применения средние значения всех показателей в основной группе существенно улучшились: СВст на 70,4 %, существенно превысив уровень допустимых значений, а СВрт, СВсп и ММУк — до уровня допустимых значений, соответственно на 63,0 %, 67,4 % и 3,7 %.

Таким образом, можно констатировать, что в результате применения разработанной системы РФП в целях повышения специальных физических качеств летчиков высокоманевренных самолетов был достигнут высокий тренировочный эффект, который выразился в существенном повышении статической мышечной выносливости и максимального мышечного усилия. В группах, которые занимались по другим тренировочным методикам, тренировочный эффект достигнут не был. Следует отметить, что помимо высокой эффективности система РФП имеет неоспоримое преимущество перед другими подходами, поскольку для ее применения не требуется использование аппаратных комплексов, тренажеров и каких-либо других вспомогательных средств. Кроме того, ее можно применять и для групповых занятий, и для индивидуальных, и для самостоятельных в любое время и в любом удобном для этого месте.

Выводы

1. В результате исследования существующего положения с обеспечением физической подготовки летчиков высокоманевренных самолетов было выявлено, что в некоторых авиационных частях отсутствуют помещения и площадки для занятий, специальное оборудование и инвентарь, занятия плохо организованы или вообще не проводятся. Также было выявлено некоторое несоответствие применяемых тренировочных методик профессиональным функциям. Такое положение дел, по мнению специалистов, однозначно сказывается на безопасности полетов.

2. Результаты исследования существующих подходов к развитию специальных физических качеств летчиков высокоманевренной авиации и системы РФП, выявили их влияние на развитие силовых способностей летчиков: после применения разработанной системы РФП в основной группе существенно улучшились значения показателей статической мышечной выносливости и силы мышечных сокращений, что может

однозначно свидетельствовать о значительном улучшении специальных физических качеств летчиков. В других группах такого существенного положительного влияния нет.

4. Важным преимуществом системы РФП являются ее высокая эффективность, доступность, малозатратность и возможность применения в любое удобное время и в любых, даже "полевых" условиях.

5. Результаты исследования показали, что разработанная система РФП, повышая специальные физические качества летчиков, существенно снижает риски, связанные с человеческим фактором.

Список литературы

1. Никифоров Д. А., Ворона А. А., Кукушкин Ю. А. Разработка методического аппарата для оценки качества жизни и условий профессиональной деятельности летного состава // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. — 2015. — № 2. — С. 115—119.
2. Albery W., Bushby A., Holmes S. R., Sazel M., Diamantopoulos I. SD statistics across NATO flight operations / 78th Annual Scientific Meeting. — 2007. — P. 40.
3. Bles W. Overview of NATO RTO Task Group 039: mission and purpose TNO Defense, Security & Safety. — Soesterberg. — Netherlands: AsMA. — 2007. — P. 522.
4. Медицинские и эколого-эргономические основы повышения эффективности и безопасности полетов: Монография / Г. П. Ступаков, В. Н. Сингаевский, П. С. Турзин и др. — М.: Гинфо, 2000. 172 с.
5. Медицинские вопросы расследования и профилактики летных происшествий: Пособие / Под ред. В. А. Пономаренко и И. М. Алпатовой). М., 1991.
6. Человеческий фактор: психофизиологические причины ошибочных действий летчика и их профилактика: Методическое пособие / Под ред. В. В. Козлова. — М., 2006. — 100 с.
7. Пономаренко В. А. Безопасность полета — боль авиации. — М.: МПСИ: Флинта, 2007. — 416 с.
8. Жданько И. М., Ворона А. А., Никифоров Д. А., Антонов А. Г. Медицинские и социально-психологические факторы, снижающие профессиональную надежность военных летчиков // Актуальные проблемы развития технических средств медицинской службы: Сборник материалов Юбилейной Всеармейской научно-практической конференции, 26 ноября 2015 г., Санкт-Петербург / Под общ. ред. С. В. Чепура и И. А. Шперлинга. Том 2. — СПб: СК-Вектор, 2015. — С. 140—143.
9. Наставление по физической подготовке в Вооруженных силах Российской Федерации (НПФ-2009). — М., 2009.
10. Специальная психофизиологическая и физическая подготовка летного состава с целью повышения устойчивости к пилотажным перегрузкам и гипоксии: Методическое пособие. — М., 2006. — 159 с.
11. Динамический врачебный контроль, подготовка к выполнению полетов, особенности врачебно-летной экспертизы и реабилитации летчиков высокоманевренных самолетов: Дополнение к методикам врачебно-летной экспертизы / Под ред. С. А. Бугрова, П. Л. Слепенкова. — М.: Воениздат, 1991. — 77 с.

Y. E. Maryashin, Research Associate, **L. S. Malashchuk**, Senior Researcher, e-mail: malaschukluda@mail.ru, Research Test Center (Aerospace Medicine and Military Ergonomics) Central Research Institute Air Force MO RF, Moscow

Special Physical Training as Instrument for Ensuring of Safety of High-Maneuverable Aviation Flights

It is well known that in structure of aviation incidents the dominating role belongs to a human factor which includes not only the professional training of pilots connected with control of the aircraft, but also with the level of functional readiness of their organism for work in difficult conditions of aviation flight. Therefore many experts consider that increase in safety of flights can be reached through special events of the pilots directed to increases in level of a functional condition of an organism and level of their professionally important psychophysiological and physical qualities. At the same time, as a result of a research with use of questionnaires and algorithms of integrated assessment of living conditions and conditions of professional activity it has been revealed that many pilots point to the insufficient level of the organization of classes in special physical training which purpose is improvement of professionally important physical qualities.

In article issues of ensuring system approach to questions of the organization of process of special physical training of pilots of high-maneuverable planes are touched, the training techniques used in real practice and the system developed by us which has received the name "rational functional preparation" — RFP are presented. These researches demonstrating significant positive influence of RFP on increase in special physical qualities are also presented.

Keywords: safety of aviation flight, human factor, professionally important qualities, special physical preparation, methodology of training, system of rational functional preparation, static muscular endurance

References

1. **Nikiforov D. A., Vorona A. A., Cucushkin Y. A.** Development of the methodical device for assessment of quality of life and conditions of professional activity of aircrew. *Medicobiological and social and psychological problems of safety in emergency situations*. 2015. No. 2. P. 115—119.
2. **Albery W., Bushby A., Holmes S. R., Sazel M., Diamantopoulos I.** SD statistics across NATO flight operations / 78th of Annual Scientific Meeting. 2007. P. 40.
3. **Bles W.** Overview of NATO RTO Task Group 039: mission and purpose TNO Defense, Security & Safety, Soesterberg. Netherlands: AsMA. 2007. 522 p.
4. **Medical** and ekologo-ergonomic bases of increase in efficiency and safety of flights: Monograph / G. P. Stupakov, V. N. Singayevsky, P. S. Turzin et al. Moscow: Ginfo, 2000. 172 p.
5. **Medical questions** of investigation and prevention of flight incidents: grant / Under edition V. A. Ponomarenko and I. M. Alpatova.). Moscow, 1991.
6. **Human factor:** the psychophysiological reasons of wrong actions of the pilot and their prevention: Methodical grant / Under edition. V. V. Kozlov. Moscow, 2006. 100 p.
7. **Ponomarenko V. A.** Safety of flight — pain of aircraft. M.: MPSI: Flinta, 2007. 416 p.
8. **Zhdanko I. M., Vorona A. A., Nikiforov D. A., Antonov A. G.** The medical and social and psychological factors reducing professional reliability of military pilots: *Urgent problems of development of technical means of health service. The collection of materials of the Anniversary Vsearmeysky scientific and practical conference*, 26 noyabrya 2015, St. Petersburg / Under the general edition S. V. Chepur and I. A. Shperlinga. VOLUME 2. — Saint-Petersburg: SK-Vektor, 2015. P. 140—143.
9. **Manual** on physical training of Russian Armed Forces. 2009.
10. **Special psychophysiological and physical training** of aircrew for the purpose of increase in resistance to flight overloads and a hypoxia: Methodical grant. Moscow, 2006. 159 p.
11. **Dynamic medical control**, preparation for performance of flights, features of medical and flight examination and rehabilitation of pilots of high-maneuverable planes: Addition to techniques of medical and flight examination / Under edition S. A. Bugrov, P. L. Slepnevskaya. Moscow: Voenizdat, 1991. 77 p.

УДК 628.543

Б. С. Ксенофонтов, д-р техн. наук, проф., e-mail: kbsflot@mail.ru;
А. С. Козодаев, канд. техн. наук, доц., **Р. А. Таранов**, канд. техн. наук, доц.,
Е. В. Сеник, асс., **М. С. Виноградов**, асп., Московский государственный
технический университет им. Н. Э. Баумана

Возможности применения оборотного водопользования в гальванических производствах с использованием флотокомбайна

Освещены проблемы очистки сточных вод гальванических производств. Рассмотрены экспериментально проверенные варианты технологии очистки сточных вод гальванических производств. Отмечено, что наилучшие результаты получены при использовании озонирования сточных вод, двухступенчатой реагентной обработки, флотоотстаивания, фильтрования, а также, что подготовка стоков гальванических производств в режиме оборотного водопользования возможна с использованием многоступенчатой очистки, в том числе с привлечением мембранных технологий.

Ключевые слова: очистка сточных вод, гальванические производства, флотоотстаивание, озонирование, гальванообработка, фильтрование

Проблемы очистки сточных вод гальванических производств, несмотря на внедрение различных технологий очистки, являются весьма актуальными из-за существующих в России жестких требований к сбросу очищенных сточных вод в городскую канализацию [1–4]. С учетом того, что в настоящее время действуют единые требования к сбросу очищенных сточных вод в городскую канализацию, на основе постановления Правительства РФ № 644 (ред. от 26.12.2016 г.) "Об утверждении Правил холодного водоснабжения и водоотведения и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации" возникает целесообразность разработки универсальных технологий очистки таких сточных вод. Анализ существующего положения с водоснабжением и очисткой сточных вод гальванического производства показывает, что при обеспечении определенных условий может быть создана система оборотного водопользования, представляющая, как известно, самый рациональный способ использования воды.

Согласно проведенным исследованиям технология оборотного водопользования гальванического производства может быть осуществлена в основном с применением: 1) флотоотстаивания, осуществляемого во флотокомбайне, 2) ультрафильтрации и 3) обратного осмоса (рис. 1). На первом этапе необходимо достигнуть достаточно глубокого извлечения дисперсных веществ, которое как показали результаты исследований, можно осуществить во флотокомбайне с реагентной обработкой. На втором этапе в случае необходимости произвести ультрафильтрационную

очистку воды с последующей доочисткой на установке обратного осмоса (третий этап). Обратное водоснабжение в этом случае осуществляется благодаря удалению из воды тяжелых металлов, органических соединений и растворимых солей, что позволяет получить очищенную воду высокого качества, которую можно использовать по замкнутому циклу.

Технологический процесс очистки сточных вод (СВ) был смоделирован в лабораторных условиях по различным стадиям очистки (рис. 2). Натуральные пробы сточных вод подвергали очистке с использованием различных вариантов.

Проверку приведенной на рис. 2 схемы проводили по четырем вариантам.

1. По представленной на рис. 2 схеме, без озонирования, т.е. без стадии 2.

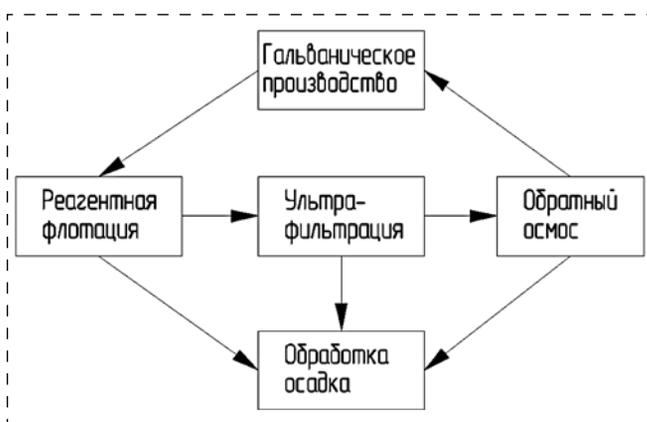


Рис. 1. Оборотное водоснабжение гальванического производства

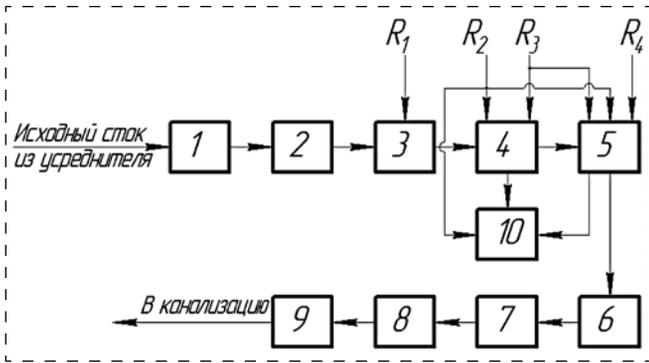


Рис. 2. Принципиальная технологическая схема очистки СВ: 1 — гальванообработка; 2 — обработка озоном; 3 — реактор; 4 — отстойник; 5 — флотокомбайн; 6 — промежуточный резервуар; 7 — блок механической фильтрации; 8 — блок сорбционной фильтрации; 9 — реактор; 10 — мешочный обезжелезиватель; R_1, \dots, R_4 — реагенты

2. По схеме, представленной на рис. 2.
3. По представленной на рис. 2 схеме, без гальванообработки (без стадии 1) и озонирования (без стадии 2).

4. По представленной на рис. 2 схеме, без гальванообработки (без стадии 1).

Результаты анализов в виде диаграмм представлены на рис. 3. Сравнительный анализ показывает, что самые лучшие результаты получены при очистке СВ по варианту 4.

Данное техническое решение позволяет получить качество воды, удовлетворяющее двум категориям воды для повторного использования на операциях промывки и приготовления растворов электролитов (вода категории 2 и 3 по ГОСТ 9.314—90. Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Вода для гальванического производства и схемы промывок. Общие требования. Повторное использование воды позволяет снизить эксплуатационные затраты без ухудшения качества нанесения покрытий.

Ниже перечислены основные преимущества предлагаемой технологии.

- Высокая эффективность очистки воды.
- Низкие эксплуатационные затраты.

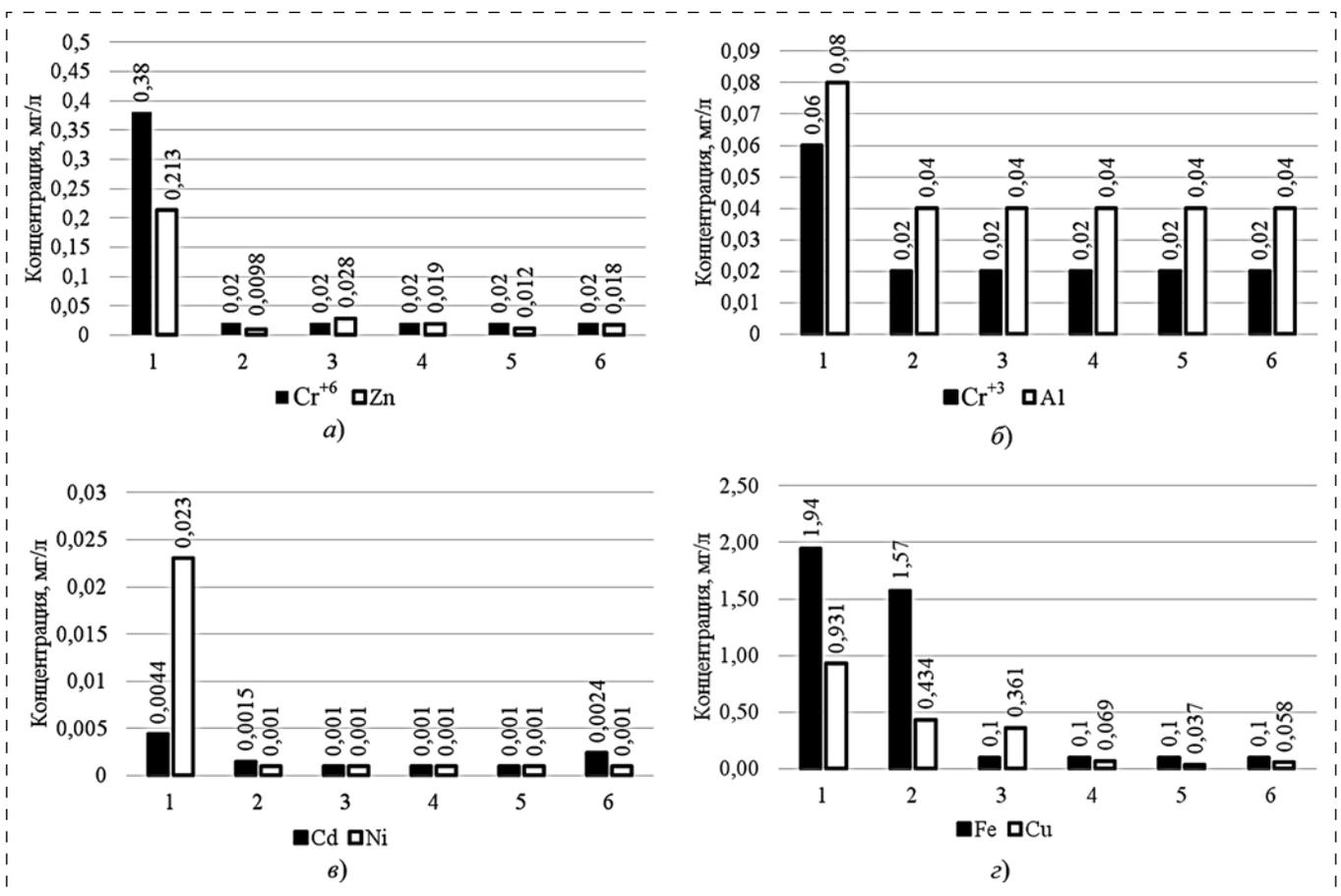


Рис. 3. Экспериментальные данные по концентрации:

Cr^{+6} и Zn (а); Cr^{+3} , Al (б); Cd, Ni (в) и Fe и Cu (г) при различных технологических схемах очистки сточных вод: 1 — исходный сток; 2 — после гальванообработки; 3 — по варианту 1; 4 — по варианту 2; 5 — по варианту 3; 6 — по варианту 4



- Возможность регулирования качества очистки воды (после ультрафильтрации и/или после обратного осмоса).
- Возможность увеличения производительности очистных сооружений благодаря модульности исполнения — компактное оборудование (низкая высота и/или занимаемая технологическими установками площадь).
- Сокращение водопотребления на 90...95 % и отсутствие сброса жидких отходов (оборотное водоснабжение).

Среди основного оборудования системы оборотного водопользования следует отметить флотокомбайн, систему ультрафильтрации, установку обратного осмоса. Приведенные в табл. 1 данные по рН позволяют поддерживать необходимый режим реагентной обработки во входной камере флотокомбайна. Очищенная вода из флотокомбайна направляется на дальнейшую очистку в ультрафильтрационную установку и далее на установку обратного осмоса.

Ультрафильтрация предназначена для удаления частиц и коллоидных веществ из сточной воды. Диапазон размеров частиц, удаляемых путем фильтрации через полупроницаемую мембрану, достаточно широк и составляет обычно 0,0001...10 мкм. Роль мембраны заключается в том, что она служит избирательным барьером, пропускающим одни компоненты, находящиеся в воде, и удерживающим другие. Требования к воде, подаваемой на ультрафильтрационную установку, представлены в табл. 1.

Приведенные в таблице данные показывают, что по металлам, например, по железу реагентная

Таблица 1

Требования к воде, подаваемой на ультрафильтрационную установку

Температура исходной воды, °С	+5...+35
Взвешенные вещества, мг/л	Не более 29
Железо общее, мг/л	Не более 4
Свободный хлор, мг/л	Не более 100
рН	2...10 ед. рН
Перманганатная окисляемость, мгО ₂ /л	Не более 50
Нефтепродукты, жиры, мг/л	Не более 0,1
СПАВ, мг/л	Не более 0,1

флотация позволяет гарантировать нормативные показатели качества воды, подаваемой на ультрафильтрационную установку. Очищенная на стадии ультрафильтрации вода удовлетворяет требованиям по входящему контролю очищаемой воды в установке обратного осмоса. Пример этих требований приведен в табл. 2.

Оборотное водоснабжение требует для эффективной работы установки обратного осмоса предварительной очистки исходного потока воды.

Физико-химические показатели воды, используемой в гальваническом производстве, должны согласно ГОСТ 9.314—90 удовлетворять требованиям по некоторым тяжелым металлам (табл. 3).

Анализ данных, представленных в табл. 3, показывает, что очистка стоков по варианту 4 позволяет получить качество воды, удовлетворяющее нормам для категорий 1, 2. В случае необходимости достижения более качественной воды (по нормам для категории 3) необходимо использовать

Таблица 2

Требования к воде, подаваемой на обратноосмотическую установку

Взвешенные вещества, мг/л	Не более 0,1
Коллоидные загрязнения	По показателю КИ* 15 < 5, а для промышленного применения (16...24 часа в сутки) КИ 15 < 3
Железо, алюминий, марганец, мг/л	Менее 0,1
Микробиологические загрязнения	Желательно минимизировать
Органические загрязнения, мг/л по ТОС	Не более 3
Температура подаваемой воды в зависимости от рН, °С	Не более 30...45
рН исходной воды	В пределах 3,5...7,2 для ацетатцеллюлозных мембран и 2,0...12,0 для полиамидных мембран
Свободный хлор, мг/л	Менее 0,1 для тонкопленочных композитных полиамидных мембран и не более 0,6 для ацетатцеллюлозных мембран

* Коллоидный индекс (КИ) — это расчетный показатель, введенный как характеристика степени загрязнения воды механическими и коллоидными примесями и ее пригодности для подачи в обратноосмотическую установку. Вычисляется по результатам тестирования скорости засорения мембранного фильтра с рейтингом пор 0,45 мкм в строго определенных условиях

Сравнение полученных данных по варианту 4 с нормативными показателями по ГОСТ 9.314–90 для категорий качества воды 1–3

Показатель	Норма для категории качества воды			После очистки (4 вариант)
	1	2	3	
pH	6,0...9,0	6,5...8,5	5,4...6,6	6,5...8,5
Ионы тяжелых металлов, мг/дм ³ , не более				
Железо	0,3	0,1	0,05	0,1
Медь	1,0	0,3	0,02	0,058
Никель	5,0	1,0	—	0,001
Цинк	5,0	1,5	0,2	0,018
Хром трехвалентный	5,0	0,5	—	0,04

дополнительные методы очистки, в частности мембранные технологии. Для сравнения приведем известные из литературы данные [5] по извлечению тяжелых металлов из стоков гальванических производств (табл. 4).

