



# БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Издается с января 2001 г.

**Редакционный совет:**

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

**Главный редактор**

РУСАК О. Н., д.т.н., проф.

**Зам. главного редактора**

ПОЧТАРЕВА А. В.

**Редакционная коллегия:**

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

2(194)  
2017

## СОДЕРЖАНИЕ

### ОХРАНА ТРУДА

- Уваев В. В., Гайдай В. В., Пухачева Э. Н., Рязанова Л. З., Матвеева В. Ю., Барягина О. В.** Исследование путей развития перспективных образцов средств индивидуальной защиты военнослужащих ..... 3
- Данилова С. В.** Результаты экспериментальных и производственных опытов подавления мелкодисперсной жидкостью почвенной пыли, выделяемой из вороха корнеплодов при их выгрузке в приемный бункер ..... 7

### ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

- Колганов Е. Г.** Международная практика управления здоровьем персонала ..... 12

### ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Иванова М. В., Глебова Е. В.** Обзор исследований по развитию профессионального отбора на предприятиях топливно-энергетического комплекса ..... 17

### ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

- Мартынюк В. Ф.** Экологический риск антропогенных воздействий ..... 23

### ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ

- Симонян В. В., Тамразян А. Г.** Вероятностный анализ потенциальных возможностей оползневых смещений ..... 28

### ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Сидоров А. И., Семенцова Ю. С.** Пожарная опасность схлестываний проводов воздушных линий электропередачи напряжением 0,4 кВ ..... 32
- Ушаков Д. В., Карпов А. В., Барановский А. С., Усолкин С. В.** Анализ существующих нормативных требований по обеспечению безопасности маломобильных групп населения при пожарах ..... 36

### РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Барбин Н. М., Колбин Т. С., Терентьев Д. И., Алексеев С. Г.** Компьютерное моделирование термических процессов с участием радионуклидов U, Pu и Eu при утилизации радио-активного графита в инертной атмосфере ..... 40

### РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

- Пенджиев А. М.** "Зеленая" индустриализация: сравнительный анализ переработки и утилизации твердых бытовых отходов ..... 46

### ОБРАЗОВАНИЕ

- Алексеев С. В., Данченко С. П., Костецкая Г. А.** Экологическая концепция школьного курса "Основы безопасности жизнедеятельности" и методики его изучения ..... 59

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



# LIFE SAFETY

## BEZOPASNOST' ŽIZNEDATEL'NOSTI

The journal published since  
January 2001

### Editorial board

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

### Editor-in-chief

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

### Deputy editor-in-chief

POCHTAREVA A. V.

### Editorial staff

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

2(194)  
2017

## CONTENTS

### LABOUR PROTECTION

- Uvaev V. V., Gaidai V. V., Puhacheva E. N., Ryazapova L. Z., Matveeva V. Y., Barnyagina O. V.** Ways Study of Advanced Designs Soldiers Personal Protective Equipment ..... 3  
**Danilova S. V.** The Results of Experimental and Industrial Experiments Suppressing Liquid Fine Soil Dust Emitted from the Piles of Root Vegetables at their Unloading into the Receiving Hopper ..... 7

### POPULATION HEALTH

- Kolganov E. G.** International Practice of Management of Health of Personnel ..... 12

### INDUSTRIAL SAFETY

- Ivanova M. V., Glebova E. V.** A Review of Research on the Development of Personnel Selection at the Enterprises of Fuel and Energy Complex ..... 17

### ENVIRONMENT PROTECTION

- Martynyuk V. Ph.** Environmental Risk of Antropogenic Impact ..... 23

### SITUATION OF EMERGENCY

- Simonyan V. V., Tamrazyan A. G.** Probabilistic Analysis of Potential Opportunities Landslide Displacement ..... 28

### FIRE SAFETY

- Sidorov A. I., Sementsova Ju. S.** The Fire Risk of Cross-Wipping of the Overhead Transmission Lines of 0,4 kV Voltage ..... 32  
**Ushakov D. V., Karpov A. V., Baranovski A. S., Usolkin S. V.** The Analysis of the Existing Code Requirements on the Maintenance of Disabled People Safety at Fires ..... 36

### RADIATION SAFETY

- Barbin N. M., Kolbin T. S., Terentyev D. I., Alexeev S. G.** Computer Modeling of the Thermal Processes Involving Radionuclides of U, Pu and Eu in the Utilization of Radioactive Graphite in an Inert Atmosphere ..... 40

