



БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Издается с января 2001 г.

Редакционный совет:

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

Главный редактор

РУСАК О. Н., д.т.н., проф.

Зам. главного редактора

ПОЧТАРЕВА А. В.

Редакционная коллегия:

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

7(187)
2016

СОДЕРЖАНИЕ

ОХРАНА ТРУДА

Русак О. Н., Фаустов С. А., Цветкова А. Д. Роль средств индивидуальной защиты в системе оздоровления труда	3
Яговкин Г. Н., Мельникова Д. А., Яговкина Е. Н. Причинно-следственные связи в структуре формирования несчастных случаев	7
Шкрабак В. С., Попов А. А., Данилова С. В., Богатырев В. Ф. Обоснование параметров и режимов работы оборудования для гидроподавления почвенной пыли на линиях предреализационной доработки корнеплодов	12

ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

Тимушкина Н. В., Талагаева Ю. А. Проблема формирования культуры питания у студентов	17
---	----

ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Федоров М. П., Яковлев В. В. Прикладные модели устойчивости природно-технических систем в водном хозяйстве	23
Ксенофонтов Б. С., Козодаев А. С., Таранов Р. А., Воропаева А. А., Виноградов М. С., Сеник Е. В. Очистка поверхностных сточных вод с использованием природных фитосистем	30

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Андрюшкин А. Ю., Пой А. А. Определение параметров высокотемпературного газового потока при испытаниях огнезащитных покрытий	35
---	----

ХИМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Родин Г. А., Михайленко О. В., Ефремов С. В., Морозов А. В. Оценка химической безопасности технических объектов	40
Кирсанов В. В. Система совершенствования профилактической работы по экологической безопасности на предприятиях химического комплекса	46

ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ

Твердохлебов Н. В. Сущность и содержание понятия "опасности военных конфликтов и чрезвычайных ситуаций"	48
---	----

ОБРАЗОВАНИЕ

Шаповалов К. А., Шаповалова Л. А. Основы дидактики темы "Переломы" учебного модуля "Первая (доврачебная экстренная) помощь при травмах, несчастных случаях, катастрофах и стихийных бедствиях" предмета "Безопасность жизнедеятельности" для гуманитарных и технических университетов	54
---	----

РЕЦЕНЗИИ НА ВЫШЕДШИЕ КНИГИ

Рецензия на учебник Н. Г. Занько, К. Р. Малаяна, О. Н. Русака "Безопасность жизнедеятельности"	62
--	----

ИНФОРМАЦИЯ

100 лет противогазу Н. Д. Зелинского	63
--	----

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



LIFE SAFETY

BEZOPASNOST' ZHIZNEDATEL'NOSTI

The journal published since
January 2001

Editorial board

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

Editor-in-chief

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

Deputy editor-in-chief

POCHTAREVA A. V.

Editorial staff

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

7(187)
2016

CONTENTS

LABOUR PROTECTION

- Rusak O. N., Faustov S. A., Tsvetkova A. D.** Role of Personal Protection in the System of Improvement of Labor 3
Yagovkin G. N., Melnikova D. A., Yagovkina E. N. Cause-and-Effect Relationships in the Structure of the Formation of Accidents 7
Shkrabak V. S., Popov A. A., Danilova S. V., Bogatyrev V. F. Justification of Parameters and Modes of Equipment Operation to Hydromodule Soil Dust on the Lines of Pre-Rework Root . . . 12

POPULATION HEALTH

- Timushkina N. V., Talagaeva Y. A.** The Problem of Developing Food Culture of Students 17

ENVIRONMENT PROTECTION

- Fedorov M. P., Yakovlev V. V.** Sustainable Applied Models of Natural-Technical Systems in the Water Sector 23
Ksenofontov B. S., Kozodaev A. S., Taranov R. A., Voropaeva A. A., Vinogradov M. S., Senik E. V. New Approach to Purification of Surface Sewage with Use Natural Phyto-Systems 30

FIRE SAFETY

- Andryushkin A. Yu., Tsoy A. A.** Methods of the Determination Parameter Hot Gas Flow when Test Defensive Covering 35

CHEMICAL SAFETY

- Rodin G. A., Mikhailenko O. V., Efremov S. V., Morozov A. V.** Chemical Safety Assessment of Industrial Facilities 40
Kirsanov V. V. The Offered System of Perfecting of Ecological Safety of the Enterprises of a Chemical Complex 46

SITUATION OF EMERGENCY

- Tverdokhlebov N. V.** The Nature and Content of the Concept "Danger of Military Conflicts and Emergency Situations" 48

EDUCATION

- Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** Bases of Didactics of Theme "Fractures" of Educational Module "The First (Pre-Medical Emergency) Assistance for Injuries Suffered During Accidents, Catastrophes and Natural Disasters" of Subject "Safety" for Humanitarian and Technical Universities 54

PUBLISHED BOOKS REVIEWS

- Review to manual N. G. Zanko, K. R. Malayan, O. N. Rusak "Life Safety" 62**

INFORMATION

- 100 Years Gas Mask N. D. Zielinsky 63**

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

УДК 613.6.02

О. Н. Русак¹, д-р. техн. наук, проф., зав. кафедрой, **С. А. Фаустов²**, канд. мед. наук, доц., e-mail: faustov-sa@mail.ru, **А. Д. Цветкова¹**, ст. преп.,

¹ Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет

² Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

Роль средств индивидуальной защиты в системе оздоровления труда

Приведены данные анализа роли средств индивидуальной защиты в системе оздоровления труда. Показано, что средства индивидуальной защиты не являются основными в общем комплексе мер по улучшению условий труда, а их применение рассматривается как одно из мероприятий этого комплекса.

Ключевые слова: средства индивидуальной защиты, ненадежность, влияние на организм, роль в системе оздоровления труда

В последнее время в некоторых нормативных документах и печати выдвигается идея о всеобъемлющей роли средств индивидуальной защиты (СИЗ) в системе оздоровления труда [1—3].

Чтобы разобраться в этом, следует напомнить, что все средства индивидуальной защиты делятся на две большие группы. Первая группа включает те СИЗ, которые используются при потенциально возможном действии факторов профессионального риска, при этом уровень такого фактора не подлежит количественному определению. Это — специальная защитная одежда, средства защиты рук, ног, лица (от механических и химических воздействий), головы, средства индивидуальной защиты от падения с высоты, изолирующие средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД), сигнальная одежда, средства защиты от поражения электрическим током, костюмы от термического воздействия электрической дуги. Вторая группа СИЗ применяется при фактическом несоответствии измеренных уровней факторов профессионального риска требованиям норм. Это — средства индивидуальной защиты от шума, вибрации, ионизирующих и неионизирующих излучений, фильтрующие СИЗОД и др. Какова же реальная роль СИЗ в системе оздоровления труда?

Средство индивидуальной защиты первой группы является существенным фактором обеспечения безопасности труда, зачастую единственным. В самом деле, трудно представить работу в условиях наличия производственных загрязнений без специальной защитной одежды и СИЗ рук. На нестационарных рабочих местах обработчиков природного камня основная защита

лица и глаз состоит в применении очков и лицевых щитков. Работники строек и судостроительных предприятий постоянно применяют средства защиты головы в виде защитных касок. При работе в действующих электроустановках невозможно обойтись без средств индивидуальной защиты от электрического тока.

Средства индивидуальной защиты второй группы применяются в качестве составной части комплекса технических, технологических, организационных мероприятий и использования коллективных средств защиты. В связи с этим напомним, что отечественная традиция отводит средствам индивидуальной защиты в этом комплексе далеко не главенствующую роль. Например, один из национальных стандартов ГОСТ 12.1.007—76 "Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности" [4] из регламентируемых им 16 групп мероприятий по обеспечению безопасности при использовании вредных веществ ставит применение средств индивидуальной защиты на 13-е место. Главными из системы мероприятий значатся технические и технологические мероприятия, а не применение средств индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД). Почему же так "несправедливо" отношение к СИЗ? Ответ на этот вопрос помещен ниже.

Первым аргументом для отнесения СИЗ к средствам, не являющимся главными в обеспечении безопасности труда, является следующее. Большинство СИЗ, сохраняющих жизнь и здоровье человека, являются более или менее сложными техническими устройствами, не обладающими



сто процентной надежностью. Всегда есть опасность отказа или незаметного частичного разрушения, резко снижающего защитные свойства изделия или даже сводящего их на нет. В особой степени это относится к фильтрующим СИЗОД, предназначенным для защиты от высокотоксичных веществ, способных вызвать острые отравления. В отечественных нормативах пока нет требования иметь в комплекте дополнительное эвакуационное средство, призванное защитить пользователя при выходе из строя или исчерпании защитных свойств применяемого СИЗОД. Нет также обязательного требования включать в комплект средств защиты индикатор проникания в подмасочное пространство вредных веществ, от которых организуется защита с помощью СИЗОД. Такие требования включены в стандарты США, что лишней раз говорит о понимании относительной ненадежности СИЗОД и учете опасности поражения человека при их использовании [5].

Подобные рассуждения справедливы также для средств индивидуальной защиты от падения с высоты. В новых "Правилах охраны труда в строительстве" [6] в разделе 13 говорится: "Для предупреждения падения работников с высоты в проекте производства работ предусматриваются: 1) преимущественное первоочередное устройство постоянных ограждающих конструкций (стен, панелей, ограждений балконов и проемов); 2) применение коллективных средств защиты работников и ограждающих устройств, соответствующих конструктивным и объемно-планировочным решениям возводимого здания и удовлетворяющих требованиям безопасности труда; 3) тип, место и способ крепления коллективных средств защиты работников и индивидуальных систем обеспечения безопасности работ на высоте". В "Правилах охраны труда при работе на высоте" [7] в пункте 16 указано следующее: "При невозможности исключения работ на высоте работодатель должен обеспечить использование инвентарных лесов, подмостей, устройств и средств подмащивания, применение подъемников (вышек), строительных фасадных подъемников, подвесных лесов, люлек, машин или механизмов, а также средств коллективной и индивидуальной защиты". Из приведенных выдержек следует, что применение средств индивидуальной защиты от падения с высоты в ряду мероприятий по сохранению жизни работников находится на последнем месте.

В качестве второго аргумента для отнесения СИЗ к средствам, не являющимся главными в обеспечении безопасности труда, приведем следующее. Любое СИЗ, обладая необходимыми защитными свойствами, создает большие или меньшие помехи трудовой деятельности и вызывает дополнительное напряжение физиологических

систем организма. Специальная защитная одежда, специальная обувь, средства защиты рук в летний период при высоких температурах воздуха вызывают напряжение терморегуляторных механизмов. В особой степени это относится к защитным костюмам от термического воздействия электрической дуги, ставшими сегодня обязательными.

При обсуждении проекта национального стандарта на эти изделия аргументом для принятия компромиссного решения о допустимости отрицательного воздействия этих костюмов на организм пользователя было то, что единственной задачей костюма является сохранение жизни человека при воздействии на него электрической дуги. О какой-то комфортности теплового состояния в этих условиях говорить не приходится. Другим примером неблагоприятного воздействия на пользователя изолирующих средств индивидуальной защиты органов дыхания на химически связанном кислороде является необходимость вдыхания смеси с температурой в диапазоне +40...+60 °С. Все СИЗОД, лицевые щитки и защитные очки в той или иной степени сужают поле зрения пользователя, повышая опасность получения травм.

Любое средство индивидуальной защиты органов дыхания обладает большим или меньшим сопротивлением дыханию, вызывающим дополнительную нагрузку на дыхательные мышцы, особенно при физической работе. ГОСТ Р 12.4.041—2001 [8] требует разработки специальных режимов труда и отдыха при использовании СИЗОД, сопротивление дыханию которого на вдохе составляет 100 Па и более. Одним из авторов настоящей статьи было проведено исследование возможности разработки таких режимов труда и отдыха при использовании промышленных противогазов с сопротивлением на вдохе 246 и 274 Па. Подробное описание результатов проведенных опытов изложено в работе [9].

Испытания проведены с привлечением молодых мужчин, не имевших отклонений в состоянии здоровья. Процедура испытаний соответствовала требованиям ГОСТ 12.4.061—88 "Метод определения работоспособности человека в средствах индивидуальной защиты" [10]. Часть испытуемых имела более высокие показатели общей физической работоспособности (3,0 Вт на кг массы тела и более), часть — более низкие (менее 3,0 Вт на кг массы тела). Оказалось, что испытуемые с более высоким показателем общей физической работоспособности удовлетворительно перенесли заданные нагрузки и выполнили их в полном объеме. Испытуемые же с более низким показателем общей физической работоспособности оказались не в состоянии выполнить физические упражнения в противогазах даже с более низким сопротивлением дыханию (246 Па).

Субъективная оценка своего состояния испытуемыми также была разной. Лица с более низкими показателями общей физической работоспособности оценивали свое состояние при использовании СИЗОД как крайне плохое, поэтому оказались не в состоянии применять СИЗОД с более высоким сопротивлением дыханию. Это означает, что они не должны допускаться к работе в таких СИЗОД, а разработка режимов труда и отдыха может проводиться только для людей, показавших высокие результаты тестирования физической работоспособности.

Предприятия на практике, как правило, не в состоянии самостоятельно заниматься разработкой рациональных режимов труда и отдыха, а значит пользователи вынуждены применять СИЗОД с высоким сопротивлением дыханию, независимо от своего показателя общей физической работоспособности, устанавливая свое "стихийное" чередование периодов работы в СИЗОД и отдыха. Подобный вывод лишний раз подтверждает, что влияние средств индивидуальной защиты на человека может быть весьма негативным, зачастую приводящим к отказу от их применения.

Третий аргумент для отнесения СИЗ к средствам, не являющимся главными в обеспечении безопасности труда, состоит в утверждении, что фактические защитные свойства некоторых СИЗ, а точнее СИЗОД, оказываются существенно более низкими, чем номинальные, определенные при испытании в стандартных лабораторных условиях и внесенные в эксплуатационную документацию. Данные, приведенные в работе [5], свидетельствуют, что реальные защитные свойства противопылевых респираторов, определенные в производственных условиях при высокой концентрации пыли (сотни ПДК), соответствовали номинальной защите только в 2 % случаев. Паро- и газообразные вредные вещества, сорбированные фильтром, при хранении противогаса между рабочими сменами скапливались у его выходного отверстия и попадали во вдыхаемый воздух при использовании изделия в очередную смену [11]. Доказано, что реальные условия эксплуатации противопылевого респиратора, как правило, сопровождаются изменением его положения на лице пользователя (сползанием) и приводят к резкому снижению защитных свойств за счет подсоса загрязненного воздуха через полосу обтюрации [12].

Остается проблемой индикация снижения защитных свойств СИЗОД по мере отработки фильтра. Например, если вредное вещество не имеет вкуса, цвета и запаха, то какой-либо визуальный или иной органолептический признак отработки обычных фильтров применить не удастся. Поэтому всегда имеется опасность использования СИЗОД

с несоответствующими защитными свойствами. Существующие фильтры с индикацией их отработки за счет изменения цвета сорбента, к сожалению, не нашли широкого применения из-за очень ограниченной номенклатуры таких сорбентов. Фильтр СИЗОД для защиты от монооксида углерода для оценки сохранения защитных свойств должен подвергаться взвешиванию до начала смены и по ее окончанию. Совершенно очевидно, что подобные манипуляции не всегда скрупулезно выполняются.

Четвертый аргумент для отнесения СИЗ к средствам, не являющимся главными в обеспечении безопасности труда, заключается в следующем. Если средства коллективной защиты (СКЗ) правильно спроектированы, смонтированы и эксплуатируются, то вероятность их отключения самими работниками невелика — СКЗ будут работать, независимо от желания работников. Средства же индивидуальной защиты могут не применяться, если нет непосредственной угрозы жизни и здоровью работников, но использование самих средств создает определенный дискомфорт. Такое возможно также, если например СИЗОД неправильно эксплуатируются. В работе [13] описан случай массового отказа от использования их при малярных работах, когда руководство цеха вовремя не обеспечивало работников сменными фильтрами. В условиях высокого содержания в воздухе красочного аэрозоля существующие фильтры быстро забивались и создавали непреодолимо высокое сопротивление дыханию. Таким образом, успешное применение некоторых средств индивидуальной защиты обусловлено субъективным фактором (мотивацией работников и грамотностью руководства).

Естественно, сказанное выше не относится к средствам индивидуальной защиты, применяемым в условиях эвакуации при стихийных бедствиях, пожарах, авариях и т. д. Наряду со средствами, которыми экипированы спасатели, применение таких СИЗ является единственной возможностью защитить жизнь и здоровье людей, независимо от их влияния на организм.

Таким образом, приведенные данные свидетельствуют о том, что средства индивидуальной защиты в обычных условиях производства занимают вспомогательное место. Их роль никак не является решающей. Применение средств индивидуальной защиты занимает одно из последних мест в ряду мероприятий по оздоровлению труда.

Список литературы

1. **Федеральный закон** от 28.12.2013 № 426-ФЗ О специальной оценке условий труда.
2. **Приказ** Минтруда России от 05.12.2014 № 976н "Об утверждении методики снижения класса (подкласса) условий труда при применении работниками, занятыми



на рабочих местах с вредными условиями труда, эффективных средств индивидуальной защиты, прошедших обязательную сертификацию в порядке, установленном соответствующим техническим регламентом".

3. **Большая энциклопедия** для нефти и газа. URL: ngpedia.ru/id31609p1/html (дата обращения 10.03.2016).
4. **ГОСТ 12.1.007—76** Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
5. **3M Corporation**: Reus of Organic Vapor Chemical Cartridges (Technical Data Bulletin № 142) — St. Paul; Minnesota, 3M, 1999 (Цит. по Капцов В. А., Чиркин А. В. "Правильное использование противогазов в профилактике профзаболеваний" // Гигиена и санитария. — 2013. — № 3. — С. 35—39).
6. **Правила** охраны труда в строительстве, утв. Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 1 июня 2015 г. № 336н.
7. **Правила** по охране труда при работе на высоте, утв. Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 28 марта 2014 года № 155н.
8. **ГОСТ Р 12.4.041—2001** Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты органов дыхания фильтрующие. Общие технические требования.

9. **Фаустов С. А., Андреев К. А.** Разработка режима труда и отдыха при использовании тяжелых средств индивидуальной защиты органов дыхания // Медицина труда и промышленная экология. — 2003. — № 2. — С. 8—12.
10. **ГОСТ 12.4.061—88** Система стандартов безопасности труда. Метод определения работоспособности человека в средствах индивидуальной защиты.
11. **Janssen L., Nelson T., Cuta K.** Workplace Protection Factors for an 95 Filtering Facepiece Respirator // Journal of Occupational and Environmental Hygiene. — 2007. — Vol. 44. — No 9. — P. 698. (Цит. по Кириллов В. Ф., Чиркин А. В. "О средствах индивидуальной защиты органов дыхания от пыли" // Медицина труда и промышленная экология. — 2011. — № 8 — С. 23—29).
12. **Чиркин А. В.** Снижение вредного воздействия загрязненного воздуха на рабочих с помощью СИЗ органов дыхания // Материалы XII Всероссийского конгресса "Профессия и здоровье". — М., 2011. — С. 45—49.
13. **Фаустов С. А.** Соотношение объективных и субъективных показателей качества респираторов // Рабочая одежда и средства индивидуальной защиты. — 2004. — № 2. — С. 34—35.

O. N. Rusak¹, Professor, Head of Chair, **S. A. Faustov**², Associate Professor, e-mail: faustov-sa@mail.ru, **A. D. Tsvetkova**¹, Senior Lecturer,

¹ Saint-Petersburg State Forest Technic University

² Saint-Petersburg State Polytechnic University

Role of Personal Protection in the System of Improvement of Labor

In this article role of personal protective equipment is given. There is shown that personal protective equipment are not basic and must be considered as one of measure in general complex of measures of improvement working conditions.

Keywords: personal protective equipment, unreliability, influence to organism, role

References

1. **Federal'nyy zakon** ot 28.12.2013 № 426 "O special'noy ocenke uslo-viy truda".
2. **Prikaz** Mintruda Rossii ot 05.12.2014 N 976n "Ob utverzhenii me-todiki snizheniya klassa (podklassa) usloviy truda pri primeneni-i rabotnikami, zanyatymi na rabochikh mestakh s vred-nimi usloviyami truda, ehffektivnikh sredstv individual'noy zathitih, proshedshikh obyazatel'nyuyu sertifikatsiyu v poryadke, ustanovlennom sootvetstvuyu-thim tekhnicheskim reglamentom".
3. **Bol'shaya ehnciklopediya** dlya nefti i gaza. URL: ngpedia.ru/id31609p1/html (data accessed 10.03.2016).
4. **ГОСТ 12.1.007—76** Sistema standartov bezopasnosti truda. Vrednihe vethstva. Klassifikatsiya i obthie trebovaniya bezopasnosti.
5. **3M Corporation**: Reus of Organic Vapor Chemical Cartridges (Technical Data Bulletin № 142) — St. Paul; Minnesota, 3M, 1999 (Cit. po Kapcov V. A., Chirkin A. V. Pravil'noe ispol'zovanie protivogazov v pro-filaktike profzabolevaniy". *Gigiena i sanitariya*. 2013. No. 3).
6. **Pravila** okhranih truda v stroitel'stve, utv. Prikazom Ministerstva truda i social'noy zathitih Rossiyskoy Federatsii ot 1 iyunya 2015 g. No. 336n.
7. **Pravila** po okhrane truda pri rabote na vihsote, utv. Prikazom Mini-sterstva truda i social'noy zathitih Rossiyskoy Federatsii ot 28 marta 2014 goda No. 155n.

8. **ГОСТ Р 12.4.041—2001** Sistema standartov bezopasnosti truda. Sredstva individual'noy zathitih organov dihkhaniya fil'truyutshie. Obthie tekhnicheskie trebovaniya.
9. **Faustov S. A., Andreev K. A.** Razrabotka rezhima truda i otidhka pri ispol'zovanii tyazhelihkh sredstv individual'noy zathitih organov dih-khaniya. *Medicina truda i promishlennaya ehkologiya*. 2003. No. 2.
10. **ГОСТ 12.4.061—88** Sistema standartov bezopasnosti truda. Metod opredeleniya rabotosposobnosti cheloveka v sredstvakh individual'noy zathitih.
11. **Janssen L., Nelson T., Cuta K.** Workplace Protection Factors for an 95 Filtering Facepiece Respirator — Journal of Occupational and Environmental Hygiene- 2007. Vol. 44. No. 9. P. 698. (Cit. Po Kirillov V. F., Chirkin A. V. "O sredstvakh individual'noy zathitih organov dihkhaniya ot pihli". *Medicina truda i promishlennaya ehkologiya*. 2011. No. 8).
12. **Chirkin A. V.** Snizhenie vrednogo vozdeystviya zagryaznennogo vozdu-kha na rabochikh s pomothju SIZ organov dihkhaniya. *Materialih XII Vserossiyskogo kongressa "Prof-fessiya i zdorovje"*. M., 2011.
13. **Faustov S. A.** Sootnoshenie objektivnikh i subjektivnikh pokazate-leyk kachestva respiratorov. *Rabochaya odezhda i sredstva individual'noy zathitih*. 2004. No. 2. P. 34—35.

УДК 37.015.31

Г. Н. Яговкин, д-р техн. наук, проф., e-mail: bjd@list.ru,
Д. А. Мельникова, асп., Е. Н. Яговкина, асп.,
Самарский государственный технический университет

Причинно-следственные связи в структуре формирования несчастных случаев

Установление причинной связи в структуре формирования несчастных случаев в последовательности причина — опасность — последствия. Классифицированы причины несчастных случаев. Построена обобщенная схема причинно-следственных связей. Определено направление дальнейшего развития теории формирования несчастных случаев в науке "Безопасность жизнедеятельности".

Ключевые слова: несчастный случай, профессиональный риск, опасность, защитные устройства, защитные средства, человеческий фактор, профессиональный отбор, профессиональная подготовка, мотивация, техносферная авария

В настоящее время теоретическая база обеспечения безопасности жизнедеятельности развита недостаточно полно. Разработанные элементы теории, в основном, носят концептуальный характер. Одним из направлений развития теории является формирование системы взглядов, необходимых для понимания природы возникновения несчастных случаев. Элементами этой системы являются причинно-следственные связи в структуре возникновения несчастных случаев. Несчастный случай происходит в результате наличия на рабочем месте факторов профессионального риска. Вероятность его наступления и тяжесть последствий определяет очередность, вид и форму мероприятий по устранению причин этого происшествия. Классификация профессионального риска в зависимости от вероятности последствий происшествия приведена в работе [1]. Эффективность мероприятий возрастает, если установлены причинно-следственные связи в структуре формирования несчастного случая. Разработанная обобщенная схема этих связей представлена на рисунке.

Причины несчастных случаев можно разделить на три группы: основные, вспомогательные и связанные с человеческим фактором.

Основные причины несчастных случаев в свою очередь включают две группы: опасные действия и опасные условия.

Опасные действия предлагается классифицировать следующим образом:

- частичное использование или неиспользование защитных устройств, например, блокирование ограждающих устройств с целью ускорения выполнения технологических операций и т. п.;
- неиспользование или частичное использование средств индивидуальной защиты, вследствие

того, что они обычно затрудняют выполнение работы и тем самым снижают производительность труда;

- использование непригодных для выполнения данной работы инструмента и приспособлений, что чаще всего имеет место при выполнении простых ручных операций (загрузка и выгрузка заготовок при термообработке в условиях штучного производства и т. п.);

- другие опасные действия.

Опасные условия могут иметь место, если:

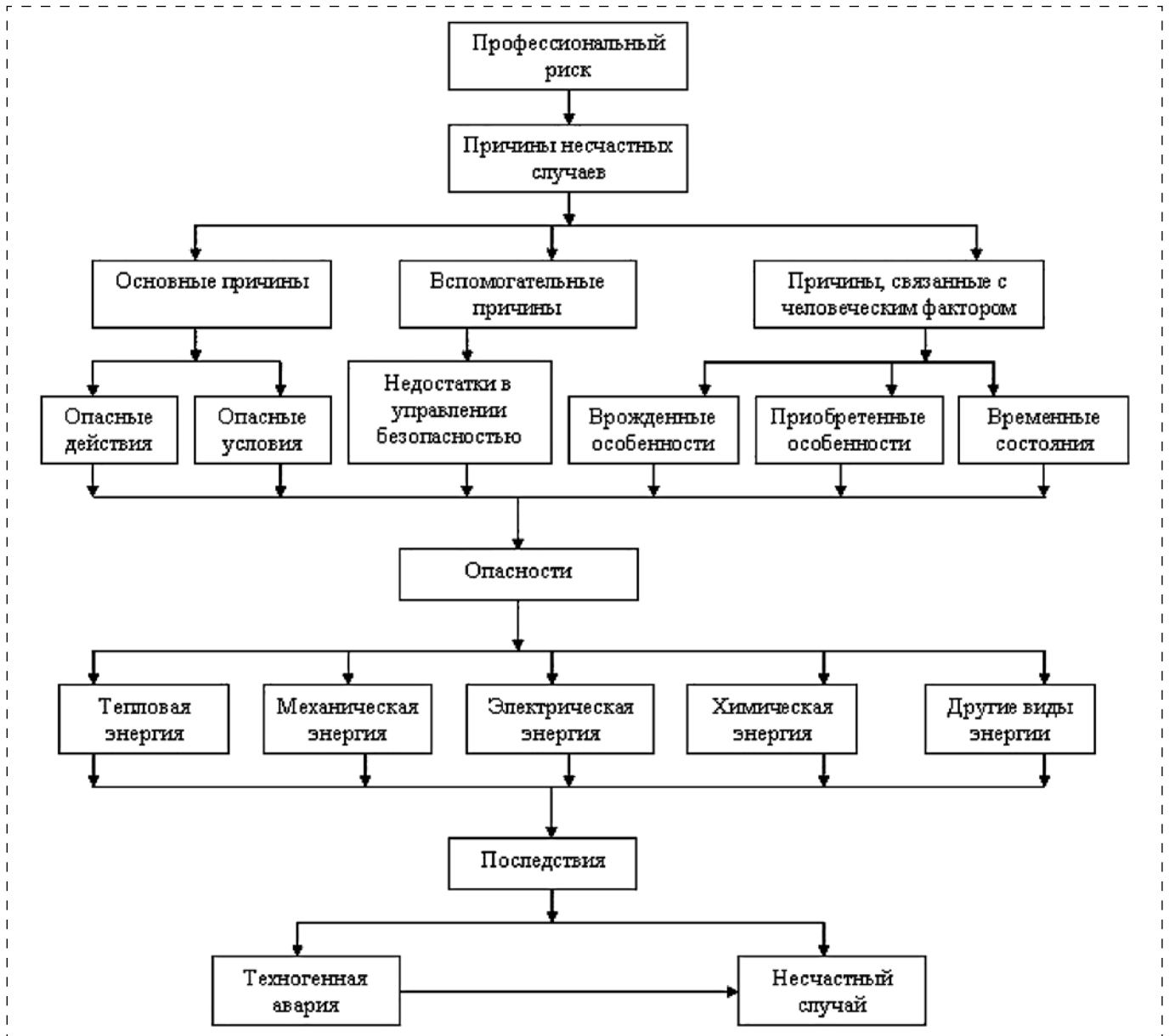
- условия труда носят вредный и опасный характер, например, стесненность рабочих мест, недостаточная освещенность рабочего места, наличие повышенного по отношению к нормам уровня шума или вибрации и т. п.;

- средства индивидуальной защиты не соответствуют выполняемой работе, например, противошумы по частоте не соответствуют спектру шума на рабочем месте и таким образом не только не защищают слуховой аппарат, а более того, усугубляют вредное воздействие шума;

- защитные средства не обладают достаточной эффективностью, например рабочее место с повышенным уровнем шума оборудовано так, что должным образом не обеспечивает снижение шума на соседнем рабочем месте;

- другие опасные условия.

Вспомогательные причины несчастных случаев определяются недостатками при управлении безопасностью. Система управления безопасностью является наиболее эффективным способом обеспечения безопасности производства. Требования к ней приведены в двух нормативных документах [2, 3]. Однако действующие системы управления безопасностью далеко не всегда носят системный характер, так как не регулируют



Обобщенная схема причинно-следственных связей в структуре формирования несчастных случаев

управляющие воздействия и таким образом определяют только организацию охраны труда, промышленной и пожарной безопасности.

Недостатки в управлении безопасностью частично определяются внешней средой и в значительной мере внутренней. Влияние внешней среды сказывается в отсутствии или недостаточности государственной или отраслевой нормативно-технической базы, которая зачастую либо не полна, либо носит рекомендательный характер.

Внутренняя среда является потенциальной причиной несчастных случаев, если не в полной мере учитывается "человеческий фактор", слабо поставлена организационная работа по

обеспечению безопасности, плохо используется информационная база данных, а управление безопасностью зависит только от компетентности руководящего органа.

Недостатки внутренней среды связаны со слабой работой персонала, со стороны работодателя организационными причинами, слабой информационной базой и использованием "ручной" системы управления безопасностью.

Персонал по своей квалификации далеко не всегда соответствует выполняемой работе. Это объясняется отсутствием или некачественным профессиональным отбором, недостатками профессионального обучения, отсутствием системы

мотивации к безопасной деятельности и нерациональным режимом труда и отдыха.

Профпригодность оценивается по двум показателям: физическому состоянию и уровню интеллекта, т. е. способности выполнять планируемую работу. Профессиональная подготовка определяется набором знаний и навыков для выполнения предусмотренной предъявляемыми требованиями к работе. Режим труда и отдыха устанавливается с учетом сохранения высокой работоспособности в течение смены. Эти три характеристики особенно важны при выполнении работ на опасных производственных объектах, так как последствия невыполнения требований обеспечения безопасности весьма существенны. Мотивация к обеспечению требований безопасности в первую очередь является элементом самосохранения, так как способствует воспитанию этого немаловажного качества у работающих.

Организационные причины в первую очередь определяются слабым надзором и контролем работодателя за производством работ: отсутствием системы административно-общественного контроля или формальной ее организацией и уполномоченных (доверенных лиц) по охране труда. Специалисты по безопасности и уполномоченные по охране труда от трудового коллектива не обладают необходимым объемом знаний и выполняют свои обязанности неэффективно. Специальная оценка условий труда проведена далеко не на всех предприятиях или ее результаты не используются в практической деятельности.

Недостатки в управлении безопасностью вызваны тем, что система выбора профилактических мероприятий определяется субъективно и в значительной мере зависит от объема финансирования, которое зачастую недостаточно обосновано.

Причины несчастных случаев, связанные с человеческим фактором, определяются ошибочными действиями персонала. Механизм, побуждающий человека к ошибкам, базируется на врожденных и приобретенных особенностях и также временных состояниях [4]. Врожденные особенности характеризуются состоянием анализаторов человека (слух, зрение), двигательной системы (мышечная сила, скорость и координация движения), психомоторной системы. Приобретенные способности определяются интеллектом (способностью воспринимать, хранить, трансформировать информацию и ориентироваться в ней). Временное состояние характеризуется работоспособностью.

К широкому спектру свойств личности относятся 12 причин сознательного нарушения правил безопасности [5].

1. Экономия сил — отсутствие необходимых действий с целью сохранения энергетических ресурсов.

2. Экономия времени — стремление увеличить производительность труда за счет пренебрежения мерами обеспечения безопасности.

3. Адаптация к опасности, возникающая в результате привыкания человека к опасным проявлениям, которые не привели к негативным последствиям.

4. Самоутверждение, которое проявляется в рискованных действиях.

5. Стремление следовать групповым нормам поведения, которые не всегда отвечают требованиям безопасности.

6. Ориентация на ложные идеалы, которые во многих случаях не отвечают требованиям обеспечения безопасности.

7. Самоутверждение за счет игнорирования требований безопасности.

8. Переоценка собственного опыта, которая позволяет игнорировать требования безопасности.

9. Привычка работать с нарушениями требований безопасности, которая не привела к негативным последствиям.

10. Стрессовые состояния, побуждающие человека работать с нарушениями.

11. Склонность к риску как личностная характеристика.

12. Риск ради риска, когда человек ставит перед собой цель, появление которой не продиктовано ситуацией.

Причины умышленных нарушений правил безопасности ставят своей целью наиболее легкие пути решения производственных задач. Единственный путь предотвращения этих причин — постоянный контроль за выполнением работ со стороны их руководителя.

При возникновении аварийных ситуаций [6, 7], когда эмоциональное состояние человека характеризуется повышенной напряженностью (стрессом), сопровождающейся снижением устойчивости психологических функций, особое значение приобретают психологические особенности. Поведение человека в этих случаях подчиняется определенным фазовым закономерностям, наступающим в приведенном ниже порядке.

Гипермобилизация. При встрече с определенной опасностью у человека наступает мобилизация сил, когда все органы чувств находятся в напряженном состоянии. При этом снижается точность движений, что может вызвать ошибки или неверные реакции.

Потеря ориентации — неверная оценка информации, искажение процесса контроля и оценки действительных причин ошибок.

Нарушение восприятия степени значимости основных и второстепенных действий. Для выхода



из аварийной ситуации необходимы четкие действия, направленные на уменьшение или ликвидацию основной опасности, но при столкновении с трудностями у человека снижается внимание к главным в данной ситуации задачам и он начинает заниматься мелочами.

Распад структуры операций - усиление ошибок предыдущей фазы. Практически все технологические процессы или операции имеют определенный алгоритм, при этом нарушение последовательности операций, сосредоточение внимания на выполнении отдельной операции не способствуют поиску путей выхода из аварийных ситуаций.