Из данных таблицы видно, что улучшение качества воды, очищенной по варианту 4, можно добиться путем использования ультрафильтрации (УФ) и нанофильтрации (НФ), которые позволяют достигнуть необходимого качества.

Таблица 4

Результаты очистки сточных вод гальванического производства на очистных сооружениях, спроектированных и построенных по комбинированной технологии [5]

Вещество	Концентрация, мг/л						
	Сточные воды	После ЭФ*	После УФ	После НФ	ПДК МВК** СПб	Категория 2 по ГОСТ 9.314–90	ПДК _{р.х}
Медь Cu ²⁺	5...30	0,3...0,8	0,1	<0,04	0,5	0,3	0,001
Никель Ni ²⁺	5...30	0,2...0,7	<0,04	<0,01	0,5	1,0	0,01
Цинк Zn ²⁺	5...30	0,3...0,7	<0,04	<0,01	2	1,5	0,01
Хром Cr ³⁺	5...30	0,5...1,2	0,1	<0,04	1	0,5	0,07
Железо Fe ³⁺	5...30	0,1	0,01	<0,01	3	0,1	0,1
Алюминий Al ³⁺	5...30	0,2	<0,04	<0,01	1	(0,5)	0,04
Свинец Pb	5...30	1...2	<0,04	<0,01	—	(0,03)	0,006
Кадмий Cd ²⁺	5...30	1...2	0,1	<0,04	0,01	—	0,005
Сульфаты	1000...1500	1000...1500	1000...1500	<50	500	50	—
Хлориды	50...100	40...80	40...80	<35	350	35	—
АПВ	1...5	0,5...2,5	0,1...1	<0,01	0,5	1,0	0,25
Нефтепродукты	5...30	0,5...1	<0,05	<0,01	0,1	0,3	0,05

*ЭФ — Электрофлотация

**МВК СПб — Межведомственная комиссия Санкт-Петербурга



Таким образом, подготовка стоков гальванических производств в режиме оборотного водопользования возможна с использованием многоступенчатой очистки, в том числе с привлечением мембранных технологий.

Список литературы

1. **Ксенофонов Б. С.** Очистка сточных вод: кинетика флотации и флотокомбайны. — М.: Форум, 2015. — 256 с.
2. **Ксенофонов Б. С.** Возможности интенсификации извлечения ионов металлов из сточных вод // Безопасность жизнедеятельности. — 2013. — № 1. — С. 20—23.

3. **Ксенофонов Б. С.** Интенсификация флотационного извлечения ионов тяжелых металлов из сточных вод // Экология промышленного производства. — 2013. — № 1 (81). — С. 25—28.
4. **Ксенофонов Б. С.** Интенсификация очистки сточных вод машиностроительных производств с использованием ионной флотации // Сантехника. — 2013. — № 5. — С. 30—35.
5. **Сайт** компании "ЛВ-Инжиниринг". URL: <http://www.galvanicline.ru/show.php?page=366> (дата обращения 21.02.2017).

B. S. Ksenofontov, Professor, e-mail: kbsflot@mail.ru; **A. S. Kozodaev**, Associate Professor, **R. A. Taranov**, Associate Professor, **E. V. Senik**, Assistant, **M. S. Vinogradov**, Postgraduate, Moscow State Technical University name after N. E. Bauman

Possible Applications of Circulating Water in the Electroplating Industries Using Flotation Combine Machine

The paper discusses the problem of wastewater treatment in electroplating. It was noted that despite the introduction of various treatment technologies, these issues are very relevant. Proposed and experimentally tested several versions of wastewater treatment technology in electroplating. The best results were obtained using ozonation of wastewater, the two-stage chemical treatment, flotation precipitation, filtration with granular coal and downloads. In general, it notes that the preparation of electroplating wastewater industries in the working mode is possible with the use of multi-stage treatment, including with the involvement of membrane technologies.

Keywords: wastewater treatment, electroplating production, flotation precipitation, ozonation, electroplating treatment, filtration

References

1. **Ksenofontov B. S.** Ochistka stochnykh vod: kinetika flotatsii i flotokombayny. Moscow: Forum, 2015. 256 p.
2. **Ksenofontov B. S.** Vozmozhnosti intensivatsii izvlecheniya ionov metallov iz stochnykh vod. *Bezopasnost zhiznedeyatel'nosti*. 2013. No. 1. P. 20—23.
3. **Ksenofontov B. S.** Intensifikatsiya flotatsionnogo izvlecheniya ionov tyazhelykh metallov iz stochnykh vod.

4. **Ksenofontov B. S.** Intensifikatsiya ochistki stochnykh vod mashinostroitelnykh proizvodstv s ispolzovaniem ionnoy flotatsii. *Santehnika*. 2013. No. 5. P. 30.
5. **Sayt** kompanii "LV-Inzhiniring". URL: <http://www.galvanicline.ru/show.php?page=366> (data of access 21.02.2017).

УДК 539.1.001.572

Г. Х. Харисов, д-р техн. наук, проф., **А. Г. Заворотный**, канд. техн. наук, доц., начальник кафедры, e-mail: zavorotnyi_agz@mail.ru, Академия Государственной противопожарной службы МЧС России, Москва

Дарвинизм против линейной беспороговой модели зависимости риска стохастических эффектов от дозы облучения

Линейная беспороговая модель зависимости риска стохастических эффектов от дозы облучения анализируется с точки зрения дарвинизма. Установлены максимальные и минимальные уровни естественного радиационного фона на Земле. Показано, что все живые организмы на Земле всегда и везде подвергались воздействию атомной радиации. Отсутствие у животных органа для идентификации радиации и распознавания ее уровня свидетельствует о безвредности воздействия радиационного фона Земли на живые организмы. На этом основании доказывается, что уровень вредного воздействия радиации на человека имеет некоторый порог, соизмеримый с радиационным фоном Земли.

Ключевые слова: радиорезистентность, радиационный фон Земли, дарвинизм, линейная беспороговая модель, стохастический эффект

В последние десятилетия необъяснимые с точки зрения здравого смысла и ортодоксальных наук поведение людей и животных, их инстинкты, привычки, морфологию и т. п. с успехом объясняют и находят понимание при анализе указанных вопросов с точки зрения теории Естественного Отбора Чарльза Дарвина. "Если изменения, полезные для какого-нибудь организма, когда-нибудь проявляются, то обладающие ими организмы, конечно, будут иметь всего более шансов на сохранение в борьбе за жизнь, а в силу строгого принципа наследственности они обнаружат наклонность передать их потомству. Этот принцип сохранения или переживания наиболее приспособленных я назвал Естественным Отбором" [1].

Например, склонность людей к рискованному для своей собственной жизни поведению в одной из работ [2] объясняется с точки зрения теории Естественного Отбора: "Большое преимущество человека как вида заключается в его приспособляемости, а это должно было включать его готовность к риску. Однако в неопределенном мире опасностей было бы преимуществом сохранять элемент стабильности в рискованном поведении, чтобы противодействовать случайностям. Элемент стабильности мог быть достигнут за счет установления порога приемлемости риска на основе опыта в процессе познания окружающего мира. Снижение порога

приемлемости для хорошо известных видов риска повышало шансы человека на выживание".

Древний человек из своего опыта и опыта других людей хорошо знал, что при охоте на крупных животных и хищных зверей он может погибнуть. Он также знал об уровне риска погибнуть при охоте, так как, несомненно, был свидетелем таких нередких случаев по причине примитивности использовавшегося для охоты оружия [3]. Вместе с тем, люди при удачной охоте получали высококачественный продукт питания на длительное время, а также шкуры животных для одежды и жилища. Таким образом, риск гибели людей при охоте на животных был немалым даже с точки зрения древних людей, и тем не менее этот риск принимался, поскольку он был хорошо известен людям, а главное — этот риск оправдывался снижением других видов рисков — рисков погибнуть от голода, холода и болезней. На рис. 1 представлено перераспределение рисков при двух типах поведения древних людей: 1. Осторожное поведение (охота на зверей практикуется пассивно). 2. Рискованное поведение (охота на зверей практикуется активно).

Из рис. 1 следует, что при осторожном поведении людей суммарный риск их гибели был выше суммарного риска гибели при рискованном поведении: $R_1 > R_2$. Таким образом, мутация

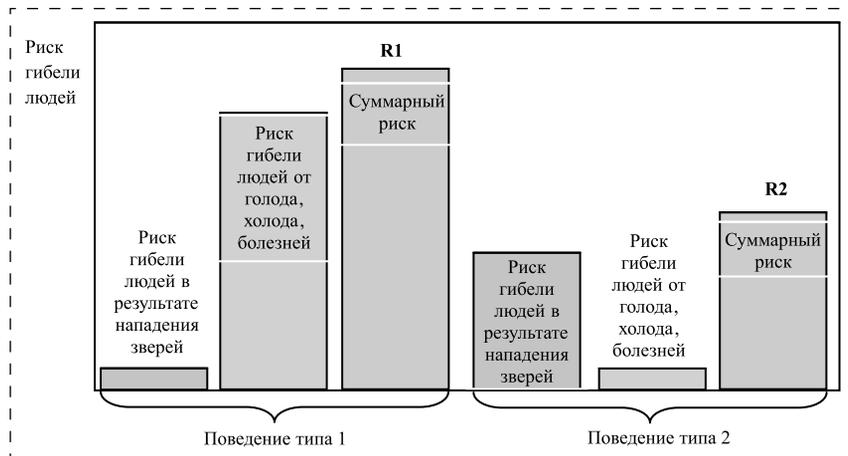


Рис. 1. Перераспределение рисков гибели древних людей в зависимости от типа их поведения:

1 — осторожное; 2 — рискованное

в поведении людей и его смещение в сторону рискованного поведения оказалась полезной как для отдельно взятого индивидуума, так и для всего человеческого рода. По этой причине указанное рискованное поведение людей (мутация в поведении) было подхвачено Естественным Отбором и закреплено в генетической памяти человека. По данным работы [4], готовность рисковать (54 % опрошенных) у населения страны преобладает над осторожностью (36 %) и в работе, и в личных делах. Около 45 % населения Франции сознательно совершают опасные для их жизни действия в быту, чтобы выиграть время или для удобства, причем вопреки ожиданиям личный опыт несчастного случая не приводит ни к боязни его повторения, ни к особым мерам предосторожности, за исключением случаев, когда потенциальной жертвой становится ребенок [5].

Вопрос о том, почему человек с поведением типа 1 не выродился, или, используя терминологию Чарльза Дарвина, почему человек с поведением типа 2 не пережил человека с поведением типа 1, снимается следующим образом. У древних людей (да и у современных тоже) было много других видов деятельности, когда осторожное поведение типа 1 (например, при межличностных или межплеменных отношениях) было более выгодным как для отдельно взятого индивидуума, так и для всего племени, чем поведение типа 2. Естественный Отбор подхватывал такое поведение как полезное для индивидуума и всего человечества и увековечивал его в генетической памяти человека. Грубо можно считать, что половина населения Земли склонна к осторожному поведению в опасных ситуациях, а другая

половина — к рискованному. И это есть результат Естественного Отбора.

С одной стороны, если бы у всех древних людей во всех опасных жизненных ситуациях было бы рискованное и агрессивное поведение, то нет сомнений, что в том враждебном им окружении люди были бы уничтожены противостоящими им опасными факторами (скорее всего в результате междоусобицы). С другой стороны, осторожное поведение людей, которое ассоциируется с пассивностью и ленью, также привело бы к исчезновению человека в результате голода, холода и болезней. И то, и другое сделал бы Естественный

Отбор. Наличие в древней человеческой популяции людей как с осторожным, так и с рискованным поведением способствовало выживаемости человеческого рода. Человек — существо социальное, и рискованное поведение одного человека в определенных жизненных ситуациях нейтрализовывалось осторожным поведением другого, что в конечном счете шло на пользу обоим.

Описанный пример помогает понять сущность механизма функционирования Естественного Отбора, а это потребуется при анализе влияния естественного радиационного фона Земли на жизнь и здоровье всех живых существ.

Для наиболее полной оценки вреда, который может быть нанесен здоровью в результате облучения в малых дозах (до 100 мЗв), в Нормах радиационной безопасности [6] принята теория линейной беспороговой зависимости риска стохастических эффектов от дозы — любое сколь угодно малое облучение вредно для человека. В этом же документе отмечено, что эта теория является общепринятой в мире. Нормы [6] базируются на рекомендациях Международной комиссии по радиационной защите [7]. Приведем несколько цитат из работы [7]:

"65. Таким образом, практическая система радиационной защиты, рекомендованная комиссией, по-прежнему основывается на предположении о том, что при дозах ниже, приблизительно 100 мЗв, заданное увеличение дозы приведет к прямо пропорциональному увеличению вероятности развития рака или наследственных эффектов, связанных с облучением. Эта модель зависимости доза — эффект обычно называется линейной беспороговой (ЛБП) моделью. Такая точка зрения согласуется с точкой зрения

Научного комитета по действию атомной радиации (НКДАР) ООН, тогда как Академия наук Франции настаивает на существовании практического порога для радиационного риска рака".

"66. Комиссия подчеркивает, что, хотя ЛБП модель и остается научно обоснованным элементом ее практической системы радиационной защиты, вряд ли удастся собрать информацию, которая бесспорно подтвердит гипотезу, лежащую в основе этой модели".

"74. Прямые доказательства того, что радиационное воздействие на родителей приводит к избыточному выходу наследственных заболеваний у потомства, по-прежнему отсутствуют. Однако Комиссия решила, что имеется ряд доказательств того, что облучение способно вызвать наследственные заболевания у экспериментальных животных. Вследствие этого Комиссия оставляет риск наследственных эффектов в своей системе радиационной защиты. Комиссия отмечает, что появились публикации, которые, на основе данных по выжившим после атомных бомбардировок и по генетическим исследованиям на мышах, утверждают, что риск наследственных болезней в прошлом переоценивался".

"76. Исследования на мышах остаются основой для оценки генетических рисков, так как веские доказательства того, что радиационно-индуцированные мутации в репродуктивных клетках человека приводят к заметным генетическим эффектам у потомства, отсутствуют".

Анализ публикации [7] показывает, что до настоящего времени нет неопровержимых доказательств того, что малые дозы радиации вредят здоровью человека, т. е. что ЛБП модель является правильной. Рекомендую ЛБП модель для практических целей системы радиационной защиты населения, Международная комиссия по радиационной защите создает таким образом запас безопасности для радиационной защиты населения, и в тоже время — основание для культивирования радиофобии. В работе [8] отмечено, что в результате превышения опасности малых доз в НРБ-99/2009, население воспринимает радиационный фактор как значительно более опасный, а соответствующие гигиенические нормативы — как пределы, превышение которых обязательно приводит к нарушению здоровья".

Наименьшая эффективная мощность дозы внешнего природного излучения на Земле составляет менее 1 мЗв/год, а средняя — 2,4 мЗв/год [9]. Район Talesh Mahalesh в г. Рамсар (Иран) является самым радиоактивным населенным пунктом на

Земле [10]. Около 2000 человек в указанном районе и прилегающей местности ежегодно получают поглощенную дозу внешнего излучения в среднем 10 мГр. Рекордные уровни мощности эффективной дозы излучения были зафиксированы в доме с дозой внешнего излучения 131 мЗв/год и с дозой внутреннего облучения радоном 72 мЗв/год. На стенах гостиницы г. Рамсар зафиксирована мощность дозы 142 мкЗв/ч.

В работе [10] отмечается, что здоровье жителей этого района не безупречно, но не ясно, является ли причиной этого радиация. До завершения более детального научного исследования ученые все же рекомендовали властям г. Рамсар переселить жителей указанного района и контролировать строительство новых домов с учетом норм радиационной безопасности.

В незаселенных, но посещаемых людьми местах наивысшие уровни мощности поглощенной дозы излучения зафиксированы на черных песках пляжа г. Guarapari (Бразилия) — 6,2 мкГр/ч на высоте 1 м от поверхности песка, 15 мкГр/ч на поверхности песка, и на песках пляжа г. Meaire, рядом с г. Guarapari — 32 мкГр/ч на поверхности песка [11].

Таким образом, в настоящее время на Земле достоверно установленные уровни мощности поглощенной дозы излучения составляют от менее 1 мкГр/ч до 32 мкГр/ч с промежуточными значениями, зафиксированными во Франции, Финляндии, Индии, Швейцарии, России, Китае и других странах. Можно предполагать, что в будущем этот диапазон доз будет расширен. Если мощности дозы радиации в указанном диапазоне, с учетом экспозиции, достаточной для нанесения вреда, являются опасными для человека, животных и других существ, причем по мере увеличения накопленной дозы вероятность вреда растет, а его последствия усугубляются (именно так предполагает ЛБП модель возникновения вредных эффектов радиации [7]), то, в соответствии с теорией Дарвина о Естественном Отборе [1], большинство живых существ, и в первую очередь человек и близкие к нему по высокой радиочувствительности животные, должны иметь орган, позволяющий идентифицировать (распознавать) атомную радиацию и дифференцировать (различать) мощность ее дозы.

Точно так же, как живые существа чувствуют температуру и покидают место со слишком высокой или слишком низкой температурой, они должны распознавать радиацию и покидать место с ее высоким уровнем. Но до сих пор на Земле не обнаружено ни одного живого существа



с указанным органом. Появляющиеся сообщения об обнаружении насекомых или даже млекопитающих, способных распознавать радиацию, нельзя признать заслуживающими доверия и строго научно доказанными. Скорее всего в таких случаях фиксируется реакция на экспериментатора, его инструменты, приборы или на вредное воздействие высоких, не встречающихся на Земле мощностей дозы радиации. Это свидетельствует о том, что природное фоновое радиоактивное излучение на Земле безвредно для живых существ. Именно по этой причине живые существа на Земле не имеют органа для распознавания атомной радиации. В борьбе за существование он им не нужен. Если в результате мутаций у живого существа появился бы такой орган, то это существо, при условии безвредности наблюдаемых на Земле фоновых уровней радиации, не имело бы преимуществ перед другими существами, не имеющими такого органа, в борьбе за существование. Наоборот, такое существо было бы менее жизнеспособным. "Когда одна какая-нибудь часть сильно развивается, она, возможно, отвлекает питательные вещества от частей с нею смежных, и всякая часть организма, которая может быть устранена без ущерба, будет устранена [1]".

Появившийся у живого существа орган для распознавания атомной радиации, не принося никакой пользы, отвлекал бы питательные вещества от других жизненно важных органов, в результате чего функциональные возможности этого живого существа снизились бы, и Естественный Отбор направил бы его эволюцию в сторону вырождения (гибели в борьбе за существование). Если бы орган для распознавания атомной радиации был бы нужен живым существам на Земле, нет сомнений, что такой орган был бы сформирован Природой в результате эволюции и Естественного Отбора.

В комментарии к основному тексту Ч. Дарвина [1] А. В. Яблоков и Б. М. Медников пишут: "Энтомологи знают, что насекомые способны воспринимать ультрафиолетовую часть спектра, не видимую человеком". Значит, эта способность повышает функциональные возможности насекомых в борьбе за существование. А от ультрафиолетового излучения до рентгеновского и гамма-излучения — рукой подать, и природе не нужно было изобретать что-то новое; достаточно было расширить функциональные возможности уже сформированного органа, который распознает ультрафиолетовое излучение.

Заметим, что в период зарождения жизни на Земле $4,2 \pm 0,2$ млрд лет назад (по другим данным, 3,5...4 млрд лет назад) радиационный фон вряд ли превышал современный уровень более чем в 10 раз [12]. Современный уровень радиационного фона на Земле почти не менялся за последние 450 млн лет [8], и если в период зарождения жизни на Земле орган для распознавания радиации у живых существ был сформирован, то к настоящему времени он должен был исчезнуть в результате, если использовать термин Ч. Дарвина, — "неупражнения", т. е. по причине отсутствия необходимости в его использовании. "...Естественный Отбор может постепенно приспособлять организмы и к таким положениям, где некоторые органы оказались бы излишними или бесполезными" [1]. Даже если будет обнаружено живое существо, способное распознавать радиацию, это не обязательно будет свидетельствовать о том, что фоновые уровни радиации на Земле вредны для живых организмов.

Как говорил Ч. Дарвин: "Мы должны прежде всего быть крайне осторожны в своем стремлении решать, какие черты строения организма полезны в настоящее время или были полезны раньше тому или другому виду". В комментарии А. В. Яблокова и Б. М. Медникова к основному тексту работы [1] сказано, что самец и самка бабочки-лимонницы в видимой части спектра различаются лишь интенсивностью желтой окраски. В ультрафиолетовых же лучах в окраске самцов проступает совершенно иной, скрытый рисунок. Таким образом, способность указанных бабочек воспринимать и различать ультрафиолетовое излучение нужна им не для его обнаружения и принятия мер против него как опасного для их жизни фактора, как могло бы показаться на первый взгляд, а для полового распознавания. Так же, как в настоящее время проверяют, например, подлинность денежных купюр.

По сравнению с человеком и животными бактерии и вирусы чрезвычайно устойчивы к воздействию радиации. Для стерилизации наиболее устойчивых к радиации из известных человеку спор требуется доза до 45 000 Гр [13] (к настоящему времени обнаружены споры, выдерживающие 60 000 Грей). Естественный Отбор не мог создать такую радиорезистентность путем отбора полезных мутаций, так как на Земле, с учетом времени жизни отдельных особей бактерий и вирусов (от нескольких минут до нескольких часов), никогда не существовал естественный радиационный фон (мощность дозы излучения), способный создать такую дозу облучения.

С учетом времени жизни бактерий и вирусов и их радиорезистентности естественный радиационный фон на Земле в настоящее время должен быть (грубо) в диапазоне $10^2 \dots 10^4$ Гр/ч. Иначе, с учетом теории Естественного Отбора, зачем им — бактериям и вирусам такая радиорезистентность. Есть основания полагать, что радиорезистентность всех живых организмов в период становления жизни на Земле была намного выше чем сейчас. Если считать, что фоновый уровень радиации на Земле в настоящее время безвреден для живых организмов, то значит наблюдаемый уровень их радиорезистентности представляет собой застигнутый нами уровень снижающейся за ненадобностью радиорезистентности с некоторого начального уровня.