### REGIONAL PROBLEMS OF SAFETY

- Penjiev A. M.** "Green" Industrialization: the Comparative Analysis of Recycling and Processing of Firmly Household Waste ..... 46

### EDUCATION

- Alekseev S. V., Danchenko S. P., Kostetckaia G. A.** Ecological Concept of the School Course "Basics of Life Safety" and Methods of its Study ..... 59

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

УДК 614.89

**В. В. Уваев**, канд. хим. наук, ген. директор, e-mail: kazhimnii@yandex.ru,  
**В. В. Гайдай**, канд. техн. наук, зам. ген. директора,  
**Э. Н. Пухачева**, канд. техн. наук, зам. нач. лаборатории,  
**Л. З. Рязанова**, канд. техн. наук, советник ген. директора,  
**В. Ю. Матвеева**, канд. хим. наук, зам. нач. лаборатории,  
**О. В. Барнягина**, канд. хим. наук, нач. лаборатории, АО "Казанский химический научно-исследовательский институт"

## **Исследование путей развития перспективных образцов средств индивидуальной защиты военнослужащих**

*Рассмотрен комплекс мер, обеспечивающих химическую и биологическую безопасность страны, включающий укрепление и повышение боеспособности Вооруженных Сил Российской Федерации, обеспечение военнослужащих средствами защиты от воздействия радиационных, химических и биологических поражающих факторов. Отмечено, что разработка современной экипировки военнослужащих является одной из приоритетных задач государства в плане модернизации и переоснащения вооруженных сил средствами индивидуальной защиты.*

**Ключевые слова:** химическая и биологическая безопасность, радиационные, химические и биологические поражающие факторы, средства индивидуальной защиты, боевая экипировка

### **Введение**

Обеспечение химической и биологической безопасности страны является одной из важнейших задач государства. Проблема эта многоплановая и включает комплекс социально-экономических, политико-правовых, организационно-технических, специальных мер, в том числе, обеспечение военной безопасности, укрепление и повышение боеспособности Вооруженных Сил Российской Федерации (ВС РФ) [1].

Быстро меняющаяся внешнеполитическая обстановка в мире, возрастающая угроза химического и биологического терроризма требуют постоянного внимания к материально-техническому обеспечению ВС РФ, совершенствованию средств индивидуальной защиты военнослужащих от воздействия радиационных, химических и биологических (РХБ) поражающих факторов. Разработка перспективных образцов экипировки военнослужащих является одной из приоритетных задач государства в плане модернизации и переоснащения ВС РФ средствами РХБ защиты.

Средства индивидуальной защиты (СИЗ) человека, включающие два важнейших модуля — средства защиты органов дыхания (СИЗОД) и средства защиты кожных покровов (СИЗК), характеризуются многообразием возлагаемых

на них функций: защиту человека от поражающих химических и биологических факторов, открытого пламени, теплового или радиационного излучения, неблагоприятного воздействия окружающей среды, а при определенных условиях обеспечение маскировки. Конкретные условия эксплуатации СИЗ определяют требования к уровню защитных свойств [2].

### **Средства индивидуальной защиты фильтрующего типа**

При необходимости обеспечить защиту от паров и газов опасных веществ используют СИЗ фильтрующего типа (СИЗ ФТ). Назначение защитной одежды фильтрующего типа — фильтрация и очистка зараженного воздуха, поступающего к телу человека, через пакет материалов, содержащий специальный химзащитный материал. Очистка зараженного воздуха основана на принципах адсорбции или хемосорбции токсичных веществ химзащитным материалом. Защита кожных покровов тела человека от воздействия открытого пламени и огнесмесей обеспечивается использованием материала с огнезащитной отделкой или с негорючим дискретным полимерным покрытием. Эти же материалы обеспечивают защиту от биологических опасных факторов,  $\alpha$ - и частично  $\beta$ - излучения, радиоактивных аэрозолей.



Примером СИЗ ФТ является общевойсковой защитный комплект ОЗК-Ф, в состав которого входит комплект защитной фильтрующей одежды и средство защиты органов дыхания. Комплект предназначен для защиты военнослужащих от паров и аэрозолей высокотоксичных химических веществ, бактериальных и радиоактивных аэрозолей, огнесмесей и открытого пламени. Защиту от воздействия газообразных токсичных веществ обеспечивает химзащитный материал на основе активных углеродных волокон, наполненных высокодисперсным активированным углем, и дублированный трикотажными полотнами.