Обострение оборонительных реакций и отказ. При наслоении трудностей и неудач человек начинает больше внимания уделять поискам искусственных оправданий, обвинению других участников в невыполнении своих обязанностей. При длительном или интенсивном процессе преодоления трудностей и выполнении тяжелой работы возможен отказ, когда мобилизация сил сменяется апатией.

В реальных условиях из-за дефицита времени четкое прослеживание названных закономерностей может быть затруднено.

Человеческий фактор как комплекс психофизических и психологических особенностей поведения человека в производственной среде обуславливает следующие причины ошибок [8]:

- ограниченность природных возможностей человека по объему и скорости восприятия и переработки информации;

- склонность настаивать на заранее сформированном прогнозе и на решении применять соответствующую стратегию деятельности, меняя ее с большим трудом и затратами времени, когда появляются объективные признаки ее неадекватности реально складывающейся ситуации;

- несогласованность собственной стратегии деятельности работающего, выбранной в ходе обучения, и принципов действия применяемых информационно-управляющих технических средств;

- потеря бдительности в монотонных условиях;

- доверие к надежности системы;

- влияние эмоционального состояния на процесс восприятия информации (явление гиперрефлексии — завышение объема и значимости сигналов, искажающее восприятие фактической информации);

- возникновение, передача, распространение неадекватных состояний на всех работников (страх, паника, беззаботность);

- подверженность отрицательному влиянию факторов внешней среды.

Известны различные способы классификации опасностей [9, 10], а количество их видов составляет десятки. Сгруппировать их позволяет энерго-энтропийная концепция о природе возникновения опасностей и травматизма. Суть ее состоит в том, что деятельность человека на производстве потенциально опасна, так как связана с выработкой, хранением и преобразованием тепловой, механической, электрической, химической и других видов энергии. Опасность появляется в результате несанкционированного или неуправляемого выхода энергии, накопленной в неиспользуемом при этих работах технологическом оборудовании. Переход энергии осуществляется при наличии источника, канала энергии и приемника.

При идентификации опасности определяют ее объективные признаки. Опасности могут иметь место как результат контактных внешних воздействий энергии (механической, электрической и т. п.), так и дистанционных (радиационной, световой и т. п.).

Опасность бывает прямой (если в производственной деятельности возможна угроза непосредственного поражения в виде взрыва, пожара, выброса вредных веществ, радиоактивного излучения и т. п.) и косвенной (неправильное и непредусмотренное поведение в условиях нормальной производственной среды).

По времени действия опасность классифицируется на явную, которая угрожает в данный момент, и потенциальную, которая может проявиться при неправильном принятии решения управляющим органом, при непредусмотренном поведении в опасной зоне и т. п.

Кроме того, разделяют опасности: постоянные, случайные и редкие (возникающие при неблагоприятном одновременном проявлении целого ряда негативных факторов).

Последствием выхода энергии с определенной долей вероятности является авария или несчастный случай. Авария проявляется в виде пожара, взрыва, разлива нефти и т. п. Результатом выхода тепловой энергии может быть ожог, электрической — электрическая травма, механической — порез, химической — химический ожог и т. п.

Несчастный случай может быть следствием техногенной аварии. Под ним понимается как травматизм, так и профессиональные заболевания.

Дальнейшим развитием теории на основании обобщенной схемы структурно-следственных связей является построение концептуальной и информационной моделей формирования профессионального риска, а также организационной модели управления безопасностью.

Список литературы

1. **Российская энциклопедия** по охране труда. Изд-е 2-е, перераб. и доп. — М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2006. — 196 с.
2. **ГОСТ 12.0.230—2007** Система стандартов безопасности труда. Система управления охраной труда. Общие требования.
3. **РД 03-418-01** Методические указания по проведению оценки риска опасных производственных объектов, утвержденные Постановлением от 10.07.2001 № 30 Федеральным горным и промышленным надзором России.
4. **Мельникова Д. А., Яговкин Г. Н.** Оценка влияния психологических характеристик человека на обеспечение безопасности его труда // Вестник Самарского Государственного технического университета. Серия "Психолого-педагогические науки". — 2015. — № 2. — С. 132—139.
5. **Ackerman P. H., Wickens C. D. and Schneider W.** Deciding the existence of a time-sharing ability: A combined methodology and theoretical approach // *Human Factors*. — 1984. — P. 71—82.
6. **Glaser R.** Instructional psychology: Past, present and future // *American Psychologist*. — 1982. — № 37. — P. 292—305.
7. **Маришук В. Л.** Психологические основы формирования профессионально значимых качеств: Автореф. дис. докт. психол. наук. — Л., 1982. — 32 с.
8. **Ломов Б. Ф.** Методологические и теоретические проблемы психологии. — М.: Наука, 1984. — 440 с.
9. **Белов П. Г.** Теоретические основы системной инженерии безопасности. — М.: Изд. ГНТП "Безопасность". МПТБ СТС, 1996. — 424 с.
10. **Профессиональный риск.** Теория и практика расчета: Монография / Под ред. А. Г. Хрупачева, А. А. Хадарцева. — Тула: Изд-во ТулГУ, 2011. — 330 с.

G. N. Yagovkin, Professor, e-mail: bjd@list.ru, **D. A. Melnikova**, Postgraduate, **E. N. Yagovkina**, Postgraduate, Samara State Technical University

Cause-and-Effect Relationships in the Structure of the Formation of Accidents

Establishing a causal link in the structure formation in the cause of accident sequences — risk — consequences. It classifies each group. A generalized scheme of causality. The direction of further development of the theory of the formation of accidents in the science of "Life Safety".

Keywords: *accident, occupational hazard, danger, safety devices, safety equipment, the human factor, professional selection, training, motivation, technosphere accident.*

References

1. **Rossijskaja jenciklopedija** po ohrane truda. Izd-e 2-e, pererabotannoe i dopolnennoe. Moscow: Izd-vo NC JeNAS, 2006. 196 p.
2. **GOST 12.0.230—2007** Sistema standartov bezopasnosti truda. Sistema upravlenija ohranoj truda. Obshhie trebovanija.
3. **RD 03-418-01** Metodicheskie ukazanija po provedeniju ocenki riska opasnyh proizvodstvennyh ob'ektov, utverzhdennye Postanovleniem ot 10.07.2001 № 30 Federal'nym gornym i promyshlennym nadzorom Rossii.
4. **Mel'nikova D. A., Jagovkin G. N.** Ocenka vlijanija psihologicheskikh harakteristik cheloveka na obespechenie bezopasnosti ego truda. *Vestnik Samarskogo Gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta. Serija psihologo-pedagogičeskie nauki*. 2015. No. 2. P. 132—139.
5. **Ackerman P. H., Wickens C. D. and Schneider W.** Deciding the existence of a time-sharing ability: A combined methodology and theoretical approach. *Human Factors*. 1984. P. 71—82.
6. **Glaser R.** Instructional psychology: Past, present and future. *American Psychologist*. 1982. No. 37. P. 292—305.
7. **Marishuk V. L.** Psihologičeskie osnovy formirovanija professional'no znachimyh kachestv: Avtoref. dis. dokt. psihol. nauk. Leningrad, 1982. 32 p.
8. **Lomov B. F.** Metodologičeskie i teoreticheskie problemy psihologii. Moscow: Nauka, 1984. 440 p.
9. **Belov P. G.** Teoreticheskie osnovy sistemnoj inzhenerii bezopasnosti. Moscow: Izdanie GNTP "Bezopasnost". MPTB STS, 1996. 424 p.
10. **Professional'nyj risk.** Teorija i praktika rasčeta. Monografija / Pod red. A. G. Hrupacheva, A. A. Hadarceva. Tula: Izdanie TulGU, 2011. 330 p.



УДК 629.039.58

В. С. Шкрабак, д-р техн. наук, проф., e-mail: v.shkrabak@mail.ru,
А. А. Попов, д-р техн. наук, проф., **С. В. Данилова**, асп., Санкт-Петербургский
государственный аграрный университет, **В. Ф. Богатырев**, ген. директор,
ПК "Шушары", Ленинградская область

Обоснование параметров и режимов работы оборудования для гидроподавления почвенной пыли на линиях предреализационной доработки корнеплодов

Представлен гранулометрический состав почвы, поступающей на линию доработки с корнеплодами. Рассмотрены вопросы подавления мелкодисперсной почвенной пыли мелкодисперсной жидкостью на линиях доработки, ограничивая допустимое увлажнение корнеплодов. Приведены расчеты необходимого оборудования для получения мелкодисперсной жидкости и ее расхода. Представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований и пути решения данной проблемы.

Ключевые слова: гидроподавление, почва, пыль, мелкодисперсность, корнеплоды, жидкость, распылители, доработка, увлажнение, форсунки

Содержание почвы в ворохе корнеплодов, поступающем от уборочных машин

Многие сельскохозяйственные предприятия Северо-Запада РФ активно строят современные овощехранилища вместимостью до нескольких тысяч тонн продукции. В специализированных залах овощехранилищ дорабатывают корнеплоды, поступающие во время уборки от уборочных машин и непосредственно из холодильных камер до товарного вида. При эксплуатации овощехранилищ, несмотря на наличие приточно-вытяжной вентиляции с рециркуляцией воздуха, предприятия столкнулись с высокой запыленностью рабочих помещений во время доработки корнеплодов на линиях. При допустимой концентрации пыли в воздухе 8...9 мг/м³ фактическое ее содержание превышает 17...19 мг/м³.

Для решения вопроса по снижению запыленности воздуха предложен способ гидроподавления пыли, применяемый в промышленности. Однако, как показал проведенный анализ, этот способ не может быть использован в полном объеме для скоропортящейся продукции. В промышленности гидрообеспыливание подлежат места разгрузок в приемные бункеры, перегрузки материала, грохочения, просеивания, перепада и перегрузок с транспортеров и др. [1, 2]. Гидрообеспыливание осуществляется форсунками, производительность которых должна быть не более 250...300 л/ч при рабочем давлении форсунок 2...3 атм. Способы гидрообеспыливания методом орошения, используемые в промышленности при дроблении, транспортировке и сортировании глины, песка,

щебня и других материалов, значительно увлажняют эти материалы. Поэтому данный способ пылеподавления не может быть полностью перенесен на гидроподавление почвенной пыли на линиях послеуборочной доработки корнеплодов из-за ограничения допустимого увлажнения корнеплодов с целью недопущения их загнивания.

На линиях послеуборочной доработки корнеплодов почвенная пыль имеет специфические физико-химические показатели. На линии доработки поступают корнеплоды с почвенными примесями (так называемый ворох) с различным массовым содержанием и влажностью почвы. Это зависит от типа почв на полях, технологического процесса, выполняемого уборочными машинами, от природно-климатических условий.

Для обоснования параметров и режимов работы оборудования для гидроподавления почвенной пыли необходимо знать суммарное количество почвы, поступающей вместе с корнеплодами на линии предреализационной доработки, ее гранулометрический состав. Известно, что наиболее вредное влияние на организм человека оказывает мелкая пыль размером 0,005...0,001 мм.

Средний объем корнеплодов, поступающих в овощехранилище от уборочных машин за сутки (т/сут), определяют по формуле:

$$Q = \frac{\sum_{i=1}^n T_i Q_i}{\sum_{i=1}^n T_i}, \quad (1)$$

где Q_i — производительность i -й уборочной машин, т/сут; T_i — продолжительность работы i -й уборочной машины сут; n — число уборочных машин.

Масса поступающего вороха корнеплодов от уборочных машин за сутки зависит от многих факторов: погодные условия, тип почвы, конфигурация и состояние поля к моменту уборки, урожайность и размерно-массовые характеристики корнеплодов, квалификация обслуживающего персонала и другие факторы, являющиеся случайными величинами. Поэтому неизбежен простой линий доработки в овощехранилищах в ожидании поступления корнеплодов, а также простой уборочных машин и транспортных средств в ожидании разгрузки. Простой транспортных средств может быть уменьшен путем увеличения производительности линии или созданием накопительной емкости (компенсатора) для временного размещения поступивших корнеплодов (с учетом допустимого времени их сохранности) от уборочных машин.

Для линии доработки корнеплодов как одноканальной системы массового обслуживания (СМО) с ограниченным числом заявок в очереди, вероятность того, что линия будет свободна P_0 и вероятность отказа $P_{отк}$ в обслуживании поступающих в овощехранилище заявок определяются по формулам

$$P_0 = \frac{1 - \rho}{1 - \rho^{m+2}}; \quad (2)$$

$$P_{отк} = \rho^{m+1} \cdot P_0, \quad (3)$$

где ρ — приведенная интенсивность потока заявок на линию, $\rho = \lambda/\mu$; λ — интенсивность поступления транспортных средств; μ — интенсивность обслуживания заявок (транспортных средств) на линии в овощехранилище; m — число заявок (транспортных средств) в очереди.

Необходимо обратить внимание на то, что выражение (2) справедливо для всех случаев, кроме $\rho = 1$, так как при $\rho = 1$ оно дает неопределенность вида 0/0 [3]. Для $\rho = 1$ значение P_0 может быть определено по формуле

$$P_0 = \frac{1}{(m+2)}. \quad (4)$$

По формулам (2)–(4) построены графики $P_{отк}$ и P_0 при различных значениях ρ и m (рис. 1).

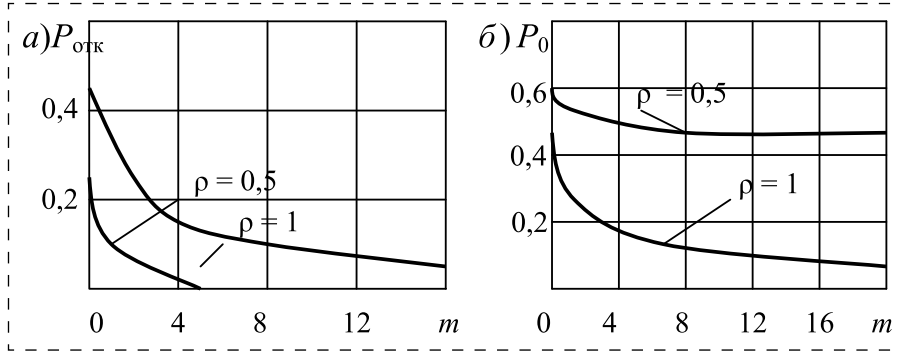


Рис. 1. Вероятности отказа $P_{отк}$ (а) и вероятности простоя P_0 (б) системы с одним каналом ($n = 1$) в зависимости от ρ и емкости накопителя m заявок

С уменьшением значения ρ (т. е. когда производительность линий превышает поступление вороха корнеплодов на линию) значительно сокращается вероятность отказа в обслуживании транспортных средств с ворохом корнеплодов, поступившим на линию.

При $\rho = 0,5$ при ограничении в очереди 6...7 заявок вероятность отказа в обслуживании заявок практически сводится к нулю. При малой емкости накопителя или его отсутствии резко возрастает вероятность отказа $P_{отк}$ в обслуживании заявок даже при высокой производительности линии ($\rho = 0,5$). При $\rho = 1$ резко возрастает вероятность отказа в обслуживании заявок. Поэтому $\rho = 1$ следует рассматривать как предельный случай.

Практика показывает, что наиболее устойчивая работа комплекса в составе уборочно-тракторных агрегатов и линий может быть достигнута при $\rho = 0,9$, т. е. когда производительность линии несколько больше массы вороха, поступающего на линию за это же время [4].

Наличие накопителя в СМО снижает вероятность простоя P_0 системы (см. рис. 1, б). Однако при увеличении производительности линии послеуборочной доработки корнеплодов для каждого $\rho < 1,0$ существует свой предельный размер накопителя, и если увеличивать размер накопителя сверх этого предела, то снижения вероятности простоя P_0 системы не будет.

Необходимый запас корнеплодов с почвенными примесями в овощехранилище до 47 т позволяет обеспечить работу линий предреализационной доработки корнеплодов с номинальной производительностью в течение всего уборочного периода. Поскольку количество почвы в ворохе пропорционально содержанию в нем корнеплодов, это позволяет считать, что максимальное содержание почвы в ворохе будет соответствовать номинальной производительности линии, которое поддерживается в течение всего периода уборки урожая. Таким образом, получили важное



условие для определения параметров и режимов работы оборудования для гидроподавления пыли, монтируемого на линиях. Однако одного этого условия недостаточно. Необходимо дополнительно знать:

— зависимость содержания почвы в ворохе корнеплодов, убираемых машинами, от влажности почвы в поле во время уборки;

— содержание в почве мелкодисперсных частиц, способных к пылеобразованию и проникновению в воздух, с учетом толщины вороха корнеплодов в приемном бункере линии и ее влажности.

При уборке корнеплодов с супесчаных почв содержание почвы в ворохе не превышает 4 % даже при высокой влажности почвы (до 24 %), в то же время при уборке корнеплодов с легкосуглинистых и тяжелых почв при их влажности до 24,9 %, содержание почвы в ворохе достигает 23,8 % [4]. На основании статистической обработки результатов исследований в зависимости от влажности почвы $H_{\text{п}}$ (%) содержание почвы в ворохе корнеплодов $Q_{\text{п}}$ (%) при коэффициенте корреляции $i = 0,9807$ аппроксимируется следующим выражением:

$$Q_{\text{п}} = -10,580 + 2,496H_{\text{п}} + \frac{359,414}{W_{\text{п}}}. \quad (5)$$

Среднестатистическое содержание почвы в ворохе корнеплодов, в зависимости от календарных сроков уборки, аппроксимируется следующим выражением:

$$Q_{\text{п}} = 8,182 + 0,447t, \quad (6)$$

где $t = 1...60$ дней.

Из выражения (6) следует, что содержание почвы в ворохе по мере уборки корнеплодов возрастает и к концу уборки среднестатистическая величина может достигать 28 %. При установке пальчиковых горок для отделения почвы из партии корнеплодов на машинах теребивного типа, в транспортных средствах, доставляющих корнеплоды на линии предреализационной доработки, количество почвы не превышает 5 %.

Установленное количество почвы в ворохе корнеплодов, поступающем на доработку, влажность почвы будут учтены в дальнейшем. Однако содержание в почве мелкодисперсных частиц, способных к пылеобразованию и проникновению в атмосферу, с учетом влажности почвы и толщины вороха корнеплодов в приемном бункере линии доработки, можно определить только экспериментальным путем.

Обоснование параметров и режимов работы оборудования для гидроподавления почвенной пыли

Под параметрами и режимами работы оборудования следует понимать следующее:

— компоновку узлов и приборов непосредственно на установке и размещение форсунок (распылителей) на линиях доработки;

— производительность оборудования, л/мин;

— расход мелкодисперсной жидкости для подавления пыли от 1 т корнеплодов, л/т;

— частота и продолжительность подачи мелкодисперсной жидкости на корнеплоды.

Почвенная пыль имеет физико-химические характеристики, отличающиеся от других материалов, например, песок, глина и др. При гидроподавлении пыли на линиях доработки корнеплодов допустимость их смачивания ограничена. Гранулометрический состав почвы представлен в таблице, из которой следует, что доля мелкой фракции почвы (пыль), способной к пылеобразованию в среднем, равна 14,28 %. Скорость витания пыли в среднем — 0,2 м/с [5].

С учетом имеющихся сведений о гранулометрическом составе почвы и скорости витания ее мелкодисперсных частиц (пыли) рассмотрим возможность подавления пыли путем встречной подачи на нее мелкодисперсной жидкости, воспользовавшись законом сохранения количества движения (закон сохранения импульса) [6—8].

Представим движение капель жидкости и частиц пыли навстречу друг другу по одной осевой линии. В этом случае:

$$\left. \begin{aligned} m_{\text{в}}v_{\text{в}} - m_{\text{п}}v_{\text{п}} &\geq 0 \\ m_{\text{в}}v_{\text{в}} &\geq m_{\text{п}}v_{\text{п}} \end{aligned} \right\}, \quad (7)$$

где $m_{\text{в}}$ и $m_{\text{п}}$ — масса частиц, соответственно жидкости и пыли, мг; $v_{\text{в}}$ и $v_{\text{п}}$ — скорость движения частиц, соответственно жидкости и пыли, м/с.

Найдем подачу жидкости такой, чтобы площадь сечения капель жидкости и площадь сечения пыли были равными между собой, путем регулирования давления жидкости и диаметров отверстий распылителей в форсунках. Тогда

$$v_{\text{в}} \geq \frac{m_{\text{п}}}{m_{\text{в}}}, \quad v_{\text{п}} = \frac{L_{\text{п}}}{L_{\text{в}}} v_{\text{п}}, \quad (8)$$

где $L_{\text{п}}$ и $L_{\text{в}}$ — плотность пыли и жидкости, г/см³.

При $v_{\text{п}} = 0,7$ м/с; $L_{\text{п}} = 1,2$ г/см³; $L_{\text{в}} = 1,0$ г/см³ скорость мелкодисперсной жидкости в зоне контакта с ворохом корнеплодов будет равна:

$$v_{\text{вх}} = \frac{1,2}{1,0} 0,7 = 0,84 \text{ м/с.}$$

Гранулометрический состав почвы, поступающей вместе с корнеплодами от уборочных машин теребильного типа на линии послеуборочной доработки столовых корнеплодов (данные ПК "Шушары", Тосненского района, Ленинградской области) [5]

Показатели	Процентное содержание фракций, %							
	Крупные фракции, мм				Мелкие фракции (пыль), мм			
	1...0,25	0,25...0,05	0,05...0,01	Всего	0,01...0,005	0,005...0,001	<0,001	Всего
1-я повторность	50,21	25,49	9,59	85,29	3,12	5,47	6,12	14,71
2-я повторность	49,50	27,20	9,47	86,17	4,00	4,47	5,35	13,82
Среднее значение	49,86	26,35	9,53	85,58	3,56	4,97	5,74	14,28
Стандартное отклонение	0,51	1,93	0,09	x	0,62	1,28	0,54	x
Коэффициент вариации, %	1,02	7,0	0,94	x	17	13	9	x

Гидрообеспыливание вороха корнеплодов осуществляется форсунками с диаметром отверстий распылителей $d = 0,5$ мм, установленными на расстоянии $0,5$ м до наружной поверхности вороха корнеплодов. Для определения количества форсунок (распылителей) для гидрообеспыливания вороха корнеплодов, выгружаемых в приемные бункеры линий доработки, необходимо знать зону их действия.

По данным авторов работ [5, 9] диаметр поперечного сечения струи жидкости d_x на расстоянии x от наружной поверхности вороха корнеплодов до распылителей рекомендуется определять по формуле:

$$d_x = 6,8ax + 0,986d, \quad (9)$$

где $a = 0,07...0,14$ — коэффициент турбулентности струи; x — расстояние от наружной поверхности вороха корнеплодов до распылителей, м; d — диаметр выходного отверстия распылителя, м.

В формуле (9) вторым ее членом можно пренебречь из-за незначительных размеров диаметра выходного отверстия распылителя d , по сравнению с расстоянием x от наружной поверхности вороха корнеплодов до распылителей. Тогда формула (9) примет упрощенный вид:

$$d_x = 6,8ax. \quad (10)$$

Подставив в формулу (10) крайние значения коэффициента турбулентности струи: $a = 0,07$ и $a = 0,14$, а также значение $x = 0,5$ м, получим величину d_x в интервале от $0,24$ до $0,48$ м. Среднее его значение будет равно $d_x = 0,36$ м.

Определим расход жидкости через один распылитель (л/с) по формуле [9]:

$$q_B = \mu f_0 v_0, \quad (11)$$

где μ — опытный коэффициент расхода, величина которого для практических расчетов принимается

для распылителей в пределах $0,22...0,47$; f_0 — площадь выходного отверстия распылителя, m^2 .

При $\mu = 0,22$, $f_0 = 0,0002 m^2$ (при $d = 0,5$ мм), $v_0 = 0,45$ м/с получим: $q_B = 0,22 \cdot 0,0002 \cdot 0,45 = 0,00002 m^3/c$ или $0,02$ л/с через один распылитель.

По расчетам для приемного бункера шириной $0,8$ м требуется два распылителя. Расход жидкости (л) на подавление мелкодисперсной почвенной пыли при доработке 1 т корнеплодов определим по выражению [5]:

$$W_T = q_B t n, \quad (12)$$

где t — время подачи жидкости, с; при выгрузке 1 т корнеплодов из контейнеров в приемный бункер линии $t = 4,5$ с; n — количество распылителей.

При $q_B = 0,02$ л/с, $t = 4,5$ с, $n = 2$, получим: $W_T = 0,02 \cdot 4,5 \cdot 2 = 0,18$ л/т $\approx 0,2$ л/т.

При выборе диаметра выходного отверстия распылителя d необходимо обратить внимание на выполнение следующего условия: площадь сечения капель жидкости и площадь сечения частиц пыли должны быть равными между собой. Из данных, представленных в таблице, почвенная пыль на линии доработки корнеплодов имеет размеры от $0,05$ мм и меньше. На рис. 2 приведена зависимость распыла жидкости от давления P . На рисунке кривая 1 показывает уменьшение среднего размера капель распыла жидкости, а кривая 2 — возрастание количества мельчайших частиц (капель) до 30 мкм в диаметре (%) с увеличением давления P подаваемой жидкости [9].

Из рис. 2 видно, что размеры капель жидкости 50 мкм ($0,05$ мм), соответствующие размерам частиц почвенной пыли ($0,05$ мм), обеспечиваются при давлении жидкости более 5 кг/см². Это условие может быть обеспечено путем повышения давления подаваемой жидкости при одновременном снижении диаметра выходного отверстия распылителя до $d < 0,5$ мм.

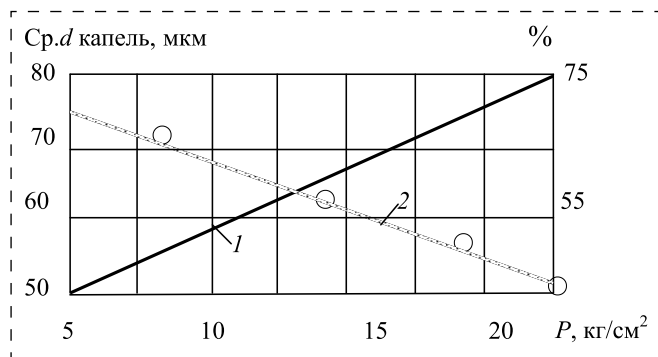


Рис. 2. График зависимости дисперсности распыла от давления [9]

Представленные данные показывают возможность подавления мелкодисперсной пыли на линиях предреализационной доработки корнеплодов мелкодисперсной жидкостью с давлением выше 5 кг/см^2 , с диаметром выходных отверстий распылителей до $0,5 \text{ мм}$. Ориентировочный расход жидкости на подавление пыли с 1 т подаваемого вороха корнеплодов на линию доработки — $0,2 \text{ л/т}$ [5].

Результаты теоретических исследований легли в основу проведения экспериментальных и производственных опытов.

Список литературы

1. Протопопова Д. А. Анализ влияния пыли в рабочих зонах агрегата питания асфальтобетонного завода на работающих // Техносферная безопасность; материалы науч.-практ. конф. — Ростов н/Д: РГСУ, 2011. — С. 465—468.
2. Рысин С. А. Вентиляционные установки машиностроительных заводов: Справочник. Изд. 3-е, перераб. — М.: Машиностроение, 1964. — 704 с.
3. Вентцель Е. С. Исследование операции. — М.: Сов. радио, 1972. — 287 с.
4. Попов А. А., Валге А. М. Технологии и технические средства производства столовой моркови и свеклы на Северо-Западе Российской Федерации. — СПб.: СЗНИИМЭСХ, 2007. — 220 с.
5. Попов А. А., Шкрабак В. С., Данилова С. В. Теоретическое обоснование использования мелкодисперсной жидкости для подавления почвенной пыли на линиях послеуборочной доработки корнеплодов // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова. — 2015. — № 9. — С. 50—56.
6. Трофимова Т. И. Курс физики: Учебное пособие для вузов. 11-е изд., стер. — М.: Академия, 2006. — 560 с.
7. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теоретическая физика. Т. 6. Гидродинамика: Учебное пособие в 10 т. 4-е изд., стереотип. — М.: Наука, 1988. — 736 с.
8. Добронравов В. В., Никитин Н. Н., Дворников А. Л. Курс теоретической механики: Учебник для вузов. 3-е изд., перераб. — М.: Высш. шк., 1974. — 528 с.
9. Сельскохозяйственные машины. Теория и технологический расчет: Учебник / Б. Г. Турбин [и др.]; Под ред. Б. Г. Турбина. 2-е изд., перераб. и доп. — Л.: Машиностроение, 1967. — 583 с.

V. S. Shkrabak, Professor, e-mail: v.shkrabak@mail.ru, A. A. Popov, Professor, S. V. Danilova, Postgraduate, Saint-Petersburg State Agrarian University, V. F. Bogatyrev, General Director, PK "Shushary", Region Leningrad

Justification of Parameters and Modes of Equipment Operation to Hydromodule Soil Dust on the Lines of Pre-Rework Root

Presents the granulometric composition of the soil coming on line refinement with the roots. They discussed the issues of suppression of fine soil dust fine liquid lines of improvements, excluding permissible to wet the roots. The calculations of the necessary equipment to obtain fine-dispersed liquid and its flow. The results of theoretical and experimental studies show the ways of solving this problem.

Keywords: hydromodule, soil, dust, melkodispersnoj, roots, liquid, sprays, modification, humidification, nozzle

References

1. Protopopova D. A. Analysis of the influence of dust in work areas of unit supply asphalt plant on running. *Technosphere safety; materials science-practical. Conf.* Rostov on/Don: RGSU. 2011. P. 465—468.
2. Rysin S. A. Air handling units engineering plants: guide. ed. 3-e, rev. Moscow: Mashinostroenie, 1964. 704 p.
3. Wentzel E. S. Operations research. Moscow: Soviet radio, 1972. 287 p.
4. Popov A. A., Valge A. M. Technologies and technical means of production of carrot and beet in the North-West of the Russian Federation. St. Petersburg: TSNIIMASH, 2007. 220 p.
5. Popov A. A., Shkrabak V. S., Danilova S. V. Theoretical justification for the use of the finely divided liquid to

suppress dust soil on the lines of post harvest handling of root crops. *The bulletin of the Saratov state agrouniversity of N. I. Vavilov.* 2015. No. 9. P. 50—56.

6. Trofimova T. I. Course of physics: textbook for universities. 11th ed., erased. Moscow: Academy, 2006. 560 p.
7. Landau L. D., Lifshitz E. M. Course of Theoretical physics. Vol. 6. Hydrodynamics: a tutorial in 10 volumes 4th ed., stereotype. Moscow: Nauka, 1988. 736 p.
8. Dobronravov V. V., Nikitin N. N., Dvornikov A. L. Course of theoretical mechanics: textbook for universities. 3rd ed., Rev. Moscow: Higher School., 1974. 528 p.
9. **Agricultural machine.** Theory and technological calculations: textbook. B. G. Turbines [and others]; edited by H. B. Kaplan. 2-e izd., revised and enlarged extra. Leningrad: Mashinostroenie, 1967. 583 p.

УДК 378

Н. В. Тимушкина, канд. мед. наук, доц., зав. кафедрой, e-mail: timushkina.nina@mail.ru,
Ю. А. Талагаева, канд. филол. наук, доц. кафедры, Балашовский институт
(филиал) Саратовского национального исследовательского государственного
университета имени Н. Г. Чернышевского

Проблема формирования культуры питания у студентов

В статье рассматриваются вопросы формирования культуры питания у студентов Балашовского института (филиала) Саратовского национального исследовательского государственного университета. Подчеркивается несоответствие типичного рациона студентов нормам и принципам рационального питания. Проведено исследование, выявляющее уровень осведомленности студентов о правилах здорового питания, а также о причинах несоблюдения ими этих правил. Показаны результаты апробации программы формирования культуры здорового питания у студентов вуза.

Ключевые слова: культура питания, студент, здоровье, модель питания, рациональное питание, стереотип пищевого поведения

Актуальность исследования. Правильное питание играет существенную роль в формировании здоровья студентов и является одним из ключевых факторов эффективности обучения. Однако питание современной молодежи нельзя назвать рациональным. Основу их рациона в большинстве случаев составляют блюда быстрого приготовления (растворимые супы, лапша) и так называемые "перекусы", состоящие из бутербродов, булочек, пирожных, шоколадок и сладких безалкогольных напитков. Такой рацион изобилует жирами, холестерином, различными ароматизаторами, красителями и содержит недостаточно полезных веществ. При интенсивных умственных нагрузках, хроническом недосыпании и нерациональном режиме дня несбалансированное питание не только не придает организму сил и энергии, но и негативно сказывается на здоровье молодых людей. В связи с нарушением режима питания за время учебы у многих студентов развиваются заболевания пищеварительной системы, получившие название "болезни молодых", а также гипертоническая болезнь, невроты и др.

Многие студенты знакомы с принципами и правилами рационального питания, понимают, почему необходимо им следовать, и придерживались этих принципов, пока жили дома с родителями, где за их питанием следила мама или бабушка. Однако, поступив в институт и переехав в другой город, молодые люди часто не готовы без посторонней помощи применять на практике свои знания из-за низкого уровня культуры питания.

Цель исследования. Выявить отношение студентов к правилам здорового питания и разработать педагогическую модель формирования у них культуры питания.

Анализ проблемы. Культура питания во многом зависит от гастрономических традиций народа. Национальная кухня накладывает свой отпечаток на вкусовые пристрастия людей. При этом, как правило, блюда национальной кухни достаточно разнообразны по содержанию и богаты полезными веществами и микроэлементами. Совсем иную картину представляют блюда быстрого приготовления, активно навязываемые населению производителями и массовой культурой. При современном ритме жизни в условиях жесткой нехватки времени молодежь часто выбирает те блюда, приготовить которые можно за несколько минут.

Прежде чем рассмотреть питание студентов с позиции соответствия здоровому питанию, остановимся на определении и основных принципах рационального питания. Рациональным называется физиологически полноценное питание здоровых лиц с учетом их пола, возраста, характера труда и климатических условий проживания. В его основе лежат три принципа: 1) равновесие между энергией, поступающей с пищей, и энергией, расходуемой человеком в процессе жизнедеятельности; 2) удовлетворение потребности организма в определенном количестве, качественном составе и соотношении пищевых веществ; 3) соблюдение режима питания [1]. Однако данные



принципы должны быть географически адаптированы, поскольку культура питания, кулинарные традиции и даже болезни, вызванные неправильным питанием, в каждой стране — свои. Ценность или вред пищевых продуктов зависят от климата, почвенных и экологических условий.

Принципы рационального питания просты и понятны, но не все стремятся их выполнять. Это обусловлено низким уровнем культуры питания у населения. К тому же у людей с годами вырабатываются определенные паттерны пищевого поведения, зависящие от внешних и внутренних факторов и влияющие на выбор ими тех или иных продуктов.

Студенческая жизнь характеризуется большим количеством физических и эмоциональных перегрузок. Основными факторами, разрушающими здоровье студентов, являются стресс и переутомление. Однако негативное влияние этих факторов можно нивелировать правильным питанием [2]. Анализ литературных данных свидетельствует о том, что питание студентов нельзя назвать здоровым. Так, по данным Л. Е. Игнатьевой и Ю. В. Киреевой [3], в фактическом питании большинства студентов физкультурных специальностей Мордовского государственного педагогического института имени М. Е. Евсевьева (г. Саранск) обнаружены существенные отклонения от нормы. Нарушения носят массовый характер и определяются в основном пищевыми и вкусовыми привычками студентов, а также недостаточными знаниями в области нутрициологии, чтобы грамотно сформировать свой рацион.