Скорость мутаций по геологическим меркам велика. Например, на просветление кожи и волос с черного цвета на белый, и глаз — с черных до голубых, при перемещении человека африканского типа в Северную Европу, уходит всего 20 000 лет [3]. Коль скоро человек застиг простейшие организмы с радиорезистентностью в десятки тысяч Грей, то первоначальная радиорезистентность первых живых организмов на Земле, с учетом предполагаемой высокой скорости ее редукции в течение 3,5...4 млрд лет, должна была быть просто фантастической — миллионы Грей. Тогда с точки зрения дарвинизма возникает вопрос: откуда такой уровень радиорезистентности и для чего? Наблюдаемый сейчас и существовавший 3,5...4 млрд лет назад радиационный фон на Земле не требует и не требовал такого уровня радиорезистентности.

Даже если допустить, что вся Земля в прошлом была усеяна природными ядерными реакторами (один из которых за всю историю Земли проработал около 500 000 лет примерно 2 млрд лет назад [14]), то и в этом случае бактериям и вирусам для выживания на Земле не было необходимости иметь не только предполагаемую выше радиорезистентность в миллионы Грей, но и наблюдаемую в настоящее время радиорезистентность в десятки тысяч Грей. Дело в том, что Естественный Отбор реагирует на параметры окружающей среды, с которыми живые существа сталкиваются в данный момент времени. Естественный Отбор не реагирует ни на перспективу, ни на ретроспективу. "Изменчивость обыкновенно связана с жизненными условиями, которым подвергался вид в течение нескольких последовательных поколений" [1].

В рассматриваемом случае не вид, а все живое на Земле с момента возникновения жизни

3,5...4 млрд лет назад подвергалось воздействию радиации со средней мощностью дозы 20...25 мЗв/год, и ее монотонным снижением до 2...2,5 мЗв/год в настоящее время. Если бы наблюдаемая радиорезистентность живых существ была результатом Естественного Отбора, то она была бы соизмерима с указанными величинами, но не достигала бы десятков тысяч Грей. Вот что говорил на этот счет Ч. Дарвин: "Так как Естественный Отбор действует исключительно путем накопления незначительных, последовательных, благоприятных изменений, то он и не может производить значительных или внезапных видоизменений; он продвигается только короткими и медленными шагами. Отсюда правило: *Natura non facit saltum* (Природа не делает скачков), все более и более подтверждающееся по мере расширения наших знаний, становится понятным на основании этой теории" (теории Естественного Отбора).

Тогда ответ на поставленный выше вопрос — откуда такой уровень радиорезистентности и для чего? — с точки зрения дарвинизма может быть только один: чрезвычайно высокий наблюдаемый уровень радиорезистентности у некоторых бактерий и вирусов — это их реликтовые свойства, доставшиеся им по наследству от споры, попавшей на Землю из Космоса и давшей начало жизни на Земле. Тот, кто направил эту спору в космическое путешествие (или целесообразно направил на Землю) в надежде (или точно зная), что она найдет благоприятные условия для жизни, не мог не знать о существовании космического излучения и снабдил эту спору мощным механизмом защиты от космического излучения и атомной радиации. Эта гипотеза не нова, однако до сих пор ее никто не обосновывал, опираясь на дарвинизм.

Имеющиеся данные позволяют очень грубо оценить расстояние, откуда прибыла на Землю космическая спора. Если принять, что космическая спора за время полета в космосе получила дозу 100 000 Гр, а средняя мощность дозы космического (включая галактическое) излучения составляет 1 Гр/год, то время ее нахождения в пути составляет:

$$t = 100\ 000 / 1 = 100\ 000 \text{ лет.}$$

Расстояние, которое она пролетела "пассажиром" в комете, метеорите или самостоятельно, при скорости полета относительно Земли, равной 30 км/с, составляет:

$$L = 100\ 000 \cdot 31\ 536\ 000 \cdot 30 = 9,46 \cdot 10^{13} \text{ км,}$$

где 31 536 000 — число секунд в одном году.



Это расстояние в световых годах:

$$L_{\text{сг}} = \frac{9,46 \cdot 10^{13}}{3 \cdot 10^5 \cdot 31\,536\,000} = 10 \text{ световых лет,}$$

где $3 \cdot 10^5$ — скорость света, км/с.

Ближайшая к Земле звезда Альфа — Центавра находится на расстоянии 4 световых года.

Космическая спора вместе с аппаратом передачи наследственной информации передала клетке, зародившейся в земных условиях, и инкорпорированный в этот аппарат механизм защиты от космического излучения и атомной радиации. По мере дивергенции и усложнения различных форм жизни, радиорезистентность живых существ постепенно снижалась отчасти в результате искажения передаваемой генетической информации и ее потери при передаче от одного поколения к другому через триллионы особей, но главным образом в результате неупражнения (бездействия) механизма радиорезистентности, который работал на 0,1 %...0,001 % от своей мощности. Чем сложнее становились организмы, тем больше появлялось опасных факторов, угрожавших их существованию.

Так как механизм радиорезистентности работал не на полную мощность, сложные организмы были вынуждены постепенно смещать свои ограниченные ресурсы с поддержания его в работоспособном состоянии в другие механизмы защиты от вновь появлявшихся опасных факторов, сужая диапазон радиорезистентности и приспособлявая его к земным условиям. Таким образом происходила медленная, в течение всего времени существования жизни на Земле, редукция радиорезистентности прогрессивных форм (термин Ч. Дарвина) жизни. Последние как будто бы умнели и начинали понимать (за них это делал Естественный Отбор), что уровень их радиорезистентности слишком высок и не соответствует радиационной обстановке на Земле. Именно по этой причине к настоящему времени наблюдаются различные уровни радиорезистентности по мере усложнения форм жизни, с ее максимальным значением у простейших организмов, и минимальным — у самых сложных.

Намного меньшая, чем у сложных организмов, скорость редукции радиорезистентности у простейших организмов объясняется, по-видимому, тем, что они по какой-то причине в намного меньшей степени (а некоторые, возможно, в нулевой степени) подвержены мутациям. Согласно дарвинизму, чем проще организм, тем меньше он подвержен мутациям [1]. А где нет мутаций, там нет и Естественного Отбора. "В отсутствие

изменений Естественный Отбор бессилён что-либо сделать" [1].

Вероятность подвергнуться мутации у радиорезистентности простейших организмов чрезвычайно мала, и по этой причине даже 3,5...4 млрд лет не хватило для ее снижения до уровня, соответствующего земным условиям. Правда, здесь может быть скрыт и другой смысл: космическая спора в генетическом коде передала зародившейся на Земле клетке информацию о том, что испытания радиацией еще не закончились, и что ей еще предстоит путешествие в космосе. Во всяком случае, за чрезвычайно высоким уровнем радиорезистентности у некоторых простейших организмов и их упорной стойкостью в течение 3,5...4 млрд лет не адаптироваться к земным условиям, скрывается тайна, раскрытие которой приведет к разгадке возникновения жизни на Земле.

В работе [15] отмечено: "...пример измеримого возрастания качества жизни в условиях хронического малоинтенсивного фонового облучения позволил выдвинуть гипотезу наличия порога в действии радиации и считать малые дозы излучения, являющиеся неотъемлемым свойством биосферы, необходимым и стимулирующим фактором для всех живых существ". В настоящее время наличие порога в действии радиации уже можно считать не гипотезой, а доказанным фактом. Это также подтверждается данными работы [16], в которой профессором Техасского университета (США) проанализировано более десяти результатов научных исследований на эту тему, выполненных известными на Западе специалистами в области защиты от радиации. В работе [16] отмечено, что выдающийся специалист в области радиационной защиты Leonard Sagan считает, что линейная беспороговая модель базируется не на научных исследованиях, а на политических и социальных компромиссах.

В работе [17] известный специалист в области радиационной защиты профессор Klaus Becker (Radiation Science and Health Inc., Berlin) представляет результаты научных исследований в пользу наличия порога в действии радиации на живые организмы и отмечает, что линейная беспороговая модель наносит большой экономический ущерб (по современным оценкам — миллиарды евро) странам с ядерной энергетикой, а также порождает радиофобию, которая также приводит к социальному и экономическому ущербу. Именно после появления этой работы [17] как в нашей стране, так и за рубежом утихли голоса тех, кто доказывал вредность воздействия радона в жилых помещениях. Кроме того, отмечается, что уровень облучения радоном до $\approx 2,2$ Гр является полезным (рис. 2). Влияние внешнего гамма-излучения

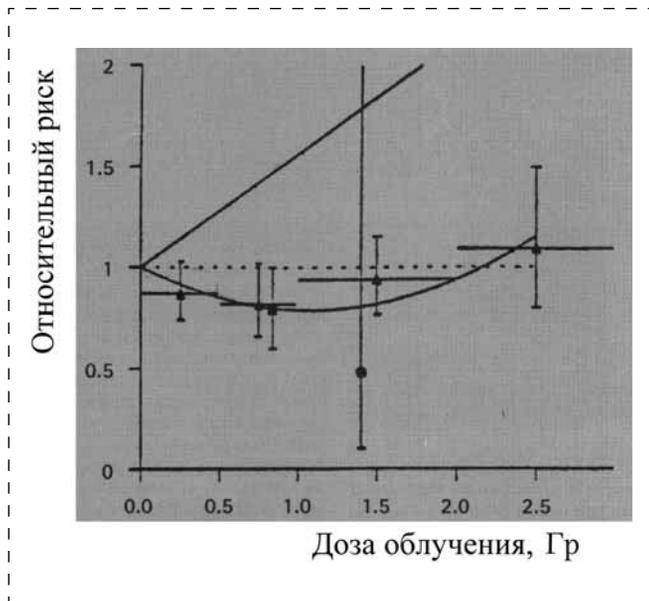


Рис. 2. Влияние внешнего рентгеновского и гамма-излучения на радиационный канцерогенез рака легких [17]

на радиационный канцерогенез рака легких показано на рис. 2, где штриховая линия — относительный риск (нормаль); прямая наклонная линия — прогноз на основании линейной безпороговой концепции; кривая линия построена по экспериментальным значениям влияния радона на организм человека в помещениях.

Нет сомнений, что фоновый уровень атомной радиации является совершенно необходимым компонентом существования жизни на Земле. Она непрерывно, всегда и везде сопровождала жизнь от ее зарождения на Земле 3,5...4 млрд лет назад до настоящего времени, причем ее уровень монотонно снижался примерно с 20...25 мЗв/год в момент зарождения жизни до 2...2,5 мЗв/год в настоящее время. Метаболизм всех живых организмов всегда и везде протекал при наличии фонового уровня радиации. По этой причине совершенно невероятным представляется, что фоновый уровень радиации вредит живым организмам. Последние, с учетом дарвиновской теории Естественного Отбора, не могли не приспособиться к фоновому уровню атомной радиации на Земле. Более того, имеются данные, указывающие на то, что жизнь невозможна без фонового уровня радиации. Именно этого и следовало ожидать. Химические процессы, протекающие в живых организмах, всегда происходили в сопровождении фоновых уровней радиации. Изъятие последней из условия протекания химических реакций неизбежно должно привести к нарушению их течения

с последующим нарушением метаболизма живых организмов. Ряд опытов показал, что живые организмы (одноклеточные, растения), искусственно помещенные в условия с пониженным радиационным фоном, чувствовали заметное угнетение, снижение многих жизненных функций [18].

Выводы

1. В соответствии с дарвиновской теорией Естественного Отбора, отсутствие у животных органа для идентификации и дифференцирования уровня радиации свидетельствует о том, что фоновый уровень радиации на Земле безвреден для живых организмов.

2. В соответствии с дарвиновской теорией Естественного Отбора, чрезвычайно высокий уровень радиорезистентности у некоторых простейших организмов свидетельствует о ее внеземном происхождении.

3. К настоящему времени появились данные, указывающие на то, что фоновые уровни радиации, по-видимому, являются абсолютно необходимым компонентом существования любой формы жизни на Земле.

4. Порог вредного воздействия радиации на человека в зависимости от полученной дозы, несомненно, существует, и он находится выше уровня средней фоновой дозы, получаемой человеком на Земле.

Список литературы

1. **Чарльз Дарвин.** Происхождение видов путем естественного отбора: Книга для учителя: Комментарии А. В. Яблокова, Б. М. Медникова. — М.: Просвещение, 1986. — 383 с.
2. **Houston D. E. L.** Why do people take risks? A simple feedback model: Loss Prevention and safety Promotion in the Process Industry: 3-rd International Symposium. — 1980. — Vol. 2, papers presented at session 1 to 10. — P. 777—790.
3. **Зубов А. А.** Колумбы каменного века. Как заселялась наша планета. — М.: АСТ — Пресс-книга, 2012. — 288 с.
4. **Голов А.** Благородный риск или взвешенная осторожность // Известия. — 1990. — 1 апреля.
5. **Risques domestiques** // Revue de la securite. — 1984. — Vol. 20. — № 211. — P. 30—35.
6. **Нормы радиационной безопасности НРБ** — 99/2009.
7. **Публикация 103** Международной комиссии по радиационной защите (МКРЗ). Пер. с англ. / Под общ. ред. М. Ф. Киселева и Н. К. Шандалы. — М.: Изд. ООО ПКФ "Алана", 2009.
8. **Тихонов М., Петров Э., Муратов О.** Взгляд на атомную энергетику сквозь призму общественного сознания // Журнал Ядерного общества России. — 2004. — № 1, Февраль. — С. 19—26.
9. **В горы за здоровьем и ... радиацией** // Журнал Ядерного общества России. — 2003. — № 5—6, Декабрь. — С. 21—25.
10. <http://en.wikipedia.org/wiki/Ramsar> — Mazandaran (дата обращения 16.04.2017).
11. **Fujunani N., Koga T., Marishima H.** External Exposure Rates from Terrestrial Radiation at Guarapari and Meaibe in Brazil /



- Международная ассоциация по радиационной защите. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения 1.07.2015).
12. **Шкловский И. С.** Вселенная, жизнь, разум. — М.: Наука, 1976. — 368 с.
 13. **Холл Э. Д.** Радиация и жизнь: Пер. с англ. — М.: Медицина, 1989. — 256 с.
 14. **Шуклолюков А. Ю.** Природный ядерный реактор // Химия и жизнь. — 1980. — № 6. — С. 20—24.
 15. **Сивинцев Ю. В.** Насколько опасно облучение (радиация и человек). 2-е изд. перераб. и доп. — М.: ИздАТ, 1991. — 112 с.
 16. **Margaret N. Maxey.** Earth's nuclear future: what difference do ethics make? // Nuclear Europe Worldscan. — 1998. — № 7—8. July—August. — P. 99—102.
 17. **Becker K.** How dangerous are low doses? The debate about linear vs. threshold effects // Nuclear Europe Worldscan. — 1998. — № 3—4. March — April. — P. 29—31.
 18. **Бейлин В. А., Боровик А. С., Малышевский В. С.** Радиация, жизнь, разум: Научно-популярное издание. — Ростов-на-Дону, 2001. — 66 с.

G. N. Harisov, Professor, **A. G. Zavorotnyy**, Associate Professor, Head of Chair, e-mail: zavorotnyi_agz@mail.ru, State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow

Darwinism against Linear Non-Threshold Model Dependence of the Risk of Stochastic Effects from Doses of Radiation

Linear non-threshold model dependence of the risk of stochastic effects from radiation dose are analyzed from the point of view of Darwinism. Set maximum and minimum levels of natural background radiation on Earth. It is shown that all living organisms on Earth has always and everywhere been exposed to atomic radiation. No animal body for radiation identification and recognition of its level of evidence on the safety impact of the radiation background of the Earth on living organisms. On this basis it is proved that the level of harmful radiation exposure per person has a threshold commensurate with the radiation background of the Earth.

Keywords: the radiation resistance, the radiation background of the Earth, Darwinism, linear non-threshold model, stochastic effect

References

1. **Chyarliz Darwin.** Proishozhdenie vidov puteom estestvennogo otbora: Kniga dlya uchitelea: Kommentarii A. V. Yablokova, B. M. Mednikova. Moscow: Prosveschenie, 1986. 383 p.
2. **Houston D. E. L.** Why do people take risks? *A simple feedback model: Loss Prevention and safety Promotion in the Process Industry: 3-rd International Symposium.* 1980. Vol. 2, papers presented at session 1 to 10. P. 777—790.
3. **Zubov A. A.** Kolumby kamennogo veka. Kak zaselealasi nasha planeta. Moscow: AST — Press kniga, 2012. 288 p.
4. **Golov A.** Blagorodnyy risk ili vzheshennaya ostorozhnosti. *Izvestiya.* 1990. 1 aprelea.
5. **Risques domestiques.** *Revue de la securite.* 1984. Vol. 20. No. 211. P. 30—35.
6. **Normy** radiatsionnoy bezopastnosti NRB — 99/2009.
7. **Publikatsia** 103 Mezhdunarodnoy Komissii po radiatsionnoy zaschite (MKRZ). Per. s angl. / Pod obsch. red. M. F. Kiseleova i N. K. Shandaly. Moscow: Izd. OOO PKF "Alana", 2009.
8. **Tihonov M., Petrov E., Muratov O.** Vzglead na atomnuu energetiku skvozi prizmu obschestvennogo soznaniya. *Jurnal Yadernogo obschestva Rossii.* 2004. No. 1. Fevrali. P. 19—26.
9. **V gory za zdoroviem i ... radiatsiesy.** *Jurnal Yadernogo obschestva Rossii.* 2003. No. 5—6. Dekabri. P. 21—25.
10. <http://en.wikipedia.org/wiki/Ramsar>, — Mazandaran (date of access 16.04.2017).
11. **Fujunami N., Koga T., Marishima H.** External Exposure Rates from Terrestrial Radiation at Guarapari and Meaiepe in Brazil. *Mejdunarodnaya assotsiatsiea po radiatsionnoy zaschite.* URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (date of access 01.07.2015).
12. **Shklovskii I. S.** Vselennaya, jizni, razum. Moscow: Nauka, 1976. 368 p.
13. **Holl E. D.** Radiatsia i jizni: Per. s angl. Moscow: Meditsina, 1989. 256 p.
14. **Shukoliukov A. Iu.** Prirodnyi iadernyi reactor. *Himiya i jizni.* 1980. No. 6. P. 20—24.
15. **Sivintsev Iu. V.** Naskoliko opasno obluchenie (radiatsia i chelovek). 2-e izd. Moscow: IzdAT, 1991. 112 p.
16. **Margaret N. Maxey.** Earth's nuclear future: what difference do ethics make? / *Nuclear Europe Worldscan.* 1998. No. 7—8. July—August. P. 99—102.
17. **Becker K.** How dangerous are low doses? The debate about linear vs. threshold effects. *Nuclear Europe Worldscan.* 1998. No. 3—4. March — April. P. 29—31.
18. **Beylin V. A., Borovik A. S., Malyshevskii V. S.** Radiatsia, jizni, razum: Nauchno-populearnoe izdanie. Rostov-na-Donu, 2001. 66 p.

УДК: 658.2: 614.8: 629.12

А. В. Микушов, нач. отделения по Валдайскому району, e-mail: roxor@inbox.ru, ГУ МЧС России по Новгородской области, Великий Новгород, **В. П. Крейтор**, канд. техн. наук, проф., зав. кафедрой, Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Оценка системы пожарной безопасности контейнерных терминалов на основе регрессионного моделирования противопожарных расстояний

Проведен анализ системы обеспечения пожарной безопасности контейнерных терминалов. В системе выделена подсистема — система противопожарной защиты, отвечающая, в частности, за ограничение распространения пожара за пределы его очага. На основе анализа определена актуальность определения значений противопожарных расстояний между объектами контейнерных терминалов. Построена многофакторная регрессионная модель определения противопожарных расстояний между контейнерными площадками и объектами контейнерных терминалов. Определены и предложены нормативные требования к противопожарным расстояниям в рассматриваемой области.

Ключевые слова: контейнерный терминал, противопожарные расстояния, математическая модель, регрессионный анализ, система противопожарной защиты, теплообмен, тепловое излучение

Система обеспечения пожарной безопасности объектов защиты состоит из системы предотвращения пожаров, системы противопожарной защиты и комплекса организационно-технических мероприятий, направленных на обеспечение пожарной безопасности [1]. Для оценки этих систем необходим анализ компонентов систем на предмет взаимосвязей факторов, влияющих на параметры систем.

Одними из параметров системы противопожарной защиты объектов защиты являются объемно-планировочные решения, направленные на предотвращение распространения пожара. К данным решениям относятся нормирование и соблюдение требований к противопожарным расстояниям. Оценка эффективности систем противопожарной защиты может сводиться к определению эффективных противопожарных расстояний между объектами конкретного производственного или складского объекта. Эффективными противопожарными расстояниями будут усредненные расстояния между объектами различной степени огнестойкости, категорий по пожарной опасности, хранимых в них веществ и материалов, геометрических размеров, при которых расстояния будут минимальными (для экономической эффективности) и исключается воспламенение соседних объектов от теплового воздействия в случае пожара.

Теоретические определения значений противопожарных расстояний между различными объектами были сделаны еще в 1954 г.

учеными Н. М. Евтюшкиным, Н. А. Стрельчуковым, Б. В. Грушевым, С. С. Измайловым и позднее П. Н. Романенко, А.-Х. С. Измайловым, С. И. Бобковым, П. П. Девлишевым, Х. И. Исхаковым и др. Результаты их исследований были положены в основу нормирования противопожарных расстояний между производственными и складскими зданиями.

При определении противопожарных расстояний между контейнерными площадками и объектами контейнерных терминалов можно воспользоваться алгоритмом, приведенным на рис. 1.

В этом алгоритме используются следующие величины:

$q_{\text{и}}$ — интегральная (среднеповерхностная) плотность теплового излучения пламени, кВт/м²;

$q_{\text{макс}}$ — максимально допустимая плотность теплового излучения пламени для облучаемого объекта, кВт/м²;

$l_{\text{пл}}$ — длина фронта пламени, м;

$h_{\text{пл}}$ — высота фронта пламени, м;

r — противопожарное расстояние до облучаемого объекта, м;

φ — угловой коэффициент облученности;

$\varphi_{\text{ист}}$ — эталонное значение коэффициента облученности.