Базовый комплект боевой индивидуальной экипировки военнослужащих различных родов войск по основным характеристикам находится на уровне лучших зарубежных аналогов и является основой для формирования комплектов экипировки военнослужащих различных специальностей.

На основе экипировки первого поколения разработан комплект "Ратник", представляющий собой комплекс современных средств защиты, связи, оружия и боеприпасов. В состав комплекта "Ратник" включено порядка десяти подсистем, созданных по модульному принципу и приспособленных для действий в самых разных условиях. В число элементов боевой экипировки входит защитный комбинезон, изготовленный из огнестойкой ткани. Вместе с комплектом бронезащиты, включающим в себя бронезилет и бронешлем, противоосколочными защитными очками защитный комбинезон способен снизить поражающее действие осколков гранат, мин и снарядов.

Единая боевая экипировка с интегрированной РХБ защитой военнослужащих различных родов войск сможет полностью соответствовать требованиям, предъявляемым к экипировке "солдата будущего".

### **Средства индивидуальной защиты изолирующего типа**

В условиях возможного воздействия жидкой фазы токсичных химических веществ или высоких концентраций паров этих веществ, при проведении мероприятий в очагах опасных и особо опасных инфекций используется принцип частичной или полной изоляции человека от зараженной окружающей среды. При частичной изоляции человека используются СИЗК изолирующего типа и СИЗОД фильтрующего типа. Полная изоляция человека от окружающей среды с использованием средств индивидуальной защиты изолирующего типа (СИЗ ИТ) обеспечивает его безопасность и работоспособность в течение заданного времени при воздействии различных поражающих факторов.

Особенности защитной одежды изолирующего типа заключаются в том, что исключается контакт с внешней средой, жизнедеятельность человека

обеспечивается созданием в изолированном дыхательном контуре искусственной газовой среды, пригодной для нормального дыхания человека. Безопасность человека, одетого в защитную одежду изолирующего типа, зависит от используемого материала, конструкции и герметичности изделия.

Резинотканевые материалы обеспечивают высокую степень защиты при воздействии поражающих факторов химической и биологической природы, открытого пламени и теплового излучения. Решающая роль в обеспечении защиты от паров и жидкой фазы токсичных химических веществ принадлежит полимерному покрытию на основе синтетических каучуков и термопластичных полимеров. При этом защитные свойства определяет тип полимера, входящего в состав покрытия.

В зависимости от конструктивного исполнения можно выделить:

— изолирующие костюмы скафандрового типа автономные, в которых дыхательный аппарат или изолирующий противогаз располагается в подкостюмном пространстве;

— изолирующие костюмы, в которых дыхательный аппарат или противогаз располагается поверх костюма, а капюшон комбинезона по линии обтюрации имеет уплотнительную лицевую манжету или вклеенную панорамную маску;

— изолирующие костюмы в виде куртки с капюшоном и полукомбинезона (или брюк), которые используются преимущественно с противогазом фильтрующего типа.

Герметичность костюмов обеспечивается герметизацией соединительных швов изделий проклеечной лентой с использованием клеев холодной вулканизации.

Одним из первых отечественных СИЗ изолирующего типа является костюм легкий защитный Л-1, изготовленный из прорезиненной ткани на основе композиции эластомеров. Предназначен костюм Л-1 для защиты кожи, одежды и обуви от РХБ опасных факторов при выполнении дезактивационных, дегазационных и дезинфекционных работ. Облегченный костюм Л-1 (масса костюма около 3 кг) прост в изготовлении и использовании, имеет невысокую стоимость. Однако конструкция костюма не обеспечивает полную герметичность.

В общевойсковой защитный комплект ОЗК входят плащ ОП-1, защитные чулки и защитные перчатки двух видов (зимние и летние). В сочетании с фильтрующим противогазом или респиратором плащ ОП-1 используется для защиты кожных покровов человека от РХБ опасных факторов — отравляющих веществ, биологических средств и радиационной пыли. Конструкция защитного плаща ОП-1 позволяет использовать его в виде накидки с рукавами или в форме комбинезона.