В исследованиях питания студентов Саратовского государственного аграрного университета имени Н. И. Вавилова [4] установлено, что фактическое питание студентов не является сбалансированным как по основным нутриентам, так и по содержанию микро-, макроэлементов и витаминов. Чтобы сделать питание полноценным, в середине дня студентам необходим прием пищи, составляющий примерно 50 % от суточного рациона. Для этого необходимо расширить ассортимент блюд в студенческой столовой, повысить их качество, снизить стоимость, а также увеличить продолжительность большого перерыва до 40...60 мин.

У студентов складывается преимущественно углеводная модель питания (при недостатке белков животного происхождения), не отвечающая физиологическим потребностям организма. Пищевой рацион студентов не обеспечивает их потребности в энергии, не оптимален по содержанию жиров и углеводов.

Склонность к "перекусам", длительные перерывы между приемами пищи, преобладание в рационе продуктов быстрого приготовления,

чрезмерное увлечение соусами и приправами, газированными напитками, поздний плотный ужин незадолго до сна, привычка полежать после приема пищи составляют неправильный стереотип пищевого поведения, обуславливающий появление симптомов нарушения функционирования пищеварительного тракта у студентов [5]. По мнению диетологов, продукты, составляющие основу питания большинства студентов (сладкие газированные напитки, картофельные чипсы, сладкие батончики, сосиски, сардельки, вареная колбаса, паштеты, жирные сорта мяса), являются одними из наиболее вредных [6, 7].

Материалы и методы исследования. Исследование проводилось в Балашовском институте (филиале) Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского с участием 50 студентов 1 и 2 курсов факультета физической культуры и безопасности жизнедеятельности, обучающихся по направлению подготовки "Педагогическое образование", профили "Безопасность жизнедеятельности" и "Физическая культура" и состояло из констатирующего и формирующего этапов.

Констатирующий этап исследования заключался в определении отношения студентов к организации процесса питания, продуктам, употребляемым в пищу, пищевым рационам и добавкам по разработанному тесту и анкетам. Тест был направлен на выявление степени их осведомленности о рациональном питании, первая и вторая анкеты позволяли судить о питании студентов в вузе и дома, а третья анкета выявляла их готовность следовать правилам здорового питания.

Результат исследования. Полученные результаты свидетельствуют о том, что студенты 1 курса недостаточно хорошо осведомлены о принципах и правилах рационального питания. Хотя эти вопросы в школе подробно рассматриваются в курсе "Основы безопасности жизнедеятельности", да и в средствах массовой информации много говорят и пишут о здоровом питании. Однако в повседневной жизни большинство студентов не придают значения качеству потребляемой пищи. Во время занятий на перемене пьют газированные напитки с гамбургерами, едят чипсы, стремятся сэкономить время и деньги на потреблении пищи, а потому покупают полуфабрикаты. Кстати, большинство студентов сами признают, что их питание нельзя назвать рациональным.

У большинства студентов сформирован неправильный стереотип пищевого поведения, что обуславливает появление симптомов нарушения функционирования пищеварительного тракта. По результатам медицинского осмотра заболевания органов пищеварения у студентов занимают

четвертое место в общей структуре заболеваемости.

Результаты исследования показали, что у студентов преобладает углеводно-жировая модель питания. Основные микро- и макроэлементы они получают в недостаточном количестве. По данным анкетирования 64 % студентов по утрам не завтракают, а в рацион тех, кому удастся с утра позавтракать, входят в основном кофе, чай, хлебобулочные изделия, но отсутствуют кисломолочные продукты, каши, фрукты и овощи. В студенческой столовой регулярно питаются 52 % студентов, редко заходят в столовую — 32 %, никогда не обедают в столовой — 16 %. При этом горячие первые и вторые блюда покупают только 16 %, а остальные предпочитают фаст-фуд, соки, выпечку и газированные напитки. Наиболее распространенными причинами, по которым студенты не посещают столовую, являются нехватка времени и стремление сэкономить деньги.

Для приготовления еды дома 56 % студентов покупают полуфабрикаты, 44 % используют натуральные продукты, которые покупают в ближайшем магазине или супермаркете. Никто из опрошенных не планирует меню на день или на неделю вперед. В основном готовят блюда из имеющихся в холодильнике продуктов, а отправляясь за покупками, стараются купить продукты подешевле. Треть студентов питаются в течение дня 3—4 раза, примерно в одно и то же время, а остальные — 2—3 раза в день, не придерживаясь четкого графика. Основным набором продуктов питания студентов являются: хлебобулочные, макаронные, крупяные, картофель, составляющие 50 % продуктовой корзины, овощи и фрукты — 10 %, мясо, рыба, яйца, молочные продукты — 16 %, жиры и сладости — 24 %.

С целью выявления готовности студентов правильно питаться им были предложены утверждения, основанные на правилах здорового питания, и предоставлено два варианта ответа: "Насколько Вы желаете придерживаться данного утверждения в жизни" и "Насколько данное утверждение характеризует Ваше питание". Далее проводилась оценка каждого варианта ответа по шкале от 0 до 100 %. Шкала оценивания: от 0 до 25 %; от 26 до 50 %; от 51 до 75 %; от 76 до 100 %. Ниже представлены результаты опроса студентов 1 курса.

Утверждение 1. По мнению специалистов, питание должно быть дробным, регулярным и равномерным, а последний прием пищи — не позднее, чем за 2...3 часа до сна. Время между завтраком и обедом, обедом и ужином должно составлять 5...6 часов.

Анализ результатов исследования студентов 1 курса выявил значительный разрыв между желаемым отношением и реализуемым поведением.

Так, 91 % первокурсников желают соблюдать режим питания, но в повседневной жизни реализуют это 61 % респондентов.

Большой разрыв между желаемым и реально осуществляемым отмечается в интервале шкалы 76...100 %. Так, 64 % первокурсников желают соблюдать режим питания и только 10 % реально его придерживаются. Однако отмечается увеличение числа студентов, соблюдающих режим дня в интервале 51...75 % (27 % желают, 51 % реализуют). Значительный разрыв между желаемым и выполняемым регистрируется в интервале шкалы 26...50 %: только 6 % студентов пожелали придерживаться режима питания, но на практике реализуют это 36 %. В интервале 0...25 % не желают соблюдать режим питания 3 % респондентов и не соблюдают его тоже 3 %.

Утверждение 2. Питание должно быть максимально разнообразным, а соблюдение специальных диет возможно только по рекомендации врача.

Ответы респондентов свидетельствуют о значительном расхождении между желаемым отношением и реализуемым поведением. Так, 79 % опрошенных желают придерживаться данного утверждения в интервале шкалы 51...100 %, но в повседневной жизни реализуют его 55 %. Разрыв отмечается между желаемым и реально осуществляемым в интервале шкалы 76...100 % (желают — 49 %, реализуют — 25 %). Существенные различия между желаемым и реализуемым отмечаются в интервале шкалы 26...50 %. Так, 15 % опрошенных выразили желание питаться разнообразно, а реально это реализуют на практике 27 %. Аналогичные данные получены и в интервале шкалы 0...25 % (желают — 6 %, реализуют — 18 %).

Утверждение 3. Несколько раз в день следует есть разнообразные овощи и фрукты (более 500 г в день дополнительно к картофелю).

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что 73 % респондентов хотели бы употреблять в день более 500 г разнообразных фруктов и овощей в интервале шкалы 51...100 %, но реально следуют этому утверждению только 52 % опрошенных. В интервале шкалы 26...50 % только 24 % студентов выразили желание придерживаться данного утверждения, а реализуют его на практике 27 %. Однако 3 % опрошенных пожелали следовать утверждению в интервале шкалы 0...25 %, причем выполняют его 21 %, т. е. на практике четверть студентов редко употребляют разнообразные овощи и фрукты.

Утверждение 4. Следует ежедневно потреблять молоко и молочные продукты с низким содержанием жира и соли.

Наблюдается значительный разрыв между желаемым отношением и реализуемым поведением



респондентов. Так, придерживаться этого утверждения в интервале шкалы 51...100 % хотели бы 82 %, а на практике реализуют 43 % опрошенных. В интервале 0...25 % данное утверждение реализуют 27 % опрошенных, а желали следовать утверждению 6 %. Объясняют они это тем, что не любят или не усваивают молочные продукты. Некоторые студенты отдают предпочтение жирному молоку и творогу.

Утверждение 5. Рекомендуются заменять мясо и мясные продукты с высоким содержанием жира на бобовые, рыбу, птицу, яйца или тощие сорта мяса. Потребление колбас и сосисок должно быть ограничено. Порции мяса, рыбы или птицы должны быть небольшими.

В пределах шкал отмечаются существенные различия между желаемым отношением и реальным поведением. Так, интервал шкалы 76...100 % выбрали 46 % респондентов, а реализуют это утверждение только 13 %. В интервале 51...75 % указанные рекомендации желают соблюдать 15 % студентов, а реально этот факт характеризует питание 39 % респондентов. В интервале шкалы 26...50 % более 20 % студентов пожелали придерживаться данного утверждения, но на практике реализуют его только 12 %. Зато интервал 0...25 % выбрали 18 % первокурсников, хотя на практике 36 % опрошенных выполняют данное утверждение.

Утверждение 6. Следует ограничить потребление сахара: сладостей, кондитерских изделий, сладких напитков, десерта. Рекомендуются пить воду, соки или минеральную воду. Среднее потребление всей жидкости должно равняться 1...1,5 л в день.

Анализ результатов свидетельствует о существенном несовпадении желаемого отношения и реального поведения. Так, в интервале шкалы 76...100 % более половины (64 %) респондентов практически полностью согласны с данным утверждением, но на практике его реализует всего лишь 22 % опрошенных. Однако в интервале (51...75 %) более трети опрошенных (36 %) стараются придерживаться данного правила в жизни, но с переменным успехом. В интервале 0...25 % практически не следуют данному правилу в жизни 18 %.

Утверждение 7. Следует отдавать предпочтение продуктам, приготовленным на пару, путем отваривания, запекания или в микроволновой печи.

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что 88 % студентов хотели бы употреблять продукты, приготовленные указанными способами в интервале шкалы 51...100 %, однако на практике это выполняют только 26 %. Большая часть опрошенных (58 %) реализуют данное

утверждение в интервале 26...50 %, предпочитая жареные продукты.

Таким образом, результаты опроса свидетельствуют о несформированности культуры питания студентов, отсутствии мотивации, знаний и навыков организации правильного питания. Студенты желали бы придерживаться правил здорового питания в основном в интервале шкалы 76...100 %, но реализуют их на практике в лучшем случае в интервале 51...75 %.

Целью исследования являлась разработка педагогической модели формирования культуры питания студентов вузов. Достоинством педагогического моделирования является возможность анализа и корректирования педагогического процесса на различных этапах обучения и воспитания вплоть до получения окончательных результатов.

Предлагаемая модель формирования культуры питания состоит из целевого, организационного, содержательного и диагностического компонентов.

Целевой компонент включает цель — сформировать у студентов культуру питания. Данная цель конкретизируется в следующих задачах:

- 1) активизировать познавательный процесс к самостоятельному получению знаний об организации процесса питания, продуктах, употребляемых в пищу, и пищевых рационах;
- 2) развить способность к осмыслению собственных действий, корректировке и выявлению ошибок в организации процесса питания;
- 3) научить прогнозированию последствий неадекватного отношения к питанию.

Организационный компонент включает создание образовательного пространства, располагающего к взаимодействию педагога и студентов, мотивацию участников образовательного процесса к сотрудничеству.

В содержательный компонент входят отбор и структурирование материала по дисциплине "Здоровый образ жизни и его составляющие", разработка рабочей программы и фонда оценочных средств, составление творческих ситуаций, задач и заданий.

Диагностический компонент содержит диагностический инструментарий, включающий специально разработанные тесты и опросники.

За годы обучения в вузе студенты изучают несколько дисциплин медико-биологической направленности, однако основная роль в формировании культуры питания отводится дисциплине "Здоровый образ жизни и его составляющие". На протяжении ряда лет существенно менялись содержание курса, формы и методы проведения занятий. В результате анкетирования было установлено, что традиционное преподавание дисциплины "Здоровый образ

жизни и его составляющие" позволяет студентам получить прочные знания по вопросам сохранения и укрепления здоровья, здорового образа жизни, но не позволяет сформировать мотивацию и установку организации правильного питания.

Использование дискуссий, круглых столов с привлечением специалистов в области питания, проблемных лекций, творческих работ, интегрированных занятий с элементами тренинга, анализ видеоматериалов, решение проблемных задач делает преподавание более привлекательным для студентов и позволяет повысить значимость данной дисциплины в профессиональной

подготовке будущих педагогов, сформировать адекватное отношение к здоровью и культуре питания. Хорошие результаты дает составление резюме содержания темы, обсуждение подготовленных субъективных резюме в форме дискуссий. Наиболее эффективными в формировании культуры питания, по мнению студентов, являются круглые столы с дегустацией блюд, дискуссии.

По окончании изучения указанных дисциплин второкурсникам было предложено повторно пройти то же самое анкетирование. Сравнительный анализ ответов респондентов представлен в таблице. Данные в процентах округлены до целых чисел.

Сравнительный анализ ответов студентов 1 и 2 курсов

Правила здорового питания	Число студентов, %, выбравших интервал шкалы, %							
	1 курс				2 курс			
	0...25	26...50	51...75	76...100	0...25	26...50	51...75	76...100
Утверждение 1								
Насколько Вы желаете придерживаться данного утверждения в жизни	3	6	27	64	0	12	13	75
Насколько данное утверждение характеризует Ваше питание	3	36	51	10	0	18	63	19
Утверждение 2								
Насколько Вы желаете придерживаться данного утверждения в жизни	6	15	30	49	0	19	19	62
Насколько данное утверждение характеризует Ваше питание	18	27	30	25	0	19	50	31
Утверждение 3								
Насколько Вы желаете придерживаться данного утверждения в жизни	3	24	21	52	0	25	12	63
Насколько данное утверждение характеризует Ваше питание	21	27	49	3	0	50	37	13
Утверждение 4								
Насколько Вы желаете придерживаться данного утверждения в жизни	6	12	27	55	12	0	25	63
Насколько данное утверждение характеризует Ваше питание	27	30	21	22	18	19	31	32
Утверждение 5								
Насколько Вы желаете придерживаться данного утверждения в жизни	18	21	15	46	0	19	12	69
Насколько данное утверждение характеризует Ваше питание	36	12	39	13	12	32	43	13
Утверждение 6								
Насколько Вы желаете придерживаться данного утверждения в жизни	12	12	12	64	6	31	50	13
Насколько данное утверждение характеризует Ваше питание	18	24	36	22	0	25	31	44
Утверждение 7								
Насколько Вы желаете придерживаться данного утверждения в жизни	6	6	40	48	0	12	12	76
Насколько данное утверждение характеризует Ваше питание	16	58	19	7	0	25	37	38



Анализ представленных данных позволяет сделать вывод, что применение модели формирования культуры питания оказалось эффективным. Отношение к организации процесса питания и выбору продуктов у студентов 2 курса стало более осмысленным, соответствующим правилам и принципам здорового питания. Сократился разрыв между желаемым отношением и реализуемым поведением. Ответы большинства второкурсников свидетельствуют о среднем и высоком уровнях готовности реализовать здоровое питание в жизни. Таким образом, предложенная модель позволяет сформировать культуру питания студентов в период обучения в вузе.

Список литературы

1. **Рациональное питание** // ГАУЗ СО "Свердловский областной центр медицинской профилактики". URL:

- http://www.medprofural.ru/Racionalnoe-pitanie (дата обращения 12.02.2016).
2. **Тимушкина Н. В., Талагаева Ю. А.** Здоровый образ жизни: Учеб. пособие. — Саратов: Саратовский источник, 2015. Ч. 1. — 104 с.
3. **Игнатьева Л. Е., Киреева Ю. В.** Особенности рационального питания студентов физкультурных специальностей: состояние и проблемы. URL: <http://www.conference-mgpi.ru/4/4-10-Ignat%60eva.html> (дата обращения 12.02.2016).
4. **Питание** студентов: проблемы и пути решения / А. А. Герасимов, Л. В. Павинская, Т. А. Ефимова, Е. Н. Бухарова; Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова // Вопросы питания. — 2009. — № 8. — С. 21–27.
5. **Вишнева Е. А.** Пищевое поведение и фармакоэпидемиология болезней желудочно-кишечного тракта у подростков: автореф. дис. ... канд. мед. наук. — М., 2008. — 24 с.
6. **Донченко Л. В., Надыкта В. Д.** Безопасность пищевой продукции. — М.: Пищепромиздат, 2001. — 178 с.
7. **Румянцева Е. В.** Товары, вредные для здоровья. — М.: Логос, 2005. — 392 с.

N. V. Timushkina, Head of Chair, e-mail: timushkina.nina@mail.ru,
Y. A. Talagaeva, Associate Professor, Balashov Institute (Branch) of the National Research Saratov State University

The Problem of Developing Food Culture of Students

The paper addresses the problem of forming the culture of nutrition of the students of the Balashov institute (branch) of the National Research Saratov State University. It points out the discrepancy between the typical student diet and the norms and principles of rational nutrition. The level of student's awareness about the rules of healthy nutrition and the reasons of their non-compliance with these rules were the object of the study. The data were collected via tests and questionnaires. The main factors influencing eating habits of the students turned out to be the rhythm of their lives and the lack of free time for cooking. Then a program of an educational course aimed at forming and enhancing the level of student culture of nutrition was developed and applied. The results of the program application are shown in the paper.

Keywords: culture of nutrition, student, health, eating patterns, rational diet, eating stereotype

References

1. Racionalnoe pitanie. GAUZ SO "Sverdlovskij oblastnoj tsentr medicinskoj profilaktiki". URL: <http://www.medprofural.ru/Racionalnoe-pitanie> (data accessed 12.02.2016).
2. **Timushkina N. V., Talagaeva Ju. A.** Zdorovyy obraz zhizni. Uchebnoe posobie. Saratov: Saratovskij istochnik, 2015. Ch. 1. 104 p.
3. **Ignatieva L. E., Kireeva Ju. V.** Osobennosti racionalnogo pitaniya studentov fizkulturnyh specialnostej: sostojanie i problemy. URL: <http://www.conference-mgpi.ru/4/4-10-Ignat%60eva.html> (data accessed 12.02.2016).

4. **Pitanie** studentov: problemy i puti reshenija / A. A. Gerasimov, L. V. Pavinskaja, T. A. Efimova, E. N. Buharova. Saratovskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni N. I. Vavilova. *Voprosy pitaniya*. 2009. No 8. P. 21–27.
5. **Vishneva E. A.** Pishhevoe povedenie i farmakoepidemiologija boleznej zheludochno-kishechnogo trakta u podrostkov: Avtoref. dis. ... kand. med. nauk. Moscow, 2008. 24 p.
6. **Donchenko L. V., Nadykta D.** Bezopasnost pishhevoj produkcii. Moscow: Pishhepromizdat, 2001. 178 p.
7. **Rumjanceva E. V.** Tovary, vrednye dlja zdorovja. Moscow: Logos, 2005. 392 p.

УДК 504.064

М. П. Федоров, академик РАН, д-р техн. наук, проф., президент,
В. В. Яковлев, д-р техн. наук, проф., проф. кафедры, e-mail: vv-yakovlev@yandex.ru,
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Прикладные модели устойчивости природно-технических систем в водном хозяйстве

Отмечено, что природно-техническая система (ПТС) состоит из двух основных подсистем: природной и технической, связанных двусторонним обменом веществом, энергией и информацией. Рассмотрены свойства такого взаимодействия и определение условий управления ПТС в интересах устойчивого и безопасного ее развития, изучение которых представляет весьма актуальную проблему. Предложен один из вариантов моделирования наиболее сложной и значимой водохозяйственной ПТС, принципов ее управления и обеспечения устойчивости. Для природно-технической системы характерны три формы устойчивости: инертность, восстанавливаемость, пластичность.

Под устойчивостью ПТС понимается сочетание процессов самоорганизации и управления. Устойчивость ПТС — набор равновесных состояний, при которых система способна удовлетворять общественные потребности без нарушения средо- и ресурсовоспроизводящих свойств. Критерий устойчивости — сохранение системой способности, испытывая внешние воздействия, выполнять свои функции — как социальные, так и самоподдерживающие. На основе многофакторного анализа показана потенциальная возможность моделирования водохозяйственной ПТС комплексного назначения.

Ключевые слова: природно-техническая система, водное хозяйство, управление, безопасность, многофакторность

Развитие техногенной сферы и ее влияние на среду обитания в настоящее время достигло такой значимости, что вопросы снижения воздействия производства на окружающую среду и на человека начинают превалировать над желанием максимизировать эффективность за счет увеличения выработки продукции. Затраты на обеспечение безопасности природной среды соизмеримы с экономическим эквивалентом выгоды по ряду отраслей и производств, если при этом не происходит замалчивания, занижения негативного влияния.

В настоящей статье рассматриваются прикладные аспекты концепции безопасности природно-техногенных систем в основном в водном хозяйстве, рассмотренной в ранее опубликованной статье [1].

Проблема повышения безопасности в различных ее аспектах (экономическая, экологическая, социальная, промышленная и т. д.) может иметь решение при комплексном подходе к исследуемому процессу или технологии. Комплексный подход подразумевает не только системный анализ исследуемого объекта, но и принятие решений об

условиях его функционирования, т. е. выработку принципов или правил управления.

В качестве объекта управления рассматривается природно-техническая система (ПТС), формируемая во взаимодействии техногенных объектов с окружающей природной средой. Управление предусматривает воздействие на обменные процессы и предполагает:

- сбор и анализ исходных данных, среди которых при обеспечении безопасности ключевую роль играют данные об аварийных ситуациях и их последствиях;

- на основе анализа статистических данных и знаний о существовании процесса строится его математическая модель;

- выбор оптимального варианта действий, реализация этих действий и оценка результата.

Под природно-технической системой понимаются устойчиво взаимодействующие природная и техническая подсистемы, между которыми осуществляются непрерывные двусторонние потоки вещества, энергии и информации. Эти потоки устойчивы во времени и пространстве, так как поддерживаются человеком, формирующим



особую компоненту ПТС — блок регулирования.

Успешное развитие концепции ПТС осуществлено гидроэнергетиками в целях преодоления экологического кризиса в отрасли в середине 1980-х гг. Следует упомянуть принцип "погружения" технического объекта в природную систему [2]. Несколько позднее были предложены шадящие технологии природопользования, развиты методы инженерной поддержки функционирования экосистем и природоимитирующий подход при конструировании гидротехнических сооружений [3, 4].

В 1990-е гг. термин "ПТС" получил современную трактовку как совокупность форм и состояний взаимодействия природной среды с инженерными сооружениями на всех стадиях их жизненного цикла, от проектирования до вывода из эксплуатации. Таким образом постулируется, что ПТС существует во времени и имеет свой жизненный цикл.

Особенностью управления ПТС является необходимость поддержания устойчивых режимов функционирования (тем самым фактически вводится понятие "устойчивого управления"). Это означает, что технические и природные элементы ПТС объединяются общностью выполняемой социально-экономической функции.

Выделяется шесть основных типов антропогенного воздействия на потоки вещества (субстанции) в ПТС.

1. Поступление в природную среду чужеродной субстанции: выделение твердых минеральных отходов и/или минеральной пыли, сбросы жидких и растворенных отходов, накопление мусора, генерирование электромагнитных излучений, шум, выброс радиоактивных веществ, выделение тепла и т. д.

2. Извлечение субстанции из природной среды: добыча твердых минералов; добыча нефти и газа; откачка и забор воды; добыча органических веществ (торф, сапрпель); сбор растительной и животной биомассы.

3. Блокирование: остановка потоков минеральных веществ — вдоль береговых наносов в море, песка в пустыне; подпор водных потоков; остановка потоков снега; предотвращение или резкое уменьшение испарения; препятствие миграциям животных.

4. Ускорение потоков: поверхностных и/или подземных вод, воздуха, живых организмов, минеральных веществ.

5. Превращения субстанции: воды, льда и снега, минерального и/или органического вещества.

6. Мобилизация/иммобилизация субстанции: воды, воздуха, минерального и/или органического

вещества, живых организмов, радиоактивных элементов, например, при осадении речных наносов, заболачивании вырубок, задержании снега, складировании бытовых отходов, захоронении радиоактивных отходов.

Основными свойствами ПТС являются разномасштабность, открытость, динамичность (развитие) и устойчивость.

Открытость ПТС подразумевает обмен с сопряженными экосистемами потоками вещества и энергии. По причине своей открытости, ПТС образуют сферу влияния, состоящую из зон, подзон и поясов, в пределах которых природные процессы в той или иной степени детерминированы функционированием ПТС.

Динамичность ПТС заключается в постоянном изменении форм взаимодействия между природной и технической компонентами. Как правило, на начальных этапах формирования ПТС технический объект интенсивно воздействует на экосистему, затем между ними устанавливается равновесие, и, наконец, по мере старения технического объекта преобладающим становится воздействие на него природной среды. Благодаря своей динамичности ПТС обладают способностью адаптироваться к изменениям внешней среды.

Устойчивость ПТС — это свойство сохранять структуру за счет поддержания наиболее существенных параметров системы и направленности протекающих процессов [5]. Проблеме устойчивости материальных систем посвящено много работ, но в них устойчивость природных и технических систем рассматривается отдельно, однако для ПТС они взаимообусловлены.

Под устойчивостью ПТС понимается сочетание процессов самоорганизации и управления. Устойчивость ПТС — набор равновесных состояний, при которых система способна выполнять миссию, т. е. удовлетворять общественные потребности без нарушения средо- и ресурсовоспроизводящих свойств. Критерий устойчивости — сохранение системой способности, испытывая внешние воздействия, выполнять свои функции как социальные, так и самоподдерживающие [6].

В связи с тем, что как в природной, так и в технической компонентах ПТС происходят постоянные изменения, устойчивость системы должна рассматриваться не как статическое, а как динамическое понятие; в этом смысле устойчивость может трактоваться как способность ПТС сохранять движение (развитие) по намеченной траектории.

Для ПТС, как и для любой другой системы [7], могут быть рассмотрены три формы устойчивости:

— инертность — способность ПТС при внешнем воздействии сохранять свое состояние

неизменным в течение заданного временного интервала;

— восстанавливаемость — способность ПТС восстанавливать после возмущения свое исходное состояние;

— пластичность — способность ПТС переходить из одного состояния равновесия в другое, сохраняя при этом внутренние связи.

Следовательно, устойчивость ПТС состоит в ее способности при воздействии внешнего фактора пребывать в одном из своих состояний и возвращаться в него за счет инертности и восстанавливаемости, а также переходить из одного состояния в другое за счет пластичности, не выходя при этом за рамки инварианта в течение заданного интервала времени.

С целью поддержания устойчивости ПТС в ее структуру вводятся блоки (или подсистемы) контролирования, регулирования и управления. Средствами контролирования могут быть: пилотируемые космические станции, искусственные спутники Земли, пилотируемые и беспилотные аппараты, приборы и средства мониторинга, собирающие информацию о состоянии различных компонентов ПТС. Управление ПТС представляет собой сложный кибернетический акт, в котором задействованы автоматические компьютеризированные системы управления и персонал лиц, принимающих решения.

Под управлением ПТС понимается целенаправленное воздействие на систему с целью ее перевода из одного состояния в другое. Главной задачей управления ПТС является обеспечение ее устойчивого, экологически безопасного функционирования в течение заданного (запланированного) промежутка времени.

Задача современного инженера — создать такой объект, который не подавлял бы окружающую природу, а создавал приемлемые условия для ее частичного переформирования в соответствии с потребностями человека. Решение данной задачи возможно в рамках реализации концепции природно-технического регулирования и достигается оптимизацией формируемых на моделях ПТС управлений.

Взаимодействие между техническим объектом и природной средой показано на рис. 1. Технический объект получает из природной среды различные материальные ресурсы, информацию и энергию, необходимые для производства определенной продукции. В то же время технический объект воздействует на природу через изменение абиотических (концентрация

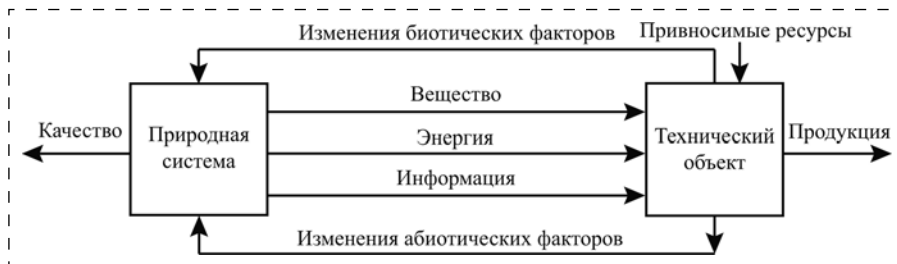


Рис. 1. Взаимодействие компонент природно-технической системы

загрязняющих веществ, температура и пр.) и биотических (чистая первичная продукция, видовое разнообразие и пр.) факторов, что влияет на ее качество. Понятие сбалансированной ПТС представляет собой развитие принципа геоэквивалентов, согласно которому признается *необходимость эквивалентного возврата в природную среду изымаемого в процессе хозяйственной деятельности вещества и энергии*.

Рассмотрим, например, что представляет собой природная подсистема (экосистема) на водосборе малой реки. Как правило, она включает в себя следующие основные компоненты: лес, поле, пойма, водоток. Экологическое единство перечисленных составляющих обеспечивается устойчивыми процессами обмена энергией, веществом и информацией.

В компоненте леса, продуцирующего органическое вещество, обмен носит преимущественно односторонний характер. Он направлен на вынос части этого вещества в другие подсистемы. Леса представляют собой наиболее ценные наземные экосистемы, как с экологической, так и с хозяйственной точек зрения. Обладая высоким видовым разнообразием и сложным строением, лесные биоценозы дают большой набор видов (популяций) — индикаторов на различные виды антропогенной нагрузки, что в принципе позволяет глубоко и всесторонне оценивать по их реакции состояние окружающей среды.

Примером двустороннего обмена может служить компонента поля, где наблюдаются как приток, так и вынос вещества. Приток в основном происходит из лесной подсистемы, а также в результате хозяйственной деятельности человека. Вынос вещества из этой компоненты природной подсистемы происходит при ветровом воздействии и с потоком воды.

Компонента поймы является аккумулятором и трансформатором биогенных элементов, перемещающихся с территории водосбора и привносимых рекой по течению из верховья.

Компонента водотока наиболее сложна и разнообразна. Именно она формирует комплекс основных лимитирующих факторов среды на



водосборном бассейне малой реки. Обмен веществом, энергией чрезвычайно активен и выражается не только в процессах переноса, но и в процессах синтеза.

Таким образом, техническая и природная подсистемы ПТС выполняют разные функции. Роль технической подсистемы заключается в предоставлении человеку необходимых ему материальных благ. Роль природной подсистемы — поддержание устойчивости ПТС в целом. Следовательно, эффективное функционирование ПТС подразумевает получение человеком необходимых материальных благ при одновременном сохранении качества в допустимом диапазоне окружающей среды, т. е. при ограничениях, определяющих безопасность.

Методологической основой определения условий формирования ПТС является концепция экологической безопасности. *Экологическая безопасность* — это устойчивое динамическое равновесие окружающей природной среды, обеспечивающее возможность поддержания и улучшения качества жизни людей, защищенность от природных и техногенных катастроф, возможность стабильного прогресса общества.

Устойчивое функционирование, несомненно, является одним из важнейших свойств ПТС. Теоретическое изучение проблемы устойчивости ПТС является задачей большой сложности и чрезвычайно актуальности. Даже методологические вопросы, связанные с проблемой устойчивости, являются в настоящее время недостаточно разработанными. Что же касается методов оценки устойчивости, то следует признать, что известные математические методы применяются в экологических исследованиях, в частности, применительно к ПТС, недостаточно квалифицированно. Так, например, методы А. М. Ляпунова хорошо приспособлены только для описания "динамических ударов" по системе, типа внезапного резкого изменения численности одного или нескольких входящих в нее видов. Однако структурные сдвиги, соответствующие параметрическому воздействию на систему (изменение водного или солевого режима, уровня теплового или светового загрязнения и т. п.), не имеют в экологических исследованиях сколь-нибудь адекватного математического описания.

На практике чаще всего применяются упрощенные качественные или полуколичественные методы оценки устойчивости ПТС. При этом считается, что более сложные по своей структуре, более богатые по числу входящих в них видов экосистемы более устойчивы. Наиболее популярна информационная мера разнообразия по Шеннону:

$$H = -\sum_{i=0}^N p_i \ln(p_i); \quad p_i = \frac{N_i}{N}; \quad N = \sum_i N_i, \quad (1)$$

где H — объем информации; N — общее число видов в сообществе; N_i — численность i -го вида; p_i — вероятность реализации i -го вида экосистемы.

Вместе с тем реальные наблюдения вынуждают сделать вывод, что использование в качестве меры устойчивости сообщества его разнообразия не совсем оправдано. В работе [8] этот парадокс объясняется формальным применением моделей физики и теории информации к системам, к которым они не применимы. Больцмановская энтропия в статистической физике и информационная энтропия в теории информации имеют смысл лишь для ансамблей из слабо взаимодействующих частиц или других объектов. Совсем другой особенностью обладают экосистемы, в которых существуют достаточно сильные межвидовые взаимодействия. С этой точки зрения понятны успехи в применении энтропийных мер на ранних стадиях эволюции сообществ (из-за слабой конкуренции) и, соответственно, неудачи — при применении этих же подходов к зрелым сообществам, в которых уже сформировалась устойчивая разветвленная сеть межвидовых взаимоотношений.

Попытка объединить систему балльных оценок с системой количественного индексирования состояния биологического сообщества в экосистеме ПТС предпринята М. Б. Шилиным [9]. Автор рассматривает прибрежные ПТС (главным образом — морские портовые комплексы), в которых основной компонентой природной подсистемы является бентос. В качестве показателя состояния природной подсистемы ПТС предложен индекс изменения биоты, характеризующий отклонение состояния бентоса от нормы, расчет которого предлагается производить по формуле:

$$I = \frac{Z_{\phi}}{Z_{\pi}}, \quad (2)$$

где I — индекс изменения биоты; Z_{π} — параметры пространственного распределения описательных единиц для данных абиотических условий в отсутствии антропогенного воздействия; Z_{ϕ} — фактическое значение показателя, определенного для тестируемых условий.

В качестве нормы могут быть использованы первоначальные характеристики состояния бентоса, контрольные из сходных условий вне нарушенной зоны ("эталонные") или модельные.

Из формулы (2) видно, что при использовании показателей, положительно связанных с качеством среды, в диапазоне "максимальное нарушение — норма" значение показателя будет

меняться от $I = 0$ ($Z_{\phi} = 0$ — бентоса нет) до $I = 1$ ($Z_{\phi} = Z_n$). В некоторых случаях возможен эффект "улучшения состояния" в ПТС, когда показатели обилия бентоса возрастают по сравнению с начальным, "нормальным состоянием", например, в результате мелиоративного антропогенного воздействия. Индекс изменения биоты при этом может принять значения $I > 1$, что бывает, однако, достаточно редко.