Выражение (1) — см. рис. 1 — является преобразованием условия безопасности классической теории теплообмена излучением [2, 3], где $\varphi_{\text{ист}}$ характеризует эталонное значение углового коэффициента

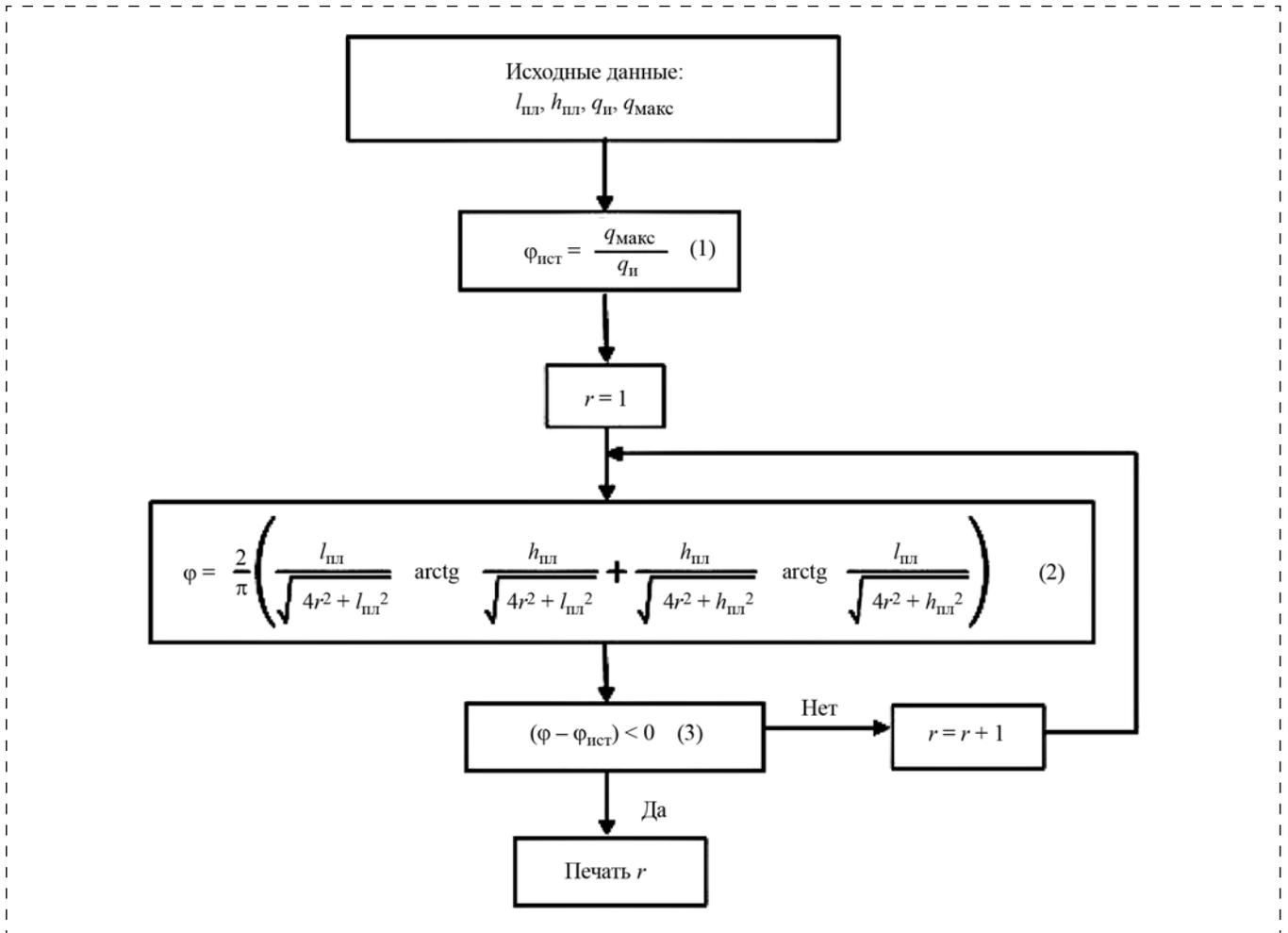


Рис. 1. Алгоритм определения противопожарных расстояний между объектами

облученности, при котором плотность теплового излучения пламени равна максимально допустимой для облучаемого объекта.

Проверка по критериальному условию (3) — см. рис. 1 — необходима для подтверждения достоверности того, что расчетное значение φ меньше $\varphi_{\text{нест}}$, обратное свидетельствует о невыполнении условия безопасности, в случае чего происходит воспламенение облучаемого пожаром объекта.

Как видно из данного алгоритма, на искомую величину противопожарных расстояний влияют четыре переменные (см. исходные данные на рис. 1). Каждая переменная зависит от многих факторов. Так, q_n характеризуется излучающей способностью пламени, зависящей от физико-химических свойств материалов, $q_{\text{макс}}$ характеризуется способностью сопротивляться тепловому излучению, которая зависит от времени воздействия пламени. На основе проведенных исследований и экспериментов [4, 5] сформированы некоторые справочные данные для значений q_n и $q_{\text{макс}}$. Длина фронта пламени $l_{\text{пл}}$ зависит от скорости пламени и длины объектов. Высота

фронта пламени $h_{\text{пл}}$ зависит от высоты остекления, высоты здания, высоты штабелей [4, 5].

Рассмотрим простой пример. Необходимо определить противопожарное расстояние между одноэтажным производственным зданием категории по пожарной опасности А высотой 4 м и длиной остекленной части фасада 30 м до открытого склада лесоматериалов.

Исходные данные представлены в табл. 1. Величины q_n и $q_{\text{макс}}$ принимаются по данным работ [4, 5]. Длина фронта пламени $l_{\text{пл}}$ для зданий

Таблица 1

Исходные данные для расчета противопожарных расстояний

№ п/п	Показатель	Значение показателя
1	q_n для производственных зданий категории А, кВт/м ²	175
2	$q_{\text{макс}}$ для складов лесоматериалов, кВт/м ²	12,5
3	$l_{\text{пл}}$, м	30
4	$h_{\text{пл}}$, м	10

I и II степени огнестойкости категории А и Б по пожарной опасности равна длине остекленной части фасада здания в пределах противопожарных преград [4, 5]. Высота фронта пламени $h_{пл}$ для зданий I, II, и III степени огнестойкости принимается равной удвоенной высоте остекления в пределах одного этажа, но не более 10 м.

Эталонное значение углового коэффициента облученности

$$\varphi_{ист} = \frac{12,5}{175} = 0,071.$$

По формуле (2) находим значение углового коэффициента облученности φ . Значения $r = 1...35$ м подставлялись в формулу (2) до тех пор пока не будет выполнено условие (3). При подстановке в формулу (2) $r = 35$ м

$$\varphi = \frac{2}{3,14} \left(\frac{30}{\sqrt{4 \cdot 35^2 + 30^2}} \arctg \frac{10}{4 \cdot 35^2 + 30^2} + \frac{10}{\sqrt{4 \cdot 35^2 + 10^2}} \arctg \frac{30}{\sqrt{4 \cdot 35^2 + 10^2}} \right) = 0,069,$$

значит условие (3) выполняется ($0,069 - 0,071 = -0,002$), соответственно противопожарное расстояние r от производственного здания до склада лесоматериалов необходимо принимать 35 м.

Предложенный подход не позволяет провести саму оценку системы организационно-технических мероприятий, направленных на ограничение распространения пожара, и в целом установить систему требований к противопожарным расстояниям между объектами. Расчетным методом можно определить безопасные противопожарные расстояния с конкретно заданными значениями переменных, но в реальности может существовать огромное число вариантов значений переменных.

Для того чтобы решить поставленную задачу, необходимо провести оценку значимости каждой переменной, необходимой для определения противопожарных расстояний, и их влияния на искомую величину. Для этого может быть применен один из методов математического моделирования — построение моделей множественной регрессии [6, 7].

Модель множественной линейной регрессии имеет вид [7]:

$$\hat{Y} = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n, \quad (4)$$

где \hat{Y} — зависимая переменная, $X_{1...n}$ — независимые переменные; $\beta_{0...n}$ — коэффициенты регрессии.

Алгоритм построения модели множественной регрессии и оценка ее переменных представлена на рис. 2. Воспользовавшись этим алгоритмом,

проведем регрессионный анализ предполагаемой модели определения противопожарных расстояний между объектами контейнерного терминала и контейнерными площадками. Для проведения расчетов использован пакет "Анализ данных" программы Excel.

За зависимую переменную \hat{Y} принимаем противопожарное расстояние r , которое необходимо найти при помощи искомой регрессионной модели. Имея утверждение, что для контейнерной площадки $q_{н} = 117$ кВт/м² [8, 9], принимаем независимыми переменными X следующие параметры: X_1 — высота фронта пламени $h_{пл}$; X_2 — длина фронта пламени $l_{пл}$; X_3 — максимально допустимая плотность теплового излучения пламени для облучаемого объекта $q_{макс}$.

По алгоритму определения противопожарных расстояний (см. рис. 1) проведем расчеты значения r (для регрессионного анализа данную величину обозначим Y) для 26 различных вариантов значений X_1, X_2, X_3 . Варианты параметров X задавались из следующих предпосылок: X_1 — рассматривалась высота штабелирования, равная 1...6 контейнерам при высоте одного контейнера 2,6 м (максимально допустимая высота штабеля для контейнерных терминалов — шесть контейнеров). Значение $h_{пл}$, при этом, принималось при высоте в один контейнер $h_{пл} = 3$ м, в два контейнера $h_{пл} = 13$ м, в три контейнера $h_{пл} = 15,6$ м, в четыре контейнера $h_{пл} = 20,8$ м, в пять контейнеров $h_{пл} = 26$ м, в шесть контейнеров $h_{пл} = 31,2$ м [5]; X_2 — по различной длине контейнерной площадки; X_3 — из данных работ [4, 5] для различных облучаемых объектов. Результаты расчетов представлены в табл. 2.

Далее был осуществлен отбор независимых переменных, которые необходимо включить либо исключить из модели. Для этого проведены расчеты всех возможных комбинаций парных коэффициентов корреляции r_{XY} между Y и независимыми переменными X по формуле:

$$r_{XY} = \frac{\sum (X_i - X_{ср\text{едн}})(Y_i - Y_{ср\text{едн}})}{\sqrt{\sum (X_i - X_{ср\text{едн}})^2 \sum (Y_i - Y_{ср\text{едн}})^2}}. \quad (5)$$

Матрица полученных коэффициентов приведена в табл. 3.

Полученная матрица говорит об отсутствии коллинеарных (линейно связанных) связей между переменными, что позволяет включить все эти переменные в уравнение регрессии (модель).

При анализе данной матрицы по t -критерию Стьюдента, заключающемся в проверке нулевой гипотезы на отсутствие линейной корреляции в генеральной совокупности, было установлено, что из модели множественной регрессии нужно было исключить переменную X_2 [10].

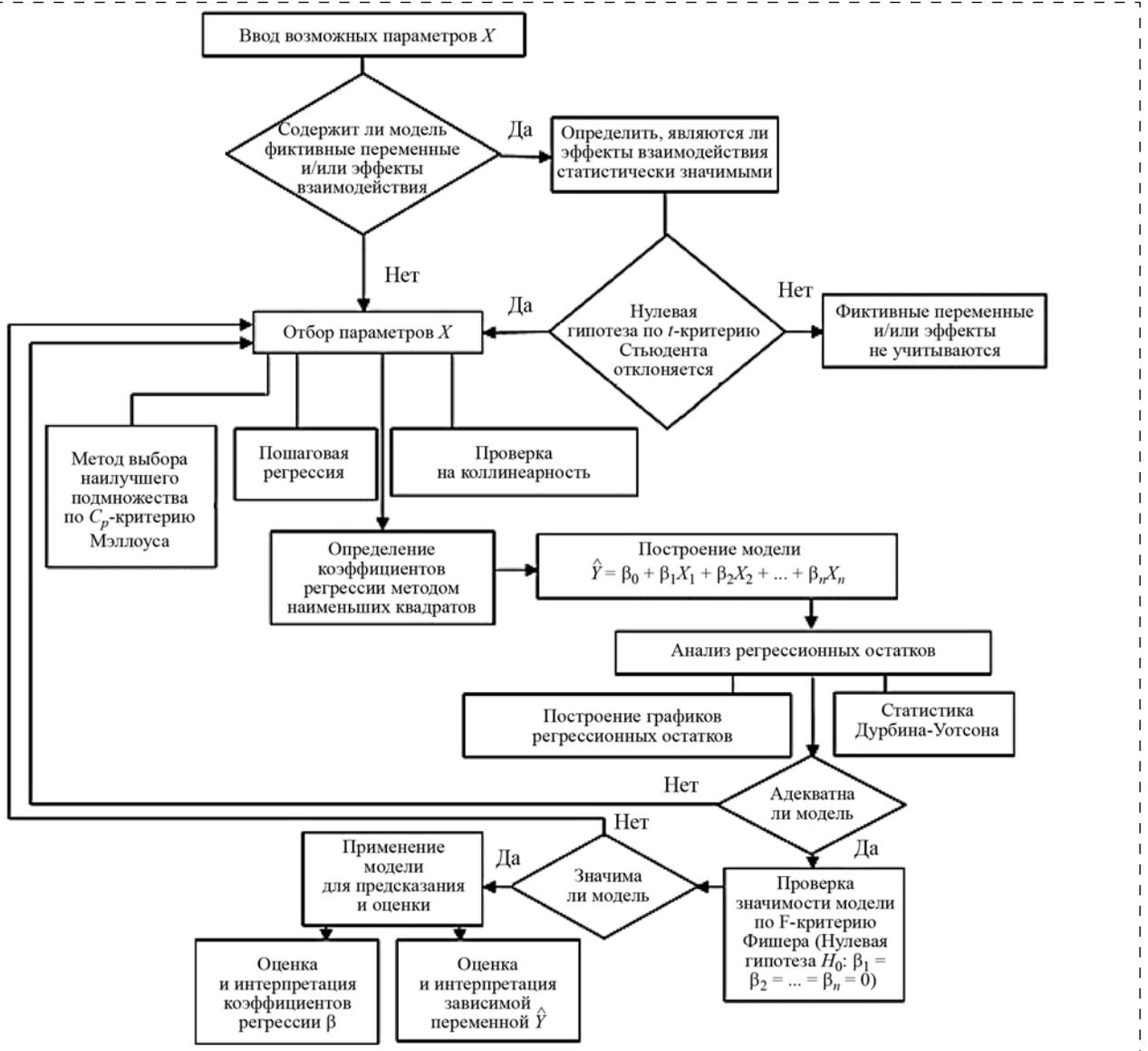


Рис. 2. Алгоритм построения модели множественной регрессии

Таблица 2

Результаты расчетов противопожарных расстояний

Номер наблюдения	X_1 (высота фронта пламени в зависимости от высоты штабеля $h_{пл}$, м)	X_2 (длина фронта пламени, зависящая от длины контейнерной площадки $l_{пл}$, м)	X_3 ($q_{макс}$, кВт/м ²)	Y (расчетное значение противопожарных расстояний r , м)	\hat{Y} (значение противопожарных расстояний, рассчитанных с использованием полученной модели, м)
1	3	10	15,5	8	19,32
2	13	20	15,5	24	50,69
3	15,6	40	14	37	62,29
4	20,8	80	17	52	71,71
5	26	120	14,5	76	93,77
6	31,2	160	31,5	52	70,99
7	3	220	24,8	7	2,06
8	13	280	9,8	74	63,79
9	15,6	320	35	25	14,01

Номер наблюдения	X_1 (высота фронта пламени в зависимости от высоты штабеля $h_{пл}$, м)	X_2 (длина фронта пламени, зависящая от длины контейнерной площадки $l_{пл}$, м)	X_3 ($q_{макс}$, кВт/м ²)	Y (расчетное значение противопожарных расстояний r , м)	\hat{Y} (значение противопожарных расстояний, рассчитанных с использованием полученной модели, м)
10	20,8	360	14	84	78,61
11	26	400	13,9	103	95,15
12	31,2	460	17,4	101	103,42
13	3	520	35	5	25,51
14	13	580	14	54	54,14
15	15,6	650	24,8	36	37,46
16	20,8	720	15,5	78	75,16
17	26	800	15,5	97	91,47
18	31,2	850	14	129	111,23
19	3	900	17	11	15,87
20	13	950	14,5	53	52,99
21	15,6	1100	31,5	28	22,06
22	20,8	1200	24,8	48	53,78
23	26	1400	9,8	155	104,58
24	31,2	1600	35	50	62,95
25	3	1800	14	13	22,77
26	13	2000	13,9	55	54,37

Таблица 3

 Матрица парных коэффициентов корреляции r_{XY}

	Y	X_1	X_2	X_3
Y	1	0,764848	0,127333	-0,47675
X_1	0,764848	1	0,015693	-0,00079
X_2	0,127333	0,015693	1	0,021797
X_3	-0,47675	-0,00079	0,021797	1

Аналогичные выводы были получены при применении метода выбора наилучших подмножеств [7]. На рис. 3 представлены результаты применения данного метода в программе Excel, сущность которого заключалась в нахождении C_p -критерия для различных вариантов подстановки в модель независимых переменных X . Наилучшей моделью по Меллоусу является модель, для которой C_p -критерий равен $k + 1$ или меньше этого числа. В рассматриваемом случае это модель с переменными X_1 и X_3 .

Проведя отбор переменных X , существенно влияющих на Y , методом наименьших квадратов [7], а также используя для сравнения результаты регрессионного анализа в программе Excel (рис. 4), были получены значения коэффициентов регрессии, равные: $\beta_0 = 45,544$, $\beta_1 = 3,137$, $\beta_2 = -2,299$. В результате получили следующую формулу для нахождения

	A	B	C
1	Результаты применения метода выбора наилучшего подмножества для решения задачи о противопожарных расстояниях		
2	Промежуточные вычисления		
3	Коэффициент множественной смешанной корреляции в полной регрессионной модели R^2_T		0,828
4	$1 - R^2_T$		0,172
5	Количество наблюдений - n		26
6	Общее количество переменных - T		4
7	$n - T$		22
8	Количество независимых переменных - k		3
9	Набор независимых переменных в модели	C_p	$k+1$
10	X_1	5,834	2
11	X_2	8,583	2
12	X_3	7,563	2
13	X_1X_2	7,769	3
14	X_1X_3	6,738	3
15	X_2X_3	9,471	3
16	$X_1X_2X_3$	8,661	4

Рис. 3. Результаты применения метода выбора наилучших подмножеств



	A	B	C	D
1	ВЫВОД ИТОГОВ			
2				
3	<i>Регрессионная статистика</i>			
4	Коэффициент множественной смешанной корреляции R для модели с двумя независимыми переменными X_1, X_2			
5		0,900946876		
6		R^2	0,811705274	
7		$1-R^2$	0,79533182	
8		Стандартная ошибка	17,61304459	
9		Количество наблюдений	26	
10	<i>Дисперсионный анализ</i>			
11		<i>df</i>	<i>F-критерий</i>	
12	Регрессия	2	49,57446683	
13	Остаток	23		
14	Итого	25		
15	<i>Результаты</i>			
16		<i>Коэффициенты</i>	<i>Стандартная ошибка</i>	<i>t-критерий</i>
17	β_0	45,54376099	11,19559458	4,068007346
18	β_1	3,137080556	0,43689994	-5,262390677
19	β_2	-2,299138173	0,371295389	8,449015658

Рис. 4. Использование пакета "Анализ данных" в программе Excel для нахождения коэффициентов регрессии

противопожарных расстояний между объектами контейнерного терминала и контейнерными площадками:

$$\hat{Y} = 45,544 + 3,137X_1 - 2,299X_2. \quad (6)$$

С помощью анализа регрессионных остатков, статистики Дурбина-Уотсона и проверки по F -критерию Фишера [11] было установлено, что полученная модель адекватна и может использоваться для определения противопожарных расстояний между контейнерными площадками объектами контейнерных терминалов. На рис. 5 показан расчет F -критерия с использованием программы Excel. Для расчетов использовались данные табл. 2 по значениям Y и \hat{Y} .

Для наглядной интерпретации сходности расчетных и модельных (полученных с использованием модели) значений противопожарных

расстояний по табл. 2 была построена сравнительная диаграмма (рис. 6).

Интерпретируя в формуле (6) полученные коэффициенты регрессии, можно увидеть, что $\beta_0 = 45,544$, что является оценкой среднего значения противопожарного расстояния при нулевой высоте и без учета максимально допустимой плотности теплового излучения пламени, что лишено смысла и эта величина не имеет разумной интерпретации.

Коэффициент регрессии $\beta_1 = 3,137$ — это значит, что, например, при проектировании зон под контейнерные площадки контейнерного терминала, при расчете противопожарных расстояний, задавая фиксированное значение q_{\max} (в том случае, когда места для зданий и их системы обеспечения пожарной безопасности определены и неизменны), увеличение высоты фронта

Таблица 4

Требования к противопожарным расстояниям между контейнерными площадками и различными объектами

Наименование объекта	Противопожарные расстояния от контейнерных площадок, м, при высоте штабелирования — число контейнеров в штабеле					
	1	2	3	4	5	6
Для зданий I и II, III и IV степени огнестойкости, класса C0	15	46	54	71	87	103
Для зданий III степени огнестойкости, класса C1	19	51	59	75	91	108
Для зданий III, IV степени огнестойкости, класса C2 и C3, V степени огнестойкости	23	54	63	79	95	111
Леса	23	54	62	79	94	111
Открытые установки с применением горючих жидкостей и газов, резервуары с горючими жидкостями	22	53	61	77	94	110
Резервуары с легковоспламеняющимися жидкостями	19	29	37	54	70	86
Открытые склады каменного угля, открытые установки и сооружения из негорючих конструкций с производствами категории Г и Д по пожарной опасности	5	6	14	30	47	63
Склады горючих и сжиженных газов	12	14	22	38	55	71
Открытые склады лесоматериалов	23	54	62	79	94	111

O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
					$(Y_i - \hat{Y}_{\text{средн}})^2$	$(Y_i - \hat{Y}_{i_j})^2$			
					1342,72246	128,105			
					27,7979057	712,312			
					40,1036565	639,801			
					248,004202	388,472			
					1429,50638	315,785			
					226,0898819	360,917			
					3366,91948	82,149			
					61,3514347	104,157			
					1941,949762	120,728			
					421,3643579	29,0833			
					1374,177054	61,6251			
					2055,328366	5,83546		$F_{\text{расчетн}} =$	49,5748
					1061,452534	420,25		$F_{\text{табл}} =$	2,0639
					15,53989121	0,01901		Адекватность	95%
					425,0338748	2,1421			
					291,6735981	8,07472			
					1114,977119	30,5675			
					2825,220068	315,676			
					1781,708325	23,7135			
					25,92475672	0,00014			
					1297,481856	35,2911			
					18,52037737	33,3669			
					2161,911557	2542,55			
					48,850312	167,724			
					1101,87285	95,3956			
					2,54004175	0,39969			
				Сумма	30757,917	7135			
				Количество наблюдений - n		26			
				Количество независимых переменных - m		2			
				$F_{\text{расчетн}}$	-	Расчетное значение F - критерия Фишера			
				$F_{\text{табл}}$	-	Табличное значение F - критерия Фишера по [11]			

Рис. 5. Расчет F — критерия с использованием программы Excel



Рис. 6. Сравнение расчетных и модельных значений противопожарных расстояний

пламени $h_{\text{пл}}$ на 1 м приведет к необходимости увеличения противопожарных расстояний на 3,137 м. В этом случае можно варьировать высотой штабелирования контейнерной площадки.