Средством защиты многократного применения является защитный многослойный костюм

с вентилируемым подкостюльным пространством КЗВП-М, предназначенный для защиты личного состава от РХБ опасных факторов при выполнении работ по ликвидации аварий на химических и радиационно опасных объектах. В состав КЗВП-М входит комбинезон изолирующий и комбинезон фильтрующий, жилет, утеплитель, перчатки защитные и хлопчатобумажные, сапоги резиновые кислото-щелочестойкие, узел очистки и подачи воздуха (УОПВ). Этот костюм эксплуатируется при температуре окружающего воздуха от  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Для защиты личного состава Военно-Морского Флота используются комплекты многократного применения, обеспечивающие защиту кожных покровов, обмундирования и обуви личного состава от РХБ опасных факторов. Некоторые из этих средств защиты технически устарели и требуют модернизации.

В 2013 г. в АО "КазХимНИИ" по заданию МО РФ разработан комплект СИЗ для персонала химических и биологических опасных объектов и для специальных мобильных диагностических групп. Комплект представляет собой целый комплекс средств защиты и включает СИЗ изолирующего и фильтрующего типа, предназначенные для использования в зонах с разным уровнем опасности. Комплект СИЗ позволяет предотвратить или максимально снизить уровень воздействия на человека вредных и опасных факторов в процессе проведения мероприятий оперативного выявления источников опасных и особо опасных инфекционных заболеваний.

Анализ имеющихся в нашей стране средств индивидуальной защиты военнослужащих от РХБ опасных факторов показал, что в Российской армии еще используются СИЗ, созданные в прошлом веке, но они не потеряли свои защитные свойства и сегодня. В настоящее время разрабатываются принципиально новые средства защиты, отвечающие нормативным требованиям.

### **Перспективные средства индивидуальной защиты**

Создание перспективных СИЗ должно базироваться на использовании новых современных материалов:

- облегченных прорезиненных материалов с широким спектром защитных свойств, включая огнестойкость и повышенную стойкость к воздействию высокотоксичных химических веществ;
- многослойных пленочных материалов с высоким уровнем защитных свойств, пониженной жесткостью и улучшенной драпируемостью.

Одним из важнейших направлений создания перспективных образцов СИЗ является облегченная защитная одежда мембранного типа, которая войдет в состав боевой экипировки в качестве

защитного слоя. Мембранные технологии предусматривают получение новых классов термически и химически стойких мембранообразующих полимеров с функциональными группами разной природы (ароматических полиамидов, полиимидов, полиамидоимидов, полигетероариленов и др.) [3].

Использование в СИЗ материалов с мембранным слоем, обладающим селективной проницаемостью, обеспечивает физиолого-гигиенические свойства на уровне воздухопроницаемых фильтрующих материалов и защитные свойства на уровне изолирующих материалов. Степень комфортности защитной одежды, включающей в пакет материалов селективно-проницаемую мембрану, зависит от воздухо-, паро- и влагопроницаемости тонкого мембранного слоя и возможности перераспределения тепловой нагрузки на организм человека. Основным показателем качества мембраны является паропроницаемость, среднее значение которой составляет в среднем  $2500\text{ г/м}^2$  за 24 ч [3].

Специфические свойства мембран позволяют создавать костюмы с более высокими защитными свойствами и улучшенными физиолого-гигиеническими характеристиками при снижении их массы и объема. Реализация технологии селективно проницаемых мембран уменьшит или исключит применение активированного угля в новой защитной одежде.

В последнее десятилетие в большинстве развитых стран — в США, Японии, Китае, Корее, в европейских странах широко проводятся исследования по созданию самодегазируемых материалов с использованием наноразмерных оксидов металлов: титана, цинка, циркония и некоторых других. Явление самодегазации основано на фотокаталитическом окислении органических примесей и микроорганизмов на поверхности пористого носителя с внедренным фотокатализатором под воздействием ультрафиолетового (УФ) излучения. Наиболее часто в фотокаталитическом процессе используется диоксид титана  $\text{TiO}_2$  как один из самых химически и термически стабильных и нетоксичных продуктов [4].

Эффект фотокаталитического окисления основан на переходе нанокристаллической структуры диоксида титана при получении кванта света в электронно-возбужденное состояние и образовании активных кислородсодержащих частиц, которые окисляют химические соединения и инициируют их дальнейшее превращение вплоть до полной минерализации. На поверхности диоксида титана под воздействием УФ ( $\lambda < 400\text{ нм}$ ) или солнечного излучения в присутствии влаги воздуха могут быть окислены до углекислого газа и воды многие органические соединения.