В качестве примера прикладного использования концепции управления ПТС рассмотрим элементарную схему с водохранилищем на речном водотоке (рис. 2). Естественный водный сток W_0 трансформируется в созданной емкости водохранилища. Часть водного стока W_i используется для хозяйственных нужд водопользователей, где $i = 1, 2, \dots, n$. В результате изменяется уровеньный режим из-за отъема воды. Соответствующим образом происходит колебание площадей затопления и подтопления прилегающих территорий, смыв биогенов с поверхности, загрязнение воды промышленными и коммунальными стоками W'_i . В конечном счете соответствующим образом колеблется качество воды (KB) на выходе из системы, которое фиксируется монитором (M). Процесс управления ПТС заключается в определении зависимости KB от колебаний антропогенных факторов W_i .

В первом приближении, из-за сложности и малоизученности природных процессов, ПТС можно представить в виде модели "черного ящика" (рис. 3), где KB — некий результат функционирования ПТС, а W_i — управляемый параметр на входе в систему. Естественный приток воды W_0 является стохастической величиной, отражающей случайные процессы формирования речного стока. Изменяя соответствующим образом фактор W_i и измеряя параметр KB на выходе системы, можно установить их статистическую зависимость.

Появляется возможность управлять ПТС в упрощенном варианте. В современных моделях применяется удельный комбинаторный индекс загрязненности воды (УКИЗВ). Он рассчитывается как средний

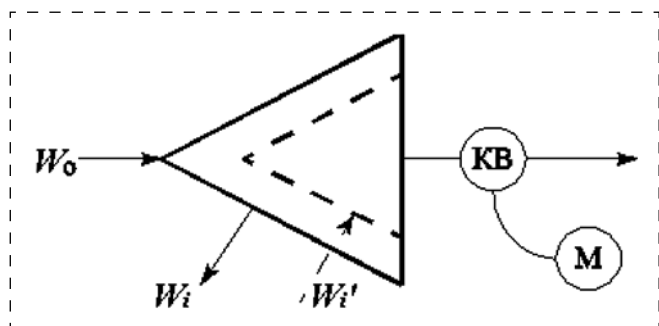


Рис. 2. Схема ПТС с водохранилищем хозяйственного назначения

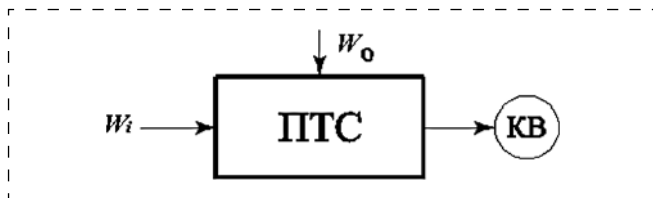


Рис. 3. Модель водохозяйственной ПТС в виде "черного ящика"

обобщенный оценочный балл по целому ряду анализируемых показателей. Для чистой воды УКИЗВ равен нулю, для грязной — 16. В дальнейшем KB будем рассматривать как некий условный показатель.

Задача многофакторного анализа состоит в имитационном моделировании зависимости выходного параметра KB от факторов, являющихся отражением изменения размеров водопользования W_i , $i = 1, 2, \dots, n$. В общем случае эта модель имеет вид:

$$KB = f(W_1, W_2, \dots, W_n, W_0), \quad (3)$$

где W_i — независимые переменные хозяйственного водопользования; W_0 — переменная случайного воздействия со стороны природных систем.

В качестве одной из вероятных форм модели (3) применим полином в виде разложения критериальной функции в ряд Тейлора:

$$KB = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i W_i + \sum_{i,k} \beta_{i,k} W_i W_k, \quad (4)$$

где $\beta_0, \beta_i, \beta_{i,k}$ — коэффициенты регрессии определяющие: β_i — относительное изменение $\partial KB / \partial W_i$; $\beta_{i,k}$ — взаимное влияние i -го и k -го водопользователя на качество воды; β_0 — среднее качество воды.

В нормированном виде независимую переменную W_i можно представить в виде управляемого фактора Z_i , определяемого как:

$$Z_i = \frac{W_i - W_i^*}{\Delta W_i}, \quad (5)$$

где W_i^* — базисное среднее значение независимой переменной; ΔW_i — диапазон изменения объема водопользования.

При изменении W_i на ΔW_i соответствующий фактор Z_i примет значения $Z_i = (+1; -1)$, а уравнение регрессии (4) — следующий вид:

$$KB = \alpha_0 + \sum_{i=1}^n \alpha_i Z_i + \sum_{i,k} \alpha_{i,k} Z_i Z_k, \quad (6)$$

где $\alpha_0, \alpha_i, \alpha_{i,k}$ — соответствующие нормированные коэффициенты регрессии.

Имея определенный набор данных наблюдений за выходным параметром (в данном случае KB)



при фиксированных размерах водопользования W_i , можно определить значения нормированных коэффициентов регрессии:

$$\alpha_0 = \frac{\sum_{\beta=1}^N KB_{\beta}}{N},$$

где KB_{β} — значение качества воды в β -варианте водопользования.

$$\alpha_i = \frac{\sum_{\beta=1}^N KB_{\beta} Z_{i,\beta}}{N},$$

где $Z_{i,\beta}$ — значение нормированного фактора Z_i в β -варианте водопользования; $\beta = 1, 2, \dots, N$ (N — наблюдаемое число вариантов водопользования).

Пренебрегая взаимным влиянием факторов водопользования Z_i и Z_k , можно значительно упростить модель за счет некоторой потери точности, что всегда уместно на предварительных стадиях многофакторного исследования. По мере эксплуатации водохранилища накапливается информация, позволяющая уточнить зависимость (6). В результате могут быть выявлены наиболее значимые факторы, которые указывают на необходимость срочного принятия природоохранных мер — ограничение объема водопользования, применение водосберегающих технологий, очистка стоков и др. В общем виде схема исследования ПТС и определение управляющих решений представлена на рис. 4. Она построена по принципу "информация — анализ — управление". Важной составляющей такой схемы являются обратные связи, вызванные изменением обменных потоков. К числу таких потоков следует отнести и отходы, возникающие в естественных процессах и хозяйственной деятельности.

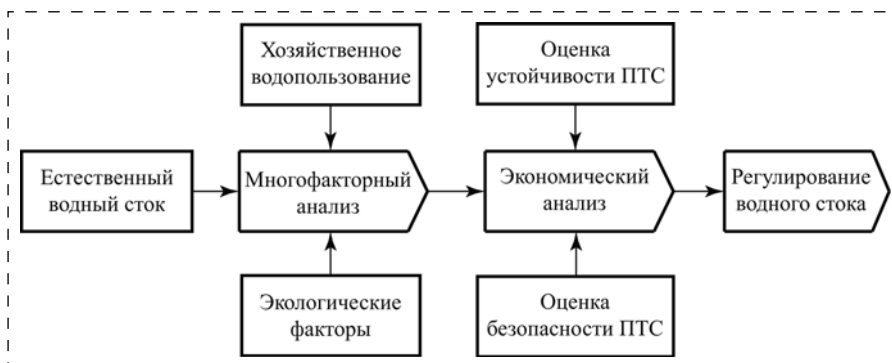


Рис. 4. Схема принятия решений по управлению ПТС

В данной статье не рассматривается блок экономического анализа, так как экономическая интерпретация многофакторной оценки природного и хозяйственного взаимодействия является отдельной сложной задачей. Однако в первом приближении она может быть решена на основе следующих предпосылок:

— факторы хозяйственного и экологического водопользования могут задавать допустимый диапазон изменения W_i , в котором определяются экономические показатели комплексного использования водных ресурсов;

— если такие экономические показатели являются недостаточным отражением эффективности ПТС, может быть применена многокритериальная оценка [2, 10] на основе экспертного анализа фактических показателей устойчивости и безопасности ПТС и их соотношения с экономической эффективностью.

Одним из результатов регрессионного анализа является выявление малозначимых факторов хозяйственного и экологического водопользования, которыми на этапе формирования ПТС можно пренебречь, и тем самым упростить зависимость (6), что очень важно для больших водохозяйственных систем, где количество водопользователей может составлять десятки и сотни. По мере накопления информации при развитии экологическом мониторинге, влияние таких факторов на условия функционирования ПТС можно пересмотреть.

Важное значение в настоящем и будущем приобретают климатические изменения на разных территориях из-за активной антропогенной деятельности. В работе [2] показано, что в европейской части России и западной Сибири водность может быть снижена, а в восточной и дальневосточной части повышена. Вновь может быть актуальной проблема территориального перерас-

пределения речного стока, в том числе в условиях возникающего международного рынка пресной воды. В этом случае речные ПТС становятся зависимыми от привносимых водных ресурсов (см. рис. 1). Возникают дополнительные связи с ПТС — донорами водных ресурсов, что значительно расширяет зону влияния ПТС. Но это задача другого масштаба с более сложной моделью и количеством учитываемых факторов [11].

Список литературы

1. Федоров М. П., Музалевский А.А. Индикаторы и индексы в моделировании природно-технических систем // Биосфера. — 2013. — Т. 5. № 3. — С. 311—327.
2. Федоров М. П. Экологическая безопасность гидроэнергетических объектов нового поколения // Гидротехническое строительство. — 1990. — № 10. — С. 27—29.
3. Гиргидов А. Д. Эколого-гидравлические основы расчетов природоимитирующих рыбоходов // Гидротехническое строительство. — 1999. — № 6. — С. 12—15.
4. Федоров М. П., Арефьев Н. В., Шилин М. Б. и др. // Природоимитирующие рыбопропускные сооружения. Труды СПбГТУ. — 1998. — № 475. — С. 116—122.
5. Водопьянов П. А. Устойчивость и динамика биосферы. — Минск: Наука и техника. 1981. — 248 с.
6. Природа, техника, геотехнические системы / Под ред. В. С. Преображенского. — М.: Наука, 1978. — 191 с.
7. Дмитриев В. В. Экологическое нормирование и устойчивость природных систем. — СПб.: Наука, 2004. — 293 с.
8. Свирижев Ю. М. Устойчивость биологических сообществ. — М.: Наука, 1978. — 352 с.
9. Шилин М. Б. Геоэкологический мониторинг прибрежных природно-технических систем. Автореф. докт. дисс. — СПб., 2006. — 36 с.
10. Чернорудский И. Г. Методы оптимизации и принятия решений. — СПб., 2001. — 317 с.
11. Федоров М. П., Чусов А. Н., Яковлев В. В. Модели управления безопасностью природно-технических систем. — СПб., 2014. — 261 с.

M. P. Fedorov, Professor, President, V. V. Yakovlev, Professor, e-mail: vv-yakovlev@yandex.ru, Peter the Great Saint-Petersburg Polytechnic University

Sustainable Applied Models of Natural-Technical Systems in the Water Sector

Natural-technical system (NTS) consists of two main subsystems: natural and technological, which are related between themselves by two-sided exchange of substance, energy and information.

Study of interaction properties and definition of NTS management conditions in interest of sustainable and safety development are a very actual problem. In this article we provide you one of the simulation options more complicated and significant water NTS, principles of its management and sustainability. NTS is characterized by three forms of stability: inertia, recoverability, flexibility.

We mean by stability of NTS as a combination of self-organized and management processes. Stability of NTS is a set of equilibrium positions, when the system can satisfy some social needs without breaking the ability to recover of the environment and resources. Stability criterion is an ability of the system to perform social and self-sustaining functions during the test of external influences. We shows the potential for water NTS simulation which is based on the multifactorial analysis

Keywords: natural-technical system, water sector, management, safety, multifactorial

References

1. Fedorov M. P., Muzaljevskij A. A. Indikatory i indeksy v modelirovanii prirodno-technicheskikh system. *Biosfera*. 2013. Vol. 5. No. 3. P. 311—327 (in Russian).
2. Fedorov M. P. Jekologicheskaja bezopasnost' gidrojenergeticheskikh ob#ektov novogo pokolenija. *Gidrotehnicheskoe stroitel'stvo*. 1990. No. 10. P. 27—29 (in Russian).
3. Girgidov A. D. Jekologo-gidravlicheskie osnovy raschetov prirodimitirujushhh rybohodov. *Gidrotehnicheskoe stroitel'stvo*. 1999. No. 6. P. 12—15 (in Russian).
4. Fedorov M. P., Aref'ev N. V., Shilin M. B. i dr. Prirodimitirujushhie rybopropusknye sooruzhenija. *Trudy SPbGTU*, 1998. No. 475. P. 116—122 (in Russian).
5. Vodop'janov P. A. Ustojchivost' i dinamika biosfery. *Minsk: Nauka i tehnika*, 1981. 248 p. (in Russian).
6. Priroda, tehnika, geotehnicheskie sistemy. Pod red. V. S. Preobrazhenskogo. *Moscow: Nauka*, 1978. 191 p. (in Russian).
7. Dmitriev V. V. Jekologicheskoe normirovanie i ustojchivost' prirodnyh system. *Sankt Peterburg: Nauka*, 2004. 293 p. (in Russian).
8. Svirizhev Ju. M. Ustojchivost' biologicheskikh soobshhestv. *Moscow: Nauka*, 1978. 352 p. (in Russian).
9. Shilin M. B. Geojekologicheskij monitoring pribrezhnyh prirodno-technicheskikh system. *Avtoref. dokt. diss. Sankt Peterburg*, 2006. 36 p. (in Russian).
10. Chernorudskij I. G. Metody optimizaciii prinjatija reshenij. *Sankt Peterburg*, 2001. 317 p. (in Russian).
11. Fedorov M. P., Chusov A. N., Jakovlev V. V. Modeli upravlenija bezopasnost'ju prirodno-technicheskikh system. *Sankt Peterburg*, 2014. 261 p. (in Russian).

Б. С. Ксенофонов, д-р техн. наук, проф., e-mail: borisflot@mail.ru,
А. С. Козодаев, канд. техн. наук, доц., **Р. А. Таранов**, канд. техн. наук, ст. преп.,
А. А. Воропаева, инж., **М. С. Виноградов**, инж., **Е. В. Сеник**, асп., МГТУ
им. Н. Э. Баумана

Очистка поверхностных сточных вод с использованием природных фито-систем

Рассмотрен новый подход к очистке поверхностных сточных вод с использованием природных фито-систем в сочетании с оригинальной технологией флотоотстаивания с применением специальной системы аэрации. Показано, что такой подход обеспечивает хорошее водоотведение, исключаящее подтопление ближайшей к очистным сооружениям селитебной территории с достижением качественной очистки поверхностных сточных вод.

Установлено, что при применении комплексного подхода, включающего фито-системы и оригинальную технологию флотоотстаивания, эффективность очистки поверхностных сточных вод повышается примерно на 16...20 % по взвешенным веществам и на 60...80 % по нефтепродуктам по сравнению с использованием известных технологий — аналогов.

Ключевые слова: *поверхностный сток, метод расчета, тоннель, подтопление тоннеля, месячная норма осадков, оценка риска, уязвимость*

Водоотведение поверхностных сточных вод в экстремальных условиях, например при выпадении сильных ливней, является весьма актуальной и требующей немедленного практического решения проблемой.

Существующие технологии отличаются относительной сложностью приема поверхностных сточных вод в больших объемах. Объясняется это тем, что такие сооружения, как правило, заглублены и это приводит при больших расходах поверхностных сточных вод к большому гидравлическому сопротивлению и, как следствие, к затоплению селитебной территории при выпадении сильных ливней, например, технологии очистки поверхностного стока МосводоканалНИИпроекта и ряда других фирм-разработчиков [1, 2].

На рис. 1 приведена принципиальная схема разработанной авторами и реализованной на ряде объектов технологии очистки поверхностных сточных вод, которая имеет некоторые преимущества перед указанными выше, а именно пониженное гидравлическое сопротивление и достаточно высокий эффект очистки.

Для нормальных условий эксплуатации, а именно при выпадении ливней средней интенсивности, показанные на рис. 1 очистные сооружения позволяют осуществлять водоотведение с высоким эффектом очистки и в большинстве случаев на таких сооружениях не бывает подтопления территории. Но в случае аномальных явлений, а именно при выпадении сильных ливней, такие сооружения не

позволяют отводить поверхностный сток в полном объеме, что приводит в ряде случаев к сильному подтоплению территории как самих очистных сооружений, так и прилегающей к ним. Подобные недостатки свойственны и сооружениям, предложенным другими разработчиками, например, в работе [1].

По мнению авторов, технология отвода и очистки поверхностного стока должна быть как можно более открытой, и система отвода должна обладать наименьшим гидравлическим сопротивлением. Для водоотведения поверхностных сточных вод в наибольшей степени подходят специальные водоотводные каналы вдоль проезжей части селитебной территории (рис. 2) и открытые очистные природные сооружения (рис. 3).

Суть предлагаемой системы водоотведения заключается в следующем.

Поверхностные сточные воды, образующиеся, например, на производственной территории какого-либо предприятия в результате ливневых осадков и таяния снега, поступают по водоотводным каналам (см. рис. 2) на открытые природные очистные сооружения (см. рис. 3).

Для нормальных условий эксплуатации рассматриваемые очистные сооружения весьма эффективны и в большинстве случаев при такой очистке не возникает подтопления территории. Но в случае аномальных явлений, а именно при выпадении сильных ливней, такие сооружения не позволяют отводить поверхностный сток в полном объеме, что приводит в ряде случаев к сильному

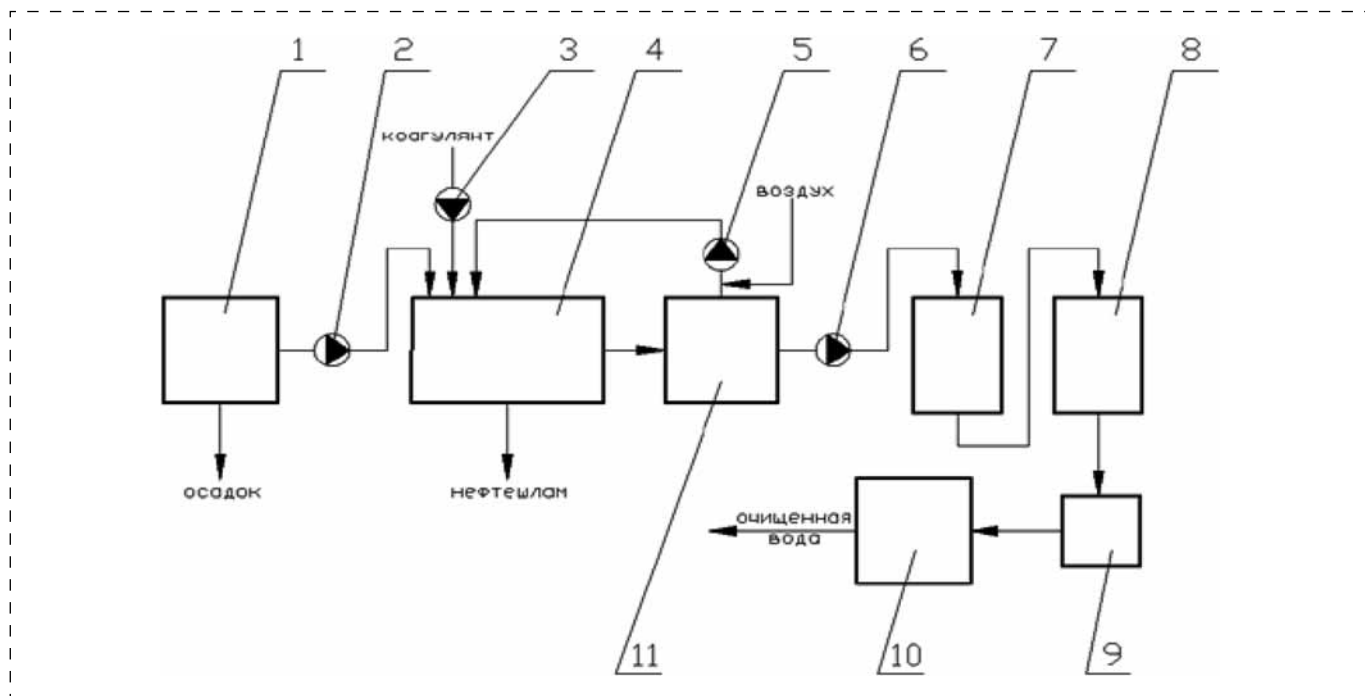


Рис. 1. Принципиальная технологическая схема очистных сооружений поверхностных сточных вод:

1 — аккумулярующий резервуар-отстойник; 2, 5, 6 — насосы; 3 — насос-дозатор; 4 — флотационная машина; 7 — фильтр первой ступени; 8 — фильтр второй ступени; 9 — ультрафиолетовый стерилизатор; 10 — резервуар для накопления очищенной воды; 11 — промежуточный резервуар

подтоплению территории как самих очистных сооружений, так и прилегающей к ним. Подобные недостатки свойственны и сооружениям, предложенным другими разработчиками [1].

Анализ сложившейся ситуации показывает, что в ряде случаев целесообразно использовать природные фито-системы для очистки поверхностных сточных вод, которые могут успешно принимать большие объемы стоков даже в случае выпадения сильных ливней. При этом не будет

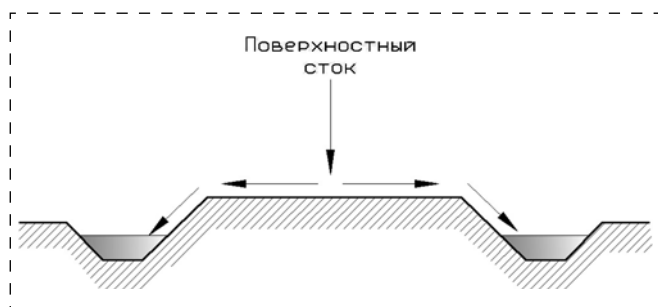


Рис. 2. Схема водоотводных каналов

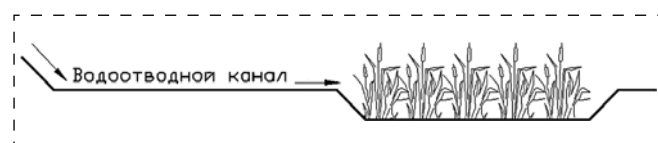


Рис. 3. Открытые природные очистные сооружения

происходить подтопления территории как на самих очистных сооружениях, так и на прилегающей к ним территории.

На практике уже используются такие сооружения [3]. Следует отметить, что их необходимо "вписывать" в существующий ландшафт. Примеры таких решений можно найти как в зарубежной, так и в отечественной практике [3].

В Москве на МКАД, 3-м транспортном кольце, на вылетных трассах распространены сооружения габионного типа (СГТ) [4, 5]. Они представляют собой естественные строительные блоки, которые аккумулируют частицы грунта и способствуют росту растительности, а со временем приобретают еще большую прочность и становятся частью природного ландшафта. Площадь водосборного бассейна для таких сооружений незначительна — от 1,5 до 5,0 га. В основном они применяются для очистки стоков с дорожных покрытий и близрасположенных откосов. Основной отличительной особенностью этих сооружений является максимальная приближенность к существующему ландшафту. Они располагаются в оврагах местного рельефа и повторяют их форму. Ограждающими конструкциями СГТ являются габионы (1-я ступень) и матрасы "Рено" (2-я ступень), а 3-я ступень СГТ — мелководное биоplate (биологический пруд), засаженное высшей водной растительностью [4].

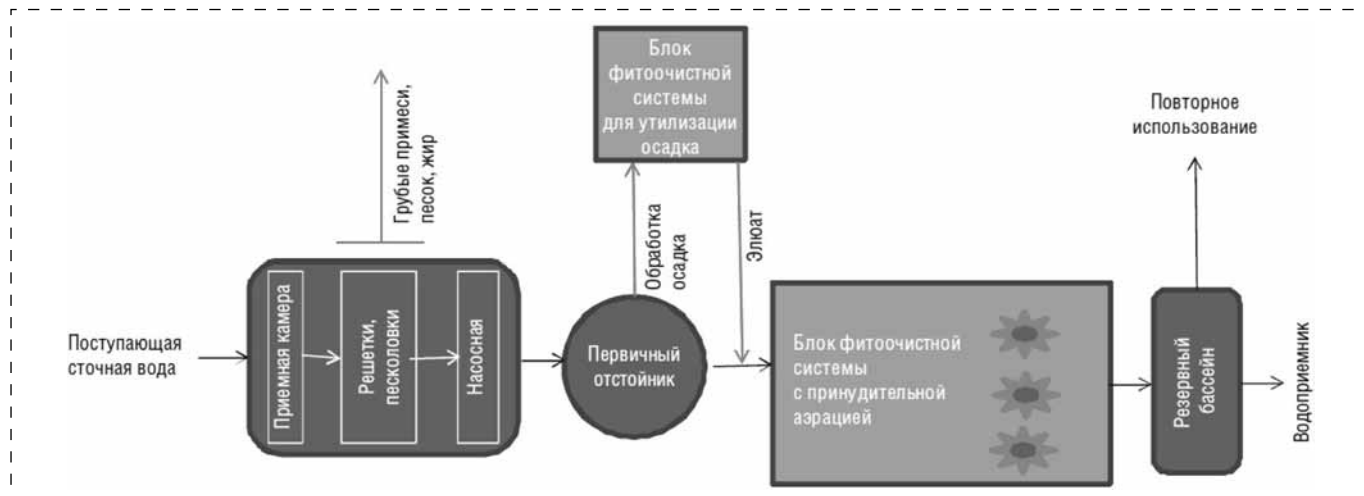


Рис. 4. Технологическая схема очистного сооружения с блоком ФОС подповерхностного потока с принудительной аэрацией [3]

Альтернативным вариантом классического очистного сооружения являются фито-очистные сооружения (ФОС), которые можно отнести к наилучшим доступным технологиям (НДТ) [3]. Фито-очистные сооружения — это искусственно созданные очистные сооружения со специфическим составом микроорганизмов, развивающихся в корневой зоне растений и на иных субстратах, находящихся в водной среде.

Технологическая схема таких очистных сооружений (рис. 4) включает устройства для грубой механической очистки (решетки, песколовки), для первичного отстаивания, блок ФОС для очистки воды, блок ФОС для аккумуляции и переработки первичного осадка [3].

Подземная часть ФОС (см. рис. 4) размещается в широком котловане, глубиной до 1,5 м, который предварительно выстилается гидроизолирующим материалом и заполняется фильтрующим материалом (загрузкой) — гравием или песком, подобранным с определенным чередованием крупности (по блокам). Чередование зон с разными фильтрационными характеристиками позволяет в пределах одной системы поддерживать микробиологические ценозы аэробного или анаэробного типа.

В качестве достоинств ФОС можно отметить следующие:

- высокая надежность в течение длительного времени, а также повышение эффективности очистки со временем;
- удаление загрязняющих веществ (в том числе ксенобиотиков) до нормативных требований за счет использования растительно-бактериальных сообществ;
- отсутствие необходимости применения реагентов для очистки воды, ее обеззараживания, а также для обезвоживания осадка;

- низкие эксплуатационные затраты, основанные на сравнительно незначительном энергопотреблении, малой потребности в обслуживании, отсутствии необходимости применения высококвалифицированного персонала, неиспользовании реагентов;
- экологическая совместимость с природными ландшафтами, эстетическая привлекательность;
- отсутствие неприятных запахов и возможность расположения практически вплотную к жилой застройке.

Рассмотренная технологическая схема (см. рис. 4) наряду с достоинствами имеет недостатки. Один из них — малая эффективность очистки, связанная с аэрацией сточных вод. Ее можно повысить путем применения пневмогидравлического способа аэрации с последующим осветлением сточных вод во флотоотстойниках. Для этого разработана технологическая схема, приведенная на рис. 5.

Предлагаемая технологическая схема очистки поверхностных сточных вод включает последовательно приемную камеру, решетки и песколовки, флотоотстойник с блоком фитоочистной системы для утилизации осадка и блоком с принудительной аэрацией, а также резервный бассейн с очищенной водой. Применение флотоотстойников со специальной системой аэрации позволяет интенсифицировать процесс очистки поверхностных сточных вод. Эффективность флотоотстойников существенно выше, чем отстойников. Усредненные данные по эффективности использования флотоотстойников с пневмогидравлической системой аэрации по сравнению с отстойниками представлены в табл. 1 и 2.

Анализ данных этих таблиц показывает, что эффективность очистки во флотоотстойниках значительно выше, чем в отстойниках. Предложенная

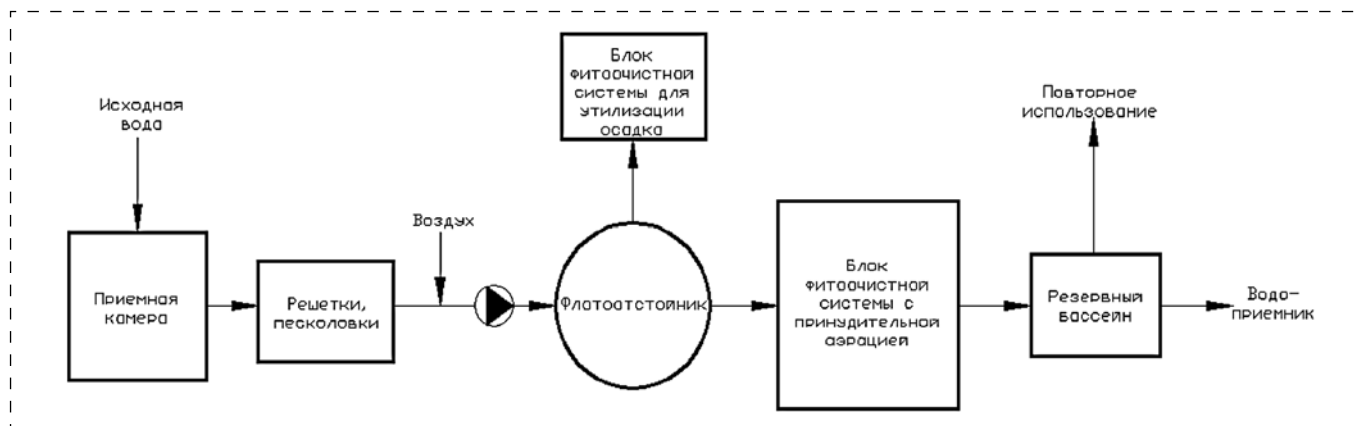


Рис. 5. Предлагаемая технологическая схема очистки поверхностных сточных вод

Таблица 1

Результаты очистки сточных вод после мойки автомобилей

Показатели	Значения показателей, мг/л			Сравнительная эффективность $(C_1 - C_2/C_0) \cdot 100 \%$
	До очистки C_0	После очистки в отстойниках C_1	После очистки во флотоотстойниках C_2	
БПК ₅	437	358	89	61,6
Взвешенные вещества	526	126	42	16,0
Нефтепродукты	28	26	4	78,6
ПАВ	4,78	4,56	0,02	95,0
Жиры	17	15	6	52,9

Таблица 2

Усредненные результаты очистки поверхностных сточных вод

Показатель (начальное значение, мг/л) C_0	Значения показателей, мг/л		Сравнительная эффективность $(C_1 - C_2/C_0) \cdot 100 \%$
	После очистки в отстойниках C_1	После очистки во флотоотстойниках C_2	
Взвешенные вещества (312)	73	12	19,6
Нефтепродукты (48)	34	3,5	63,5

технология позволит осуществлять эффективное водоотведение с высоким эффектом очистки.

В заключение следует отметить, что предложенные технологические решения по очистке поверхностных сточных вод с использованием фито-систем с флотоотстойниками отличаются высокой эффективностью и доступностью использования практически на уровне наилучших доступных технологий. Указанные решения могут быть использованы для очистки не только поверхностных сточных вод, но и других стоков.

Список литературы

1. Пальдяева Н. П., Малинина И. В., Вайсфельд Б. А., Пальгунов П. П., Варюшина Г. П. Высокоэффективная

технология очистки атмосферных, поливомоечных сточных вод и осадка // Чистый город. — 1999. — № 1 (5), январь-март. — С. 36–39.

2. Ксенофонтов Б. С., Козодаев А. С., Таранов Р. А., Сеник Е. В., Виноградов М. С., Воропаева А. А., Сазонов Д. В. Опыт разработки и применения технологии очистки поверхностных сточных вод // Сантехника. — 2015. — № 4. — С. 42–46.

3. Щеголькова Н. М., Диас В., Криксунов Е. А., Рыбка К. Ю. Фито-системы для очистки сточных вод: современное решение экологических проблем // Наилучшие Доступные Технологии водоснабжения и водоотведения. — 2015. — № 2. — С. 50–59.

4. Очистные сооружения дождевой канализации. URL: http://mosvodostok.n4.biz/projects/-/projects/view_single_projects/569045 (дата обращения 02.10.2015).

5. Перевозников Б. Ф., Селиверстов В. Л. Дорожно-мостовые габионные конструкции и сооружения: Обзорная информация. — 2001. — № 2. — 79 с.



B. S. Ksenofontov, Professor, e-mail: borisflot@mail.ru; **A. S. Kozodaev**, Associate Professor, **R. A. Taranov**, Senior Lecturer, **A. A. Voropaeva**, Engineer, **M. S. Vinogradov**, Engineer, **E. V. Senik**, Postgraduate, Bauman Moscow State Technical University

New Approach to Purification of Surface Sewage with Use Natural Phyto-Systems

In work new approach to purification of surface sewage with use natural phyto - systems in combination with original technology of a flotootstaivaniye with use of special system of aeration is considered. It is shown that such approach provides the good water disposal excluding flooding of the selitebny territory, next to treatment facilities, with achievement of high-quality purification of surface sewage.

It is established that at application of the integrated approach including phyto - systems and original technology of a flotootstaivaniye efficiency of purification of surface sewage increases approximately by 16...20 % on the weighed substances and for 60...80 % on oil products in comparison with use of known technologies — analogs.

Keywords: superficial drain, method of calculation, tunnel, flooding of the tunnel, monthly norm of deposits, risk assessment, vulnerability

References

1. **Pal'djaeva N. P., Malinina I. V., Vajsfel'd B. A., Pal'gunov P. P., Varjushina G. P.** Vysokoeffektivnaja tehnologija oчитki atmosferynyh, polivomoechnyh stochnyh vod i osadka. *Chistyj gorod*. 1999. No. 1, Janvar'—Mart. P. 36—39.
2. **Ksenofontov B. S., Kozodaev A. S., Taranov R. A., Senik E. V., Vinogradov M. S., Voropaeva A. A., Sazonov D. V.** Opyt razrabotki i primenenija tehnologii oчитki poverhnostnyh stochnyh vod. *Santehnika*. 2015. No. 4. P. 42—46.
3. **Shhegol'kova N. M., Dias V., Kriksunov E. A., Rybka K. Ju.** Fito-sistemy dlja oчитki stochnyh vod: sovremennoe reshenie jekologicheskix problem. *Nailuchshie Dostupnye Tehnologii vodosnabzhenija i vodootvedenija*. 2015. No. 2. P. 50—59.
4. **Oчитnye sooruzhenija dozhdevoj kanalizacii**. URL: http://mosvodostok.n4.biz/projects/-/projects/view_single_projects/569045 (data accessed 02.10.2015).
5. **Perevoznikov B. F., Seliverstov V. L.** Dorozhno-mostovye gabionnye konstrukcii i sooruzhenija: Obzornaja informacija. 2001. No. 2. 79 p.

Информация

**8-я Международная выставка
по Охране, Безопасности, Противопожарной защите, Автоматизации
Казахстан, Астана, Выставочный Центр "Корме"
21—23 Сентября 2016 г.**

Разделы Выставки: It-технологии, система контроля доступа, Сигнализации и системы сигнализации, Система управления зданием, Дистанционная система наблюдения, Система безопасности по карте и смарт-карте, Компьютерное наблюдение, Охранная сигнализация, Взрывные устройства и металлодетекторы, Противопожарные детекторы, Противопожарное оборудование и материалы, Охрана и наблюдение, Замки и сейфы, Рентгено-телевизионное оборудование, Спасательное оборудование и спецодежда, Полицейское оборудование, Автоматические двери, ворота, Видеонаблюдение.