Аналогично выбранный коэффициент регрессии $\beta_2 = -2,299$ означает, что при фиксированной высоте фронта пламени $h_{\text{пл}}$ (когда не учитываются дополнительные факторы, влияющие на данный параметр) увеличение задаваемой величины максимально допустимой интенсивности теплового излучения



$q_{\text{макс}}$ на 1 кВт/м^2 сопровождается возможностью уменьшения противопожарного расстояния на 2,299 м. В данном случае можно варьировать рациональным размещением объектов контейнерного терминала по отношению к контейнерным площадкам, а также выбором систем противопожарной защиты, обеспечивающих снижение времени свободного распространения возможного пожара. Эти оценки позволяют лучше понять влияние $h_{\text{пл}}$ и $q_{\text{макс}}$ на величину противопожарных расстояний.

С использованием полученной модели разработаны конкретные предложения по нормированию требований к противопожарным расстояниям между контейнерными площадками и различными объектами контейнерных терминалов и соседних предприятий (табл. 4).

Дальнейшее подробное исследование системы противопожарной защиты контейнерных терминалов предполагает определение классификационных признаков отнесения контейнерных площадок к определенной категории по взрывопожарной и пожарной опасности (АН, БН, ВН или ДН), что будет являться результатом нормирования объемно-планировочных решений

по зонированию территории под контейнерные площадки контейнерных терминалов с учетом их опасности и более гибкого подхода к нормированию противопожарных расстояний.

Список литературы

1. **Федеральный закон** № 123-ФЗ от 22.07.2008 г. "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности".
2. **Спэрроу Э. М., Сэсс Р. Д.** Теплообмен излучением. — М.: Энергия, Ленинградское отделение. — 1971. — 294 с.
3. **ГОСТ 12.1.004—91** Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования.
4. **Ройтман М. Я.** Противопожарное нормирование в строительстве. — М.: Стройиздат, 1985.
5. **Кудаленкин В. Ф.** Пожарная профилактика в строительстве. — М.: ВИПТШ МВД СССР, 1985.
6. **Нарусбаев А. А.** Введение в теорию обоснования проектных решений. — Л.: Судостроение, 1976.
7. **Айвазян С. А.** Прикладная статистика. Основы эконометрики. Том 2. — М.: Юнити-Дана, 2001. — 432 с.
8. **Пособие** по определению пределов огнестойкости конструкций, пределов распространения огня по конструкциям и групп возгораемости материалов / ЦНИИСК им. Кучеренко. — М.: Стройиздат, 1985.
9. **Ищенко И. И., Кутухтин Е. Г., Спиридонов В. М., Хромец Ю. Н.** Легкие металлические конструкции. Справочник проектировщика. — М.: Стройиздат, 1979.
10. **Болынев Л. Н., Смирнов Н. В.** Таблицы математической статистики. М.: Наука, 1983. — 416 с.
11. **Эконометрика: Учебник** / Под ред. И. И. Елисевой. 2-е изд. — М.: Финансы и статистика, 2006. — 576 с.

A. V. Mikushov, Head of Office on the Valdai Area, e-mail: roxor@nbox.ru, Chief Administration of the Ministry of Emergency Measures of Russia on the Novgorod Region, Veliky Novgorod,
V. P. Kreytor, Professor, Head of Chair, Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia

Assessment of System of Fire Safety of Container Terminals on the Basis of Regression Modelling of Fire-Prevention Distances

The analysis of system of ensuring fire safety of container terminals is carried out. In system the subsystem — the fire protection system which is responsible, in particular, for restriction of distribution of the fire out of limits of its center is allocated. On the basis of the analysis relevance of determination of values of maximum-permissible fire-proof distances between objects of container terminals is determined. The multiple-factor regression model of determination of maximum-permissible fire-proof distances between container areas and objects of container terminals is constructed. Standard requirements to fire-proof distances in the considered area are determined and offered.

Keywords: the container terminal, fire-prevention distances, mathematical model, the regression analysis, the fire protection system, heat exchange, thermal radiation in the considered area

References

1. **Federal'nyj zakon** № 123-FZ ot 22.07.2008 g. "Tehnicheskij reglament o trebovaniyah pozharnoj bezopasnosti".
2. **Spjerrou Je. M., Sjess R. D.** Teploobmen izlucheniem. Moscow: Energy, Leningrad office, 1971. 294 pages.
3. **ГОСТ 12.1.004—91** Sistema standartov bezopasnosti truda. Pozharnaja bezopasnost'. Obshhie trebovaniya.
4. **Rojtman M. Ja.** Protivopozharnoe normirovanie v stroitel'stve. Moscow: Strojizdat, 1985.
5. **Kudalennin V. F.** Pozharnaja profilaktika v stroitel'stve. Moscow: VIPTSH of the Ministerstva vnutrennih del of the USSR, 1985.
6. **Narusbaev A. A.** Vvedenie v teoriju obosnovaniya proektnyh reshenij. Leningrad: Sudostroenie, 1976.
7. **Ajvazjan S. A.** Prikladnaja statistika. Osnovy jekonometriki. Vol. 2. Moscow: Unity Dana, 2001. 432 p.
8. **Posobie** po opredeleniju predelov ognestojkosti konstrukcij, predelov rasprostraneniya ognja po konstrukcijam i grupp vozgoraemosti materialov. TsNIISK of Kucherenko. Moscow: Stritely publishing house, 1985.
9. **Ishhenko I. I., Kutuhtin E. G., Spiridonov V. M., Hromec Ju. N.** Legkie metallicheskie konstrukcii. Spravochnik proektirovshhika. Moscow: Strojizdat, 1979.
10. **Bolynev L. H., Smirnov N. V.** Tablicy matematicheskoi statistiki. Moscow: Science, 1983. 416 p.
11. **Jekonometrika: Uchebnik.** 2-e izdanie / Pod red. I. I. Eliseevoj. Moscow: Financy i statistica, 2006. 576 p.

УДК 504.054, 504.064

Д. А. Неретин, нач. отдела, ООО "Газпром Трансгаз Самара",
А. А. Пименов, канд. хим. наук, доц., зав. кафедрой,
А. В. Васильев, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой, e-mail: vasilyev.av@samgtu.ru,
Самарский государственный технический университет

Утилизация выведенных из эксплуатации емкостей хранения одоранта природного газа

Рассмотрены проблемы утилизации емкостей хранения одоранта природного газа. Описана разработанная технология восстановления ресурсного потенциала металла выведенных из эксплуатации емкостей хранения одоранта природного газа. В основу создания данной технологии положен принцип комплементарности компонентов. Описаны два варианта возможных технологических схем процесса обезвреживания выведенных из эксплуатации емкостей хранения одоранта природного газа. Разработанная технология позволяет внести существенный вклад в решение проблемы накопления данного вида опасных отходов.

Ключевые слова: отходы, емкости, одорант природного газа, технология, ресурсный потенциал

В настоящее время количество отходов производства существенно возрастает, и их утилизация и восстановление ресурсного потенциала становятся все более актуальной проблемой [1–9]. При этом методы и подходы к утилизации тех или иных видов отходов имеют свою специфику.

Авторами разработана технология восстановления ресурсного потенциала металла выведенных из эксплуатации емкостей хранения одоранта природного газа. В основу создания данной технологии положен принцип комплементарности компонентов. Рассмотрено также применение принципа комплементарности компонентов для разработки технологий использования ресурсного потенциала тяжелых остатков нефтепереработки.

Выведенные из эксплуатации емкости представляют собой лом черных металлов с продуктами их сероводородной коррозии, загрязненный меркаптанами. Существующие методы утилизации при экспериментальной проверке не показали удовлетворительной эффективности, что обусловило актуальность создания новой экологически безопасной технологии обезвреживания отходов одоранта, адаптированной к переработке как вновь образующихся, так и накопленных ранее содержащих отходов с обязательным извлечением ресурса — вторичного металла.

На стадии выполнения информационного этапа и технологических исследований с применением современных методов физико-химического анализа (хроматомасс-спектрометрия, рентгенофлуоресцентный анализ, электронная микроскопия) установлено:

— величина потенциального экологического ущерба земельным ресурсам от резервуаров хранения одоранта ООО "Газпром Трансгаз Самара" оценивается в 14 602,5 тыс. руб.;

— химический состав всех типов отходов одоранта: смесь ряда нормальных меркаптанов и их структурных изомеров, а также продуктов окислительной конденсации меркаптанов — диалкилдисульфидов;

— факт изменения состава в процессе хранения, обусловленный конденсацией смеси природных меркаптанов в диалкилдисульфиды в количестве до 70 % от массы органической части отходов (на основе изучения химических составов отходов одоранта);

— устойчивость диалкилдисульфидов, присутствующих в составе отходов одоранта природного газа, в условиях проведения известных методов утилизации емкостей хранения и рабочих емкостей одоранта, например, с использованием высокощелочных растворов или окисления перманганатом калия, пероксидом водорода, надуксусной или азотной кислотой концентрацией менее 45 %.

Выбор способа проведения процесса окислительного обезвреживания отходов одоранта проводился на альтернативной основе. Среди рассмотренных методов окисления были использованы следующие: окисление отходов одоранта азотной кислотой, раствором гипохлорита натрия, раствором пероксида водорода, раствором надуксусной кислоты и озоном. Наибольшую эффективность дало применение озона.

С целью исследования окислительной активности озона в отношении одоранта проведена серия оптимизационных экспериментов. Окисление озоном водных и водно-щелочных эмульсий одоранта проводилось при перемешивании реакционной смеси в двух режимах: при барботировании озоновоздушной смеси и в сочетании с активным диспергированием органического

слоя одоранта механической мешалкой. Применение диспергатора значительно ускоряет процесс дезодорации.

Конструктивные особенности выведенных из эксплуатации емкостей хранения одоранта ограничивают количество возможных технологических схем процесса их обезвреживания двумя вариантами, представленными ниже.

Вариант 1 технологической схемы процесса озонирования выведенной из эксплуатации емкости хранения одоранта представлен на рис. 1. Основной особенностью этой схемы является перенос зоны реакции в отдельный технологический узел — циклонный сепаратор, выполняющий функцию реактора.

Утилизируемую емкость предварительно заполняют рабочим раствором. Из напорного бака насосом 1 технологический раствор подают под давлением 200...500 кПа в водо-воздушный эжектор. В эжекторе раствор смешивается с озono-воздушной смесью, где начинает протекать процесс озонирования. Затем озонируемая смесь из эжектора направляется в циклонный сепаратор, в котором происходит окончательное поглощение озона и дезодорация содержащей одорант смеси. Газы из циклонного сепаратора поступают в фильтр-озонодеструктор, а из него в атмосферу. Озонированный рабочий раствор нагнетают обратно в емкость при помощи насоса 2, он вытесняет новую порцию насыщенную одорантом жидкостью, и цикл замыкается. В данной схеме основной реакционной камерой является эжектор и циклонный сепаратор, а в емкость подается уже обезвреженная жидкость. Процесс продолжается до полного исчезновения запаха одоранта в растворе.

Вариант 2 технологической схемы процесса озонирования выведенной из эксплуатации емкости хранения одоранта представлен на рис. 2. Основной особенностью этой схемы является использование утилизируемой емкости в качестве реактора, а циклонный сепаратор выполняет только вспомогательную функцию по разделению водо-воздушной смеси. Предполагается, что процесс озонирования выведенной из эксплуатации емкости хранения одоранта будет осуществляться следующим образом. Утилизируемую емкость предварительно заполняют рабочим раствором. Озоно-воздушная смесь через эжектор нагнетается в озонируемую емкость. Происходит более длительное взаимодействие озона с донным сульфидсодержащим шламом и активное перемешивание реакционной массы по всему объему емкости.

Затем смесь поступает самотеком в циклонный сепаратор, где разделяется на газовую фазу,

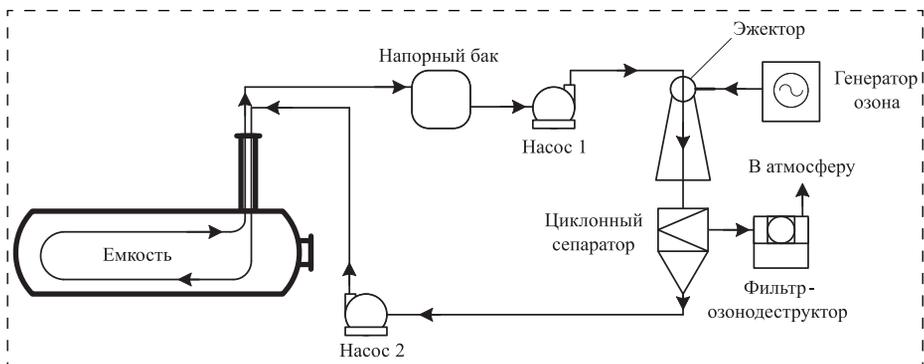


Рис. 1. Технологическая схема процесса озонирования выведенной из эксплуатации емкости хранения одоранта (вариант 1)

поступающую в фильтр-озонодеструктор, и жидкую, которая, в свою очередь, рециркулируется насосом и нагнетается в емкость. Процесс продолжается до полного исчезновения запаха одоранта в растворе, что составляет порядка 2 ч при использовании трех объемов емкости раствора в час.

Исключение из первоначальной схемы (см. рис. 1) одного насоса и напорного бака при работе с полным заполнением системы и емкости рабочим раствором существенно упрощает конструкцию, уменьшает габаритные размеры установки, снижает энергозатраты, что позволяет выбрать в качестве базовой принципиальной технологической схемы процесса утилизации отходов одоранта схему с емкостью, используемой в качестве реактора (см. рис. 2).

Оценка воздействия на окружающую среду разработанной технологии утилизации емкостей хранения одоранта показала, что основным компонентом воздействия является отработанный рабочий раствор. Его объем по истечении необходимого времени регенерации составит до 5 м³ на одну обезвреженную емкость.

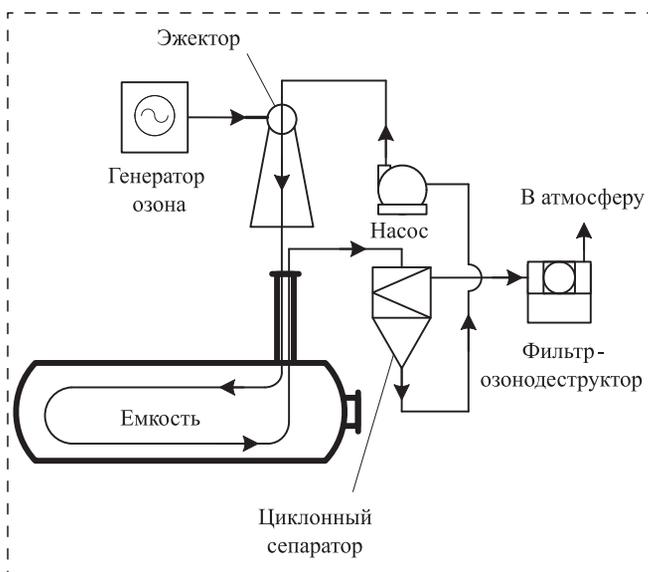


Рис. 2. Технологическая схема процесса озонирования выведенной из эксплуатации емкости хранения одоранта (вариант 2)

Очищенные емкости хранения одоранта передаются лицензированным организациям для использования в качестве лома черных металлов.

Разработанная технология обезвреживания отходов одоранта природного газа позволила внести существенный вклад в решение проблемы снижения объема накопленных опасных отходов на территории Российской Федерации и за рубежом.

Работа выполнена по заданию Министерства образования и науки РФ на выполнение НИР "Разработка ресурсосберегающих технологий утилизации отходов производства и потребления". Код проекта 2006.

Список литературы

1. **Быков Д. Е.** Разработка комплексной многоуровневой системы исследования и технологий переработки гетерофазных промышленных отходов: Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. — Самара, 2004.
2. **Васильев А. В.** Кластерный подход в управлении региональным развитием и его реализация на примере кластера вторичных ресурсов Самарской области // Вестник Самарского экономического университета. — 2014. — № 114. — С. 38—42.

3. **Васильев А. В., Мельникова Д. А., Дегтерева М. С.** Особенности организации системы обращения с отходами в условиях Самарской области // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. — 2014. — Т. 16. — № 1-1. — С. 313—316.
4. **Васильев А. В., Нустрова Е. А.** Перспективы и проблемы создания химических парков: пути снижения негативного экологического воздействия (на примере ЗАО "Тольяттисинтез") // Экология и промышленность России. — 2013. — № 7. — С. 42—45.
5. **Васильев А. В., Пименов А. А.** Особенности экологического мониторинга нефтесодержащих отходов // Академический журнал Западной Сибири. — 2014. — Т. 10. — № 4. — С. 15.
6. **Васильев А. В., Тупицына О. В.** Экологическое воздействие буровых шламов и подходы к их переработке // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. — 2014. — Т. 16. — № 5. — С. 308—313.
7. **Васильев А. В., Чертец К. Л., Тупицына О. В.** Классификация и оценка показателей состояния буровых шламов. XIV Всероссийская конференция-школа "Химия и инженерная экология": Сборник докладов. — Казань, 2014. — С. 61—63.
8. **Пименов А. А., Быков Д. Е., Васильев А. В.** О подходах к классификации отходов нефтегазовой отрасли и побочных продуктов нефтепереработки // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Технические науки. — 2014. — № 4. — С. 183—190.
9. **Vasilyev A. V.** Method and approaches to the estimation of ecological risks of urban territories // Safety of Technogenic Environment. — 2014. — № 6. — С. 43—46.

D. A. Neretin, Head of Department, "Gazprom Transgaz Samara" LLC, Samara, **A. A. Pimenov**, Associate Professor, Head of Chair, **A. V. Vasilyev**, Professor, Head of Chair, e-mail: vasilyev.av@samgtu.ru, Samara State Technical University

Utilization of Removed from Exploitation Capacities of Storage of Odorant of Natural Gas

Problems of utilization of capacities of storage of odorant of natural gas are considered. Technology of restoration of resource potential of metal of removed from exploitation capacities of storage of odorant of natural gas is described. As the basis of creation of this technology principle of complementarity of components is used. Two variants of possible technological schemes of the process of treatment of removed from exploitation capacities of storage of odorant of natural gas are described. Suggested technology is allowing to make a significant impact to the decision of the problem of accumulation of such kind of dangerous waste.

Keywords: waste, capacities, odorant, technology, resources potential

References

1. **Bykov D. E.** Razrabotka kompleksnoy mnogourovnevoy sistemy issledovaniya i tehnologiy pererabotki geterofaznykh promyshlennykh othodov. Dissertatsiya na soiskaniye uchenoy stepeni doktora tehicheskikh nauk. Samara, 2004.
2. **Vasilyev A. V.** Klasterniy podhod v upravlenii regional'nym razvitiem i ego realizatsiya na primere klastera vtorichnykh resursov Samarskoy oblasti. *Vestnik Samarskogo ekonomicheskogo universiteta*. 2014. No. 114. P. 38—42.
3. **Vasilyev A. V., Melnikova D. A., Degtereva M. S.** Osobennosti organizatsii sistemy obrashcheniya s othodami v usloviyakh Samarskoy oblasti. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossiyskoy akademii nauk*. 2014. Vol. 16. No. 1-1. P. 313—316.
4. **Vasilyev A. V., Nustrova E. A.** Perspektivy i problemy sozdaniya himicheskikh parkov: puti snizheniya negativnogo ekologicheskogo vozdeystviya (na primere ZAO "Toliattisintez"). *Ekologiya i promyshlennosty Rossii*. 2013. No. 7. P. 42—45.

5. **Vasilyev A. V., Pimenov A. A.** Osobennosti ekologicheskogo monitoringa neftesoderzhashchikh othodov. *Akademicheskii zhurnal Zapadnoy Sibiri*. 2014. Vol. 10. No. 4. P. 15.
6. **Vasilyev A. V., Tupitsina O. V.** Ekologicheskoye vozdeystvie burovyyh shlamov i podhody k ih pererabotke. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossiyskoy akademii nauk*. 2014. Vol. 16. No. 5. P. 308—313.
7. **Vasilyev A. V., Chertes K. L., Tupitsina O. V.** Klassifikatsiya i otsenka pokazateley sostoyaniya burovyyh shlamov. *XIV Vserossiyskaya konferentsiya-shkola "Himiya i inzhenernaya ekologiya"*: Sbornik dokladov. Kazan, 2014. P. 61—63.
8. **Pimenov A. A., Bykov D. E., Vasilyev A. V.** O podhodakh k klassifikazii othodov neftegazovoy otrasli i pobochnykh produktov neftepererabotki. *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo tehnikeskogo universiteta. Seriya: Tehnicheskiye nauki*. 2014. No. 4. P. 183—190.
9. **Vasilyev A. V.** Method and approaches to the estimation of ecological risks of urban territories. *Safety of Technogenic Environment*. 2014. No. 6. P. 43—46.

УДК 911.5:528.9

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

Геосистемно-картографический анализ природных факторов экологического риска бассейна озера Байкал (в пределах России и Монголии)

Представлен геосистемный подход анализа природной среды для прогнозирования возможных экологических рисков (ЭР). Предлагается методика информационно-картографического обеспечения анализа ЭР, основывающаяся на современных представлениях о природных системах и их характеристиках.