За рубежом диоксид титана широко используется для получения антимикробных, дезодорирующих, самодегазируемых материалов, а также для очистки и дезинфекции воздуха, например, в самолетах, казармах и т. д.



В России исследования по фотокаталитической очистке воздуха и созданию самодегазируемых материалов ведутся в нескольких научных центрах. В АО "КазХимНИИ" совместно с Институтом катализа имени Г. К. Бореского СО РАН разработан способ получения фильтрующе-сорбирующего материала с внедренным фотокатализатором, который проявляет фотокаталитическую активность при комнатной температуре при облучении УФ или солнечным светом. Однако такой материал неактивен при видимом свете ( $\lambda > 400$  нм). Поэтому очередной задачей является разработка технологии получения самодегазируемого композиционного материала на основе диоксида титана, фотокаталитически активного под видимым светом, что достигается легированием диоксида титана благородными металлами или оксидами других металлов-полупроводников.

Исследование путей развития перспективных образцов СИЗ в России позволяет выделить основные направления:

— разработка облегченных СИЗ ИТ многократного использования с высоким уровнем защитных и эксплуатационных характеристик на основе композиционных материалов, обеспечивающих защиту от нескольких поражающих факторов различной природы;

— разработка СИЗ ФТ с использованием селективно-проницаемых мембран, обеспечивающих высокий уровень защитных и физиолого-гигиенических характеристик;

— разработка нового поколения СИЗ с использованием самодегазируемых материалов с внедренным фотокатализатором;

— использование модульно-интеграционного принципа построения СИЗ в составе боевой экипировки военнослужащих;

— улучшение физиолого-гигиенических характеристик защитной одежды с помощью управления тепловым режимом в подкостюмном пространстве СИЗ ИТ за счет изменения технологии подачи очищенного воздуха на дыхание и в подкостюмное пространство.

Средства индивидуальной защиты в России развиваются по ключевым направлениям, основу которых составляют критические для данной области технологии.

### Список литературы

1. **Шаваев А. К.** Национальная безопасность как сложная комплексная система, ее сущность и структура // *Безопасность*. — 2009. — № 1—2. — С. 181—190.
2. **Фатхутдинов Р. Х., Моисеенко С. К.** Аварийные средства индивидуальной защиты спасателей. Актуальные проблемы теории и практики. — Казань: Отечество. — 2009. — 248 с.
3. **Платэ Н. А.** Мембранные технологии — авангардное направление развития науки и техники XXI века // *Критические технологии. Мембраны*. — 2002. — № 1. — С. 2—12.
4. **Воронцов А. В.** Фотокаталитические превращения органических соединений серы и  $H_2S$  // *Успехи химии*. — 2008. — Т. 77. — № 10. — С. 973—991.

**V. V. Uvaev**, General Director, **V. V. Gaidai**, Deputy General Director, **E. N. Puhacheva**, Deputy Head of Laboratory, e-mail: pukhacheva.ela@mail.ru, **L. Z. Ryazapova**, Adviser of General Director, **V. Y. Matveeva**, Deputy Head of Laboratory, **O. V. Barnyagina**, Head of Laboratory, JSK "Kazan Chemical Research Institute"

## Ways Study of Advanced Designs Soldiers Personal Protective Equipment

*The complex of measures ensuring chemical and biological security of the country, include strengthening and increasing the combat capability of the Armed Forces of the Russian Federation, to ensure the military means of protection from the effects of radiation, chemical and biological damaging factors. The development of modern military equipment is one of the priority tasks of the state in terms of modernization and re-equipment of the armed forces of personal protective equipment.*

**Keywords:** *chemical, biological, radiation, chemical and biological affecting factors, personal protective equipment, military equipment*

1. **Shavaev A. K.** Nacional'naya bezopasnost' kak slozhnaya kompleksnaya sistema, ee sushchnost' i struktura. *Bezopasnost'*. 2009. № 1—2. P. 181—190.
2. **Fathutdinov R. H., Moiseenko S. K.** Avariynye sredstva individual'noj zashchity spasatelej. Aktual'nye problemy teorii i praktiki. Kazan': Otechestvo, 2009. 248 p.
3. **Plateh N. A.** Membrannye tekhnologii — avangardnoe napravlenie razvitiya nauki i tekhniki HKHI veka. *Kriticheskie tekhnologii. Membrany*. 2002. № 1. P. 2—12.
4. **Voroncov A. V.** Fotokataliticheskie prevrashcheniya organicheskikh soedinenij sery i  $H_2S$ . *Uspekhi himii*. 2008. Vol. 77. No. 10. P. 973—991.