Официальный сайт: www.industryplatform.kz

УДК 614.841.44

А. Ю. Андрюшкин, канд. техн. наук, доц., зав. кафедрой, Балтийский государственный технический университет "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, Санкт-Петербург,
А. А. Цой, адъюнкт, e-mail: anastasiya86-06@mail.ru, Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России

Определение параметров высокотемпературного газового потока при испытаниях огнезащитных покрытий

Показана необходимость комплексной оценки при испытаниях огнезащитных покрытий в высокотемпературных газовых потоках с учетом их температуры и скорости. Описана разработанная экспериментальная установка для испытаний огнезащитных покрытий в высокотемпературных газовых потоках. Представлен способ определения параметров высокотемпературного газового потока: температуры и скорости. Показана возможность реализации типовых режимов испытаний огнезащитных покрытий в высокотемпературном газовом потоке (стандартный, углеводородный; наружный; медленно развивающийся (тлеющий)) с учетом влияния скорости потока.

Ключевые слова: огнезащитное покрытие, огнезащитная эффективность, температурный режим, газовый поток

При пожарах на объектах нефтегазовой отрасли возникают сильные высокотемпературные газовые потоки, истекающие из отверстий, трещин, разрывов разгерметизированного оборудования. Газовые потоки характеризуются температурой, которая может достигать 1300°C, и скоростью истечения, которая может быть близка к местной скорости звука (до 340 м/с). Подвергнутые аэродинамическому и тепловому воздействию высокотемпературных газовых потоков окружающие металлические конструкции деформируются и разрушаются. Фактическая огнестойкость стальных конструкций составляет от 5 до 15 минут, что значительно ниже требуемой. Повышения огнестойкости металлических конструкций добиваются применением различных видов огнезащиты. Наиболее рационально применение огнезащитных покрытий, которые обладают приемлемой огнезащитной эффективностью, технологичны при нанесении и характеризуются достаточным сроком службы.

Широкое применение огнезащитных покрытий на объектах нефтегазовой отрасли требует разработки метода их испытаний в высокотемпературных газовых потоках. Метод испытаний должен адекватно оценивать и сравнивать между собой различные огнезащитные покрытия. Реальную оценку эффективности огнезащитного покрытия может дать только комплексное исследование в высокоскоростном газовом потоке.

При воздействии на металлическую конструкцию с огнезащитным покрытием высокоскоростного газового потока предельное состояние по огнестойкости наступает значительно быстрее из-за явлений газовой эрозии и абляции покрытия. Поэтому при оценке эффективности огнезащитных покрытий необходим учет двух факторов — температуры и скорости газового потока. Имитация высокотемпературного газового потока при проведении испытаний осуществляется различными газовыми горелками, которые обеспечивают формирование газового потока с постоянными параметрами истечения: скорость и температура [1].

Экспериментальная установка для испытаний огнезащитных покрытий в высокотемпературном газовом потоке

Установка для испытаний огнезащитных покрытий в высокотемпературном газовом потоке представляет собой вертикальный теплоизолированный ограждающий корпус, внутри которого установлен теплоизолированный подвижный держатель образца, перемещающийся вдоль оси корпуса с помощью резьбового штока (рис. 1). Резьбовой шток *II* приводится во вращение устройством механической подачи, обеспечивающим заданный режим перемещения теплоизолированного держателя образца в высокотемпературном

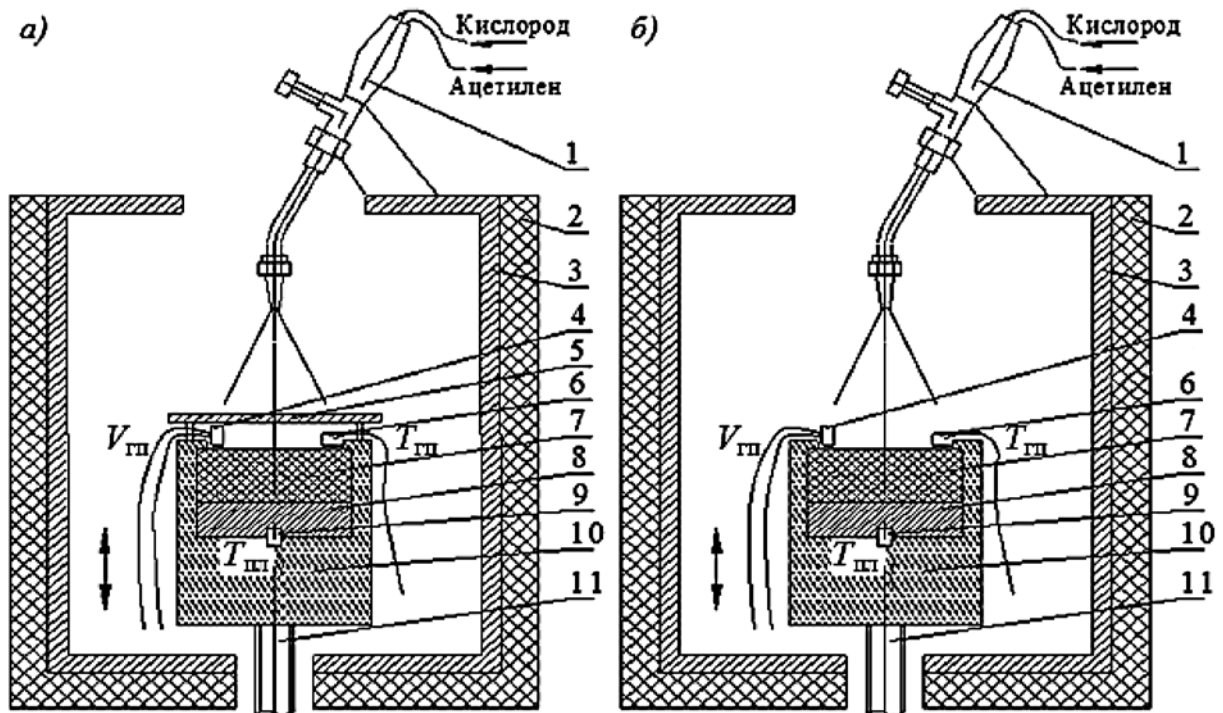


Рис. 1. Схема экспериментальной установки для испытаний огнезащитных покрытий в высокотемпературном газовом потоке:
a — испытания при типовых температурных режимах; *б* — испытания в высокотемпературном газовом потоке; 1 — кислородно-ацетиленовая горелка; 2 — теплоизоляция; 3 — ограждающий корпус; 4 — приемник давления газового потока (трубка Пито); 5 — защитный экран; 6 — термопара измерения температуры газового потока; 7 — огнезащитное покрытие; 8 — стальная пластина; 9 — термопара измерения температуры стальной пластины $T_{гп}$; 10 — теплоизолированный подвижный держатель образца; 11 — шток перемещения держателя с образцом

газовом потоке. Сверху на корпусе установлена кислородно-ацетиленовая горелка 1, мундштук которой выставлен соосно оси корпуса. Ось мундштука совпадает с осью испытуемого образца, что обеспечивает симметричное воздействие газового потока на огнезащитное покрытие.

Размеры ограждающего корпуса должны быть согласованы с размерами газового потока, создаваемого горелкой. При этом диаметр ограждающего корпуса 3 должен быть больше диаметра газового потока на участке перемещения теплоизолированного подвижного держателя образца 10. Температура пламени кислородно-ацетиленовой горелки может достигать 3200 °С, скорость истечения газового потока — 200 м/с. По мере удаления от мундштука кислородно-ацетиленовой горелки температура и скорость газового потока постепенно уменьшаются. Размещая испытуемый образец на заранее определенных расстояниях от газовой горелки, можно задавать необходимый температурный режим воздействия газового потока. При этом скорость газового потока также будет варьироваться в зависимости от расстояния до газовой горелки. Параметры высокотемпературного газового потока контролируются термопарой

и приемником давления газового потока (трубка Пито) и установленными перед огнезащитным покрытием. Термопара измеряет температуру газового потока $T_{гп}$ (°С), а приемник давления газового потока — скорость газового потока $V_{гп}$ (м/с) по разнице полного и статического давлений потока. Таким образом, перемещая испытуемый образец в высокотемпературном газовом потоке, имитируют реальные условия интенсивного пожара, характерного для объектов нефтегазовой отрасли.

Для проведения испытаний при типовых температурных режимах (стандартный, углеводородный; наружный; медленно развивающийся (тлеющий)) по ГОСТ 30247.0—94 и ГОСТ РЕН 1363-2—2014 перед образцом на кронштейнах теплоизолированного подвижного держателя устанавливается защитный экран 5 (см. рис. 1, *a*) [2]. При этом аэродинамическое воздействие потока воспринимает защитный экран, а не огнезащитное покрытие, нанесенное на стальную пластину. Приемник давления газового потока (трубка Пито) и термопара измерения температуры газового потока находятся между защитным экраном 5 и испытываемым образцом, регистрируя параметры среды, воздействующей на огнезащитное

покрытие. В этом случае скорость газового потока $V_{гп} \approx 0$, а температура $T_{гп}$ изменяется по выбранному типовому температурному режиму. Проведение испытаний огнезащитных покрытий с учетом скорости газового потока проводится без защитного экрана (см. рис. 1, б).

Для простоты управления и реализации типовых температурных режимов на экспериментальной установке (см. рис. 1, а) их можно аппроксимировать прямыми линиями (рис. 2). При этом остается

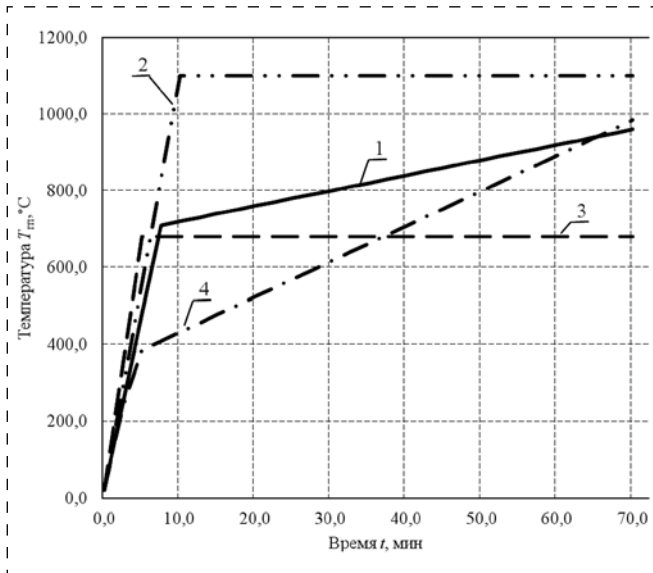


Рис. 2. Типовые температурные режимы испытаний огнезащитных покрытий в высокотемпературном газовом потоке: 1 — стандартный; 2 — углеводородный; 3 — наружный; 4 — медленно развивающийся (тлеющий)

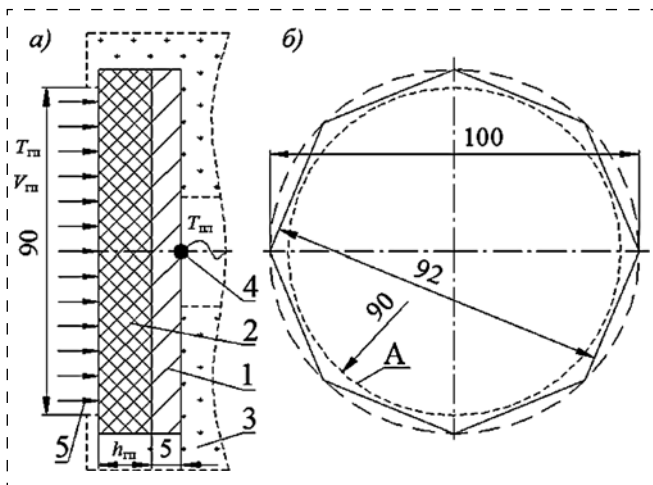


Рис. 3. Образец для испытаний: 1 — стальная пластина; 2 — огнезащитное покрытие толщиной $h_{оп}$; 3 — теплоизолированный подвижный держатель образца; 4 — термопара измерения температуры стальной пластины; 5 — высокотемпературный газовый поток; A — периметр площади огнезащитного покрытия, подвергнутой воздействию высокотемпературного газового потока

возможность сравнивать результаты испытаний огнезащитных покрытий по стандартным методикам и в высокотемпературном газовом потоке.

Образец представляет собой круглую или восьмигранную стальную пластину толщиной 5 мм с нанесенным на нее огнезащитным покрытием (рис. 3). Огнезащитное покрытие необходимой толщины $h_{оп}$ наносится по технологии, рекомендуемой производителем. Теплоизолированный подвижный держатель 3 охватывает испытуемый образец, изолируя его от контакта с высокотемпературным газовым потоком с незащищенной покрытием стороны, а также с боковой поверхности стальной пластины. Таким образом, высокоскоростной тепловой поток воздействует на перпендикулярно расположенное к нему огнезащитное покрытие, постепенно нагревая его и стальную пластину. Температура $T_{пл}$ (°C) стальной пластины регистрируется термопарой 4, зачеканенной на оси стальной пластины с незащищенной покрытием стороны.

Определение параметров высокотемпературного газового потока

Определение параметров созданного кислородно-ацетиленовой горелкой высокотемпературного газового потока вдоль его оси проводят в следующей последовательности [3, 4].

Теплоизолированный подвижный держатель образца с постоянной скоростью движется вдоль оси газового потока, постепенно приближаясь к газовой горелке, т. е. варьируется расстояние от газовой горелки до огнезащитного покрытия $l_{гп}$. Через каждые 10 мм термопара регистрирует температуру газового потока $T_{гп}$, а приемник давления газового потока — его скорость $V_{гп}$ (рис. 4).

В результате получают зависимости температуры $T_{гп}$ и скорости $V_{гп}$ газового потока от расстояния между газовой горелкой и огнезащитным покрытием $l_{гп}$.

При настройке экспериментальной установки с кислородно-ацетиленовой горелкой определяют начальные параметры газового потока (температуру и скорость), затем устанавливают распределение этих параметров вдоль оси газового потока. Температура и скорость газового потока уменьшаются с увеличением расстояния от газовой горелки $l_{гп}$ (см. рис. 4).

Для описания зависимости температуры $T_{гп}$ и скорости $V_{гп}$ от расстояния между газовой горелкой и рассматриваемым сечением газового потока удобны степенные и экспоненциальные уравнения регрессии.

$$T_{гп} = a_{пер} T_{0гп} e^{b_{пер}(l_{гп}/d)}, \quad (1)$$

где $T_{гп}$ — температура газового потока, °C; $l_{гп}$ — расстояние от газовой горелки до огнезащитного

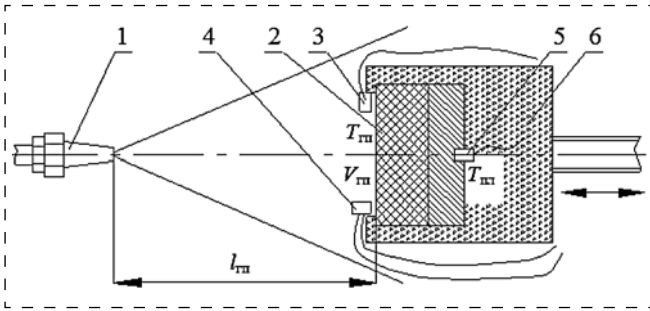


Рис. 4. Схема определения параметров высокотемпературного газового потока:

1 — кислородно-ацетиленовая горелка; 2 — огнезащитное покрытие; 3 — термопара измерения температуры газового потока; 4 — приемник давления газового потока (трубка Пито); 5 — термопара измерения температуры стальной пластины; 6 — теплоизолированный подвижный держатель образца

покрытия, м; d — диаметр отверстия истечения в газовой горелке, м; $T_{0гп}$ — температура пламени газовой горелки, °С; $a_{рег}$, $b_{рег}$ — коэффициенты уравнения регрессии.

$$V_{гп} = a_{рег} V_{0гп} (l_{гп}/d)^{b_{рег}}, \quad (2)$$

где $V_{гп}$ — скорость газового потока, м/с; $V_{0гп}$ — скорость истечения газов из сопла газовой горелки, м/с.

В эксперименте с кислородно-ацетиленовой горелкой были зафиксированы следующие начальные параметры при определении характеристик газового потока: $d = 3$ мм; $T_{0гп} = 2900$ °С; $V_{0гп} = 170$ м/с.

Экспериментальные данные зависимости температуры газового потока $T_{гп}$ (°С) от расстояния между газовой горелкой и огнезащитным покрытием $l_{гп}$ хорошо описываются уравнением регрессии (рис. 5):

$$T_{гп} = 1,055 T_{0гп} e^{-0,020(l_{гп}/d)}. \quad (3)$$

Экспериментальные данные зависимости скорости газового потока $V_{гп}$ (м/с) от расстояния между газовой горелкой и огнезащитным покрытием $l_{гп}$ хорошо описываются уравнением регрессии (рис. 6):

$$V_{гп} = 2,618 V_{0гп} (l_{гп}/d)^{-0,760}. \quad (4)$$

Также близкие результаты при определении скорости газового потока дает эмпирическое выражение [1]:

$$V_{гп} = \frac{6,95 V_{0гп}}{(l_{гп}/d)}. \quad (5)$$

Анализ выражений (3)—(5) и графиков зависимости температуры и скорости газового потока

от расстояния между газовой горелкой и огнезащитным покрытием (см. рис. 5, 6) показывает, что типовые температурные режимы (стандартный, углеводородный; наружный; медленно развивающийся (тлеющий)) возможно реализовать на расстоянии от газовой горелки $l_{гп} = 120...500$ мм в зависимости от необходимой температуры. При этом температура газового потока убывает $T_{гп} \approx 1100...20$ °С, а скорость — $V_{гп} \approx 25...10$ м/с. Так как скорость газового потока варьируется в узком диапазоне, то для разных типовых температурных режимов при испытаниях в высокоскоростном газовом потоке скорость можно считать постоянной, т. е.

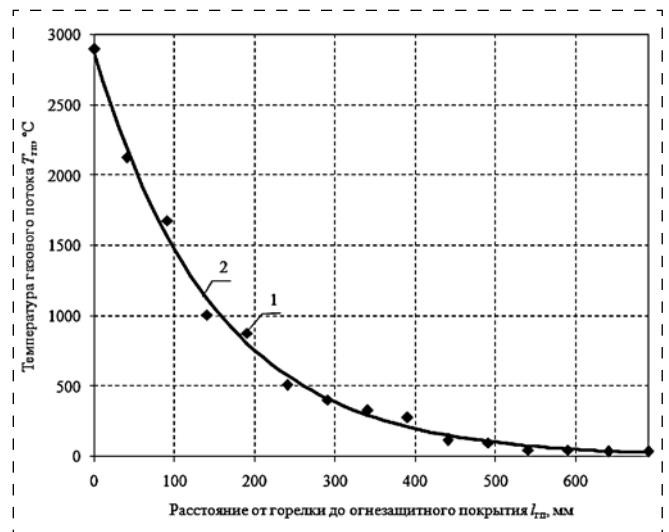


Рис. 5. Зависимость температуры газового потока $T_{гп}$ от расстояния между горелкой и огнезащитным покрытием $l_{гп}$: 1 — экспериментальные данные; 2 — расчет по выражению (3)

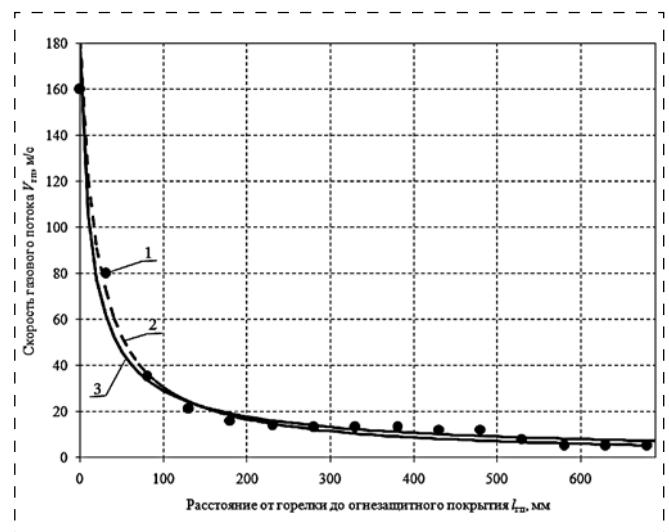


Рис. 6. Зависимость скорости газового потока $V_{гп}$ от расстояния между горелкой и огнезащитным покрытием $l_{гп}$: 1 — экспериментальные данные; 2 — расчет по выражению (5); 3 — расчет по выражению (4)

$V_{гп} = \text{const}$. Соответственно можно выделить основной фактор — температуру и вспомогательный — скорость, который снижает огнестойкость покрытия.

Устанавливая испытуемый образец на необходимом расстоянии от газовой горелки в определенные моменты времени, можно реализовать любой режим аэродинамического и теплового воздействия на него, включая типовые температурные режимы. Предложенный метод обеспечивает проведение испытаний при комплексном воздействии температуры и скорости газового потока, при разном сочетании этих двух параметров. Особенно необходимо отметить, что сохраняется возможность сравнивать результаты испытаний огнезащитных покрытий, исследованных в высокотемпературном газовом потоке и по стандартным методикам в печах.

Таким образом, предложенный метод определения параметров высокотемпературного газового потока предоставляет возможность проведения

испытаний огнезащитных покрытий по типовым температурным режимам (стандартный, углеводородный; наружный; медленно развивающийся (тлеющий)) с учетом воздействия скоростного напора газового потока, уменьшающего огнезащитную эффективность покрытия.

Список литературы

1. **Винтовкин А. А., Ладыгичев М. Г., Гусовский В. Л.** Горелочные устройства промышленных печей и топков (конструкции и технические характеристики): Справочник. — М.: Интернет Инжиниринг, 1999. — 560 с.
2. **Собурь С. В.** Огнезащита материалов и конструкций: Учебно-справочное пособие. — М.: ПожКнига, 2008. — 200 с.
3. **Андрюшкин А. Ю.** Формирование дисперсных систем сверхзвуковым газодинамическим распылением: Монография. — СПб.: БГТУ "ВОЕНМЕХ", 2012. — 400 с.
4. **Андрюшкин А. Ю., Сидоров В. Н.** Утилизация жидких органических отходов сверхзвуковым газодинамическим потоком // Безопасность жизнедеятельности. — 2009. — № 8. — С. 54–56.

A. Yu. Andryushkin, Associate Professor, Head of Chair, Baltic State Technical University "VOENMEH" named after D. F. Ustinov, Saint-Petersburg,

A. A. Tsoy, Postgraduate, e-mail: anastasiya86-06@mail.ru, Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia

Methods of the Determination Parameter Hot Gas Flow when Test Defensive Covering

Need of the complex estimation is Shown when test defensive covering in hot gas flow with provision for their temperature and velocities. Experimental installation is Designed for test defensive covering in hot gas flow. The Offered methods of the determination parameter hot gas flow: the temperature and velocities. It Is Shown possibility to realization standard mode test defensive covering in hot gas flow (standard, hydrocarbon; external; slowly developing (smouldering)) with provision for influences of the velocities of the flow.

Keywords: defensive covering, defensive efficiency, warm-up mode, gas flow

References

1. **Vintovkin A. A., Ladygichev M. G., Gusovskiy V. L.** The Burning device of the industrial stoves and fireboxes (the designs and technical features): Reference book. Moscow: Internet Engineering, 1999. 560 p.
2. **Sobur' S. V.** Fire protection material and design: scholastic-reference allowance. Moscow: POZHKNIGA, 2008. 200 p.
3. **Andryushkin A. Yu.** Shaping the sprayed systems by supersonic gas spraying: Monograph. Saint-Petersburg: BSTU "VOENMEH", 2012. 400 p.
4. **Andryushkin A. Yu., Sidorov V. N.** Salvaging fluid organic departure by supersonic gas flow. *Life Safety*. 2009. No. 8. P. 54–56.

УДК 621.039.58

Г. А. Родин, д-р техн. наук, нач. отдела, e-mail: garod53@mail.ru,
О. В. Михайленко, зам. ген. директора, АО "АСМ", Санкт-Петербург,
С. В. Ефремов, канд. техн. наук, доц., проф., зав. кафедрой,
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
А. В. Морозов, ст. преп., Военно-морской политехнический институт,
Санкт-Петербург

Оценка химической безопасности технических объектов

Рассмотрены основные источники химической опасности, находящиеся на технических объектах. Предложены показатели и критерии оценки химической безопасности технических средств-источников вредных химических веществ. Изложены основные положения метода оценки химической безопасности технических средств. Показаны пути его использования при оценке безопасности технических объектов.

Ключевые слова: вредные химические вещества, источники химической опасности, химическая безопасность, методы оценки безопасности, химический риск

Любой технический объект, пусть это цех промышленного предприятия, жилое помещение, каюта на судне, салон автомобиля, железнодорожный вагон, космический корабль, герметизируемое защитное сооружение и т. п., содержит различные технические средства, оборудование, отделочные материалы, технические жидкости, которые в большей или меньшей степени являются источниками выделения вредных химических веществ (ВХВ).

На предприятиях промышленности источниками химической опасности являются различные технологические процессы, при которых осуществляется монтаж, демонтаж, ремонт, обслуживание и наладка приборов, установок и аппаратов, действие которых основано на использовании ВХВ или в процессе функционирования которых образуются ВХВ. Химическую опасность представляют хранение, транспортирование и переработка ВХВ.

На кораблях и судах характерными источниками ВХВ являются холодильные установки, системы объемного пожаротушения, перевозимый груз, энергетические установки, оборудование, органическое топливо, минеральные и синтетические масла, гидравлические жидкости, аккумуляторные батареи, камбузное оборудование, лакокрасочные, теплоизоляционные, электроизоляционные, вибродемпфирующие, резинотехнические материалы и т. п. [1, 2].

Влияние химических факторов особенно проявляется на гермообъектах (космических и подводных аппаратах, защитных сооружениях). Длительная герметизация приводит к накоплению в замкнутом объеме вредных химических веществ. Относительно слабые, но многочисленные источники ВХВ, присутствующие на этих объектах, представляют серьезную химическую опасность [3].

Высокая энерговооруженность современных технических объектов, насыщенность их техникой, содержащей токсичные и горючие материалы, ведет к росту числа и тяжести химических аварий и пожаров, а высокая плотность размещения персонала на многих из этих объектов — к росту химических отравлений персонала.

Постоянное ужесточение требований к химическому составу воздушной среды технических объектов, требует размещения на них все большего количества средств очистки воздуха, совершенствования систем вентиляции и средств индивидуальной защиты, расширения возможностей средств химического контроля, что ведет к росту весовых нагрузок и объемов комплекса средств обеспечения химической безопасности, увеличению стоимостных затрат на их разработку, приобретение и эксплуатацию.

Одним из ключевых моментов совершенствования системы безопасности технических объектов является разработка методов оценки

химической безопасности технических средств, размещаемых на них. В настоящее время общепризнанным показателем безопасности профессиональной деятельности человека является *риск* получения определенного вида поражения (неблагоприятного воздействия) [4, 5]. Обычно рассматриваются такие виды поражения, как снижение работоспособности, заболевание, смертельный исход. Исходя из этого, показателями, по которым предлагается оценивать химическую безопасность технических объектов, являются [6]:

- индивидуальный риск получения экспозиционной токсодозы, приводящей к легкому поражению, R_{II} ;

- индивидуальный риск получения экспозиционной токсодозы, приводящей к поражению средней тяжести, R_Z ;

- индивидуальные риски получения экспозиционной токсодозы, приводящей к тяжелому поражению, R_L .

Исходными данными расчета этих показателей являются:

- параметры источников поступления ВХВ (наименование ВХВ, масса ВХВ и вероятность поступления ВХВ в окружающую среду в штатных и аварийных условиях);

- токсикологические характеристики ВХВ (предельно допустимая концентрация, угрожающие здоровью концентрации, смертельная концентрация);

- характеристика химически опасного объекта (свободный объем помещений объекта, воздухообмен между помещениями объекта, особенности вентилирования помещений объекта, длительность пребывания и особенности размещения персонала на объекте и др.);

- длительность передачи информации о поступлении ВХВ в окружающую среду и принятия решения на использование средств защиты;

- характеристика средств защиты (быстродействие средств химического контроля, время, необходимое для приведения средств индивидуальной защиты в положение "защита").

При отсутствии точных данных следует принимать наиболее жесткие условия эксплуатации технического объекта. Так, при проведении расчетов рисков неблагоприятного воздействия ВХВ принимается, что длительность воздействия ВХВ ($t_{\text{возд}}$) равна длительности контакта персонала с ВХВ. Но если средства химического контроля ВХВ и средства индивидуальной защиты отсутствуют, то длительность воздействия ВХВ можно принять равной 4 ч (среднее время развития и локализации химически опасной аварии). Если средства химического контроля ВХВ и/или средства индивидуальной защиты имеются, длительность

воздействия ВХВ, мин, принимается равной суммарному времени, необходимому для срабатывания средства химического контроля (быстродействие средств контроля), передачи информации, ее анализа, принятия решения, оповещения и приведения средств индивидуальной защиты в рабочее положение:

$$t_{\text{возд}} = t_6 + t_T + t_3, \quad (1)$$

где t_6 — быстродействие средства химического контроля, мин; t_T — общее время, необходимое на передачу информации от средства химического контроля, ее анализ, принятие решения и оповещение, мин (при отсутствии данных принимается равным 10 мин); t_3 — время, необходимое для приведения средства индивидуальной защиты в рабочее положение, мин.

Расчет концентрации ВХВ ведется применительно к свободному объему помещения, в котором размещен источник ВХВ. Для штатных условий это наиболее жесткий вариант развития аварии для персонала данного помещения, а при аварии аварийное помещение герметизируется.

Вероятность поступления ВХВ в окружающую среду из источников химической опасности определяется на основании анализа следующих данных:

- надежности узлов источника химической опасности, определяющих выход ВХВ в окружающую среду;

- вероятности поступления ВХВ в окружающую среду из аналогов;

- вероятности событий природного и технического характера, ошибок персонала, отказов другого оборудования и систем на предприятии, которые могут прямо или опосредованно привести к выходу ВХВ из источников химической опасности.

При отсутствии точных исходных данных выбираются такие возможные их значения, при которых создается наиболее тяжелая химическая обстановка.

В общем случае концентрация ВХВ в помещении рассчитывается по приведенным ниже зависимостям:

$$C_i = \frac{\int_0^{t_{\text{возд},i}} q_i(t) dt}{V_c}, \quad (2)$$

где C_i — концентрация i -го ВХВ в помещении, мг/м³; $q_i(t)$ — функция интенсивности поступления i -го ВХВ в воздушную среду, мг/мин; V_c — свободный объем помещения, в котором установлен источник химической опасности, м³;



$t_{\text{возд}, i}$ — длительность воздействия i -го ВХВ на персонал, мин.

При постоянной интенсивности поступления i -го ВХВ концентрация рассчитывается по формуле:

$$C_i = \frac{q_i \cdot t_{\text{возд}, i}}{V_c}, \quad (3)$$

где q_i — средняя интенсивность поступления i -го ВХВ в воздушную среду, мг/мин.

При кратковременном поступлении i -го ВХВ концентрация рассчитывается по формуле:

$$C_i = \frac{G_i}{V_c}, \quad (4)$$

где G_i — масса i -го ВХВ, поступившая в воздушную среду, мг.

Расчет рисков получения токсодоз в отдельном помещении, превышающих нормативные значения, производится следующим образом.

Рассчитывается токсодоза, получаемая персоналом, находящимся в помещении, при воздействии i -го ВХВ, мг/м³·мин:

$$D_i = C_i \cdot t_{\text{возд}, i}. \quad (5)$$

Рассчитываются токсоеффекты (безразмерные значения доз) от воздействия i -го ВХВ по формулам [7]:

$$T_{\text{МДК}, i} = \frac{D_i}{C_{\text{МДК}, i} \cdot t_{\text{возд}, i}}; \quad (6)$$

$$T_{\text{КУЗ}, i} = \frac{D_i}{C_{\text{КУЗ}, i} \cdot t_{\text{возд}, i}}; \quad (7)$$

$$T_{\text{КСМ}, i} = \frac{D_i}{C_{\text{КСМ}, i} \cdot t_{\text{возд}, i}}, \quad (8)$$

где $C_{\text{МДК}, i}$ — максимально допустимая концентрация i -го ВХВ в воздушной среде, установленная для различных сроков однократного воздействия и гарантирующая сохранение жизни, здоровья персонала и способности осуществлять мероприятия по ликвидации аварии и ее последствий в условиях гермообъекта, мг/м³ [1, 2]; $C_{\text{КУЗ}, i}$ — угрожающая здоровью концентрация i -го ВХВ, при которой происходит поражение персонала с абсолютно благоприятным исходом, мг/м³ [1, 2]; $C_{\text{КСМ}, i}$ — концентрация i -го ВХВ в воздушной среде, вызывающая гибель 50 % персонала, мг/м³ [1, 2].

Зависимость вероятности поражения не ниже определенного значения от величины токсоеффекта практически не зависят от типа ВХВ и путей воздействия на организм.

Анализ токсического воздействия ВХВ показывает, что данная зависимость описывается функцией Лапласа. Тогда, учитывая, что при значении $T = 0$ поражение ВХВ отсутствует, $P(T) = 0$, получим следующие выражения для расчета вероятности получения экспозиционных доз от i -го ВХВ, превышающие их нормативные значения:

$$P_{\geq \text{МДК}, i} = 0,5 \left[1 + \operatorname{erf} \left(\ln T_{\text{МДК}, i} \right) \right]; \quad (9)$$

$$P_{\geq \text{КУЗ}, i} = 0,5 \left[1 + \operatorname{erf} \left(\ln T_{\text{КУЗ}, i} \right) \right]; \quad (10)$$

$$P_{\geq \text{КСМ}, i} = 0,5 \left[1 + \operatorname{erf} \left(\ln T_{\text{КСМ}, i} \right) \right], \quad (11)$$

где $P_{\geq \text{МДК}, i}$, $P_{\geq \text{КУЗ}, i}$, $P_{\geq \text{КСМ}, i}$ — вероятности получения экспозиционной токсодозы от i -го ВХВ, превышающие нормативные значения, соответственно, МДК, КУЗ, КСМ.

Индивидуальные риски получения токсодоз, приводящие к определенным видам поражения, рассчитываются по формулам:

а) легкое поражение (ухудшение самочувствия)

$$R_{\text{W}, i} = P_{\text{п}} \cdot P_{\text{а}} \left(P_{\geq \text{МДК}, i} - P_{\geq \text{КУЗ}, i} \right); \quad (12)$$

б) поражение средней тяжести (заболевание)

$$R_{\text{Z}, i} = P_{\text{п}} \cdot P_{\text{а}} \left(P_{\geq \text{КУЗ}, i} - P_{\geq \text{КСМ}, i} \right); \quad (13)$$

в) тяжелое поражение (смерть)

$$R_{\text{L}, i} = P_{\text{п}} \cdot P_{\text{а}} \cdot P_{\geq \text{КСМ}, i}, \quad (14)$$

где $P_{\text{а}}$ — вероятность перехода источника в аварийное состояние (определяется разработчиком техники расчетным путем или на основании статистических данных); $P_{\text{п}}$ — доля времени за год, в течение которого отдельный человек может находиться в месте размещения источника химической опасности.