Ключевые слова: бассейн озера Байкал, геосистема, индикационные группы экологического риска, интерпретация географической информации, геоинформационное картографирование, геоэкозоны

Введение. Проведенный качественный картографический анализ, интерпретация и комплексирование междисциплинарной географической информации позволили получить новое знание о дифференциации эколого-географических условий территории и осуществить ее зонирование по индикационным группам экологического риска.

Созданная картографическая информационная система бассейна оз. Байкал является отражением закономерностей географической дифференциации экологических условий, состояния и функционирования природной среды. Она может использоваться в качестве инструмента информационной поддержки управления обширной территорией, а также обеспечивать решение практических задач по автоматизации процесса картографирования. Картографическая информационная система бассейна оз. Байкал обладает свойством оперативного обновления информации и обеспечивает создание новых оценочных, прогнозных и рекомендательных карт природной среды.

Постановка проблемы. В геосистемных исследованиях экологический риск (ЭР) рассматривается как "вероятность и степень опасности негативных изменений в структуре и функционировании геосистем в случае естественных или антропогенно обусловленных событий и процессов в среде обитания" [1]. Приобретение геосистемой новых или утрата прежних свойств под влиянием внешних факторов или саморазвития зависит от природных режимов, внутрисистемных свойств геосистем, типа воздействия и его продолжительности. Основными формами проявления пространственно-временной изменчивости геосистем

являются их функционирование, динамика и эволюция, поэтому изучение этих процессов относится к первостепенным задачам анализа ЭР. Таким образом, проблема исследования ЭР имеет комплексное пространственно-временное (картографическое) содержание и в конечном итоге приводит к необходимости специализированной типизации и зонирования территории по степени изменчивости природной среды (ПС) или ее предрасположенности к ЭР [2].

Для исследования природных предпосылок ЭР крупного региона Северной Азии — бассейна озера Байкал — разработана методология создания ландшафтно-интерпретационной картографической информационной системы природной среды (КИС ПС). В круг решаемых научных задач входила разработка: 1 — научной концепции анализа ЭР; 2 — содержания программно-целевой КИС ПС, отвечающей требованиям информационного обеспечения анализа ЭР; 3 — схемы экологического зонирования территории по комплексу признаков — индикаторов ЭР.

Методы исследования. Известно, что для прогнозирования природных ЭР используется метод экологических индикаторов — признаков, свойственных геосистеме, на основании которых производится определение или оценочная классификация состояния экологических систем, процессов и явлений, а также качественная или количественная оценка тенденций их изменений [3]. Экологические интерпретации геосистемных характеристик способны обеспечить информацией о пространственно-временном состоянии ПС, об оптимальном выполнении ею экологических и

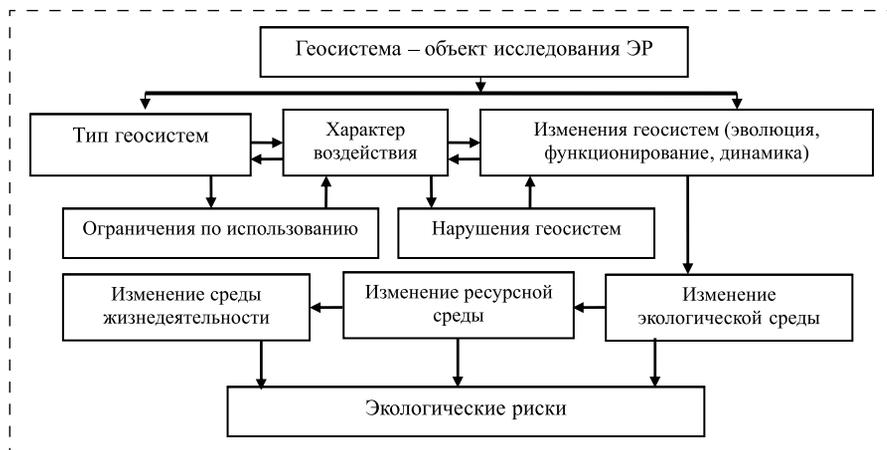


Рис. 1. Экологическая интерпретация географической информации

целевых функций, о необходимых природоохран-ных мероприятиях для минимизации ЭР (рис. 1).

На основе экологических интерпретаций географической информации об эпиструктурных, функциональных, динамических, ценностных (полезность для человека) характеристиках выявляются новые признаки геосистем — индикаторы ЭР (табл. 1), на основе которых создаются специализированные классификации геосистем. Целевая целостная система специализированной классификации геосистем бассейна оз. Байкал (далее — Классификация), методика создания которой опубликована ранее [3], и производные от нее оценочные и прогнозные классификации. На ее основе создается картографическая информационная система для анализа ЭР.

Классификация (базовая) геосистем бассейна оз. Байкал

А. АРКТО-БОРЕАЛЬНЫЕ СЕВЕРОАЗИАТСКИЕ. А1. Гольцовые и подгольцовые Восточно-сибирские и Южно-сибирские экстремальных условий развития: низко и среднепродуктивные очень холодные-холодные очень влажные-влажные. **1.** Гольцовые альпинотипные (П). **2.** Гольцовые криопетрофитные курумов и скал (С). **3.** Гольцовые плоских поверхностей тундровые (К). **4.** Подгольцовые кустарниковые (М, С). **5.** Подгольцовые лиственнично-редколесные (М, С). **6.** Подгольцовые темнохвойно-редколесные (М, С). А2. Лугово-тундровые Южно-сибирские среднепродуктивные холодных влажных-умеренно влажных контрастных тепловых условий. **7.** Подгольцовые (субальпинотипные) луговые алтае-саьянского типа (М). **8.** Высокогорные кобрезиевые (М). **9.** Высокогорные остепненно-луговые (мелкозлаково-кобрезиевые), переходные к центральноазиатскому типу (П). А3. Таежные светлохвойные Байкало-джугджурские средне-высокопродуктивные влажные разных тепловых условий. **10.** Горнотаежные лиственничные редуцированного развития (К). **11.** Межгорных понижений и долин таежные лиственничные редуцированного развития (М, С). **12.** Межгорных понижений и долин таежные темнохвойные

Таблица 1

Признаки специализированной типологической классификации геосистем

Признак	Характеристика
Иерархические	Локальный, региональный, планетарный уровень
Функциональные	Интенсивность функционирования, продуктивность растительности, чувствительность к воздействию
Динамические	Динамические категории, характеристики устойчивости и изменчивости, степень и темпы изменения, пр.
Экологические	Условия среды, экологический потенциал и нормирование антропогенной нагрузки, степень пригодности для выполнения конкретных функций и комфортности
Ценностные	Характер использования
Последствия воздействия	Характер, степень и темпы изменения
Острота ситуации	Стабильные, умеренно острые, острые, очень острые
Уровень проявления	Топологический, региональный, планетарный
Рекомендации оптимизации	Оптимизационные мероприятия по улучшению ситуации



редуцированного развития (М, С). **13.** Горнотаежные лиственничные ограниченного развития (К). **14.** Межгорных понижений и долин таежные лиственничные ограниченного развития (М, С). **15.** Горнотаежные лиственничные оптимального развития (М). **16.** Подгорные и межгорных понижений таежные лиственничные оптимального развития (М, С). А4. Таежные темнохвойные Южно-сибирские средне-высокопродуктивные влажные разных тепловых условий. **17.** Горнотаежные темнохвойные редуцированного развития (М). **18.** Горнотаежные темнохвойные ограниченного развития (К). **19.** Подгорные и межгорных понижений таежные темнохвойные ограниченного развития (М, С). **20.** Горнотаежные темнохвойные оптимального развития (П). **21.** Подгорные и межгорных понижений таежные темнохвойные оптимального развития (П). А5. Таежные светлохвойные Южно-сибирские средне-высокопродуктивные контрастных тепловых условий. **22.** Горнотаежные лиственничные и кедрово-лиственничные ограниченного развития (К). **23.** Подгорные и межгорных понижений таежные кедрово-лиственничные ограниченного развития (М, С). **24.** Горнотаежные лиственничные сухомышистые оптимального развития (псевдотаежные, переходные к подтаежным) (П).

Б. СЕМИАРИДНЫЕ. СЕВЕРОАЗИАТСКИЕ. Б1. Подтаежные Байкало-Джугджурские повышено продуктивные теплых и недостаточно влажных условий. **25.** Горные подтаежные лиственничные (М). **26.** Подгорные подтаежные лиственничные (М, УД). Б2. Подтаежные Южно-сибирские повышено продуктивные теплых и недостаточно влажных условий. **27.** Горно-таежные сосновые (К). **28.** Горные подтаежные сосновые (М, П). **29.** Подгорные подтаежные сосновые (боровых плато и долин) (С, П). Б3. Остепненных лугов и лугово-степные долинные и низинные южно-сибирские средне-высокопродуктивные теплых недостаточно влажных условий. **30.** Подгорные (равнин и террас) лугово-болотные, осоково-злаковые, злаково-разнотравные закустаренные в сочетании с лиственничными лесами (С, УД). **31.** Подгорные (равнин и террас) аллювиальных отложений кустарниково-осоковые в сочетании с еловыми лесами (С, УД).

В. АРИДНЫЕ ЦЕНТРАЛЬНОАЗИАТСКИЕ (ДАУРО-МОНГОЛЬСКИЕ) СТЕПНЫЕ. В1. Горные Хангайско-Даурские разнотравно-дерновиннозлаковые и дерновинноразнотравные среднепродуктивные теплых сухих условий. **32.** Склоновые разнотравно-типчаковые (К). **33.** Склоновые осоково-мятликовые (П). **34.** Склоновые разнотравно-тонконоговые (П). **35.** Склоновые караганово-злаковые (М). **36.** Межгорных понижений

и долин типчаково-тырсовые и востречно-тырсовые (М, П). **37.** Межгорных понижений и долин осоково-злаковые в сочетании с полынными (на песчаных отложениях и каменистых шлейфах) (С, УД). **38.** Долинные осоковые, злаково-осоковые в составе лугово-кустарниковых серий (мерзлотные) (С, УД). В2. Высоких равнин, денудационных плато и плоских котловин Монгольские дерновиннозлаковые минимально- и низкопродуктивные очень теплых очень сухих условий. **39.** Высоких поверхностей травяно-степные пижмовые (К). **40.** Пологосклоновые разнотравно-тырсовые, пижмово-тырсовые, востречно-тырсовые, караганово-тырсовые, змеевко-востречовые (К, М). **41.** Долинные аллювиальные осоково-злаковые солонцеватые в сочетании с осоковыми болотами и ивняками (С). **42.** Бессточных депрессий и побережий озер полукустарничково-кустарничковые ирисово-луговые, разнотравно-осочково-чиевые солончаковые (переходные к гобийскому типу) (П).

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 °С).

Влагообеспеченность (радиационный индекс сухости по М. И. Будыко): избыточно влажные (менее 0,5), влажные (0,5...1,0), умеренно влажные (1,0...1,5), недостаточно влажные (1,5...2,0), сухие (2,0...2,5), очень сухие (более 2,5).

Динамические категории и экологическая устойчивость геосистем: К — коренные — наиболее стабильные; М — мнимокоренные — стабильные; С — серийные — менее стабильные; П — переходные — условно стабильные; УД — устойчиво длительнопроизводные разной степени антропогенной нарушенности.

Процесс создания экологической КИС ПС бассейна оз. Байкал, общая структура которой представлена в табл. 2, включает следующие процедуры: 1) создание целевой базы географических данных; 2) разработку базовой специализированной классификации геосистем; 3) создание базовой карты геосистем; 4) многоаспектную целереализующую интерпретацию информации и создание системы производных классификаций геосистем; 5) формализацию информации (представление

Структура геосистемной экологической КИС

Функциональные типы электронных карт	Название карт	Масштаб карт
Базовая	1. Геосистемы бассейна оз. Байкал	1:5000000
Производная	2. Экологическая карта геосистем	1:5000000
Интерпретационные	3. Чувствительность геосистем к внешнему воздействию	1:5000000
	4. Экологические функции геосистем	1:5000000
	5. Экологический потенциал геосистем	1:5000000
	6. Рекомендуемые режимы использования геосистем	1:5000000
	7. Экологические риски	1:5000000

системы классификаций геосистем в табличной форме); б) модификацию контурной основы базовой карты и разработку сопряженной системы контурных карт; 7) комплексирование информации и создание программно-целевых тематических слоев КИС; 8) интеграцию информации и формирование единой КИС природной среды Байкальского региона.

Структурно-функциональные типы электронных карт (базовые, производные, интерпретационные) отражают последовательность разработки и методы согласования их содержания. Картографическая информационная система обладает возможностями оперативного обновления информации и создания новых оценочных, прогнозных и рекомендательных карт ПС для решения задач управления ЭР.

Базовая карта экологической КИС — "Геосистемы бассейна оз. Байкал" — реализует первый этап информационного обеспечения анализа экологического риска. Она создана по методике, разработанной ранее в лаборатории картографии, геоинформатики и дистанционных методов института географии СО РАН [2], которая базируется на структурно-динамической концепции В. Б. Сочавы [5]. Легенда карты построена по регионально-типологическому принципу с учетом принадлежности основных единиц картографирования — геомов и их классификационных объединений [5]) 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]. Каждый ранг геосистем характеризуется своими географическими параметрами.

Геосистемы более высокого ранга по отношению к входящим в их состав системам рассматриваются как среды формирования и развития,

а каждая геосистема выступает как первичная среда по отношению к любому своему компоненту. Такой подход обеспечивает: 1) изучение природных систем и их компонентов с точки зрения присущих им пространственных закономерностей, а в конечном итоге — всей ландшафтной сферы; 2) совмещение индивидуального и типологического принципов изучения организации природной среды как системы природно-пространственных структур разного порядка и размерности; 3) выявление закономерностей, действующих на значительном пространстве, и поиск таких критериев анализа геосистем и их компонентов, которые бы отражали разный масштаб обобщения материала из разных источников; 4) выявление и оценку природных рубежей как необходимое условие анализа протекающих природных и природно-антропогенных процессов. Гомогенитет геосистем свидетельствует об однородности всего комплекса природных условий и о возможности применения в соответствующей обстановке единообразных приемов эксплуатации природных богатств и оптимизации жизненных и ресурсных условий местности.

Характеристики геосистем обеспечивают: 1) инвентаризацию состояния среды как комплекса условий, оказывающих влияние на здоровье человека, функционирование хозяйственных систем, состояние биоценозов, их чувствительность и устойчивость к техногенным воздействиям; 2) оценку природного, ресурсного и экологического потенциала геосистем или их компонентов; 3) оценку характера и степени внешнего, в том числе антропогенного воздействия на среду; 4) прогноз возможных изменений состояния среды — приобретение новых, или утрату прежних полезных свойств; 5) прогноз возможных последствий изменения среды, в том числе ЭР; 6) разработку категорий охраны и рекомендательных мероприятий по оптимизации природной среды.

Производная и интерпретационные карты экологической КИС создаются на основе интерпретации общенаучной классификации геосистем (см. Классификацию) и модификации контурной части базовой карты геосистем. При этом структурно-динамические характеристики рассматривались как наиболее важные признаки-индикаторы ЭР, потому что в инварианте геосистемы воплощен ее природный потенциал, определяющий наблюдаемые в природе переменные состояния, и те производные структуры, которые можно создать с целью оптимизации природной обстановки или стимуляции воспроизводства ресурсов. Структурное разнообразие определяет свойство экологической стабильности (устойчивости) как возможности геосистемы достигать достаточно существенных структурных различий, необходимых для ее развития и восстановления (см. Классификацию).

Результаты исследования. На рис. 2 (см. 3-ю стр. обложки) представлены территории бассейна оз. Байкал, выделенные по комплексу эколого-географических условий природной среды, характеризующиеся разной степенью предрасположенности к ЭР. В группу 1 с максимально высоким экологическим риском вошли максимально чувствительные очень нестабильные геосистемы (1–9, 39–42 — см. Классификацию). К ним относятся североазиатские голыцовые тундровые и альпинотипные, высокогорные остепенно-луговые, подголыцовые кустарниковые, лиственнично-редколесные, каменноберезовые и темнохвойно-редколесные геосистемы холодных часто избыточно влажных местообитаний с минимальной или низкой продуктивностью наземной растительности.

Их формирование обусловлено большими значениями абсолютной высоты над уровнем моря и связанной с ней относительно умеренной континентальностью климата, приходом солнечной радиации и прогреванием почвы, ветровым режимом и степенью увлажнения.

В экологическом плане все они выполняют средоформирующую функцию. Особенно велика их снего- и водосборная роль. Обеспечивая трансформацию воды, ее регулирование, перевод во внутрпочвенный сток, эти геосистемы несут большие гидрологические нагрузки. В целом, характеризуясь значительным недостатком тепла, слабо развитыми почвами, они отличаются высокой чувствительностью к внешнему воздействию и очень медленным восстановлением.

В эту же группу вошли горно-степные западнобайкальско-хангайско-хэнтэйские даурского типа геосистемы, в том числе склоновые и пологосклоновые разнотравно-дерновиннозлаковые

и дерновинноразнотравные и среднехалхаско-монгольские гемикриофильные (полухолодные) степные геосистемы. Все они выполняют важную средостабилизирующую водозащитную функцию, хотя их роль в регулировании стока сравнительно невелика. Вместе с этим в условиях большого испарения влаги растительный компонент этих геосистем обеспечивает сохранение существующего природного равновесия, изменение которого может привести к нарушению существующего режима увлажнения, дальнейшей аридизации почвенно-растительного покрова и, как следствие, структуры геосистем. Сухость степей весной и в первой половине лета создают большую пожароопасность. Растительность степей на песках и каменистых шлейфах в условиях сухих и очень сухих местообитаний наряду с водорегулирующей функцией выполняет почвозащитную и закрепляющую пески функцию.

К группе 2 с очень высокой степенью ЭР были отнесены очень чувствительные нестабильные геосистемы (10–12, 17, 32–38 — см. Классификацию). К ним принадлежат горнотаежные геосистемы редуцированных условий развития, формирующиеся преимущественно на вершинных участках или вогнутых поверхностях склонов, а также склонах северной экспозиции. Они отличаются невысоким уровнем теплообеспеченности и высокой влажностью местообитаний. Все эти геосистемы чувствительны к воздействию, имеют большое мерзлотно-защитное и водорегулирующее значение, выполняя функцию стабилизации экологической ситуации. К этой же группе принадлежат сосновые боровые геосистемы с сильно остепненным разнотравным травостоем, которые развиваются на сухих песчаных почвах дюн или пологих склонов. Антропогенное воздействие, связанное с уничтожением здесь растительности без ее планомерного восстановления может привести к развитию эоловых процессов.

Сюда же были отнесены псевдотаежные лиственничные геосистемы (разнотравно-ретидиевые, бруснично-ретидиевые, осочково-ретидиевые), формирующиеся преимущественно в резко континентальных местных условиях среднегорий Хангая и Прихубсугуля. Эти геосистемы относятся к переходному от южно-сибирского к центрально-азиатскому подклассу горно-таежных лиственничных геосистем. Их травяно-кустарничковый ярус сложен из тундрово-альпийских, лугово-лесных и лесостепных видов, в моховом покрове доминирует сухой мох, а в почвенном покрове распространены горные лесные мерзлотные грубогумусные почвы. Характерна слабая устойчивость этих геосистем к внешнему, в том числе антропогенному воздействию. При пожарах или

сплошных рубках эти геосистемы плохо восстанавливаются и часто сменяются степями.

В группу 3 с высокой степенью ЭР относятся геосистемы средней чувствительности условно стабильные (24—31 — см. Классификацию). Сюда вошли подтаежные темнохвойные южно-сибирского типа и подтаежные лиственничные кустарниково-травяные, травяные и остепненные геосистемы Байкало-Джугджурского типа. Это наиболее освоенные и преобразованные человеческой деятельностью и лесными пожарами территории, находящиеся на разной стадии восстановления. В силу недостаточного увлажнения эти геосистемы в условиях лесосведения, особенно склоновых местоположений, могут быть подвержены аридизации. К тому же в поздний весенний и раннелетний периоды (до стадии формирования травяного растительного покрова) эти геосистемы очень пожароопасны.

Сюда же были отнесены северо-азиатские долинныя лугово-степные и остепненные лугов геосистемы южно-сибирского типа в составе лугово-кустарниково-лесных (лиственничных) серий аллювиальных равнин. В целом их местоположения характеризуются ограниченным количеством осадков. Биологическая продуктивность растительного компонента этих геосистем значительно меньше, чем подтаежных, она колеблется между средней и низкой. 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. Протаивание мерзлотных почвогрунтов геосистем байкало-джугджурского типа может, наоборот, способствовать заболачиванию местоположений. Для всех геосистем этой группы характерны разнообразные хозяйственные функции, поэтому они имеют большое техногенно-барьерное значение.

В группу 4 с относительно высокой степенью ЭР относятся чувствительные относительно стабильные геосистемы (15, 16). Это геосистемы байкало-джугджурского типа ограниченного и оптимального развития, формирующиеся в условиях распространения мерзлотных почвогрунтов. В целом для них характерна экологическая функция стабилизации. При лесосведении здесь может увеличиваться глубина протаивания почвогрунтов, которая, особенно в условиях местоположений плоских водоразделов, межгорных понижений и долин, ведет к накоплению влаги и появлению избыточного увлажнения.

В геосистемах подгорных местоположений переувлажнение обусловлено еще и дополнительным поступлением вод со склонов. В лиственничных геосистемах при проявлении избыточного

почвенно-грунтового увлажнения возможно появление влажных ерников, восстановление которых в лесные угодья происходит очень медленно.

В группу 5 относительно невысокого ЭР отнесены геосистемы менее чувствительные наиболее стабильные (13, 14, 18, 19, 22, 23 — см. Классификацию). Это все горно-таежные геосистемы условий ограниченного развития южно-сибирского типа. Это наиболее организованные в структурном отношении системы, выполняющие средостабилизирующую экологическую функцию. В данном регионе они находятся на территориальном пределе своего распространения, но, тем не менее, они экологически устойчивы и, как правило, быстро восстанавливаются после внешнего воздействия. В целом для этих, преимущественно моховых геосистем характерна функция стабилизации (водорегулирование). В условиях континентального климата их моховая подушка обеспечивает существование особого типа экологических условий. Для сохранения моховой тайги необходимо осуществлять постоянный контроль ее состояния, соблюдать правила эксплуатации лесов и проводить мероприятия по предотвращению лесных пожаров.