С. В. Данилова, асп., e-mail: vipsvetlana@list.ru,  
Санкт-Петербургский государственный аграрный университет

## Результаты экспериментальных и производственных опытов подавления мелкодисперсной жидкостью почвенной пыли, выделяемой из вороха корнеплодов при их выгрузке в приемный бункер

Представлены схема лабораторной установки, результаты опытов подавления почвенной пыли мелкодисперсной жидкостью, проведенных в лабораторных и производственных условиях на этой установке. Приведен анализ результатов исследований, представлены графические результаты зависимости содержания почвенной пыли в воздухе от содержания почвы в корнеплодах, толщины слоя корнеплодов и времени подачи мелкодисперсной жидкости. Сделаны соответствующие выводы, которые необходимо учесть при работе оборудования в производственных условиях.

**Ключевые слова:** лабораторная установка, почвенная пыль, результаты опытов, мелкодисперсность, корнеплоды, жидкость

Для подтверждения теоретических исследований о возможности подавления мелкодисперсной жидкостью почвенной пыли были выполнены экспериментальные исследования на установке, схема которой представлена на рис. 1 [1–3].

На передней и задней стойках рамы установлен контейнер 9. Под контейнером, на задней стойке рамы, смонтированы насос 2 и регулятор давления "Sirius" (Италия) 3 с манометром. В состав гидросистемы для подавления пыли также входит емкость для воды (10 л) 1, шланг 4, соединяющий

регулятор давления 3 с распылителем 5 (на регуляторе 3 имеются два штуцера с шаровыми кранами, к которым присоединяются шланги). Диафрагменный насос 2 "Георимп-5,5/5,0" (Италия) производительностью до 5 л/мин с давлением до  $5 \cdot 10^5$  Па приводится в рабочее состояние от электропитания с напряжением постоянного тока 12 В. Потребляемая мощность — 120 Вт. Питание насоса осуществляется от электросети напряжением 220 В или аккумулятора через блок питания "DR-12-120".