Доля времени за год, в течение которого отдельный человек может находиться в месте размещения источника химической опасности, рассчитывается по формуле:

$$P_{\text{п}} = \frac{t_{\text{об}}}{365} \cdot \frac{t_{\text{с}}}{24}, \quad (15)$$

где $t_{\text{об}}$ — общая длительность пребывания отдельного человека в помещении в течение года, сутки; $t_{\text{с}}$ — длительность пребывания отдельного человека в помещении, в котором размещен источник химической опасности, в течение суток, ч/сутки.

Индивидуальные риски поражения вредными веществами зависят также от количества находящихся в них источников ВХВ и от длительности

пребывания отдельного человека в конкретных помещениях технического объекта.

Расчет индивидуальных рисков получения экспозиционных токсодоз в отдельном помещении от всех источников химической опасности, находящихся в нем производится по формуле:

$$R_m = 1 - \prod_{i=1}^N (1 - R_i), \quad (16)$$

где R_m — индивидуальный риск получения экспозиционной токсодозы в отдельном помещении от всех ВХВ, находящихся в нем; R_i — индивидуальные риски получения токсодоз i -го ВХВ ($R_{W,i}$, $R_{Z,i}$, $R_{L,i}$); N — число ВХВ, поступающих в воздушную среду помещения.

Расчет индивидуальных рисков получения токсодоз при пребывании на химически опасном объекте производится по формуле:

$$R_k = \sum_{m=1}^M (R_m \cdot b_{k,m}), \quad (17)$$

где R_k — индивидуальный риск получения экспозиционной токсодозы k -м человеком; $b_{k,m}$ — доля времени пребывания k -го человека в m -м помещении; M — общее число помещений, посещаемых k -м человеком.

Предлагается в качестве критериев оценки химической безопасности технических объектов использовать следующие значения:

$$R_W \leq 1 \cdot 10^{-3}; \quad R_Z \leq 1 \cdot 10^{-4}; \quad R_L \leq 5 \cdot 10^{-5}. \quad (18)$$

Для обоснования данных нормативных значений допустимых рисков авторами были использованы опубликованные данные по безопасной деятельности людей при воздействии на них техногенных и других факторов.

Предложенный метод оценки химической безопасности позволяет:

- оценивать степень неблагоприятного воздействия ВХВ на персонал технического объекта;
- оценивать химическую безопасность как отдельных образцов технических средств — источников ВХВ, так и помещений, в которых они размещены, а также химическую безопасность технического объекта в целом;
- выявлять наиболее химически опасные элементы технических средств;
- оценивать эффективность средств обеспечения химической безопасности, размещенных на техническом объекте (средства газового контроля, индивидуальной защиты, дегазации поверхностей, очистки и кондиционирования воздуха);
- определять оптимальный состав системы обеспечения химической безопасности технического объекта;

— выявлять наиболее приоритетные направления совершенствования организационных и технических мероприятий обеспечения химической безопасности технических объектов;

— определять пути уменьшения риска вредного воздействия ВХВ на персонал технических объектов.

Пример расчета показателей химической безопасности

Исходные данные по гермообъекту

В гермообъекте имеются два помещения с источниками химической опасности, которые периодически посещаются персоналом.

Длительность герметизации ($t_{авт}$) — 60 суток.

Общая длительность пребывания отдельного члена экипажа в гермообъекте в течение года ($t_{об}$) — 120 суток.

Длительность пребывания членов экипажа в помещении № 1 в сутки (t_c) — 8 ч, в помещении № 2 — 3 ч.

А. Расчет индивидуальных рисков получения токсодоз в помещении № 1

Исходные данные по помещению № 1:

В помещении находится:

- два источника химической опасности: холодильная машина, содержащая аммиак, и установка, при работе которой образуется метанол;
 - средства индивидуальной защиты защищают органы дыхания от аммиака и метанола; время приведения средств защиты в рабочее положение (t_3) — 20 мин;
 - средства химического контроля в воздушной среде аммиака и метанола.
- Объем помещения (V_c) — 720 м³.

1. Расчет по аммиаку

Исходные данные по холодильной машине:

- интенсивность поступления аммиака в помещение в штатных условиях ($q_{шт}$) — 0,05 мг/ч;
- максимальное количество аммиака, которое может поступать в помещение при аварии (G_a) — 500 000 мг;
- вероятность перехода холодильной машины в аварийное состояние (P_a) — 0,001 случаев/год;
- быстрое действие средства химического контроля по аммиаку (t_6) — 0,1 мин;
- время, необходимое на передачу информации от средства химического контроля, ее анализ, принятие решения и оповещение (t_r) — 10 мин.

1.1. Расчет максимальной концентрации аммиака в помещении при штатных условиях:

$$C_{шт} = \frac{q_{шт} \cdot t_{авт} \cdot t_c \cdot 60}{V_c} = \frac{0,05 \cdot 60 \cdot 8 \cdot 60}{720} = 2 \text{ мг/м}^3.$$



1.2. Расчет концентрации аммиака в помещении при аварии:

$$C_{ав} = \frac{G_{ав}}{V_c} = \frac{500\,000}{720} = 694,4 \text{ мг/м}^3.$$

1.3. Расчет токсодозы при аварии:

$$D = C_{ав} \cdot t_{возд.а} = 694,4 \cdot 30,1 = 20\,900 \text{ мг} \cdot \text{мин/м}^3,$$

где $t_{возд.а} = t_6 + t_T + t_3 = 0,1 + 10 + 20 = 30,1$ мин.

1.4. Расчет токсоеффектов при аварии:

$$T_{МДК} = \frac{D}{C_{МДК} \cdot t_{возд.а}} = \frac{20\,900}{144 \cdot 30,1} = 4,82;$$

$$T_{КУЗ} = \frac{D}{C_{КУЗ} \cdot t_{возд.а}} = \frac{20\,900}{396 \cdot 30,1} = 1,75;$$

$$T_{КСМ} = \frac{D}{C_{КСМ} \cdot t_{возд.а}} = \frac{20\,900}{10\,570 \cdot 30,1} = 0,066,$$

где $C_{МДК} = 144 \text{ мг/м}^3$; $C_{КУЗ} = 396 \text{ мг/м}^3$; $C_{КСМ} = 10\,570 \text{ мг/м}^3$ — нормативные концентрации для аммиака при экспозиции 30 мин.

1.5. Расчет вероятностей получения экспозиционных доз, превышающих их граничные значения:

$$P_{\geq МДК} = 0,5 [1 + \text{erf}(\ln T_{МДК})] = 0,5 [1 + \text{erf}(\ln 4,82)] = 0,98;$$

$$P_{\geq КУЗ} = 0,5 [1 + \text{erf}(\ln T_{КУЗ})] = 0,5 [1 + \text{erf}(\ln 1,75)] = 0,79;$$

$$P_{\geq КСМ} = 0,5 [1 + \text{erf}(\ln T_{КСМ})] = 0,5 [1 + \text{erf}(\ln 0,066)] = 4,3 \cdot 10^{-5}.$$

1.6. Расчет индивидуальных рисков получения токсодоз, приводящих к различным видам поражения:

а) к легкому поражению

$$R_W = P_{\pi} \cdot P_a (P_{\geq МДК} - P_{\geq КУЗ}) = 0,11 \cdot 0,001 (0,98 - 0,79) = 2,1 \cdot 10^{-5};$$

б) поражению средней тяжести

$$R_Z = P_{\pi} \cdot P_a (P_{\geq КУЗ} - P_{\geq КСМ}) = 0,11 \cdot 0,001 (0,79 - 4,3 \cdot 10^{-5}) = 8,6 \cdot 10^{-5};$$

в) тяжелому поражению

$$R_L = P_{\pi} \cdot P_a \cdot P_{\geq КСМ} = 0,11 \cdot 0,001 \cdot 4,3 \cdot 10^{-5} = 4,7 \cdot 10^{-9},$$

где P_{π} — доля времени за год, в течение которого отдельный член экипажа может находиться в месте размещения источника химической опасности:

$$P_{\pi} = \frac{t_{об}}{365} \cdot \frac{t_c}{24} = \frac{120}{365} \cdot \frac{8}{24} = 0,11.$$

2. Расчет по метанолу

Порядок расчета по метанолу аналогичен порядку расчета по аммиаку. При расчете по метанолу получены следующие индивидуальные риски получения токсодоз:

$$R_W = 5,0 \cdot 10^{-4}; R_Z = 5,1 \cdot 10^{-5}; R_L = 1,6 \cdot 10^{-8}.$$

3. Расчет индивидуальных рисков получения токсодоз в помещении № 1 от метанола и аммиака:

$$R_{Wm} = 1 - \prod_{i=1}^N (1 - R_{Wi}) = 1 - (1 - 2,1 \cdot 10^{-5})(1 - 5,0 \cdot 10^{-4}) = 5,2 \cdot 10^{-5};$$

$$R_{Zm} = 1 - \prod_{i=1}^N (1 - R_{Zi}) = 1 - (1 - 8,6 \cdot 10^{-5})(1 - 5,1 \cdot 10^{-5}) = 1,3 \cdot 10^{-4};$$

$$R_{Lm} = 1 - \prod_{i=1}^N (1 - R_{Li}) = 1 - (1 - 4,7 \cdot 10^{-9})(1 - 1,6 \cdot 10^{-8}) = 2,1 \cdot 10^{-8},$$

где N — число ВХВ, поступающих в воздушную среду помещения № 1 ($N = 2$).

Б. Расчет индивидуальных рисков получения токсодоз в помещении № 2

Порядок расчета для помещения № 2 аналогичен порядку расчета для помещения № 1.

Для помещения № 2 получены следующие индивидуальные риски получения токсодоз:

$$R_{Wm} = 1,0 \cdot 10^{-4}; R_{Zm} = 1,3 \cdot 10^{-5}; R_{Lm} = 2,5 \cdot 10^{-6}.$$

В. Расчет индивидуальных рисков получения токсодоз при пребывании на гермообъекте

$$R_{Wk} = \sum_{m=1}^M (R_{Wm} \cdot b_{k,m}) = 5,2 \cdot 10^{-4} \cdot 0,33 + 1,0 \cdot 10^{-4} \cdot 0,12 = 3,0 \cdot 10^{-5};$$

$$R_{Zk} = \sum_{m=1}^M (R_{Zm} \cdot b_{k,m}) = 1,3 \cdot 10^{-4} \cdot 0,33 + 1,3 \cdot 10^{-5} \cdot 0,12 = 6,1 \cdot 10^{-6};$$

$$R_{Lk} = \sum_{m=1}^M (R_{Lm} \cdot b_{k,m}) = 2,1 \cdot 10^{-8} \cdot 0,33 + 2,5 \cdot 10^{-6} \cdot 0,12 = 3,1 \cdot 10^{-7},$$

где M — общее количество помещений, посещаемых k -м членом экипажа ($M = 2$); $b_{k,m}$ — доля

времени пребывания k -го члена экипажа в m -м помещении в сутки:

$$b_{k,1} = \frac{t_{c1}}{24} = \frac{8}{24} = 0,33; \quad b_{k,2} = \frac{t_{c2}}{24} = \frac{3}{24} = 0,12.$$

Список литературы

1. **Справочник** по санитарной химии и токсикологии воздушной среды корабельных помещений / Под ред. Н. Т. Потемкина. — М.: Воениздат, 1985. — 664 с.
2. **Справочник** по медицинскому обеспечению личного состава аварийных подводных лодок. — М.: Воениздат, 1986. — 263 с.
3. **Аксель-Рубинштейн В. З.** Санитарная химия атмосферы гермообъектов. — СПб.: "Пресс-сервис", 2010. — 354 с.
4. **Потехин Г. С.** и др. Управление риском в химической промышленности // Журнал Всесоюзного хим. общества им. Д. И. Менделеева (Химическая безопасность). — 1990. — Т. 35. № 4. — С. 7—13.

5. **Владимиров В. А., Измалков В. И., Измалков А. В.** Радиационная и химическая безопасность населения. — М.: МЧС, "Деловой экспресс", 2005. — 544 с.
6. **Родин Г. А., Баринов В. А.** Использование критериев риска при нормировании радиационного и химического фактора в кораблестроении // Медицинские аспекты радиационной и химической безопасности: сборник докладов Российской научной конференции. — СПб.: Военно-медицинская академия, 2001. — С. 3—7.
7. **Молчанов В. П., Родин Г. А.** Вероятность оценки индивидуального вклада вредных веществ в условные токсозффекты // Материалы 3-й научно-практической конференции по вопросам психологии, физиологии и обеспечения труда корабельных специалистов. — СПб.: 1 ЦНИИ МО РФ, 1996. — С. 4—8.
8. **Родин Г. А.** Методологические подходы к обоснованию требований к химической безопасности корабля // Морские интеллектуальные технологии "МОРИНТЕХ-2003": сборник докладов 5-й Международ. конф. (СПб., 2003 г.). — СПб., 2003. — С. 410—414.

G. A. Rodin, Head of Department, e-mail: garod53@mail.ru,
O. V. Mikhailenko, Deputy General Director, JC "ASM", Saint-Petersburg,
S. V. Efremov, Professor, Head of Chair, Saint-Petersburg Peter the Great Polytechnic University,
A. V. Morozov, Senior Lecturer, Naval Institute of Polytechnic, Saint-Petersburg

Chemical Safety Assessment of Industrial Facilities

The main chemical hazard sources in various industrial objects are considered. It is noted, that the effect of chemical factors is particularly evident in closed objects such as spacecraft, submersible vessels and protective shelters. Long-term isolation is the main cause of harmful chemical substances accumulation in an enclosed volume. There are many harmful chemical substances in these objects, and while there are relatively weak, but chemically hazardous.

It's suggested use risks to an individual of exposure dose as a measure of chemical safety. These doses may cause light injury, moderate injury or serious injury (fatality). Mathematical apparatus for estimation of these risks is given.

Standard values of individual injury risks caused by harmful chemical substances are given.

Entering parameters of harmful chemical sources (mass and entering probability in environment in normal and emergency conditions); toxicological data of harmful chemical substances; characteristics of chemical hazard object (airspace, air exchange between spaces, special aspects of ventilation, lifetime and special aspects of accommodation of personnel, etc.); information period about entering harmful chemical substances in the environment, decision time for personal protective equipment using, characteristics of protective equipment are given data for estimation risks to an individual.

It is shown how to use this method for industrial objects safety assessment.

Keywords: harmful chemical substances, chemical hazard sources, chemical safety, methods of safety assessment, industrial facilities, chemical hazard

References

1. **Справочник** по санитарной химии и токсикологии воздушной среды корабельных помещений. Под ред. Н. Т. Потемкина. Moscow: Voenizdat, 1985. 664 p.
2. **Справочник** по медицинскому обеспечению личного состава аварийных подводных лодок. Moscow: Voenizdat, 1986. — 263 p.
3. **Аксель-Рубинштейн В. З.** Санитарная химия атмосферы гермообъектов. Saint-Petersburg: "Press-servis", 2010. 354 p.
4. **Потехин Г. С.** и др. Управление риском в химической промышленности. *Zhurnal Vsesoyuznogo khim. obshchestva im. D. I. Mendeleeva (Khimicheskaya bezopasnost')*. 1990. T. 35. No. 4. P. 7—13.
5. **Vladimirov V. A., Izmailkov V. I., Izmailkov A. V.** Radiatsionnaya i khimicheskaya bezopasnost' naseleniya. Moscow: MCHS, "Delovoy ehkspress", 2005. 544 p.

6. **Rodin G. A., Barinov V. A.** Ispol'zovanie kriteriev riska pri normirovanii radiatsionnogo i khimicheskogo faktora v korablestroenii. *Meditzinskie aspekty radiatsionnoj i khimicheskoy bezopasnosti: sbornik dokladov Rossijskoj nauchnoj konferentsii*. Saint-Petersburg: Voenno-meditzinskaya akademiya, 2001. P. 3—7.
7. **Molchanov V. P., Rodin G. A.** Veroyatnost' otsenki individual'nogo vklada vrednykh veshhestv v uslovnye toksozhffekty. *Materialy 3-j nauchno-prakticheskoy konferentsii po voprosam psikhologii, fiziologii i obespecheniya truda korabel'nykh spetsialistov*. Saint-Petersburg: 1 TSNI MO RF, 1996. P. 4—8.
8. **Rodin G. A.** Metodologicheskie podkhody k obosnovaniyu trebovaniy k khimicheskoy bezopasnosti korablya. *Morskie intellektual'nye tekhnologii "MORINTEKH-2003": sbornik dokladov 5-j Mezhdunarod. konf.* (SPb, 2003 g.). Saint-Petersburg, 2003. P. 410—414.



УДК 66

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

Система совершенствования профилактической работы по экологической безопасности на предприятиях химического комплекса

Рассмотрена система совершенствования профилактической работы по экологической безопасности химического производства, основанная на систематическом обследовании сменным персоналом предприятий и устранении потенциально опасных источников сбросов, выбросов загрязняющих веществ из источников их образования. Суть системы в круглосуточном непрерывном контроле за возможными источниками разгерметизации, их идентификации и оперативном устранении.

Ключевые слова: охрана окружающей среды, отходы, экология, загрязнение окружающей среды, идентификационные признаки, локальные очистные установки, сбросы и выбросы загрязняющих веществ

Химические предприятия относятся к наиболее опасным объектам с точки зрения возможных инцидентов, аварий и воздействия на человека и окружающую среду токсичных продуктов в выбросах и сбросах загрязняющих веществ.

Предлагается система совершенствования профилактической работы непосредственно на рабочих местах химического производства, так как основная часть сверхрегламентных загрязняющих веществ формируется в источнике образования — в технологическом процессе, в техническом устройстве (аппарате) и от степени соответствия их эксплуатации регламентным нормам зависит не только вероятность возникновения инцидента и последующее его развитие в аварию, но и возможная концентрация, количество загрязнителей (мощность выброса, сброса) на выходе из аппарата. От мощности выброса, сброса, образовавшегося в источнике, как известно, зависит качество воздуха, воды, литосферы за границами санитарно-защитной зоны. Система совершенствования профилактической работы по экологической безопасности, разработанная автором, внедрена в ОАО "Казаньоргсинтез", и в течение нескольких лет реализации подтвердила свою эффективность и актуальность [1].

Система профилактической работы состоит из двух уровней, осуществляемых персоналом ежедневно, исходя из круглосуточной непрерывной работы технологических установок предприятия.

I уровень осуществляется эксплуатационным рабочим персоналом: аппаратчиками, машинистами компрессорных и насосных установок, операторами, дежурными слесарями-ремонтниками, слесарями КИПиА, электромонтерами;

II уровень — осуществляется сменным мастером (начальником смены) [2].

Содержание профилактической работы основано на должностных обязанностях, прописанных в инструкциях по рабочим местам цеха (для рабочих), должностной инструкции сменного мастера (начальника смены) и на дополнительных функциональных обязанностях, определенных в специально разработанном "Положении о профилактической работе по промышленной и экологической безопасности на предприятии". Данное "Положение" разрабатывалось специалистами соответствующей службы предприятия с учетом коллективного мнения производственников и после утверждения руководством предприятия является официальным документом, обязательным для исполнения на предприятии.

Проведенные в течение смены профилактические мероприятия фиксируются (документируются) в специальном журнале. Особенностью данной профилактической работы является возможность изменения отдельных направлений ее реализации в зависимости от специфики технологического процесса, аппаратурного оформления цеха, класса опасности загрязняющих веществ, категории технологических блоков, произошедших инцидентов, аварий и т. д.

Наиболее типичными для технологических цехов химического предприятия направлениями (идентификационными признаками) профилактической работы по снижению сбросов, выбросов загрязняющих веществ могут быть следующие:

I уровень:

1) оборудование мест временного размещения отходов производства и потребления:

мусоросборниками (контейнерами) для временного размещения отходов; асфальтовым (бетонным) покрытием; контейнерами с надписями, соответствующими назначению контейнера и т. д.;

2) соответствующее нормативам содержание всех видов канализации в цехе: наличие трапов и сеток на канализационных сливах; отсутствие нерегламентированных сливов и сбросов в химзагрязненную, бытовую и ливневую канализацию; очистка контрольных колодцев, подходов к ним и трасс от снега, мусора и травы; наличие лючков и пробоотборников на контрольных колодцах; наличие схем всех видов канализации на рабочих местах;

3) соблюдение санитарных норм: содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны, в сточных водах и др.; физических факторов (уровня шума, вибрации, освещенности, электромагнитных, инфракрасных и ионизирующих излучений); микроклимата;

4) обеспечение эффективной работы локальных установок по очистке сточных вод и газовых выбросов в соответствии с проектными и регламентными нормами;

5) соблюдение норм технологического режима при пуске, останове и эксплуатации оборудования и в целом всей технологической цепочки в пределах цеховой установки и межцеховых эстакад (коммуникаций);

6) соответствующее нормативам содержание и эксплуатация производственного оборудования (емкостного, насосно-компрессорного, трубопроводного и др.);

7) соблюдение нормативов образования и размещения отходов.

II уровень — основан на следующих видах контроля:

1) за соблюдением норм технологического режима всей технологической цепочки;

2) за содержанием всех видов канализации в подразделении (цехе);

3) за содержанием производственного оборудования;

4) за содержанием мест временного размещения отходов производства;

5) за соблюдением нормативов образования и размещения отходов;

6) за содержанием эстакад, трубопроводов в цехе;

7) за обеспечением эффективности работы газоочистных установок и других локальных очистных установок;

8) за своевременностью и качеством проведения текущих ремонтов технологического оборудования, очистных локальных установок;

9) за своевременностью разбора технологических нарушений сменным персоналом, последствием которых стали сверхрегламентные выбросы и сбросы загрязняющих веществ;

10) за состоянием системы учета количества и качества химзагрязненных, ливневых стоков в цехе (смене) и документированностью процессов;

11) за выполнением плановых мероприятий и мероприятий по материалам расследования экологических нарушений, инцидентов, аварий.

Для I уровня ежемесячно начальником смены (мастером) совместно с начальником цеха определяется значение идентификационных признаков по всем критериям оценки профилактической работы каждого рабочего (j) смены и рассчитывается интегральный показатель профилактической работы по экологической безопасности по формуле:

$$J_{\text{раб } j}^3 = \sum_{i=1}^n (k_i / nk_{\text{max}}) 100 \%, \quad (1)$$

где k_i — фактическое численное значение состояния признаков (может оцениваться тремя значениями $i = 0, 1, 2$); k_{max} — максимально достигаемый уровень состояния признаков (равен 2); n — количество идентификационных признаков.

Для II уровня ежемесячно начальником цеха определяется значение идентификационных признаков для каждого начальника смены (сменного мастера) цеха $J_{\text{нач.см}}^3$ и согласовывается с инженером по экологии как среднеарифметическое из $J_{\text{раб}}^3$ рабочих смены с учетом профилактической работы непосредственно начальника смены $J_{\text{нач.см.п}}^3$ по зависимости:

$$J_{\text{нач.см}}^3 = \left[\sum_{j=1}^N (J_{\text{раб } j}^3) + J_{\text{нач.см.п}}^3 \right] 100 \%, \quad (2)$$

где $\sum_{j=1}^N J_{\text{раб } j}^3$ — среднеарифметическое значение

$J_{\text{раб } j}^3$ в смене, определяется по зависимости (1); N — количество рабочих в смене; $J_{\text{нач.см.п}}^3$ — интегральный показатель профилактической работы, проводимой непосредственно сменным мастером (начальником смены) в соответствии с представленными выше рекомендованными направлениями (идентификационными признаками) для сменных мастеров (начальников) смен.

Итоговое значение идентификационных признаков можно применить для материального или иного стимулирования работников предприятия.

На основе предлагаемой системы профилактической работы область ее действия, идентификационные признаки и численное определение признаков, можно актуализировать в зависимости от производственной необходимости.



Список литературы

1. **Кирсанов В. В.** Основы промышленной и экологической безопасности опасных производственных объектов: Монография. — Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2011. — 480 с.

2. **Кирсанов В. В.** Современные технико-технологические методы защиты окружающей среды, часть III. Физические факторы окружающей и производственной среды. — Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2015. — 504 с.

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

The Offered System of Perfecting of Ecological Safety of the Enterprises of a Chemical Complex

The offered system of perfecting of ecological safety of the enterprises of a chemical complex. In this article is offered advanced scheduled maintenance on ecological safety based on systematic inspection by the removable personnel of the enterprises and elimination of potentially dangerous sources of dumpings, emissions of pollutants from sources of their education is offered. The system consists of around the clock continuous control of possible sources of depressurization, their identification and expeditious elimination.

Keywords: environmental protection, wastage, ecology, environmental, identification signs, local treating plants, dumpings and emissions of a wastage

References

1. **Kirsanov V. V.** Osnovy promyshlennoj i jekologicheskoy bezopasnosti opasnyh proizvodstvennyh objektov: Monografija. Kazan': Izdatelstvo Kazanskogo gosudarstvennogo tehničeskogo Universiteta, 2011. 480 p.

2. **Kirsanov V. V.** Sovremennye tehniko-tehnologičeskie metody zashhity okružhajushhej sredy, chast' III. Fizicheskie faktory okružhajushhej i proizvodstvennoj sredy. Kazan': Izdatelstvo Kazanskogo gosudarstvennogo tehničeskogo Universiteta, 2015. 504 p.

ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ SITUATION OF EMERGENCY

УДК 351.861

Н. В. Твердохлебов, доц., ст. науч. сотр., e-mail: tnv1946@mail.ru, Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России, Москва

Сущность и содержание понятия "опасности военных конфликтов и чрезвычайных ситуаций"

В статье обоснована необходимость выработки определения и содержания понятия "опасности, возникающие при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов, а также при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера". Рассмотрены некоторые подходы к решению данной проблемы. Предложен вариант определения понятия и его содержания.

Ключевые слова: опасность, военный конфликт, гражданская оборона, чрезвычайная ситуация, поражающие факторы, воздействие, источники

В большинстве государств, в том числе в Российской Федерации, решение задач по защите гражданского населения в ходе вооруженных конфликтов призвана осуществлять гражданская

оборона. При этом ее функционирование должно соответствовать положениям Дополнительного протокола I к Женевским конвенциям от 12 августа 1949 г., вступившего в силу 8 июня 1977 г.

и ратифицированного Верховным Советом СССР 4 августа 1989 г. [1], а также требованиям внутреннего законодательства.

Важность решения задачи защиты гражданского населения в ходе военных конфликтов обусловлена прежде всего значительным ростом удельного веса жертв среди мирного населения. В вооруженных конфликтах XX века этот показатель увеличился с 5 % (Первая мировая война) до 93 % (война во Вьетнаме) от всех погибших. Во многом эта тенденция определяется стремлением противоборствующих сторон нанести поражение в первую очередь важнейшим объектам экономики и элементам инфраструктуры на всей территории противника, что приводит к значительным жертвам среди мирного населения и нарушению условий его жизнеобеспечения. Кроме того, значительно возросли нарушения норм международного гуманитарного права в ходе последних локальных войн и вооруженных конфликтов.

Так, в ходе непосредственной агрессии НАТО, прежде всего США, против Союзной Республики Югославии, длившейся с 24 марта по 10 июня 1999 г., было совершено 9300 боевых вылетов авиации и сброшено 24 тыс. бомб, что привело к разрушению около 50 фабрик и заводов, 18 электростанций, 34 мостов, 50 больниц и поликлиник, 480 школ, техникумов и вузов. В результате бомбардировок, только по официальным данным, погибло более 2 тыс. человек, а ранено около 6 тыс. мирных граждан, в том числе до 40 % детей. Без электричества осталось порядка 5 млн человек, а без необходимого количества воды более 600 тыс. жителей городов [2, 3]. Еще большие бедствия связаны с предшествующими событиями и последствиями этого военного вмешательства.

Только в Боснии и Герцеговине за 4 года гражданской войны было убито и ранено около 200 тыс. человек и около 3 млн жителей стали беженцами. Было разрушено или серьезно повреждено две трети жилых домов. Значительные территории и большое количество водозаборов были загрязнены урановой пылью от применения боеприпасов с небогащенным ураном [4].

По данным ООН, с начала конфликта в Сирии (2011 г.) до середины 2015 г. в стране погибло более 220 тыс. человек, из них треть — гражданское население. Около 4 млн сирийцев стали беженцами, 7,6 млн — перемещенными лицами. В гуманитарной помощи нуждаются 12 млн жителей страны [5].

В современных внешнеполитических и социально-экономических условиях гражданская оборона нашей страны, являясь важной государственной системой, призванной осуществлять выполнение мероприятий по подготовке к защите и по защите населения, материальных и культурных ценностей на территории Российской Федерации,

требует новых подходов к ее организации и ведению. Работа по формированию этих подходов на основании приказа МЧС России [6] развернута и ведется активно.

Вместе с тем анализ этой деятельности показывает, что изучение и освещение проблем гражданской обороны (далее — ГО), защиты населения и территории от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера (далее — защиты от ЧС), разработка путей их решения требуют строгости понятийного аппарата.

Это обусловлено тем, что противоречивость в логических терминах, определениях и смысловых акцентах при теоретическом обосновании вопросов защиты населения, территорий, материальных и культурных ценностей от различных опасностей неизбежно ведет к непониманию исследователей и значительным трудностям практического внедрения результатов научных исследований [7]. Доказательством этого также может служить внедрение результатов исследований по интеграции единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (далее — РСЧС) и ГО, а также неопределенность в использовании двух близких по семантике понятий "гражданская оборона" и "гражданская защита" [8].

На сегодня фактом является то, что общепризнанных определений ряда понятий, используемых в области ГО, в нормативных правовых актах и в научной литературе до сих пор не сложилось. Так, в федеральном законе от 21.12.1998 № 28-ФЗ [9] при юридическом определении термина "гражданская оборона" введено понятие "опасности, возникающие при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов, а также при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера" (далее — опасности военных конфликтов и чрезвычайных ситуаций), толкование которого в настоящее время отсутствует. Все это снижает возможности по своевременному распознаванию этих опасностей и их количественно-качественному измерению, что имеет первостепенное значение для определения характера воздействия этих опасностей на население и объекты материальных и культурных ценностей, а соответственно для выбора способов и средств защиты.

Отсутствие единого понимания сущности и содержания данного понятия, вносит путаницу в познавательный процесс и практику обеспечения защиты населения, материальных и культурных ценностей, которая должна реализовываться в ходе подготовки и ведения ГО.

Анализ различных источников, в том числе изданного в конце 2015 г. учебника "Гражданская оборона", подготовленного авторским коллективом Академии гражданской защиты МЧС России [10], показывает, что данное понятие



отождествляется с понятием "поражающие факторы оружия".

Такой вывод сделан исходя из того, что, давая определение понятия "гражданская оборона" как системы мероприятий по подготовке к защите и по защите населения, материальных и культурных ценностей на территории Российской Федерации от опасностей, возникающих при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов, а также при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера, что соответствует положениям федерального закона № 28-ФЗ [9], в учебнике подробно рассмотрены средства поражения и поражающие факторы различного оружия, способы и средства защиты от них, но отсутствует даже упоминание о других опасностях, которые могут возникнуть и привести к негативному воздействию на население, материальные и культурные ценности. В связи с этим в данном учебнике не рассмотрены и особенности защиты населения, материальных и культурных ценностей от этих опасностей.

По мнению автора, отождествление данных понятий связано, во-первых, с выражаемым ими общим значением — причинять то или иное негативное воздействие на людей и различные объекты материальных и культурных ценностей и, во-вторых, с устоявшимся определением понятия "гражданской обороны", которое существовало до принятия Федерального закона № 28-ФЗ "О гражданской обороне".

Так, в Положении о гражданской обороне СССР, принятом в 1966 г. [11], указывалось, что гражданская оборона является системой общегосударственных оборонных мероприятий, осуществляемых заблаговременно в мирное время в целях защиты населения и народного хозяйства страны от ракетно-ядерного, химического и бактериологического оружия, а в аналогичном Положении 1977 г. [12] было определено, что гражданская оборона СССР является составной частью системы общегосударственных оборонных мероприятий, направленных на защиту населения от оружия массового поражения и других средств нападения противника.

Как видим, и в том и другом случае на ГО возлагалась функция по защите населения и объектов от поражающих факторов оружия и в первую очередь от оружия массового поражения.

Вместе с тем проведенные исследования показывают, что такое отождествление приводит к искажениям в оценке возможной обстановки, проводимой в интересах защиты населения, материальных и культурных ценностей в современных условиях, дезориентированию должностных лиц ГО и РСЧС, принимающих решение, и негативно сказывается на планировании и выполнении мероприятий ГО.

Рассматриваемое понятие является составным. Из его структуры следует, что оно состоит из двух основных элементов — "опасность" и "военные конфликты и чрезвычайные ситуации". Первый элемент — "опасность" — трактуется весьма широко. Определение его сформулировано в ГОСТах, словарях, научной и учебной литературе.

Так, в ГОСТ Р 12.3.047—98 и Р ИСО/ТС 14798—2003 [13, 14] под опасностью понимается соответственно "Потенциальная возможность возникновения процессов или явлений, способных вызвать поражение людей, наносить материальный ущерб и разрушительно воздействовать на окружающую атмосферу" и "Потенциальный источник возникновения ущерба".

В Толковом словаре русского языка под редакцией Д. Н. Ушакова под опасностью понимается "Возможность, угроза бедствия, катастрофы, чего-нибудь нежелательного" [15], а в толковом словаре русского языка под редакцией С. И. Ожегова и Н. Ю. Шведовой опасность трактуется как "Возможность, угроза чего-нибудь очень плохого, какого-нибудь несчастья" [16].

В военно-политическом словаре под общей редакцией Д. М. Рогозина опасность определяется как "Состояние, в котором возникает возможность причинения ущерба системе (обществу, государству)" [17].

Энциклопедия "Гражданская защита" [18] дает следующее определение понятия "Опасность": возможность возникновения в сложной социально-природно-техногенной системе обстоятельств, при которых человек, социальная группа, материя, поле, инфраструктура, природная среда, энергия, информация или их сочетание могут таким образом повлиять на эти системы, что приведет к ухудшению или невозможности ее штатного или нештатного функционирования и развития [18].

Основываясь на существующих определениях первого основного элемента рассматриваемого понятия и обобщив их относительно различных состояний и условий существования личности и объектов в условиях военных конфликтов и ЧС можно сказать, что "опасность" представляет собой объективно существующую возможность негативного воздействия, в результате чего может ухудшиться состояние людей и объектов.

Второй основной элемент рассматриваемого понятия включает два термина: "военный конфликт" и "чрезвычайная ситуация". Эти термины юридически определены в Военной доктрине Российской Федерации, утвержденной Президентом Российской Федерации 25 декабря 2014 г., и в федеральном законе от 21.12.1994 № 68-ФЗ [19].

Вместе с тем, для того чтобы правильно выразить суть понятия "опасности военных конфликтов и чрезвычайных ситуаций" следует рассматривать не отдельные элементы, входящие в него, не

изолированно, внутри самого себя, а во взаимосвязи с субъектами и объектами защиты, а также учитывать природу возможных опасностей при военных конфликтах и ЧС.

При определении понятия "опасности военных конфликтов и чрезвычайных ситуаций" и его содержания необходимо также учитывать следующее:

- суть опасностей военных конфликтов и чрезвычайных ситуаций не в понесенном убытке, полученном ущербе, а в осуществляемом воздействии на объект, приводящем к подобным результатам;
- опасности могут реализовываться в виде прямого или косвенного воздействия на население и объекты, при этом как внезапно, так и постепенно;
- в причинно-следственном отношении эти опасности выступают непосредственным источником негативного воздействия на население, материальные и культурные ценности;
- возможность увеличения или уменьшения количества признаков, характеризующих опасности, возникающие при военных конфликтах и чрезвычайных ситуациях, в зависимости от целей анализа, сценариев и последствий военных конфликтов и чрезвычайных ситуаций.