В группу 6 с невысоким ЭР определены мало чувствительные стабильные (20—21 — см. Классификацию) геосистемы южно-сибирского типа — умеренно теплых или теплых и избыточно влажных местообитаний повышено и высокопродуктивные: горнотаежные темнохвойные и подгорные и межгорных понижений таежные темнохвойные. Они формируются на наветренных местоположениях Хамар-Дабана и Баргузинского хребта и имеют наивысший потенциал биологической продуктивности наземной растительности. Эти травяные геосистемы выполняют средозащитную почво- и водорегулирующую функции и требуют особого подхода при их использовании. После пожаров и рубок в лесах этих местоположений лиственная фаза очень хорошо выражена и может длиться до 150 лет, кедровая фаза в развитии древостоя наступает лишь к 200—220 годам. Если не способствовать восстановлению этих геосистем, то велика вероятность их изменений.

Заключение. Разработанная на основе учения академика В. Б. Сочавы система специализированных классификаций геосистем бассейна оз. Байкал (в пределах территории России и Монголии) позволила представить природу крупного региона как иерархию соподчиненных регионально-типологических подразделений и оценить степень ее изменчивости. Представленный общий алгоритм картографического исследования, где на каждом этапе ставится и решается конкретная часть общей задачи, позволяет создавать КИС ПС крупных регионов как оперативные инструменты



информационной поддержки управления территориями. Обширный объем междисциплинарной географической информации, заключенный в тематическом содержании КИС, дает массу возможностей при использовании ее специалистами различного профиля. КИС обладает свойством оперативного обновления информации и обеспечивает создание новых оценочных, прогнозных и рекомендательных карт ПС. В рамках предлагаемой КИС рациональнее проводить решение практических задач по решению проблем управления ЭР, так как уже не требуется процедура абстрагирования, оценки и выделения наиболее существенного из всей массы ныне существующих географических данных и знаний.

Работа выполнена при финансовой поддержке Всероссийской общественной организации "Русское географическое общество" по договору 172014/РГО-РФФИ от 13 июля 2015 г.

Список литературы

1. **Устойчивое развитие** и экологический риск: Терминологический словарь / Сост. В. А. Долингер, В. В. Козин, Н. В. Ромейко. — Ханты-Мансийск: ГУ—ИПП "Полиграфист", 1998. — С. 19.
2. **Кузнецова Т. И., Плюснин В. М.** Методология информационного обеспечения анализа экологических рисков // Проблемы анализа риска. — 2012. — Т. 9. — № 5. — С. 47—62.
3. **Кузнецова Т. И.** Картографический анализ ландшафтно-экологических закономерностей бассейна озера Байкал в пределах России и Монголии для принятия природоохранных решений // Безопасность жизнедеятельности. — 2015. — № 12. — С. 35—42.
4. **Кузнецова Т. И., Плюснин В. М.** Геосистемные картографические интерпретации для информационного обеспечения управления экологическим риском Байкальского региона // Безопасность жизнедеятельности. — 2014. — № 2. — С. 43—49.
5. **Сочава В. Б.** Теоретическая и прикладная география. Избранные труды. — Новосибирск: Наука, 2005. — 288 с.
6. **Экологический атлас** бассейна оз. Байкал. — Иркутск: Изд-во Института географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, 2015. — 145 с.

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

Geosistemno-Cartographic Analysis of the Natural Factors of Environmental Risk of the Basin of Lake Baikal (within Russia and Mongolia)

A geosystem approach to the classification and mapping of the ecological risk (ER) is proposed. Based on Internet resources, literary and cartographic sources, and using advanced GIS-technologies, an analysis is made of a space-time state of geosystems of Lake Baikal basin as a set of conditions, defining or limiting the features of the human life activity.

Qualitative cartographic analysis of geosystems, interpretation and aggregation of interdisciplinary geographic information have provided new knowledge about the differentiation of ecological and geographical conditions of the area and allow to carry out its zoning by-indicator groups of ER.

The ever established mapping information system of the Lake Baikal watershed is a reflection of patterns of geographic differentiation of environmental conditions and operation of the natural environment. It can be used as a tool for information support for territory management, as well as to provide a solution of practical issues of automation of a mapping process. Mapping information system of the Lake Baikal watershed has the property of rapid updating of information and provides a new evaluation, forecast and recommendation maps of the environment.

Keywords: lake Baikal basin, geosystema, indicative groups of ER, interpretation of geographic information, geoinformation mapping, geoeozones

References

1. **Ustojchivoe razvitie** i ehkologicheskij risk: Terminologicheskij slovar' / Sost. V. A. Dolinger, V. V. Kozin, N. V. Romejko. Hanty-Mansijsk: GU—IPP "Poligrafist", 1998. P. 19.
2. **Kuznecova T. I., Plyusnin V. M.** Metodologiya informacionnogo obespecheniya analiza ehkologicheskikh riskov. *Problemy analiza riska*. 2012. Vol. 9. No. 5. P. 47—62.
3. **Kuznecova T. I.** Kartograficheskij analiz landshaftno-ehkologicheskikh zakonomernostej bassejna ozera Bajkal v predelah Rossii i Mongolii dlya prinyatiya prirodoohran-
- nyh reshenij. *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2015. No. 12. P. 35—42.
4. **Kuznecova T. I., Plyusnin V. M.** Geosistemnye kartograficheskie interpretacii dlya informacionnogo obespecheniya upravleniya ehkologicheskim riskom Bajkal'skogo regiona. *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2014. No. 2. P. 43—49.
5. **Sochava V. B.** Teoreticheskaya i prikladnaya geografiya. Izbrannye trudy. Novosibirsk: Nauka, 2005. 288 p.
6. **Ehkologicheskij atlas** bassejna oz. Bajkal. Irkutsk: Izdvo Instituta geografii im. V. B. Sochavy SO RAN, 2015. 145 p.

УДК 504.4.054

А. Кенжегалиев, д-р техн. наук, проф., зав. лабораторией, e-mail: akimgali_k@mfil.ru, Атырауский институт нефти и газа, Атырау, Казахстан,

Б. Б. Оразбаев, д-р техн. наук, проф., Евразийский государственный университет им. Л. Н. Гумилева, Астана, Казахстан,

С. Ж. Жумагалиев, канд. хим. наук, доц., науч. сотр., Институт химических наук Национальной академии наук им. А. Б. Бектурова, Алматы, Казахстан,

Д. А. Кенжегалиева, магистр, сотр., Индивидуальное предпринимательство "Кенжегалиев", Атырау, Казахстан

Состояние гидробионтов в районе искусственного острова D казахстанского сектора Каспийского моря

Приведены результаты исследования, проведенного в 2012—2014 гг. в районе искусственного острова D месторождения Кашаган, по выявлению фонового экологического состояния гидробиологических сообществ, в частности, фитопланктона, зоопланктона и макрозообентоса до начала коммерческой добычи нефти и газа.

Ключевые слова: искусственный остров, морская вода, донное отложение, диатомовые, зеленые, зинзеленые, пиропитовые, веслоногие, ветвистоусые, коловратки, моллюски, черви, ракообразные, губки и гидрзои

Введение

Каспийское море по своим физико-географическим особенностям является уникальным природным объектом, не имеющим аналогов на Земле. Его изолированность от Мирового океана, низкое гипсометрическое положение сделали Каспийское море конечным резервуаром подземных, надземных и осаждающихся воздушных масс природного и антропогенного генезиса с территории части Восточно-европейской низменности, Урала, Кавказа, Иранского нагорья и, отчасти, Туранской низменности [1].

Северная часть Каспийского моря является мелководной, глубина не превышает 4 м и входит в категорию чувствительных экологических зон. В связи с бурным ростом добычи нефти как на прибрежных территориях, так и с новыми шельфовыми проектами угроза каспийской экологии и многочисленным каспийским видам-эндемикам резко возросла [2].

Насколько может быть серьезной авария при шельфовой добыче нефти, показала авария платформы Deep Water в Мексиканском заливе в 2010 г., когда нефтью был загрязнен целый залив, а негативное воздействие распространилось на всю северную Атлантику [3]. Главным загрязнителем Каспийского моря является нефть. Нефтяные загрязнения подавляют развитие гидробионтов Каспия, снижают выработку кислорода. Кроме того, они накапливаются в донных

отложениях [4]. Увеличение загрязнения отрицательно сказывается и на тепло-, газо-, влагообмене между водной поверхностью и атмосферой. Из-за распространения на значительных площадях нефтяной пленки скорость испарения снижается в несколько раз.

В данной статье приведены результаты работ, выполненных авторами в течение 2012—2014 гг. по северо-восточной части Казахстанского сектора Каспийского моря в районе искусственного острова D.

Методы исследования

При гидробиологических исследованиях руководствовались методами, изложенными в "Руководстве по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений", рекомендованными Госкомгидрометом [5].

Пробы фитопланктона на станциях отбирались батометром объемом 5 л с поверхностного слоя воды и фиксировались 4 %-ным раствором формалина. Учет фитопланктона проводили в счетной камере Горяева. Биомасса вычислялась по таблице.

Пробы зоопланктона на станциях отбирались с помощью сети Апштейна, после консервировались 4 %-ным раствором формалина.

Камеральная обработка проб зоопланктона включала определение организмов каждого вида и подсчет количества организмов каждого вида



с учетом возрастных стадий и размерных групп под биноклем в специальной камере Богорова.

Пробы зообентоса отбирались дночерпателем Ван-Вина с площадью захвата 0,1 м². Концентрация организмов достигалась методом отмучивания [6] с использованием газ-сита № 23 и последующей фиксацией проб 4 %-ным формалином.

В лабораторных условиях пробы обрабатывались по общепринятым методикам [6]: определялись таксономический состав, численность (экземпляр на 1 м²) и биомасса (граммов на 1 м²) организмов зообентоса. Кроме таксономического состава, также рассчитывались средняя численность (экземпляров на 1 м²) и биомасса (граммов на 1 м²), численность и биомасса основных видов, групп зообентоса и процент травмированных организмов.

В отобранных пробах были определены численность и видовой состав гидробионтов.

Результаты исследования

В результате исследования определен количественный и качественный состав гидробиологических сообществ: общая средняя численность фитопланктона достигала летом 84,18 млн кл/м³; биомасса равнялась 396,75 мг/м³.

Характерной особенностью лета была вспышка синезеленых. Основу фитопланктона составляли, в основном, пресноводные, солоноватоводно-пресноводные, солоноватоводные виды.

Среди всех представителей зоопланктона в данной части моря веслоногие рачки оказались самой массовой группой.

Варьирование таксономического состава зообентоса и его количественных характеристик, доминирование тех или иных групп по биомассе и численности в его составе по станциям наблюдения на акватории острова Д месторождения Кашаган были связаны в первую очередь с гидролого-гидрохимическими условиями местообитания (среди которых на первом месте стоит соленость) и типом грунта.

Произошло также некоторое перераспределение этих показателей внутри групп организмов. Причиной этого может служить как время сбора проб (в августе продолжается нагул бентосоядных рыб на этой акватории), так и некоторое усиление эвтрофикационных процессов, которые могут быть обусловлены как естественными причинами, так и влиянием антропогенных факторов.

Состояние фитопланктона

Фитопланктон — первое звено трофической цепи водных систем. Наряду с растительностью

(погруженной и надводной), зоопланктоном и бентосными организмами, фитопланктон играет важную роль в глобальной стабильности всей экосистемы Каспийского моря.

По современным оценкам продукция фитопланктона достигает 97 % от общего годового прихода органического вещества в море. Созданное им автотрофное органическое вещество потребляется на последующих гетеротрофных уровнях.

Кроме того, состояние фитопланктона характеризует состояние водной среды, так как многие организмы фитопланктона являются видами — индикаторами ее загрязнения [7].

Поэтому исследования фитопланктона важны, и обычно предваряют все остальные этапы комплексных исследований состояния биоты. В этой связи, исследования фонового состояния фитопланктона месторождения Кашаган дополняют общую картину современного состояния фитопланктона Северного Каспия.

Гидробиологическими наблюдениями по фитопланктону было охвачено пять станций месторождения Кашаган в Северном Каспии. Сборы проб проводились в июне 2012 и 2013 гг. и в августе 2014 г. Координаты станций исследования даны в табл. 1.

Результаты исследований основных групп фитопланктона на месторождении Кашаган в районе искусственного острова Д за летние периоды с 2012—2014 гг. представлены на рис. 1 и 2. За исследованный период на месторождении Кашаган в 2012 г. было обнаружено всего 2 подвида фитопланктона: из диатомовых обнаружено 2 вида, из синезеленых 1 вид, всего 3 вида, но 2013 г. был относительно обильным по сравнению с 2012 г. Было обнаружено всего 24 вида из подвидов четырех систематических групп: диатомовые — 10, зеленые — 6, синезеленые — 6 и пирофитовые — 2 вида; 2014 г. также был относительно обильным по численности синезеленых по сравнению с 2012—2013 годами. Было обнаружено всего 24 вида и подвидов четырех систематических групп, как и в предыдущие годы: диатомовые — 6, зеленые — 4, синезеленые — 10 и пирофитовые — 4 вида.

Основные виды фитопланктона, обнаруженные в районе месторождения Кашаган, были схожи на

Таблица 1

Координаты станций исследования

Станция 1, фоновая	Станция 2	Станция 3	Станция 4	Станция 5
N46.29.49	N46.27.12	N46.25.32	N46.26.25	N46.26.97
E52.13.46	E52.20.86	E52.16.02	E52.15.18	E52.15.93

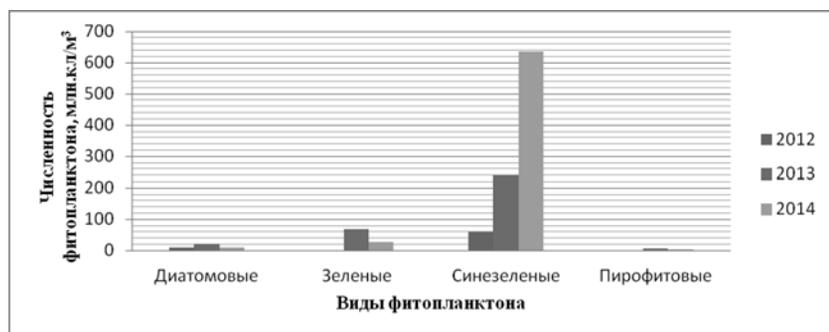


Рис. 1. Распределение численности, млн кл./м³, основных групп фитопланктона на месторождении Кашаган в районе острова D в летние периоды 2012–2014 гг.



Рис. 2. Распределение биомассы, мг/м³, основных групп фитопланктона на месторождении Кашаган в районе острова D в летние периоды 2012–2014 гг.

большинстве станций наблюдений. Почти везде преобладающими стали синезеленые водоросли рода Мерисмопедия точечная (*Merismopedia punctata*), Лингбия озерная (*Lyngbya limnetica*), Микроцистис порошковатый (*Microcystis pulvereaf. Incerta*), Афанотеце сетчатая (*Aphanothece clathrate*). Зеленые водоросли были представлены родами Бинуклеария Лаутерборна (*Binuclearia lauterbornii*), Хлорелла (*Chlorella vulgaris*), а диатомовые — преимущественно формами Циклотелла Менегини (*Cyclotella meneghiniana*), Циклотелла Каспийская (*Cyclotella caspia*).

Из пирофитовых встречались: Гимнодиниум изменчивый (*Gymnodinium variable*), Пророцентрум тупой (*Prorocentrum obtusum*), Пророцентрум сердцевидный (*Prorocentrum cordatum*), Гониаулакш шипоносный (*Gonyaulax spinifera*).

По видовому разнообразию преобладают синезеленые водоросли (41,6 % от общего числа видов). Диатомовые водоросли по числу видов стоят на втором месте (25 % от общего числа видов). Зеленые и пирофитовые водоросли заняли третье место по разнообразию видов. Они составили 16,7 % от общего числа видов.

Численность фитопланктона колебалась по станциям наблюдений от 488,7 (станция 3) до 789,2

(станция 4) млн кл./м³, при среднем значении — 679,4 млн кл./м³.

Биомасса микроводорослей варьировала от 89,5 (станция 4) до 197,0 (станция 1) мг/м³ и в среднем составила 137,46 мг/м³. Основная доля в ее создании принадлежит динофитовым, биомасса которых составила 64,18 мг/м³ от общей биомассы фитопланктона.

Ниже приведен видовой состав фитопланктона на месторождении Кашаган в районе искусственного острова D (лето 2014 г.).

Диатомовые (*Bacillariophyta*): *Cyclotella meneghiniana*, *Cyclotella caspia*, *Navicula spicula*, *Podosira parvula*, *Navicula cryptocephala*, *Nitzschia closterium*.

Зеленые (*Chlorophyta*): *Binuclearia lauterbornii*, *Binuclearia lauterbornii var. crassa*, *Oocystis borgei*, *Chlorella vulgaris*.

Синезеленые (*Cyanophyta*): *Merismopedia punctata*, *Oscillatoria amphibia*, *Aphanothece clathrata*, *Lyngbya limnetica*, *Microcystis pulvereaf. Incerta*, *Phormidium sp.*, *Gloeocapsa limnetica*, *Gloeocapsa minima*, *Gloeocapsa minor*, *Lyngbya contorta*.

Пирофитовые (*Dinophyta*): *Gymnodinium variable*, *Prorocentrum obtusum*, *Prorocentrum cordatum*, *Gonyaulax spinifera*.

Качество воды оценивали по методу Пантле и Букка в модификации Сладечека [8, 9] на основании анализа качественного и количественного развития отдельных видов фитопланктона с использованием списков организмов — индикаторов сапробности.

Рассчитанный индекс сапробности варьировал по станциям наблюдений от 1,88 до 1,98, что соответствует III классу качества воды (умеренно загрязненные).

Состояние зоопланктона

Распределение зоопланктона по численности и по биомассе представлено на рис. 3 и 4. За период исследования прослеживается, что зоопланктон на месторождении Кашаган очень беден как по качественному, так и по количественному составу и в 2012 г. представлен 12 таксонами, среди которых присутствовали представители различных экологических группировок, от пресноводных до морских [10]. Коловратки составили 6 видов, ветвистоусые 1 вид, веслоногие 4 вида и 1 — прочие организмы.

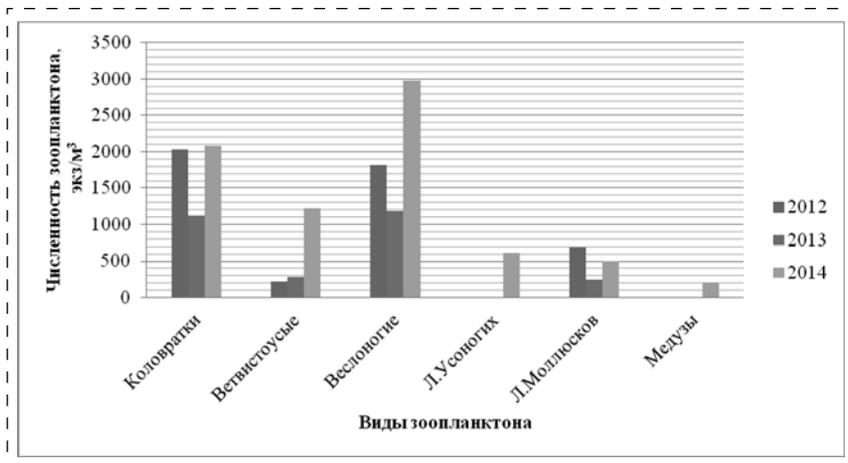


Рис. 3. Распределение численности зоопланктона, экз/м³, на исследуемой акватории искусственного острова D месторождения Кашаган за 2012–2014 гг.

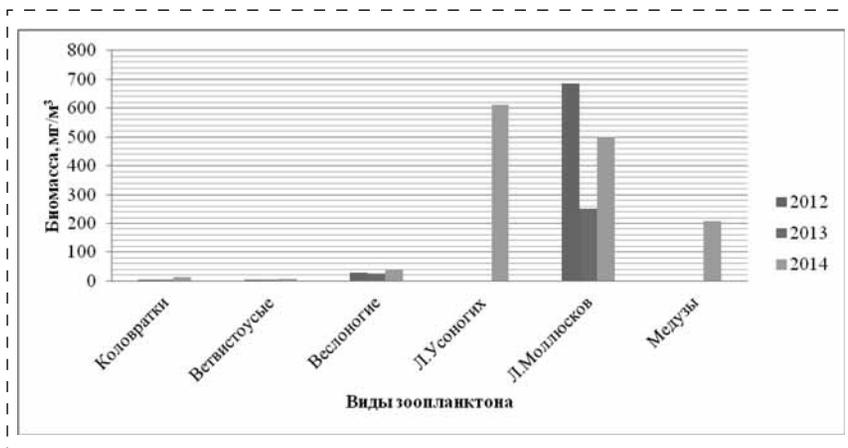


Рис. 4. Распределение биомассы зоопланктона, мг/м³, на исследуемой акватории искусственного острова D месторождения Кашаган за 2012–2014 гг.

Веслоногие рачки оказались самой массовой группой среди всех представителей зоопланктона в данной части моря. Их массовая доля составила 89,02 %, при численности в 38 %. В этой группе доминировали *Acartia clausi*, *Calanipeda aquae dulcis*. Доля коловраток составила 43 % по численности и 4,62 % по биомассе. Из полифемид изредка встречались *Podonevadne camptonux polyphomoides*. Массовая доля ветвистоусых в летний период на исследуемых участках оказалась очень низкой и составила 5,90 % от общей биомассы зоопланктона.

Основными доминирующими видами в летний период обнаружены в основном мезосапробные виды зоопланктеров.

Как по качественному, так и по количественному составу на месторождении Кашаган зоопланктон в 2013 г. мало отличается от состава 2012 г. и представлен 14 таксонами, среди которых присутствовали представители различных экологических группировок, от пресноводных

до морских. Коловратки составили 6 видов, ветвистоусые 3 вида, веслоногие 5 видов и 1 вид из прочих организмов, в пробах встречаются в основном до 5–6 экземпляров зоопланктона.

Веслоногие рачки оказались самой массовой группой среди всех представителей зоопланктона в данной части моря. Их массовая доля составила 77,36 % при численности 49,19 %. В этой группе доминировали *Acartia clausi*, *Calanipeda aquae dulcis*, изредка встречались *Harpacticoida sp.*, *Heterocope caspia*.

Биомасса коловраток составила 15,40 % при численности 30,4 %. Почти постоянно присутствовали в пробах *Asplanchna priodonta*, *Keratella tropica*, *Brachionus quadridentatus*.