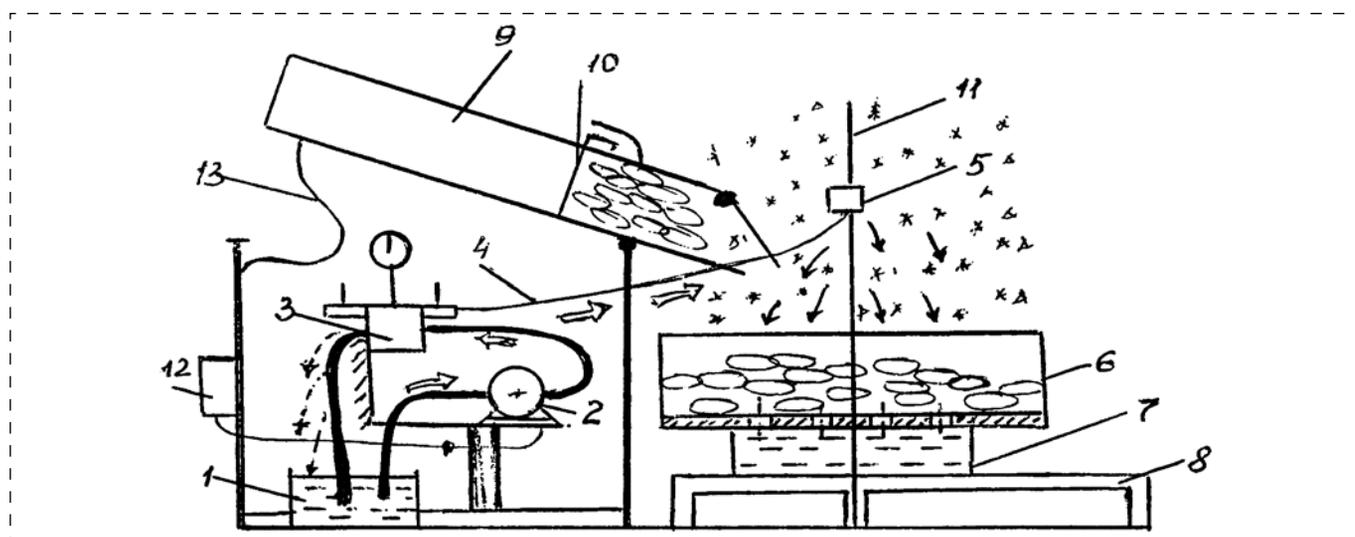


Рис. 1. Схема установки для моделирования процесса выгрузки корнеплодов из контейнеров и самосвалных тракторных средств в приемный бункер линии доработки с подачей на выгружаемые корнеплоды мелкодисперсной жидкости:

1 — емкость для воды; 2 — насос; 3 — регулятор давления с манометром; 4 — шланг; 5 — распылитель; 6 — ящик (тара); 7 — поддон; 8 — платформа; 9 — контейнер; 10 — снимаемая перегородка в контейнере; 11 — штатив для распылителей; 12 — пульт управления; 13 — страховочный трос;  $\Rightarrow$  — подача воды;  $\leftarrow$  — возврат воды в бак через байпас регулятора давления;  $\text{*****}$  — почвенная пыль;  $\text{---}$  — вода;  $\text{---}$  — корнеплоды;  $\rightarrow$  — мелкодисперсная жидкость

В рассматриваемом случае привод насоса работает от электросети напряжением 220 В. Управление гидросистемой осуществляется с пульта управления 12 (включен в сеть 12 В), закрепленного на задней стенке стойки рамы. Внутренние габариты контейнера 9: ширина — 200 мм, высота — 200 мм, длина — 1000 мм. Вместимость контейнера до 25 кг. Контейнер по длине разделен на две части легко снимаемой перегородкой 10. Одна часть (со стороны выгрузки корнеплодов) составляет 1/3 от общей длины контейнера. Такое соотношение выбрано из следующих соображений: необходимо установить влияние толщины слоя корнеплодов на образование запыленности помещения при одинаковой массе корнеплодов, загружаемых в контейнер.

При массе навески корнеплодов, равной 7,5 кг, при установленной перегородке 10 корнеплоды загружаются в три слоя (толщиной 210 мм), при убранной перегородке 10 корнеплоды равномерно разравниваются в один слой (70 мм) по всей поверхности контейнера. Контейнер опирается на ось, вращающуюся в скользящих подшипниках, закрепленных на передних стойках рамы. Задняя стенка контейнера соединена с задней стойкой рамы страховочным тросом 13, предотвращающим опрокидывание контейнера при крайних его положениях во время выгрузки корнеплодов. Подъем и опускание контейнера осуществляется вручную при помощи ручки, установленной на левой стороне контейнера, вблизи от его задней стенки.

Благодаря наличию шарнирной передней стенки на контейнере, его можно использовать непосредственно как контейнер (при закрытой задней стенке) и как самосвал (передняя стенка открыта во время выгрузки корнеплодов). Поскольку выгрузка корнеплодов из самосвала наиболее равномерна, по сравнению с выгрузкой из контейнера, в связи с ограниченной массой корнеплодов в опытах, использовали контейнер как самосвал. Платформа 8 на ножках изготовлена отдельно от рамы контейнера. Она может задвигаться вместе с поддоном 7 и установленным на нем ящиком 6 под контейнер до передних стоек рамы.

На платформу 8 одновременно можно поставить один или два поддона с поставленными на них ящиками для приема выгружаемых корнеплодов из контейнера. С правой стороны платформы (по направлению движения выгружаемых корнеплодов из контейнера) закреплена стойка штатива 11. По стойке может перемещаться и вращаться кронштейн с закрепленным на нем шарнирно распылителем 5. Изменяя положение распылителей на штативе, можно обеспечить подачу жидкости от

двух (и более) распылителей в один ящик 6 или каждый распылитель будет подавать жидкость в отдельный ящик.

Ящики имеют следующие габариты: длина — 400 мм, ширина — 300 мм, высота — 300 мм. Два ящика, поставленные плотно друг к другу, имеют общую длину, равную 800 мм. В дне каждого ящика просверлены отверстия диаметром 1 мм на площади, равной площади поддона, в который может стекать вся жидкость, просачивающаяся из ящичков, попадая в них во время подачи мелкодисперсной жидкости из распылителей. Количество отверстий в дне каждого ящика обеспечивает беспрепятственное прохождение жидкости в поддоны.