На основании изложенного предлагается следующее определение понятия "опасности военных конфликтов и чрезвычайных ситуаций":

Опасности военных конфликтов и чрезвычайных ситуаций это совокупность условий, сложившихся в результате применения (воздействия) или угрозы применения (воздействия) различных видов оружия или источников чрезвычайных ситуаций, которые привели или могут привести к воздействию на население, материальные и культурные ценности поражающих, опасных и вредных факторов.

По мнению автора, в данном определении сочетаются факторы неблагоприятного события и его вероятностной сущности.

При определении содержания понятия "опасности военных конфликтов и чрезвычайных ситуаций" необходимо учитывать, что эти опасности характеризуются источниками и причинами возникновения, временем их воздействия на человека или объекты, а также последствиями и размерами зоны воздействия. При этом важно помнить их зависимость от особенностей, связанных с применением различного вида оружия и воздействием источников различных ЧС.

Источниками возникновения этих опасностей являются войны, вооруженные конфликты, аварии, катастрофы, стихийные и социальные бедствия, а причинами возникновения — применение различных видов оружия или возникновение ЧС.

Время воздействия опасностей составляет от нескольких секунд (ударная волна, проникающая

радиация, фугасное воздействие) до нескольких месяцев (нарушение жизнеобеспечения, инфекционные заболевания). Последствиями их воздействия на население и объекты (мерой опасности) являются:

- для населения — количество людей погибших и получивших травмы различной тяжести, а также требующих принятия мер по обеспечению их нормальной жизнедеятельности;
- для объектов материальных и культурных ценностей — экономические потери вследствие их утраты, с учетом вероятности потери их потребительских свойств, сопряженных с длительным воздействием поражающих факторов (радиоактивное загрязнение объектов и местности, химическое заражение, подтопление и т. п.), а также связанные с необходимостью затрат на ликвидацию последствий их воздействия.

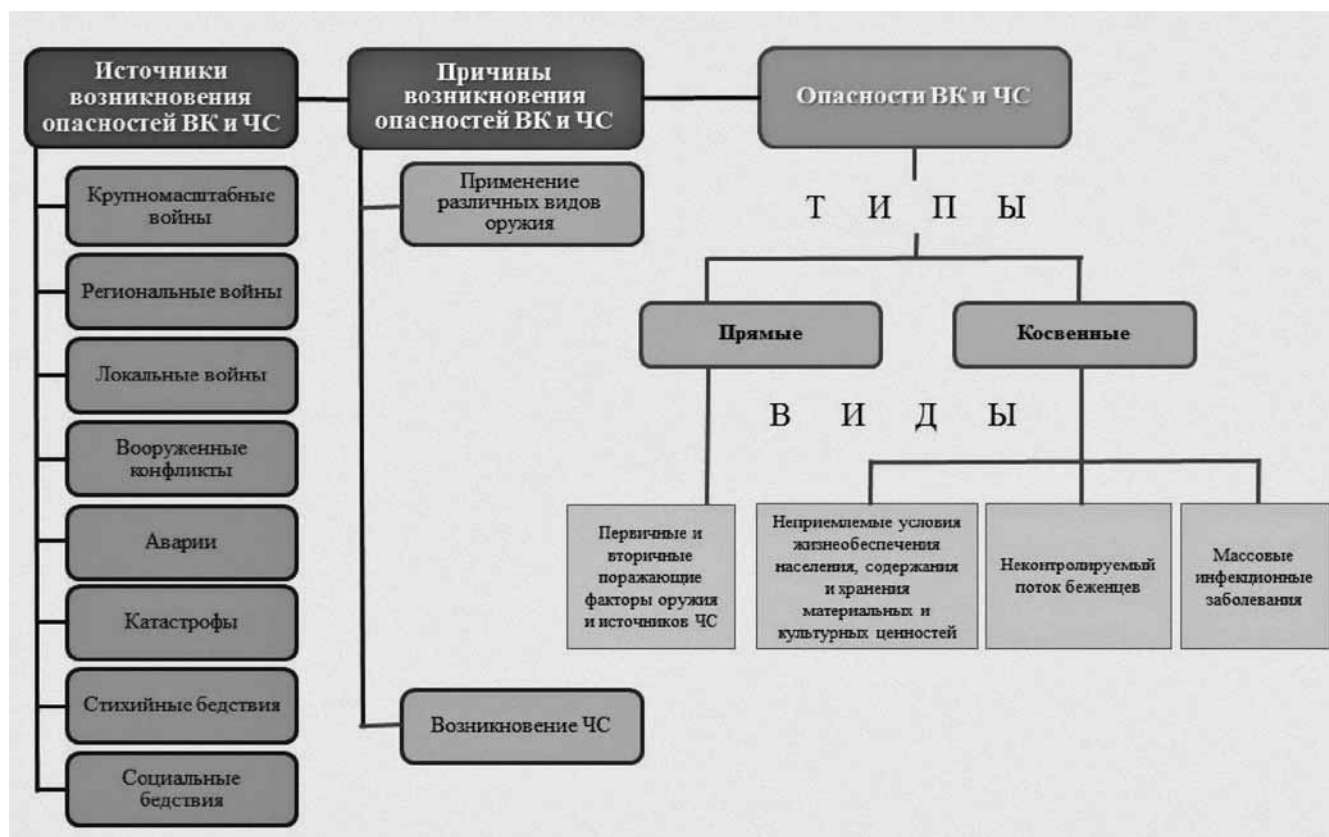
Однако необходимо признать, что экономические потери можно учесть только частично. В первую очередь это связано с бесценностью отдельных культурных ценностей.

Пространственный размах действия данных опасностей не ограничивается зоной чрезвычайной ситуации или очагом поражения, что связано с потоком беженцев, которые будут стремиться покинуть территорию этих зон и очагов.

Исследования показывают, что негативное воздействие на население, материальные и культурные ценности могут вызвать как прямые опасности военного времени и чрезвычайных ситуаций, так и косвенные. Прямые опасности в большинстве своем связаны с непосредственным воздействием поражающих факторов оружия и источников ЧС на население, материальные и культурные ценности, а косвенные — с опосредованным их воздействием.

Учитывая изложенное, а также проанализировав обстоятельства, которые привели к нанесению ущерба населению, материальным и культурным ценностям в ходе конфликтов в Грузии, в Украине, а также в Сирии полагаем, что содержание понятия "опасности военных конфликтов и чрезвычайных ситуаций" включает в себя (см. рисунок):

- возможность непосредственного воздействия первичных и вторичных поражающих факторов оружия и источников ЧС (прямая опасность);
- возможность возникновения неприемлемых условий жизнедеятельности населения, а также содержания и хранения материальных и культурных ценностей (косвенная опасность);
- возможность прибытия неконтролируемого потока беженцев (косвенная опасность);
- возможность возникновения массовых инфекционных заболеваний, связанных с наличием скрытого инкубационного периода при применении биологического оружия, а также



Опасности, возникающие при военных конфликтах, вследствие этих конфликтов и при чрезвычайных ситуациях, источники и причины их возникновения

невозможностью соблюдения санитарно-гигиенических норм (косвенная опасность).

По мнению автора, предлагаемое определение понятия "опасности военных конфликтов и чрезвычайных ситуаций" и его содержательное наполнение отражает существенные признаки совокупности условий, которые сложились или могут сложиться в результате применения оружия или возникновения ЧС.

При этом главной общей чертой опасностей военных конфликтов и чрезвычайных ситуаций является то, что они характеризуют возможность и способность воздействия на население, объекты материальных и культурных ценностей поражающих, опасных и вредных факторов, которые могут нанести им ущерб. Для его предотвращения или минимизации требуется выполнение комплекса мероприятий, как при подготовке, так и в ходе ведения гражданской обороны.

Представленные подходы к определению понятия "опасности военных конфликтов и чрезвычайных ситуаций", его содержанию и количественно-качественному измерению этих опасностей будут способствовать своевременному распознаванию и идентификации этих опасностей, а следовательно, и выработке адекватных решений по защите от них населения, материальных и культурных ценностей.

Безусловно, эти подходы требуют обсуждения и дальнейших научных исследований, в том числе и в интересах выработки как стройной классификации опасностей военных конфликтов и чрезвычайных ситуаций, так и способов защиты населения, материальных и культурных ценностей от их воздействия.

Это весьма важно не только для построения теории защиты населения, материальных и культурных ценностей, но и для практической организации и осуществления мероприятий гражданской обороны.

Список литературы

1. **Дополнительный протокол I к Женевским конвенциям** от 12 августа 1949 года, касающийся защиты жертв международных вооруженных конфликтов от 8 июня 1977 г.
2. **Александров И.** НАТО против Югославии: послесловие // Зарубежное военное обозрение. — 1999. — № 9. — С. 2—7.
3. **Антокольский А.** НАТО против Югославии: бомбардировка гражданских объектов // Зарубежное военное обозрение. — 2000. — № 7. — С. 8—10.
4. **Судо М. М.** Экологические и социальные последствия силового решения Югославского конфликта. Россия в окружающем мире: 2000 (Аналитический ежегодник) / Под общ. ред. Н. Н. Моисеева, С. А. Степанова. — М.: Изд-во МНЭПУ, 2000. — 328 с.
5. **Хроника противостояния** в Сирии // ТАСС: Международная панорама. URL: <http://tass.ru/mezhdunarodnaya-panorama/669066> (дата обращения 25.03.2016).

6. **Приказ МЧС России № 383** от 02.07.2012 г "О рабочей группе по выработке новых подходов по вопросам ведения гражданской обороны".
7. **Твердохлебов Н. В.** Уточнение понятийного аппарата в области защиты от чрезвычайных ситуаций — важная составляющая совершенствования анализа, прогноза и управления природными рисками // *Материалы 9-й Международной научно-практической конференции "Анализ, прогнозы и управление природными рисками в современном мире. Геориск-2015"* в 2 т. — М.: РУДН, 2015. — Т. 2. — С. 362—369.
8. **Костров А. В.** История семантико-правовой трансформации понятия "Гражданская оборона" // *Научный информационный сборник "Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций"* — 2016. — № 1. — С. 3—19.
9. **Федеральный закон** от 21 декабря 1998 г. № 28-ФЗ "О гражданской обороне".
10. **Гражданская оборона: Учебник** / Под общ. ред. В. А. Пучкова / МЧС России. — М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2015. — 391 с.
11. **Положение** о Гражданской обороне СССР, принято постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 13.07. 1961 г.
12. **Положение** о Гражданской обороне Союза ССР, утверждено постановлением ЦК КПСС и Советом Министров СССР от 18.03. 1976 г.
13. **ГОСТ Р 12.3.047—98** Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования.
14. **ГОСТ Р ИСО/ТС 14798—2003** Лифты, эскалаторы и пассажирские контейнеры. Методология анализа риска.
15. **Толковый словарь** русского языка / Под ред. Д. Н. Ушакова. — М.: Астрель; Аст, 2000.
16. **Ожегов С. И., Шведова Н. Ю.** Толковый словарь русского языка. — М.: Азбуковник, 1999.
17. **Война и мир** в терминах и определениях: Военно-политический словарь / Д. О. Рогозин и др.; Под общ. ред. Д. О. Рогозина. — М.: Вече, 2011.— 636 с.
18. **Гражданская защита: Энциклопедия** в 4-х томах / Под общей ред. В. А. Пучкова / МЧС России. — М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2015; Т. 2. — 623 с.
19. **Федеральный закон** от 21.12.1994 г. № 68-ФЗ "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера".

N. V. Tverdokhlebov, Associate Professor, Senior Researcher, e-mail: tnv1946@mail.ru, All-Russian Research Institute on Problems of Civil Defense and Emergencies of EMERCOM of Russia, Moscow

The Nature and Content of the Concept "Danger of Military Conflicts and Emergency Situations"

The article substantiates the need for the definition and content of the concept of "the dangers arising from military conflicts or owing to these conflicts, as well as in emergency situations of natural and technogenic character". Some approaches to solving this problem. Offered the option of defining the concept and its content.

Keywords: risk, military conflict, civil defense, emergency situation, affecting factors, exposure, sources

References

1. **Additional Protocol I** to the Geneva conventions of 12 August 1949, and relating to the protection of victims of international armed conflicts of 8 June 1977.
2. **Aleksandrov I.** NATO protiv Jugoslavii: posleslovie. *Zarubezhnoe voennoe obozrenie*. 1999. No. 9. С. 2—7.
3. **Antokolskij A.** NATO protiv Jugoslavii: bombardirovka grazhdanskih obektov. *Zarubezhnoe voennoe obozrenie*. 2000. No. 7. С. 8—10.
4. **Sudo M. M.** Environmental and social impacts of a military solution to the Yugoslav conflict. Russia in the surrounding world: 2000 (Analytical Yearbook) / Under the General editorship of N. N. Moiseyev, S. A. Stepanov. M.: Publishing house MNEPU, 2000. 328 p.
5. **Chronicle** of conflict in Syria. TASS: the international panorama. URL: <http://tass.ru/mezhdunarodnaya-panorama/669066> (data of address 25.03.2016).
6. **The order** EMERCOM of Russia No. 383 from 02.07.2012 "On the working group on elaboration of new approaches in management of civil defense".
7. **Tverdokhlebov N. V.** Clarification of the conceptual apparatus in the field of protection from emergency situations — an important component to improve the analysis, prediction and management of natural risks. *Proceedings of 9-th International scientific-practical conference "Analysis, forecasts and management of natural risks in the modern world. The georisk-2015"*. Moscow: PFUR, 2015. Vol. 2. P. 362—369.
8. **Kostrov A. V.** History of semantico-legal transformation of the concept of "Civil defence". *The collection of Scientific information "safety and emergencies"*. 2016. No. 1. P. 3—19.
9. **Federal law** of 21 December 1998 № 28-FZ "On civil defence".
10. **Civil defense: The textbook** / Under the General editorship of V. A. Puchkov; the Ministry of emergency situations of Russia. Moscow: FGBU VNII GOCHS (FC), 2015. 319 p.
11. **Regulation** on Civil defense of the USSR, adopted by the resolution of the CPSU Central Committee and USSR Council of Ministers dated 13.07.1961.
12. **Regulation** on Civil defense of the USSR, approved by the resolution of the CPSU Central Committee and USSR Council of Ministers from 18.03.1976.
13. **ГОСТ R 12.3.047—98** Fire safety of technological processes. General requirements.
14. **ГОСТ R ISO/TS 14798—2003** Elevators, escalators and passenger containers. The risk analysis methodology.
15. **Explanatory dictionary** of Russian language. Under the editorship of D. N. Ushakov. Moscow: Astrel; AST, 2000.
16. **Ozhegov S. I., Shvedova N. Yu.** Explanatory dictionary of the Russian language. Moscow: Azbukovnik, 1999.
17. **War** and peace in terms and definitions: Military-political dictionary / D. O. Rogozin, and others; under the General editorship of D. Rogozin. Moscow: Vechе, 2011. 636 p.
18. **Civil protection: an encyclopedia** in 4 volumes. Under the General editorship of V. A. Puchkov; EMERCOM of Russia. Moscow: FGBU VNII GOCHS (FC), 2015; Vol. 2. 623 p.
19. **Federal law** of 21.12.1994, No. 68-FZ "On protection of population and territories from emergency situations of natural and technogenic character".

УДК 614.2:614.8:617

К. А. Шаповалов, д-р мед. наук, проф., e-mail: stampdu@rambler.ru,
Коми республиканский институт развития образования, Сыктывкар,
Л. А. Шаповалова, врач высшей квалификационной категории,
Консультативно-диагностический центр Республики Коми, Сыктывкар

Основы дидактики темы "Переломы" учебного модуля "Первая (доврачебная экстренная) помощь при травмах, несчастных случаях, катастрофах и стихийных бедствиях" предмета "Безопасность жизнедеятельности" для гуманитарных и технических университетов

Для подготовки населения к оказанию первой (доврачебной экстренной) помощи в условиях чрезвычайных ситуаций предложены алгоритмы современной дидактики учебной темы "Переломы". Выделены следующие учебные вопросы: 1) Определение переломов; 2) Классификация переломов; 3) Особенности переломов у детей; 4) Признаки переломов: абсолютные, относительные и местные; 5) Осложнения при переломах; 6) Первая (доврачебная экстренная) помощь; 7) Шины. Правила наложения; 8) Иммобилизация конечностей стандартными транспортными шинами и подручными средствами; 9) Особенности наложения стандартных и импровизированных шин при переломах костей верхней конечности; 10) Транспортная иммобилизация при переломах костей нижней конечности, позвоночного столба и костей таза; 11) Методы лечения переломов.

Ключевые слова: переломы, первая (доврачебная экстренная) помощь, чрезвычайные ситуации, дидактика

1. Определение переломов

Переломом называется нарушение целостности костей, вызванное действием силы и сопровождающееся повреждением мягких тканей.

2. Классификация переломов

1. В зависимости от того, связана ли костная рана с внешней средой через рану мягких тканей и кожи на уровне перелома кости или нет, все переломы делятся на две группы: *закрытые и открытые*. Такое деление переломов имеет принципиально важное значение, так как при открытых переломах возникает реальная опасность проникновения болезнетворных микроорганизмов через рану в костную ткань и возникновения осложнений перелома гнойной инфекцией [1, 2].

2. В зависимости от локализации переломы трубчатых костей делят на *диафизарные, метафизарные и эпифизарные*.

3. При наличии ряда патологических процессов (опухоли, остеомиелит, туберкулез костей, дистрофические процессы и др.) прочность кости может значительно снизиться и перелом возникает

под действием весьма незначительной силы. Такие переломы называются *патологическими*.

4. Все переломы принято делить на переломы *со смещением и без смещения отломков*. Выделяют четыре основных вида смещения: 1) по ширине; 2) длине; 3) оси; 4) периферии.

5. Различают следующие виды переломов:

а) *поперечные*, когда линия перелома располагается более или менее поперечно к длиннику кости: чаще всего они встречаются на трубчатых и коротких костях (кости предплечья, голени, плечуны, надколенник, пяточная кость);

б) *косые*, при которых линия перелома идет в косом направлении к длиннику кости; это наиболее частый вид перелома, свойственный многим длинным костям конечности;

в) *продольные*, когда линия перелома более или менее совпадает с длиной кости. Этот вид перелома наблюдается чаще всего при повреждении фаланг пальцев или суставных концов длинных костей конечности;

г) *винтообразные*, у которых линия перелома напоминает винтовую нарезку. Этот вид перелома наблюдается при повреждении (скручивании)

длинных костей (главным образом нижней конечности, а также плечевой кости);

д) *комбинированные*, когда наблюдается несколько линий переломов (Т-образные, Ш-образные, клиновидные); чаще всего возникают при так называемых внутри- и околоуставных переломах;

е) *вколоченные*, при которых один отломок внедряется ("вколачивается") в другой.

6. В зависимости от того, в скольких местах нарушена целостность кости, переломы бывают *одиночными и множественными* [3, 4].

При наличии трех и большего числа обломков кости переломы называются *оскольчатými*. Чаще всего такие переломы встречаются при огнестрельных ранениях.

После того как произошел полный перелом и образовались обломки кости, как правило, происходит в той или иной степени их смещение. *Смещение обломков кости является одним из основных признаков большинства переломов* и происходит в основном за счет сокращения мышц, которые прикрепляются к костям. При открытых переломах (в мирное время — преимущественно огнестрельного происхождения), помимо описанных выше изменений в поврежденной кости, иногда наблюдается ряд болезненных процессов. Инфекция, попавшая в рану при открытых переломах, ведет не только к нагноению мягких тканей, но и возникновению гнойно-некротических процессов в самой поврежденной кости, к развитию раневого (огнестрельного) остеомиелита [5, 6].

3. Особенности переломов у детей

В детском возрасте, помимо обычных переломов, наблюдающихся у взрослых, могут иметь место особые переломы (надломы, поднадкостничные переломы, эпифизолизы), зависящие от анатомо-физиологических особенностей детей (большая эластичность костей). При *надломе* происходит перелом кости на ее выпуклой поверхности, в то время как на вогнутой поверхности кость остается целой (перелом типа "зеленая ветка"). *Поднадкостничный перелом* характеризуется сохранением целостности надкостницы и вследствие этого незначительным смещением обломков. В детском и юношеском возрасте в области концов костей имеется эпифизарный (ростковый) хрящ. Иногда перелом может произойти именно по линии этого еще неокостеневшего эпифизарного хряща (так называемые *эпифизолизы*) [7].

4. Признаки переломов

Признаки переломов очень разнообразны и не всегда в одинаковой степени выражены. Их делят на *абсолютные, относительные, местные признаки и общие расстройства*.

Абсолютные признаки характерны только для переломов и не встречаются при других видах

повреждений. Определить их при первичном осмотре пострадавшего может любой не имеющий специального медицинского образования человек. Наличие даже одного абсолютного признака перелома позволяет на месте происшествия без проведения дополнительного рентгенологического и других исследований поставить правильный диагноз перелома.

К абсолютным признакам переломов относятся:

1) Деформация кости, которая обусловлена смещением обломков. При переломах без смещения, при вколоченных или поднадкостничных переломах деформация может отсутствовать;

2) Укорочение конечности — в основном зависит от продольного смещения костных обломков, которое происходит под влиянием сокращения мышц, прикрепленных к обоим обломкам выше или ниже их;

3) Патологическая подвижность на протяжении кости, т. е. в тех местах, где в норме ее не должно быть (симптом патологической подвижности);

4) Подкожное выпячивание обломков или их наличие в ране;

5) Крепитация (шум трения костных обломков) обычно определяется при наличии подвижности обломков. Для ее выявления необходимо одной рукой фиксировать конечность выше, а другой — ниже перелома и осторожно делать движения в противоположном направлении. Проверять данный симптом так же, как и патологическую подвижность нужно осторожно, так как при грубом исследовании можно нанести дополнительную травму (повреждение сосудов, нервов и др.).

Относительными признаками переломов являются:

1) Отек (припухлость) в результате отека и кровоизлияния в ткани, сопровождающаяся в последующем асептическим воспалением;

2) Локальная болезненность — боль — не специфический, но постоянный признак травматических переломов. Болезненность определяется ощупыванием (пальпацией) непосредственно места повреждения, а также при нагрузке на отдельные участки тела (например, при переломах таза боль возникает в области перелома при надавливании на крылья таза);

3) Нарушение функции конечности или другой поврежденной части тела — довольно постоянный симптом перелома. Однако он может наблюдаться также при других видах повреждений (ушибах, вывихах и др.). Следует помнить, что этот симптом может отсутствовать при вколоченных переломах, или когда имеется несколько параллельных костей (плюсневые, пястные), а также при переломе малоберцовой кости, когда основную функцию выполняет большеберцовая кость. Как правило, их легко можно обнаружить в месте перелома.



Переломы могут сопровождаться местными признаками (повышение температуры тела) и (или) общими расстройствами (нарушение деятельности сердечно-сосудистой системы).

Завершающим методом диагностики перелома в лечебном учреждении является рентгенография поврежденных костей, которую обязательно надо делать в двух взаимно перпендикулярных проекциях (прямой и боковой) [8].

5. Осложнения при переломах

При переломах возможно возникновение ранних и поздних осложнений.

Ранние осложнения:

1. Кровотечение. Повреждения крупных магистральных стволов опасны для жизни пострадавшего. Во время Великой Отечественной войны 1941-1945 гг. огнестрельные переломы не менее чем в 10 % случаев сопровождались повреждением магистральных кровеносных сосудов. Большинство погибших на поле боя вследствие кровопотери имели такие сочетанные повреждения.

2. Травматический шок. Чаше наблюдается при огнестрельных переломах, особенно раздробленных и многооскольчатых. Запоздалая или недостаточная иммобилизация способствует значительному росту числа пострадавших с шоком.

3. Жировая эмболия. Редкое, но очень тяжелое осложнение, наблюдается при переломах длинных трубчатых костей в первые часы после травмы в результате проникновения жира из костномозговой полости в поврежденные вены.

4. Анаэробная инфекция и сепсис. Чаше всего встречаются при огнестрельном повреждении костей бедра и голени, особенно при раздробленных переломах. Возникновению инфекционных осложнений способствует запоздалая медицинская помощь, несовершенная транспортная иммобилизация, поздняя хирургическая обработка.

5. Остеомиелит. Является частым осложнением огнестрельных переломов длинных трубчатых костей. Нагноительный процесс может протекать остро и хронически, приводит к разрушению омертвевшей костной ткани и образованию гнойных полостей [9, 10].

Поздние осложнения:

1. Образование ложного сустава — стойкая подвижность в месте перелома характеризуется полным прекращением восстановительных (репаративных) процессов в кости. Наблюдается после раздробленных и многооскольчатых переломов костей верхней конечности и возникает вследствие: 1) неправильного лечения; 2) интерпозиции мягких тканей между обломками кости; 3) развития хронического остеомиелита; 4) гиповитаминоза.

2. Неправильно сросшиеся переломы. Наиболее часто возникают при переломах бедра и

большеберцовой кости, так как возникающее при этом укорочение влечет за собой значительное нарушение функции конечности. Причинами неправильно сросшихся переломов являются: 1) обширность повреждения; 2) плохое сопоставление обломков; 3) вторичное смещение обломков; 4) инфекционные осложнения; 5) ошибки, допущенные при лечении и уходе за больными [11, 12].

6. Первая (доврачебная экстренная) помощь

Алгоритм действий при обнаружении пострадавшего(их) на месте происшествия прописан в Приложении № 2 к приказу Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 04 мая 2012 г. № 477н и включает перечень мероприятий по оказанию первой помощи:

1. *Мероприятия по оценке обстановки и обеспечению безопасных условий для оказания первой помощи:* 1) определение угрожающих факторов для собственной жизни и здоровья; 2) определение угрожающих факторов для жизни и здоровья пострадавшего; 3) устранение угрожающих факторов для жизни и здоровья; 4) прекращение действия повреждающих факторов на пострадавшего; 5) оценка количества пострадавших; 6) извлечение пострадавшего из транспортного средства или других труднодоступных мест; 7) перемещение пострадавшего.

2. *Вызов скорой медицинской помощи, других специальных служб, сотрудники которых обязаны оказывать первую помощь в соответствии с федеральным законом или со специальным правилом.*

3. *Определение наличия сознания у пострадавшего.*

4. *Мероприятия по восстановлению проходимости дыхательных путей и определению признаков жизни у пострадавшего:* 1) запрокидывание головы с подъемом подбородка; 2) выдвигание нижней челюсти; 3) определение наличия дыхания с помощью слуха, зрения и осязания; 4) определение наличия кровообращения, проверка пульса на магистральных артериях.

5. *Мероприятия по проведению сердечно-легочной реанимации до появления признаков жизни:* 1) давление руками на грудину пострадавшего; 2) искусственное дыхание "Рот ко рту"; 3) искусственное дыхание "Рот к носу"; 4) искусственное дыхание с использованием устройства для искусственного дыхания.

6. *Мероприятия по поддержанию проходимости дыхательных путей:* 1) придание устойчивого бокового положения; 2) запрокидывание головы с подъемом подбородка; 3) выдвигание нижней челюсти.

7. *Мероприятия по обзорному осмотру пострадавшего и временной остановке наружного кровотечения:* 1) обзорный осмотр пострадавшего на

наличие кровотечений; 2) возвышенное положение конечности; 3) пальцевое прижатие сосуда в ране; 4) пальцевое прижатие сосуда на протяжении; 5) максимальное сгибание конечности в суставе; 6) давящая повязка; 7) наложение жгута; 8) тампонада раны.

8. Мероприятия по подробному осмотру пострадавшего в целях выявления признаков травм, отравлений и других состояний, угрожающих его жизни и здоровью, и по оказанию первой помощи в случае выявления указанных состояний: 1) проведение осмотра головы; 2) проведение осмотра шеи; 3) проведение осмотра груди; 4) проведение осмотра спины; 5) проведение осмотра живота и таза; 6) проведение осмотра конечностей; 7) наложение повязок при травмах различных областей тела, в том числе окклюзионной (герметизирующей) при ранении грудной клетки; 8) проведение иммобилизации (с помощью подручных средств, аутоиммобилизация, с использованием изделий медицинского назначения); 9) фиксация шейного отдела позвоночника (вручную, подручными средствами, с использованием изделий медицинского назначения); 10) прекращение воздействия опасных химических веществ на пострадавшего (промывание желудка путем приема воды и вызывания рвоты, удаление с поврежденной поверхности и промывание поврежденной поверхности проточной водой); 11) местное охлаждение при травмах, термических ожогах и иных воздействиях высоких температур или теплового излучения; 12) термоизоляция при отморожениях и других эффектах воздействия низких температур.

9. Придание пострадавшему оптимального положения тела.

10. Контроль состояния пострадавшего (сознание, дыхание, кровообращение) и оказание психологической поддержки.

11. Передача пострадавшего бригаде скорой медицинской помощи, другим специальным службам, сотрудники которых обязаны оказывать первую помощь в соответствии с федеральным законом или со специальным правилом.

В случае выявления переломов особое внимание следует обратить на предупреждение дальнейшего смещения обломков и травмирования ими окружающих тканей, а также осложнений, вызванных травмой.

При открытых переломах необходимо тщательно выполнять мероприятия алгоритма действий спасателя по остановке возможного кровотечения: 1) временную остановку кровотечения, при обильном кровотечении — наложение жгута; 2) наложение на рану асептической повязки; 3) обезболивание; 4) транспортную иммобилизацию подручными средствами или стандартными шинami.

Если в ране имеются обломки кости, а также инородные тела, при оказании первой помощи их

ни в коем случае нельзя удалять или вправлять вглубь. Это делают только в лечебном учреждении в процессе хирургической обработки. Необходимо следить, чтобы во время иммобилизации они не вправились самостоятельно. При этом конечность иммобилизуют подручными средствами или стандартными шинами в том положении, в котором оказывающий помощь обнаружил пострадавшего. Для профилактики шока вводят также обезболивающее средство из шприц-тюбика (наркотический анагетик). В зимнее время пострадавшего укутывают.

При закрытых переломах объем мероприятий алгоритма действий спасателя первой (доврачебной экстренной) помощи включает: 1) обезболивание; 2) наложение транспортных стандартных или импровизированных шин [13—18].

7. Шины. Правила наложения

Шины бывают:

1. Стандартные:

- Проволочные лестничные Крамера. Могут свободно моделироваться по конечности.
- Шина Дитерихса. Используются при переломах бедра.
- Пластмассовые.
- Пневматические медицинские (ШПМ). Представляют собой съемные надувные устройства из двухслойной пластмассовой полимерной оболочки. Назначение: оперативная иммобилизация конечностей (кисти, предплечья, плеча, стопы, голени). Эти шины обладают термоизолирующим эффектом, идеальны для применения зимой. Принцип действия: шина надевается на поврежденный сегмент, застегивается на замок-молнию, затем полость шины накачивается воздухом через клапан. Варианты исполнения: комплект взрослый, комплект подростковый. В каждый комплект входят четыре шины ("рука длинная", "рука короткая", "нога длинная", "нога короткая"). Шины могут накачиваться ртом (через салфетку) или нагнетателем, который поставляется отдельно.
- Вакуумные. Назначение: оперативная иммобилизация конечностей, таза, грудной клетки и шеи. Эти шины идеальны для иммобилизации сложных переломов и, особенно со смещением отломков. Принцип действия: отвердевание структуры шины до требуемой жесткости после откачки из нее воздуха с помощью ручного вакуумного насоса. Вакуумные шины выпускаются комплектами в разных сочетаниях. В каждый комплект входят: шины, насос, транспортная сумка. Ассортимент шин: рука, голень, бедро + таз, шея + грудная клетка.



- Складные. Назначение: иммобилизация дистальных сегментов конечностей (кисти, предплечья, стопы, голени) Эти шины позволяют проводить иммобилизацию без снятия обуви с поврежденной ноги. Принцип действия: складывающиеся по шву пластинки из полимерного материала в раскрытом состоянии образуют Г-образный желоб, куда помещается конечность, шина фиксируется мощными застежками на "липучке". Существует пять комплектов шин для разных возрастов. В каждый комплект входят две шины ("рука", "нога"), косыночная повязка из синтетической ткани и транспортная сумка.
- Эластические. Назначение: иммобилизация дистальных сегментов конечностей (кисти, предплечья, стопы). Шина скатывается в компактный рулон и может храниться в любой медицинской укладке. Шина изготовлена из полимерного материала с гибким металлическим каркасом внутри. Раскрытой шине придается требуемая форма, шина фиксируется к конечности перевязочным материалом или застежками на "липучке". Варианты исполнения: взрослая/детская, с застежками/без застежек.

2. *Импровизированные* из любых подручных материалов или предметов, имеющихся на месте происшествия: палки, доски, дранка, прутья, полосы картона, зонтик, рукоятка лопаты, штыки. Правильная иммобилизация уменьшает болевые ощущения, предупреждает дополнительные повреждения мягких тканей, сосудов, нервов и способствует своевременному срастанию переломов [19].

Правила наложения транспортных шин:

1. Транспортную шину накладывают так, чтобы она захватывала не менее двух суставов, соседних с местом перелома, т. е. выше и ниже перелома; а при переломах плечевой и бедренной кости — три сустава.

2. Длину шины измеряют и моделируют по здоровой конечности пострадавшего.

3. Шину, как правило, накладывают поверх одежды и обуви. Для предупреждения омертвления тканей и уменьшения боли в местах костных выступов подкладывают мягкий материал.

4. При отсутствии табельных шин и подручных средств руку можно повесить на косынке, плечо прибинтовать к туловищу, поврежденную нижнюю конечность можно прибинтовать к здоровой.

5. При оказании первой помощи лицами, не имеющими опыта, конечность должна быть фиксирована в том положении, которое она приняла в результате травмы. Если помощь оказывает медицинский работник, то конечности придают функционально выгодное положение. Конечность должна составлять вместе с шиной одно неподвижное целое.

6. Для контроля за кровообращением в конечностях концы пальцев кисти и стопы (если они не повреждены) оставляют свободными от повязки.

8. Иммобилизация конечностей стандартными транспортными шинами и подручными средствами

При переломах и значительных повреждениях мягких тканей перед транспортировкой для создания покоя поврежденной части тела, уменьшения боли, предупреждения дальнейшего повреждения тканей костными отломками, а также для профилактики травматического шока нужно применять иммобилизацию. Различают следующие виды транспортной иммобилизации:

1) *Аутоиммобилизация* (используют здоровые части тела больного, например, при повреждении ноги ее прибинтовывают к здоровой ноге, поврежденную руку прибинтовывают к туловищу);

2) *Иммобилизация подручными средствами* (в качестве таких средств можно использовать палку, часть доски, пучок прутьев или соломы, зонтик и любые другие предметы);

3) *Иммобилизация стандартными транспортными шинами*, изготовленными заводским путем. Транспортные шины делят на фиксационные и дистракционные.

При помощи фиксационных шин создается фиксация (неподвижность) поврежденного участка тела. Известно несколько видов фиксационных шин. Шина Крамера, или лестничная, изготавливается из проволоки. Шине можно придать любую форму, необходимую для иммобилизации того или иного участка тела.

Сетчатая шина представляет собой сетку, изготовленную из мягкой проволоки. Легко сворачивается в рулон. Применяются в основном для иммобилизации головы, предплечья, кисти и стопы. Фанерные шины изготавливаются чаще всего в виде лубка (желоба), удобны для иммобилизации предплечья и голени.