Из полифемид изредка встречались *Podonevadne camptonux*, *Podon polyphomoides*. Массовая доля ветвистоусых в летний период на исследуемых участках оказалась очень низкой и составила 7,09 % от общей биомассы зоопланктона.

Основными доминирующими видами в летний период на исследованных участках явились о-β-мезосапробные виды индикаторы зоопланктеров. Доминировали виды из класса веслоногие *Acartia clausi*, *Calanipeda aquae dulcis*, а также коловратки *Asplanchna priodonta*, *Keratella tropica*, *Brachionus quadridentatus*.

Наблюдалась очень низкая встречаемость коловраток и ветвистоусых рачков.

По сравнению с летним периодом 2012 г. резких изменений не наблюдалось. В 2012 г. веслоногие рачки оказались самой массовой группой среди всех представителей зоопланктона в данной части моря. Их массовая доля составила 89,02 %, при численности 38 %. В этой группе также доминировали *Acartia clausi*, *Calanipeda aquae dulcis*.

Доля коловраток составила 43 % по численности и 4,62 % по биомассе в 2012 г., тогда как в 2013 г. они составили по биомассе 15,40 % при численности в 30,44 %. Массовая доля ветвистоусых в летний период 2012 г. на исследуемых участках, так же как 2013 г., была очень низкой и составляла 5,90 % общей биомассы зоопланктона. Также можно отметить увеличение травмированных экземпляров, численность которых в 2014 г. составила 7 %.

Индекс сапробности, рассчитанный по методу Пантле и Букка, варьировал в пределах от 1,7 до

1,875, что указывает на III класс качества воды (умеренно загрязненные) в этом районе.

Зоопланктон за исследованный период 2014 г. на месторождении Кашаган в районе искусственного острова D представлен 16 таксонами, среди которых представители различных экологических группировок от пресноводных до морских. Коловратки составили 6 видов, ветвистоусые 4 вида, веслоногие 6 видов и прочие организмы 4 вида.

Ниже приведен видовой состав зоопланктона за исследованный период (лето 2014 г.) на месторождении Кашаган в районе искусственного острова D.

Коловратки: *Asplanchna priodonta*, *Trichocerca caspica*, *Keratella tropica*, *Brachionus quadridentatus*, *Synchaeta Cecilia*, *Filinia longiseta*.

Веслоногие: *Acartia clausi*, *Calanipeda aquae dulcis*, *Eurytemora grimmii*, *Halicyclops sarsi*, *Harpacticoida sp.*, *Heterocope caspia*, *Nauplii*, *Copepodi*.

Ветвистоусые: *Podonevadne camptonux*, *Bosmina logirostris*, *Cornirgerius maeoticus*, *Evadne anonyx*.

Прочие: *Cirripedia nauplii*, *Bivalvia gen.sp.*, *Blackfordia virginica*.

Веслоногие рачки оказались самой массовой группой среди всех представителей зоопланктона в данной части моря. Их массовая доля составила 60,42 %, при численности 38,86 %. В этой группе доминировали *Acartia clausi*, *Calanipeda aquae dulcis*, изредка встречались *Harpacticoida sp.*, *Heterocope caspia*, *Eurytemora grimmii*.

Биомасса коловраток составила 20,07 % при численности 27,23 %. Почти постоянно присутствовали в пробах *Asplanchna priodonta*, *Keratella tropica*, *Brachionus quadridentatus*, *Filinia longiseta*.

Из ветвистоусых изредка встречались *Podonevadne camptonux*, *Bosmina logirostris*, *Cornirgerius maeoticus*, *Evadne anonyx*.

Массовая доля ветвистоусых в летний период на исследуемых участках составила 14,39 % от общей биомассы зоопланктона. При численности 15,85 % от общей численности зоопланктеров.

Основными доминирующими видами в летний период на исследованных участках явились о-β-мезосапробные виды — индикаторы зоопланктеров. Доминировали виды из класса веслоногие *Acartia clausi*, *Calanipeda aquae dulcis*, а также коловратки *Asplanchna priodonta*, *Keratella tropica*, *Brachionus quadridentatus*.

Наблюдалась очень низкая встречаемость коловраток и ветвистоусых рачков.

Общая биомасса личинок усонюгих рачков и моллюсков в 2014 г. составила 2,18 % при численности 14,5 %.

Часто встречалась в пробах медуза *Blackfordia virginica*.

По сравнению с летним периодом 2012—2013 годов резких изменений не наблюдалось. В 2012 г. веслоногие рачки оказались самой массовой группой среди всех представителей

зоопланктона в данной части моря. Их массовая доля составила 89,02 % при численности 38 %. В этой группе также доминировали *Acartia clausi*, *Calanipeda aquae dulcis*.

Доля коловраток в 2012 г. составила 43 % по численности и 4,62 % по биомассе, тогда как в 2013 г. они составили 15,40 % по биомассе при численности 30,44 %, в 2014 г. — 20,07 % по биомассе при численности 27,23 %. Массовая доля ветвистоусых в летний период 2012 г. на исследуемых участках составила 5,9 %, тогда как в 2013 г. она составляла 7,09 %, а в 2014 г. — 14,39 % общей биомассы зоопланктона.

Видовой состав на исследованных участках в 2014 г. не богат, в пробах встречаются в основном до 9...12 экземпляров зоопланктона. Также надо отметить уменьшение количества травмированных организмов, численность которых в этом году составила 0,84 % по сравнению с 2013 г., когда их численность достигала 5,96 %.

Индекс сапробности, рассчитанный по методу Пантле и Букка, варьировал в пределах от 1,7 до 1,875, что указывает на III класс качества воды (умеренно загрязненные) в этом районе.

Состояние зообентоса

Исследования макрозообентоса на акватории в районе искусственного острова D месторождения Кашаган, как и в предыдущие 2012 и 2013 гг., проводились в летний период, т. е. в августе 2014 г.

Оценка состояния зообентоса в рамках комплексных экологических исследований на Каспии направлена на выбор шадящих методов и принципов проводимых работ с тем, чтобы ущерб донному населению был как можно меньше.

Бентофауна исследуемой акватории — это преимущественно представители эпи- и инфауны, закапывающиеся и прикрепленные формы.

В составе макрозообентоса исследуемой акватории острова D месторождения Кашаган в августе 2014 г. отмечались представители макрозообентоса, относящиеся к моллюскам, червям, губкам и гидрозоям [11—14]. Таксономический состав донной фауны приведен в табл. 2.

Всего определено семь видов и групп донных животных: из них червей — четыре вида и одна группа олигохет, моллюсков — один, губок и гидрозой — по одному виду.

Биомасса и численность организмов бентофауны в этот период представляют собой биомассу и численность зообентоса в конце летнего вегетационного периода. В это время еще идет нагул бентосоядных рыб. Поэтому таксономический спектр организмов бентофауны в это время достаточно узок.

Таксономический состав донной фауны на исследуемой акватории искусственного острова D месторождения Кашаган (август 2014 г.)

Таксономический состав	Станция 1 фоновая	Станция 2	Станция 3	Станция 4	Станция 5
<i>Bougainvillia megas</i>	+	+	–	–	–
Всего гидрозой	1	1	–	–	–
<i>Metschnikowia tuberculata</i>	+	+	–	–	–
Всего губок	1	1	–	–	–
<i>Hediste diversicolor</i>	+	+	–	+	+
<i>Hypaniola kowalewskii</i>	–	+	–	+	+
<i>Manayunkia caspica</i>	+	–	–	–	–
<i>Oligochaeta gen.sp.</i>	+	+	+	+	+
Всего червей	3	3	1	3	3
<i>Abra ovata</i>	–	–	+	–	–
Всего моллюсков	–	–	1	–	–
Итого таксонов	5	5	2	3	3

Самой обильной группой таксонов были черви. Моллюски, губки и гидрозои были представлены всего по одному виду. Гидрозои, представленные колониальной *Bougainvillia megas* (Kinne), в численную характеристику зообентоса не входят вследствие невозможности определить редуцированных особей на ветвях колонии (большая часть отсутствуют сами полипы).

Среднее значение численности и биомассы макрозообентоса на исследуемой акватории искусственного острова месторождения Кашаган за 2012–2014 гг. приведено на рис. 5.

Численность организмов зообентоса в этом районе варьировала по станциям от 250 экз./м² (станция 3) до 39 000 экз./м² (станция 2) при среднем ее значении 16 386 экз./м².

Основу численности на исследуемой акватории составляли *Vermes*, на долю которых приходилось около 94,3 % от общего среднего количества. На

долю моллюсков приходилось всего около 0,01 % общей средней численности донных организмов, губки составляли 5,7 %, а *Crustacea* отсутствовали вообще.

Средняя биомасса бентофауны на акватории острова D месторождения Кашаган в августе 2014 г. достигала 3205 мг/м² при колебаниях по станциям от 426 мг/м² (станция 1) до 5053 мг/м² (станция 4).

Основу биомассы зообентоса образовывали *Vermes*, на долю которых приходилось 61,7 % средней общей биомассы.

На долю губок приходилось чуть более 35,8 % средней общей биомассы, а доля моллюсков составляла всего 2,5 %.

Как известно, изменение видового состава зообентоса и его количественных характеристик, доминирование групп по биомассе и численности в его составе по станциям наблюдения связаны в первую очередь с гидролого-гидрохимическими условиями местообитания (среди которых на первом месте стоит соленость) и типом грунта [15].

Основу численности на исследованных станциях составляли *Vermes*, на долю которых приходилось около 66,9 % от общего среднего количества. На долю *Crustacea* приходилось 30,1 %, а моллюсков — всего около 3,0 % общей средней численности донных организмов [16].

Выводы

Летнее распределение фитопланктона на месторождении Кашаган в районе искусственного острова D подчиняется общим закономерностям для Северного Каспия.

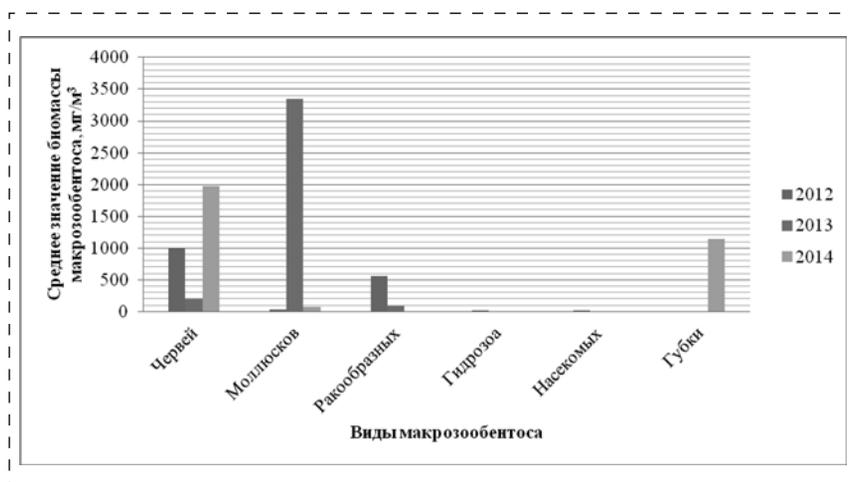


Рис. 5. Среднее значение биомассы макрозообентоса на исследуемой акватории искусственного острова D месторождения Кашаган за 2012–2014 гг.

В разные годы в его составе могут наблюдаться более или менее выраженные отличия, что, в основном, зависит от межгодового непостоянства гидролого-гидрохимического режима вод.

В процессе изучения фитопланктона структуры Кашаган (лето 2013 г.) нами было выявлено 24 вида и разновидностей микроводорослей. Среди них: *Bacillaryaphyta* — 11 видов, *Chlorophyta* — 6 видов, *Cyanophyta* — 6 видов и *Pyrrophyta* — 2 вида.

Общая средняя численность фитопланктона достигала весной 84,18 млн кл/м³; биомасса равнялась 396,75 мг/м³.

Характерной особенностью лета была вспышка синезеленых. Основу фитопланктона составляли, в основном, пресноводные, солоноватоводно-пресноводные, солоноватоводные виды.

Значения индекса сапробности варьировало в июне 2013 г от 1,88 до 1,98, что соответствует III классу качества воды и характеризует исследуемую акваторию как умеренно загрязненную.

В целом состояние фитопланктона в районе искусственного острова D месторождения Кашаган можно охарактеризовать как удовлетворительное.

Среди всех представителей зоопланктона в данной части моря веслоногие рачки оказались самой массовой группой.

В итоге проведенных исследований бентофауны установлено, что в целом станции исследуемой акватории острова D месторождения Кашаган в августе 2014 г. характеризуются достаточной биомассой и численностью донных организмов, среди которых преобладают эвригалинные и морские организмы типичной донной фауны для Каспия. Однако бентосная фауна исследуемой акватории имела более узкую качественную структуру биоценоза, чем в предыдущие годы: при преобладании червей отсутствовала группа ракообразных.

Варьирование таксономического состава зообентоса и его количественных характеристик, доминирование тех или иных групп по биомассе и численности в его составе по станциям наблюдения на акватории острова D месторождения Кашаган были связаны в первую очередь с гидролого-гидрохимическими условиями местообитания (среди которых на первом месте стоит соленость) и типом грунта.

Как видно из приведенных данных, наблюдается тенденция к обеднению таксономического состава зообентоса исследуемой акватории острова D месторождения Кашаган в августе 2014 г. по сравнению с июнем 2012 г. и 2013 г.

Произошло также некоторое перераспределение этих показателей внутри групп организмов. Причиной этого может служить как время сбора проб (в августе продолжается нагул бентосоядных

рыб на этой акватории), так и некоторое усиление эвтрофикационных процессов, которые могут быть обусловлены как естественными причинами, так и влиянием антропогенных факторов.

Список литературы

1. **Кенжегалиев А., Оразбаев Б. Б., Жумагалиев С. Ж., Утенова Б. Е., Кенжегалиева Д. А.** Отчет о научно-исследовательской работе по теме: "Исследование влияния нефтепоисковых операций на экологическое состояние Казахского сектора Каспийского моря и разработка модели дрейфа нефтяного пятна" (промежуточный). — Атырау, 2012. — 137 с.
2. **Сериков Ф. Т., Оразбаев Б. Б.** Природоохранные методы освоения нефтегазовых месторождений на суше и на море. — Алматы: Гылым, 2001. — 237 с.
3. **Кенжегалиев А., Оразбаев Б. Б., Жумагалиев С. Ж., Кенжегалиева Д. А.** Отчет о научно-исследовательской работе по теме: "Исследование влияния нефтепоисковых операций на экологическое состояние Казахского сектора Каспийского моря и разработка математической модели дрейфа нефтяного пятна" (промежуточный). — Атырау, 2013. — 102 с.
4. **Абдурахманов Г. М., Карпюк М. И., Морозов Б. Н., Пузаченко Ю. Г.** Современное состояние и факторы, определяющие биологическое и ландшафтное разнообразие Волжско-Каспийского региона России. — М.: Наука, 2002.
5. **Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / Под ред. В. А. Абакумова.** — Л.: Гидрометеиздат, 1983. — С. 78—86.
6. **ГОСТ Р 51592—2000.** Вода. Общие требования к отбору проб.
7. **Габышев В. А., Габышева О. И.** Структура фитопланктона и физико-химические параметры вод реки Колымы (Северо-Восточная Сибирь) в летний период // Сибирский экологический журнал. — 2013. — № 3. — С. 341—351.
8. **Pantle F., Buck H.** Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse // Gas and Water. — 1955. — Bd 96. — No. 18. — 604 p.
9. **Сладечек В.** Общая биологическая схема качества воды // Санитарная и техническая гидробиология: Материалы I съезда Всесоюз. гидробиол. о-ва. — М.: Наука, 1967. — С. 26—31.
10. **Фролова Л. А., Назарова Л. Б., Пестрякова Л. А., Ульрике Х.** Анализ влияния климат-зависимых факторов на формирование зоопланктонных сообществ арктических озер бассейна реки Анабар // Сибирский экологический журнал. — 2013. — № 1. — С. 3—15.
11. **Атлас беспозвоночных Каспийского моря / Под ред. Я. А. Бирштейн, Л. Г. Виноградова.** — М.: Пищевая промышленность, 1968. — 415 с.
12. **Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий / Под ред. С. Я. Цалолыхина.** Т. 4. — Санкт-Петербург: Наука, 1999. — 998 с.
13. **Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий / Под ред. С. Я. Цалолыхина.** Т. 5. — Санкт-Петербург: Наука, 2001. — 836 с.
14. **Sars G. O.** Crustacea caspia. — Санкт-Петербург, 1994. — 350 с.
15. **Кенжегалиев А., Оразбаев Б. Б., Жумагалиев С. Ж., Утенова Б. Е., Кенжегалиева Д. А.** Исследования экологического состояния гидробиологических сообществ Казахского сектора Каспийского моря в период подготовки нефтегазовых месторождений к разработке // Безопасность жизнедеятельности. — 2013. — № 10. — С. 39—44.
16. **Shugart H. H.** Terrestrial Ecosystems in Changing // Environments. — Cambridge: Cambridge University Press. 1998. — 537 p.



A. Kenzhegaliev, Professor, Head of Laboratory, e-mail: akimgali_k@mail.ru, Atyrau Institute of Oil and Gas, Atyrau, Kazakhstan, **B. B. Orzabayev**, Professor, L. N. Gumilyov Eurasian State University, Astana, Kazakhstan, **S. Zh. Zhumagaliyev**, Associate Professor, Research Associate, A. B. Bekturov Institute of Chemical Sciences of National Assembly, Almaty, Kazakhstan, **D. A. Kenzhegalieva**, Master, Collaborator, Individual Owner, Atyrau, Kazakhstan

Condition of Hydrobionts in the Area Artificial D Island of the Kazakhstan Sector of Caspian Sea

Results of the researches conducted in the period of 2012—2014 near the artificial island of the D field Kashagan are given in this article.

The purpose of researches was detection of a background ecological condition of hydrobiological communities, in particular phytoplankton, zooplankton and a macrozoobenthos, before the start of commercial oil and gas production.

The tasks of research — to define quantitative and qualitative structure of hydrobiological communities.

The total average number of phytoplankton reached in the summer 84,18 million C/m³; biomass equaled 396,75 mg/m³.

A characteristic feature of the summer was a flash of blue-green seaweed. A basis of Phytoplankton is mainly made up fresh-water, brackish-fresh-water, brackish water types.

Among all representatives of zooplankton in this part of the sea Copepods were the most mass group.

The variation of taxonomical composition of zoobenthos and its quantitative characteristics, domination of these or those groups on biomass and number, in his structure on stations of supervision on the water area of the D island of the Kashagan field, have been connected first of all with hydrological-hydrochemical conditions of a habitat (among which salinity is on the first place) and soil type.

Keywords: artificial island, sea water, bottom sediment, diatoms, green, green-zine, pirofitovye, copepods, cladocerans, rotifers, mollusks, worms, crustaceans, sponges and gidrozoi

References

1. **Kenzhegaliev A., Orzabayev B. B., Zhumagaliyev S. Zh., Utenova B. E., Kenzhegalieva D. A.** Report on research work on a subject: "Research of influence petrosearch operations on an ecological condition of the Kazakhstan sector of the Caspian Sea and development of model of drift of an oil slick" (intermediate). Atyrau, 2012. 137 p.
2. **Serikov F. T., Orzabayev B. B.** Nature protection methods of development of oil and gas fields by land and by sea. Almaty: Gylym, 2001. 237 p.
3. **Kenzhegaliev A., Orzabayev B. B., Zhumagaliyev S. Zh., Kenzhegalieva D. A.** Report on research work on a subject: "Research of influence petrosearch operations on an ecological condition of the Kazakhstan sector of the Caspian Sea and development of mathematical model of drift of an oil slick" (intermediate). Atyrau, 2013. 102 p.
4. **Abdurakhmanov G. M., Karpyuk M. I., Morozov B. N., Puzachenko Yu. G.** The current state and factors defining a biological and landscape diversity of the Volga and Caspian region of Russia. Moscow: Science, 2002.
5. **The guide to methods of the hydrobiological analysis of a surface water and ground deposits.** Ed. V. A. Abakumov. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1983. P. 78—86.
6. **GOST R 51592—2000.** Water. General requirements for sampling.
7. **Gabyshv V. A., Gabyshva O. I.** The structure of phytoplankton and physico-chemical parameters of the waters of the Kolyma River (North-Eastern Siberia) during the summer period. *Sibirskij Ecological Journal*. 2013. No. 3. P. 341—351.
8. **Pantle F., Buck H.** Biological monitoring of waters and the presentation of results. *Gas and Water*. 1955. Vol. 96, No. 18. 604 p.
9. **Sladeczek V.** General biological scheme of quality of water. *Sanitary and technical hydrobiology: Materials of I All-Union Congress gidrobiological society*. Moscow: Science, 1967. P. 26—31.
10. **Frolova L.A., Nazarov L. B., Pestryakova L. A., Ulrike H.** Analysis of influence of climate-dependent factors on formation of zooplanktonic communities of the Arctic lakes of a river basin Anabar. *Sibirskij Ecological Journal*. 2013. No. 1. P. 3—15.
11. **Atlas of invertebrates of the Caspian Sea.** Under. Ed. Y. A. Birstein, L. G. Vinogradova. M.: Food Industry, 1968. 415 p.
12. **Determinant of fresh-water invertebrates of Russia and adjacent territories.** Under. Ed. S. Y. Tsalolihin. Vol. 4: St.-Petersburg. Science, 1999. 998 p.
13. **Determinant of fresh-water invertebrates of Russia and adjacent territories.** Under. Ed. S. Y. Tsalolihin. Vol. 5. St.-Petersburg: Nauka, 2001. 836 p.
14. **Sars G. O.** Crustacea caspia. St. Petersburg, 1994. 350 p.
15. **Kenzhegaliev A., Orzabayev B. B., Zhumagaliyev S. Zh., Utenova B. E., Kenzhegalieva D. A.** Researches of an ecological condition of hydrobiological communities of the Kazakhstan sector of the Caspian Sea during preparation of oil and gas fields for development. *Life Safety*. 2013. No. 10. P. 39—44.
16. **Shugart H. H.** Terrestrial Ecosystems in Changing. *Environments*. Cambridge: Cambridge University Press. 1998. 537 p.

Учредитель ООО "Издательство "Новые технологии"

ООО "Издательство "Новые технологии". 107076, Москва, Стромынский 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 *И. Е. Назарова*

Сдано в набор 03.05.17. Подписано в печать 20.06.17. Формат 60 × 88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная. Заказ BG717.

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 солишнз".

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