Из группы дистракционных шин наибольшее распространение получила шина Дитерихса. Она состоит из четырех частей: подошвы, наружной планки (костыля) большого размера; внутренней короткой планки и палочки-закрутки со шнуром. Применяют ее при повреждении бедра, тазобедренного и коленного суставов, верхней трети голени.

Перед наложением проволочные шины обертывают ватой и бинтом (мягкими тканями), помимо зоны повреждения шина должна фиксировать минимум два соседних сустава (выше и ниже места повреждения). А при переломах бедренной кости — плечевой, тазобедренный, коленный и голеностопный суставы с поврежденной стороны; плечевой кости — лучезапястный, локтевой

и плечевой суставы с поврежденной стороны и плечевой со здоровой.

Одежду с пострадавшего не снимают, при открытом переломе асептическую повязку накладывают через разрез в одежде (окно) только на поврежденный участок. Шину подгоняют по длине здоровой конечности.

9. Особенности наложения стандартных и импровизированных шин при переломах костей верхней конечности

При переломах ключицы, плечевой кости и локтевого сустава шина должна начинаться от внутреннего края лопатки здоровой стороны, идти через плечевой сустав, вдоль наружной поверхности полусогнутой в локтевом суставе и приведенной к туловищу поврежденной руки и заканчиваться, несколько выступая за кончики пальцев. Кисть должна быть согнута в кулак в положении тыльного сгибания. В подмышечную впадину подкладывают ватно-марлевый валик.

Шину фиксируют к конечности мягким бинтом или косынкой. При отсутствии шины конечность может быть фиксирована к туловищу мягкой повязкой, широким бинтом или подвешена на косынке.

При повреждении костей предплечья верхним уровнем шины является средняя треть плеча, нижним уровнем шины — концы пальцев, ладонная поверхность кисти обращена к туловищу или вверх. Перелом кости и пальцев иммобилизируют деревянной шиной или каким-либо подручным материалом от концов пальцев до верхней трети предплечья, кисть укладывают на шину в положении тыльного сгибания ладонью вниз [20, 21].

10. Транспортная иммобилизация при переломах костей нижней конечности, позвоночного столба и костей таза

Для транспортной иммобилизации при переломах бедренной кости, повреждении тазобедренного и коленного суставов в очаге поражения используют шины Крамера или подручный материал. Шины Дитерихса применяют при первой медицинской помощи. Перед ее наложением места костных выступов необходимо покрыть ватой или мягким материалом. Подошвенную часть шины фиксируют бинтом к подошве стопы (обуви). Наружную планку раздвигают и закрепляют с таким расчетом, чтобы начиналась от подмышечной впадины и, вставленная в металлическую скобу в подошвенной части, выступала за нее на 10...12 см. Внутреннюю часть шины подгоняют таким образом, чтобы она упиралась в пах и проходила через металлическую скобу подошвенной части, выступая за нее тоже на 10...12 см. Конечную (шарнирную) ее часть сгибают под углом

90° и надевают на конец наружной планки. На конечности шину фиксируют двумя ремнями, при помощи палочки-закрутки осуществляют вытяжение за подошвенную часть шины. При повреждении голени и стопы иммобилизацию производят шинами Крамера или подручным материалом. Голень и стопу необходимо фиксировать с трех сторон: одну шину моделируют на задней поверхности голени и стопы от кончиков пальцев до средней трети бедра, две другие фиксируют по бокам голени (наружная и внутренняя), причем подошвенную их часть сгибают в виде стремени для более прочной фиксации голеностопного сустава. Стопу устанавливают под углом 90° по отношению к голени. Шины укрепляют мягкими бинтами или косынками.

При повреждении позвоночного столба пострадавшего осторожно, не допуская сгибания, укладывают на спину на деревянные носилки, доски, подложив под место перелома валик из одежды для создания переразгибания (гиперэкстензии) и уменьшения компрессии тел поврежденных позвонков. При транспортировке на мягких носилках пострадавшего следует уложить на живот и под грудь подложить мягкий валик из одежды, одеяла, что тоже способствует разгибанию позвоночного столба. При переломах костей таза пострадавшего укладывают на спину на жесткие носилки (доску), а под коленные суставы подкладывают скатанную в валик одежду (одеяла). Ноги при этом согнуты в коленных и тазобедренных суставах и зафиксированы выше колен, что способствует расслаблению мышц и уменьшению боли.

11. Методы лечения переломов

Существуют следующие методы: гипсовая повязка; постоянное скелетное вытяжение; остеосинтез [22—25].

Список литературы

1. **Shapovalov K. A.** Treatment of open fractures in seafarers // International Maritime Health. — 1991. — V. 42. — N 1—4. — P. 39—41.
2. **Шаповалов К. А.** Открытые переломы в практике судового врача // Военно-медицинский журнал. — 1994. — № 7. — С. 58.
3. **Шаповалов К. А., Шаповалова Л. А.** Переломы: лекция. — Сыктывкар: Коми государственный педагогический институт, 1995. — 5 с.
4. **Шаповалов К. А., Шаповалова Л. А.** Классификация переломов // Само-, взаим- и первая медицинская помощь при травмах и несчастных случаях: учебное пособие. — Сыктывкар: Сыктывкарский государственный университет, 1995. — С. 76—78.
5. **Шаповалов К. А.** Переломы костей в структуре травматизма плавсостава северного бассейна // Медико-биологические аспекты изучения и освоения Мирового океана: тезисы докладов IV Всесоюзной конференции "Проблемы научных исследований в области изучения и освоения Мирового океана", г. Владивосток, 25—28 окт. 1983 г. — Владивосток, 1983. — С. 7—8.
6. **Шаповалов К. А., Шаповалова Л. А.** Переломы и их виды. Абсолютные, относительные и местные признаки:

- лекция. — Сыктывкар: Коми республиканский институт развития образования, 2015. — 12 с.
7. **Шаповалов К. А., Шаповалова Л. А.** Переломы у детей // Основы безопасности жизни: Безопасность и защита населения в чрезвычайных ситуациях; Само-, взаимно- и первая медицинская помощь при травмах и несчастных случаях: учебное пособие. — 2-е изд., перераб. и дополн. — Сыктывкар: Коми государственный педагогический институт, 2002. — С. 134.
 8. **Шаповалов К. А., Шаповалова Л. А.** Признаки переломов // Основы безопасности жизни: Безопасность и защита населения в чрезвычайных ситуациях; Само-, взаимно- и первая медицинская помощь при травмах и несчастных случаях: учебное пособие. — 3-е изд., перераб. и дополн., CD. — Сыктывкар: Коми государственный педагогический институт, 2003. — С. 167—168.
 9. **Шаповалов К. А.** Медико-социальные аспекты травматизма плавсостава рыбопромыслового флота // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и история медицины. — 1995. — № 4. — С. 17—25.
 10. **Шаповалов К. А., Шаповалова Л. А.** Ранние и поздние осложнения переломов // Основы безопасности жизни: Безопасность и защита населения в чрезвычайных ситуациях; Само-, взаимно- и первая медицинская помощь при травмах и несчастных случаях: учебное пособие. — 4-е изд., перераб. и дополн. — Сыктывкар: КРАГСиУ, 2004. — С. 138—139.
 11. **Шаповалов К. А.** Характеристика травм с повреждением костного аппарата у плавсостава на водном транспорте // Казанский медицинский журнал. — 1989. — Т. 70. — № 6. — С. 462—463.
 12. **Шаповалов К. А., Шаповалова Л. А.** Подготовка населения к оказанию само-, взаимно- и первой медицинской помощи при закрытых повреждениях, переломах и травматическом шоке в условиях чрезвычайных ситуаций // Жизнь и безопасность. — 2007. — № 1—2. — С. 103—112.
 13. **Шаповалов К. А.** Системный подход к профилактике травматизма плавающего состава // Жизнь и безопасность. — 2005. — № 3—4. — С. 166—178.
 14. **Приказ** Минздравсоцразвития России от 04.05.2012 № 477н "Об утверждении перечня состояний, при которых оказывается первая помощь и перечня мероприятий по оказанию первой помощи".
 15. **Шаповалов К. А., Шаповалова Л. А.** Подготовка населения к оказанию само-, взаимно- и первой медицинской помощи при ранах и их осложнениях в условиях чрезвычайных ситуаций // Жизнь и безопасность. — 2006. — № 1—2. — С. 127—140.
 16. **Шаповалов К. А., Шаповалова Л. А.** Ранения и укусы // ОБЖ. Основы Безопасности Жизни. — 2008. — № 7. — С. 58—63.
 17. **Шаповалов К. А., Шаповалова Л. А.** Подготовка населения к оказанию само-, взаимно- и первой медицинской помощи при кровотечениях, термических, электрических, химических, лучевых ожогах и отморожениях в условиях чрезвычайных ситуаций // Жизнь и безопасность. — 2006. — № 3—4. — С. 129—141.
 18. **Шаповалов К. А., Шаповалова Л. А.** Основы дидактики учебной темы "Обучение населения оказанию первой помощи при термических поражениях: электрических, термических и лучевых ожогах, отморожениях в условиях чрезвычайных ситуаций" // Безопасность Жизнедеятельности. — 2015. — № 4. — С. 67—72.
 19. **Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** Emergency Medicine. Education of the civilian population to provide a self-, interaction-module and first aid for closed injuries, fractures and traumatic shock-relativistic. — Geneva: World Health Organization (Pubrights, Oct. 11), 2007. — 16 p.
 20. **Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** Methodological approaches to teaching academic theme "Fractures" subject "First aid for injuries suffered during accidents, catastrophes and natural disasters" for humanitarian and technical universities // 18th World Congress for Disaster and Emergency Medicine, 23—31 May 2013 — Manchester, United Kingdom: Abstracts № 8630. URL: <https://www.xcdsystem.com/WCDEM13/abstract/abstract.cfm?CFID=8064765&CFTOKEN=67796645&jsessionid=d4308c48908ce4805e5b176c5234336a7e43> (дата обращения 25.02.2016)
 21. **Шаповалов К. А.** V Всероссийская конференция "Современное состояние и перспективы развития ОБЖ" г. Москва, 9—10 февраля 2005 г. // Жизнь и безопасность. — 2005. — № 1—2. — С. 127.
 22. **Шаповалов К. А.** Сроки реабилитации при переломах костей голени у моряков Северного бассейна // Современное состояние, перспективы развития морской медицины и гигиены водного транспорта: материалы Всесоюзной конференции, г. Москва, 25—27 мая 1983 г. — Одесса, 1983. — С. 86—88.
 23. **Шаповалов К. А., Шаповалова Л. А.** Государственный образовательный стандарт "Основы безопасности жизнедеятельности" и учебно-методический комплекс по дисциплине для гуманитарных, педагогических и технических университетов // Жизнь и безопасность. — 2005. — № 1—2. — С. 483—489.
 24. **Шаповалов К. А., Шаповалова Л. А.** Учебно-методический комплекс по дисциплине "Безопасность жизнедеятельности" (для университетов) // ОБЖ. Основы Безопасности Жизни. — 2005. — № 5. — С. 33—38.
 25. **Шаповалов К. А., Шаповалова Л. А.** Учебно-методический комплекс по дисциплине "Безопасность жизнедеятельности" (для университетов). Окончание // ОБЖ. Основы Безопасности Жизни. — 2005. — № 6. — С. 35—39.

K. A. Shapovalov, Professor, e-mail: stampdu@rambler.ru, Komi Republican Institute for Development of Education, Syktyvkar, **L. A. Shapovalova**, Doctor of the highest qualification category, Consultative Diagnostic Center of Republic of Komi, Syktyvkar

Bases of Didactics of Theme "Fractures" of Educational Module "The First (Pre-Medical Emergency) Assistance for Injuries Suffered During Accidents, Catastrophes and Natural Disasters" of Subject "Safety" for Humanitarian and Technical Universities

To prepare the public for the provision of the first (pre-medical emergency) care in algorithms of modern didactics curriculum of topic "Fractures" offered emergencies. Scroll to the next educational questions: 1) Definition of fractures; 2) Classification; 3) Features of fractures in children; 4) Tags: absolute, relative and local; 5) complications; 6) The first (pre-medical emergency); 7) Tires. Imposition of rules; 8) Immobilization of limb

standard tires and transport means at hand; 9) Features imposition of standard and improvised tire with fractures of the upper extremity; 10) Transport immobilization of bone fractures of the lower limb, spine and pelvis; 11) Methods of treatment of fractures.

Keywords: fractures, the first (pre-medical emergency) care, emergency situations, didactics

References

1. **Shapovalov K. A.** Treatment of open fractures in seafarers. *International Maritime Health*. 1991. V. 42. No. 1—4. P. 39—41.
2. **Shapovalov K. A.** Otkrytye perelomy v praktike sudovogo vracha. *Voenno-meditsinskij zhurnal*. 1994. No. 7. P. 58.
3. **Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** Perelomy: lekcija. Syktyvkar: Komi gosudarstvennyj pedagogicheskij institut, 1995. 5 p.
4. **Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** Klassifikacija perelomov. *Samo-, vzaimo- i pervaja medicinskaja pomoshh' pri travmah i neschastnyh sluchajah: uchebnoe posobie*. Syktyvkar: Syktyvkar'skij gosudarstvennyj universitet, 1995. P. 76—78.
5. **Shapovalov K. A.** Perelomy kostej v strukture travmatizma plavstostava severnogo bassejna. *Mediko-biologicheskie aspekty izuchenija i osvoenija Mirovogo okeana: tezisy dokladov IV Vsesojuznoj konferencii "Problemy nauchnyh issledovanij v oblasti izuchenija i osvoenija Mirovogo okeana"*. Vladivostok, 25—28 okt. 1983. Vladivostok, 1983. P. 7—8.
6. **Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** Perelomy i ih vidy. Absolutnyje, odnositel'nye i mestnye priznaki: lekcija. Syktyvkar: Komi respublikanskij institut razvitija obrazovanija, 2015. 12 p.
7. **Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** Perelomy u detej. *Osnovy bezopasnosti zhizni: Bezopasnost' i zashhita naselenija v chrezvychajnyh situacijah; Samo-, vzaimo- i pervaja medicinskaja pomoshh' pri travmah i neschastnyh sluchajah: uchebnoe posobie. — 2-e izd., pererab. i dopoln.* Syktyvkar: Komi gosudarstvennyj pedagogicheskij institut, 2002. P. 134.
8. **Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** Priznaki perelomov. *Osnovy bezopasnosti zhizni: Bezopasnost' i zashhita naselenija v chrezvychajnyh situacijah; Samo-, vzaimo- i pervaja medicinskaja pomoshh' pri travmah i neschastnyh sluchajah: uchebnoe posobie. — 3-e izd., pererab. i dopoln., CD.* Syktyvkar: Komi gosudarstvennyj pedagogicheskij institut, 2003. P. 167—168.
9. **Shapovalov K. A.** Mediko-social'nye aspekty travmatizma plavstostava rybopromyslovogo flota. *Problemy social'noj gigieny, zdravoohranenija i istorija mediciny*. 1995. No. 4. P. 17—25.
10. **Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** Rannie i pozdnie oslozhenija perelomov. *Osnovy bezopasnosti zhizni: Bezopasnost' i zashhita naselenija v chrezvychajnyh situacijah; Samo-, vzaimo- i pervaja medicinskaja pomoshh' pri travmah i neschastnyh sluchajah: uchebnoe posobie. — 4-e izd., pererab. i dopoln.* Syktyvkar: KRAGSiU, 2004. P. 138—139.
11. **Shapovalov K. A.** Charakteristika travm s povrezhdeniem kostnogo apparata u plavstostava na vodnom transporte. *Kazanskij medicinskij zhurnal*. 1989. Vol. 70. No. 6. P. 462—463.
12. **Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** Podgotovka naselenija k okazaniju samo-, vzaimo- i pervoj medicinskoj pomoshhi pri zakrytyh povrezhdenijah, perelomah i travmaticheskom shoke v uslovijah chrezvychajnyh situacij. *Zhizn' i bezopasnost'*. 2007. No. 1—2. P. 103—112.
13. **Shapovalov K. A.** Sistemnyj podhod k profilaktike travmatizma plavajushhego sostava. *Zhizn' i bezopasnost'*. 2005. No. 3—4. P. 166—178.
14. **Prikaz** Minzdravsocrazvitija Rossii ot 04.05.2012 No. 477n "Ob utverzhenii perechnja sostojanij, pri kotoryh okazyvaetsja pervaja pomoshh' i perechnja meroprijatij po okazaniju pervoj pomoshhi".
15. **Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** Podgotovka naselenija k okazaniju k samo-, vzaimo- i pervoj medicinskoj pomoshhi pri ranah i ih oslozhenijah v uslovijah chrezvychajnyh situacij. *Zhizn' i bezopasnost'*. 2006. No. 1—2. P. 127—140.
16. **Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** Ranenija i ukusy. *OBZh. Osnovy Bezopasnosti Zhizni*. 2008. No. 7. P. 58—63.
17. **Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** Podgotovka naselenija k okazaniju samo-, vzaimo- i pervoj medicinskoj pomoshhi pri krovotecenijah, termicheskikh, jelektricheskikh, himicheskikh, lucheovyh ozhogah i otmorozhenijah v uslovijah chrezvychajnyh situacij. *Zhizn' i bezopasnost'*. 2006. No. 3—4. P. 129—141.
18. **Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** Osnovy didaktiki uchebnoj temy "Obuchenie naselenija okazaniju pervoj pomoshhi pri termicheskikh porazhenijah: jelektricheskikh, termicheskikh i lucheovyh ozhogah, obmorozhenijah v uslovijah chrezvychajnyh situacij". *Bezopasnost' Zhiznedejatel'nosti*. 2015. No 4. P. 67—72.
19. **Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** Emergency Medicine. Education of the civilian population to provide a self-, interaction module and first aid for closed injuries, fractures and traumatic shock-relativistic. Geneva: World Health Organization (Pubrights, Oct. 11), 2007. 16 p.
20. **Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** Methodological approaches to teaching academic theme "Fractures" subject "First aid for injuries suffered during accidents, catastrophes and natural disasters" for humanitarian and technical universities. *18th World Congress for Disaster and Emergency Medicine, 23—31 May 2013*. Manchester, United Kingdom: Abstracts № 8630. URL: <https://www.xcdsystem.com/WCEM13/abstract/abstract.cfm?CFID=8064765&CFTOKEN=67796645&jsessionid=d4308c48908ce4805e5b176c5234336a7e43> (data accessed 25.02.2016).
21. **Shapovalov K. A.** V Vserossijskaja konferencija "Sovremennoe sostojanie i perspektivy razvitija OBZh" g. Moskva, 9—10 fevralja 2005. *Zhizn' i bezopasnost'*. 2005. No. 1—2. P. 127.
22. **Shapovalov K. A.** Sroki rehabilitacii pri perelomah kostej goleni u morjakov Severnogo bassejna. *Sovremennoe sostojanie, perspektivy razvitija morskoy mediciny i gigieny vodnogo transporta: materialy Vsesojuznoj konferencija, g. Moskva, 25—27 maja 1983* g. Odessa, 1983. P. 86—88.
23. **Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** Gosudarstvennyj obrazovatel'nyj standart "Osnovy bezopasnosti zhiznedejatel'nosti" i uchebno-metodicheskij kompleks po discipline dlja gumanitarnyh, pedagogicheskikh i tehniceskikh universitetov. *Zhizn' i bezopasnost'*. 2005. № 1—2. P. 483—489.
24. **Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** Uchebno-metodicheskij kompleks po discipline "Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti" (dlja universitetov). *OBZh. Osnovy Bezopasnosti Zhizni*. 2005. No. 5. P. 33—38.
25. **Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** Uchebno-metodicheskij kompleks po discipline "Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti" (dlja universitetov). Okonchanie. *OBZh. Osnovy Bezopasnosti Zhizni*. 2005. No. 6. P. 35—39.

Рецензия

на учебник Н. Г. Занько, К. Р. Малаяна, О. Н. Русака "Безопасность жизнедеятельности": изд. 15-е, испр. и доп. / Под ред. О. Н. Русака (СПб.: Лань, 2016. 696 с.)

Review

to manual of N. G. Zanko, K. R. Malayan, O. N. Rusak "Life Safety": edition 15, correct and supplement / Edited by O. N. Rusak (Saint-Petersburg: Lan', 2016. 696 p.)

Вышло в свет 15-е издание известного учебника "Безопасность жизнедеятельности" представителей петербургской научной школы Н. Г. Занько, К. Р. Малаяна, О. Н. Русака. Учебник, предназначенный для студентов, изучающих учебную дисциплину "Безопасность жизнедеятельности" (БЖД), являющуюся одной из пяти обязательных федеральных дисциплин для всех направлений подготовки и специальностей высшего профессионального образования, может быть полезен также для научных и практических работников, работающих в различных областях знаний.

В учебнике системно изложены основные положения безопасности жизнедеятельности.

В первом разделе обстоятельно рассмотрены теоретические и медико-биологические основы БЖД.

Во втором разделе под названием "Человек в мире опасностей" детально проанализированы все окружающие и сопровождающие человека на протяжении его жизни опасности различного характера: антропогенные, природные, биологические, техногенные, социальные, экологические.

В третьем разделе под названием "Безопасность в чрезвычайных ситуациях", являющейся органической составной частью дисциплины "Безопасность жизнедеятельности", последовательно раскрыты особенности защитных действий в экстремальных и чрезвычайных ситуациях различного характера, в том числе изложены и актуальные для современного мира угрозы, исходящие от терроризма.

К положительным особенностям рецензируемого учебника, особенно для студентов технического профиля, следует отнести четвертый раздел под названием "Безопасность деятельности в условиях производства", в котором подробно проанализированы актуальные в настоящее время вопросы охраны труда; освещен современный взгляд на ее экономические аспекты; всесторонне рассмотрены меры профилактики и защиты от многочисленных опасных и вредных факторов производственной среды, а также основы промышленной и пожарной безопасности и безопасности в чрезвычайных ситуациях.

Особенностью БЖД как области научных знаний является ее логическая связь со многими дисциплинами различной природы. Знание этих зависимостей необходимо для системного анализа вопросов безопасности.

Весьма интересной и своевременной выглядит приведенная в новой главе учебника тема о процессах глобализации современного мира, которые идут во всех сферах человеческих отношений. Глобализация порождает глобальные проблемы, кризисы, противоречия, опасности. Она является объективным феноменом, который пока мало изучен. Современный этап глобализации начался в конце 1960-х гг., когда ученые Римского клуба попытались предсказать будущее человечества и в своих первых исследованиях получили неутешительные результаты.

Для выживания человечества были сформулированы определенные идеи, которые могли бы обеспечить экономически, социально и экологически устойчивое развитие общества. В частности, основные идеи специалистов Римского клуба сводились к следующему: человек в своей деятельности должен исходить из возможностей окружающей его среды; возможности человека имеют физические и психологические пределы; необходимо изменить

устройство мира; как разместить на планете людей, которых становится все больше; как должно быть организовано производство, чтобы обеспечить потребности людей.

Опасности современного мира угрожают всему населению земного шара. Защита от них возможна только совместными усилиями.

К глобальным проблемам безопасности жизнедеятельности авторы учебника из множества процессов относят следующие: рост численности населения планеты; возрастающий недостаток продуктов питания; загрязнение воздушной среды; загрязнение гидросферы; уменьшение озонового слоя; опасные космические объекты; экстремальные и чрезвычайные ситуации различного происхождения. Перечисленные проблемы в итоге порождают опасности для человека, в совокупности возникает угроза жизни на планете.

Задача осознания процессов глобализации сводится не только к попыткам поиска причин опасных процессов, идущих на Земле, но и предложению мер по их решению. Необходимо заметить, что так называемые локальные проблемы настолько распространены по земному шару, что их можно считать глобальными. Таким образом, в современном глобальном мире возникла глобальная система опасностей, угрожающая населению земного шара. Задача состоит в том, чтобы создать глобальную систему безопасности жизнедеятельности.

Концептуальные вопросы глобальной безопасности формируются прежде всего в рамках ООН. И если обратиться к основополагающим документам, разработанным на высших форумах по устойчивому развитию, то первоочередное место в них отводится социальным, а также экологическим вопросам: ликвидации крайней нищеты и голода; сокращению детской смертности, охране материнства; обеспечению экологической устойчивости; "зеленой" экономике.

По мнению авторов учебника, область научных знаний "Безопасность жизнедеятельности" на данном этапе выполняет текущие задачи, однако в перспективе она нуждается в совершенствовании и развитии с учетом глобальных проблем, требующих своего осмысления и обобщения.

СOLIDНЫЙ объем издания позволяет найти ответ и получить соответствующую информацию по многочисленным и самым разнообразным вопросам безопасности. Учебник является хорошим подспорьем как для молодых, так и для опытных преподавателей и может служить определенным справочным изданием.

К недостаткам можно отнести небольшое число расчетных методик и примеров, прежде всего в области производственной безопасности, что отчасти объясняется общепрофессиональным статусом дисциплины, а также нежеланием увеличивать объем.

Оценивая очередное издание учебника "Безопасность жизнедеятельности" в целом, можно одобрить стремление его авторов идти в ногу со временем и пожелать им успеха в развитии идей по формированию учения о глобальной безопасности жизнедеятельности.

М. П. Федоров, академик РАН,
президент, Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого, e-mail: M.Fedorov@spbstu.ru

100 лет противогазу Н. Д. Зелинского

(по материалам книги А. Н. Зелинского "Защита творения")

(к 100-летию противогаза Н. Д. Зелинского). М.: Русский Вестник, 2015. 203 с.)

100 Years Gas Mask N. D. Zielinsky

(based on the book A. N. Zelinsky "Creations Protection" (the 100th anniversary of the gas mask N. D. Zelinsky). M.: Russian Vestnik, 2015. 203 p.)

Способность ядовитых веществ вызывать гибель людей и животных была известна с незапамятных времен, начиная с гомеровских греков, окуривавших серой осажденную ими Трою. В XIX веке ядовитые вещества стали применяться в ходе боевых действий большого масштаба. В Крымской войне во время осады Севастополя английская армия применяла сернистый газ для "выкуривания" обороняющихся русских гарнизонов из инженерных соединений. Позднее, в 1899—1902 гг. во время англо-бурской войны англичане применяли экспериментальные артиллерийские снаряды, начиненные пикриновой кислотой, способной вызывать рвоту у пострадавших. К концу XIX столетия угроза применения ядовитых и удушающих газов стала реальной. Это нашло отражение во второй декларации Гаагской мирной конференции 1899 г., созданной по инициативе императора Николая II, где объявлялся запрет на применение боеприпасов, единственным предназначением которых было вызывать отравление живой силы противника. Однако рождение химического оружия как средства ведения вооруженной борьбы в современном понимании следует относить ко времени Первой мировой войны.

22 апреля 1915 г. немцы в районе Ипра, на стыке французского и британского фронтов, впервые осуществили газобаллонную химическую атаку. В результате отравления хромом из 12 тысяч канадцев спустя пять дней остались в живых только 2 тысячи. 31 мая того же года немцы повторили подобную атаку на русско-германском фронте под Варшавой, применив на пространных длине 12 км 12 тысяч баллонов с газами.

Будучи в конце XIX века одним из создателей современной органической химии, Н. Д. Зелинский, как никто другой, оценил новизну и опасность, массовость нового оружия.

Николай Дмитриевич Зелинский родился 7 февраля (25 января) 1861 г. в Тирасполе — уездном городе бывшей Херсонской губернии, в дворянской семье. О предках его сохранилось очень мало сведений. Отец скончался от быстротечной чахотки в 1863 г. Два года спустя от той же болезни умерла его мать. Осиротевший мальчик остался на попечении своей бабушки М. П. Васильевой.

Первоначальное образование будущий ученый получил дома, затем в уездном училище г. Тирасполя и, наконец, в Ришельевской гимназии в Одессе. Переломным моментом в выборе жизненного пути было знакомство Н. Д. Зелинского с И. М. Сеченовым, который в середине 1870-х гг. читал публичные лекции в Большой химической аудитории Новороссийского (Одесского) университета. В 1880 г. Н. Д. Зелинский поступил на естественноисторическое отделение

физико-математического факультета Новороссийского (Одесского) университета. В стенах этого учебного заведения работали крупнейшие российские ученые: И. М. Сеченов, И. И. Мечников, Н. Н. Соколов, Н. А. Умов, П. Г. Меликишвили, А. О. Ковалевский, А. А. Вериги и др. С первого курса Н. Д. Зелинский решил посвятить себя органической химии. Под руководством профессора П. Г. Меликишвили он выполнил свою первую научную работу, которая была опубликована в мае 1884 г. в Журнале физико-химического общества. В 1884 г. Н. Д. Зелинский окончил университет и был оставлен на кафедре химии, а в 1885 г. был командирован в качестве стипендиата факультета в Германию.

Для стажировки были выбраны лаборатории Йоханнеса Вислиценуса в Лейпциге и Виктора Мейера в Геттингене, где большое внимание уделялось вопросам теоретической органической химии и явлениям изомерии и стереохимии. Пытаясь выяснить строение тиофена, В. Майер предложил Н. Д. Зелинскому осуществить синтез тетрагидротиофена, в ходе этой работы был получен промежуточный продукт — дихлорэтилсульфид (названный впоследствии ипритом), оказавшийся сильнейшим ядом, от которого молодой ученый сильно пострадал, получив ожоги рук и тела. Так будущий создатель противогаза впервые получил одно из самых коварных отравляющих веществ и стал первой его жертвой.

Н. Д. Зелинский пришел в химию на рубеже эпох, когда крестьянская Россия только входила в число промышленных государств мира. Химия была его первой и единственной научной любовью, которой он не изменял на протяжении всей своей долгой, почти столетней, плодотворной жизни (1861—1953). Он вошел в химию, когда еще не существовало ни каталитической химии, ни физической химии, ни фармакохимии, ни биогеохимии, ни химической защиты, и, несомненно, стоял у колыбели этих научных дисциплин, и по праву может называться их "отцом", наряду с Пастером, Менделеевым, Ле-Шателье, Вернадским, Вислиценусом и многими, многими другими.

Николай Дмитриевич сразу же обратил внимание на то, что в тех немногих случаях, когда солдаты оставались живыми после газовой атаки, они прибегали к весьма простым способам защиты: дышали через тряпку, смоченную водой или уриной, через рыхлую землю либо плотно закрывали голову шинелью, оставаясь без движения во время газовой атаки. Это навело его на мысль применить такое защитное средство, действие которого было бы в принципе аналогично действию шинели или почвы, однако с гораздо большим адсорбционным коэффициентом. Иначе говоря,



нужно было найти универсальный поливалентный химический поглотитель. Задумываясь над тем, почему именно этот способ защиты в ряде случаев оказывался эффективным, Николай Дмитриевич пришел к заключению, что рыхлая земля и плотная шинель играли роль обыкновенных фильтров. Это привело ученого к уверенности, что для универсального противогаса нужен универсальный поглотитель, для которого был бы совершенно безразличен химический характер газа. И вот в поисках такого поглотителя он и пришел к идее использовать в этом качестве обыкновенный древесный уголь, адсорбционная способность которого была открыта русским ученым академиком Т. Е. Ловицем еще в 1875 г. Для подтверждения правильности этой идеи нужен был опыт, и один из первых таких опытов, который оказался решающим, Николай Дмитриевич провел на самом себе.

В одну из изолированных комнат Центральной лаборатории Министерства финансов в Петрограде были одновременно введены два газа — хлор и фосген в такой концентрации (0,1...0,5 про mille), что находиться в этой атмосфере было практически невозможно. Однако ученый, завернув в свой носовой платок около 50 г размельченного на мелкие кусочки угля и плотно прижав их к лицу, закрыв при этом глаза, смог пробыть в этом помещении несколько минут. Когда он вышел, у всех присутствовавших при этом опасном эксперименте вырвался вздох облегчения. Это была победа и одновременно начало тернистого пути реализации научной идеи.

Таким образом, сама идея применить древесный уголь в качестве поглотителя оказалась поразительной по своей простоте. Однако сразу же стало ясно, что природные адсорбционные свойства древесного угля недостаточны для осуществления эффективной противогасовой защиты. Но здесь Н. Д. Зелинским был быстро найден выход: если природная активность угля недостаточна, рассуждал он, то ее следует повысить искусственным образом, т. е. "оживить уголь".

И после многих опытов Николаю Дмитриевичу это удалось. Он прокаливал мокрый уголь при высокой температуре. Уголь освобождался от последних остатков смолистых веществ, которые еще загрязняли его поверхность, и способность угля поглощать газы возрастала в несколько раз. Такой уголь называли активированным.

Метод "оживления", или активации, угля был в кратчайшие сроки разработан Н. Д. Зелинским вместе со своим учеником и сотрудником В. С. Садиковым. В результате этих работ была установлена громадная разница в поглотительной способности обыкновенного и активированного угля. Так, например, оказалось, что если активность обыкновенного угля по хлору равна

11,5 и по фосгену 12,8, то активность активированного — соответственно 36,5 и 46. Итак, древесный уголь, активированный методом Н. Д. Зелинского, давал все основания надеяться на его успешное применение в качестве универсального поглотителя в случае применения противником боевых концентраций отравляющих веществ. Уже в начале августа 1915 г. ученый впервые доложил о найденном им средстве защиты на заседании противогасовой комиссии в Петрограде.

Оставалось решить конструктивную задачу — создать респиратор, полностью изолирующий дыхательные пути от окружающей атмосферы и направляющий вдыхаемый воздух через слой угля. Эту задачу решил инженер Куммант с Петроградского завода "Треугольник", предложивший герметически облегающую лицо маску из резины. Первое испытание уже готового противогаса Н. Д. Зелинский также провел над собой, как и первый опыт с активированным углем. В маске, снабженной респиратором, где находился активированный уголь, он смог пробыть до получаса, не испытывая при этом никаких неприятных ощущений.

Первые же испытания противогаса на фронте дали положительный результат. Противогаз Н. Д. Зелинского оказался надежнее всех других средств и систем противохимической защиты.

Всего за время войны, начиная с весны 1916 г., в действующую армию было отправлено 11 185 750 противогасов. Цифра говорит сама за себя, особенно если учесть, что численность русской армии в этот период не превышала 6,5 миллиона человек. Наличие противогасов в боевых частях русской армии в течение 1916—1917 гг. спасло жизнь миллионам русских людей. В потоке писем, которые шли к Н. Д. Зелинскому с фронта от солдат и офицеров русской армии, звучали слова благодарности и признательности за великое изобретение. Имя Н. Д. Зелинского стало достоянием всей России.

Со времени этого замечательного изобретения прошло уже 100 лет. За это время техника противохимической защиты не стояла на месте, а развивалась параллельно с развитием всей военной техники. Изменились во многом способы ведения войн, но угроза химической войны еще не ушла в историю. Вот почему не ушел в историю противогаз Н. Д. Зелинского, который и сейчас лежит в первооснове существующей противохимической защиты.

Е. Г. Раковская, канд. хим. наук,
доц. кафедры безопасности жизнедеятельности,
e-mail: erakovskaya@yandex.ru,

О. А. Кудряшова, асп., Санкт-Петербургский
государственный лесотехнический университет
им. С. М. Кирова

Учредитель ООО "Издательство "Новые технологии"

ООО "Издательство "Новые технологии". 107076, Москва, Стромнинский 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 *Е. В. Комиссарова*

Сдано в набор 05.05.16. Подписано в печать 21.06.16. Формат 60 × 88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная. Заказ ВГ716.

Журнал зарегистрирован в Министерстве Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания

и средств массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации ПИ № 77-3762 от 20.06.2000.

Оригинал-макет ООО "Авансед солюшнз".

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