Запыленность воздуха в зоне падения корнеплодов из контейнера в тару определяли на высоте 500 мм прибором для определения запыленности воздуха ИКП-5 (мг/м<sup>3</sup>). Корнеплоды и почву взвешивали на электронных весах SOEHNLE 65106 Fiesta.

Для определения равномерности распределения жидкости по поверхности ящика на его дно поставили влагонепроницаемые емкости 70×70 мм высотой 40 мм. По длине ящика — 5 шт., по ширине — 4 шт. Всего получилось 20 емкостей (рис. 2, а), количество воды измеряли мерными емкостями (рис. 2, б).

Время подачи воды — 3 мин. В табл. 1 представлены результаты определения равномерности подачи жидкости от распылителя гидросистемы во влагонепроницаемые емкости, установленные в ящик. На равномерность распределения жидкости на дне ящика отразилось в первую очередь то, что распыл жидкости происходит по конусу, а ящик имеет прямоугольную форму. По диагоналям ящика количество жидкости в емкостях меньше по сравнению с другими емкостями — 15...17,5 мл, а в остальных емкостях 20...41,5 мл.

Экспериментальные исследования на установке выполнены в два этапа.

1. На первом этапе, изменяя высоту расположения распылителя относительно дна тары, достигнуто равномерное распределение мелкодисперсной

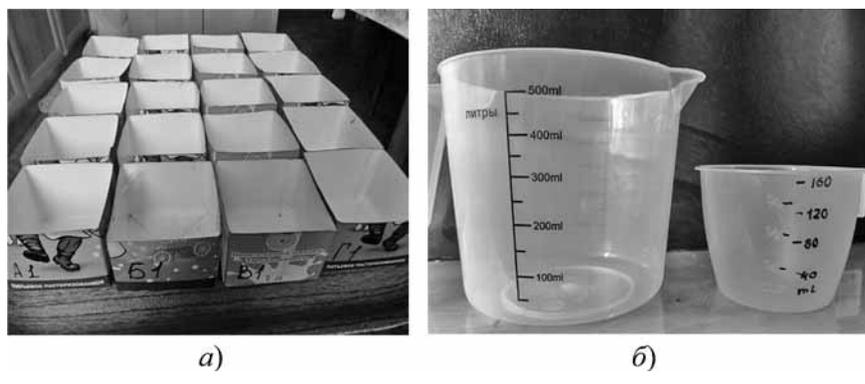


Рис. 2. Влагонепроницаемые емкости: 70 × 70 × 40 мм (а) и емкости для измерения количества жидкости (б)

**Результаты определения равномерности распределения жидкости, подаваемой от распылителя во влагонепроницаемые емкости, установленные в ящике**

Количество жидкости в емкостях, мл (среднее значение по двум повторностям)						Итого, мл	Среднее значение, мл	Стандартное отклонение, мл	Коэффициент вариации, %
Распределение влагонепроницаемых емкостей по длине ящика	Распределение влагонепроницаемых емкостей по ширине ящика								
	1	2	3	4	5				
А	15	20	25	20	17,5	97,5	19,5	3,71	19,02
Б	15	40	40	37,5	30	162,5	32,5	12,0	36,92
В	17,5	35	39	41,5	34	167	33,4	9,41	28,17
Г	17,5	32,5	32,5	38	17,5	138	27,5	9,49	34,22
Итого, мл	65,0	127,5	136,5	137	99	565	х	х	х

жидкости по всей площади тары и ее максимальное поглощение почвенной пылью, при этом поверхность корнеплодов увлажняется минимально.

2. На втором этапе определено влияние процентного содержания почвы в ворохе корнеплодов, толщины слоя корнеплодов и продолжительности подачи мелкодисперсной жидкости на запыленность воздуха во время выгрузки вороха корнеплодов из контейнера в тару.

При проведении опытов в контейнер загружали свеклу столовую "Бордо-237" по 7,5 кг с сухой поверхностью (если при взятии корнеплодов из холодильных камер на их поверхности конденсировалась влага, то корнеплоды подсушивали в естественных условиях при температуре воздуха выше 18 °С). В контейнер с корнеплодами высыпали почву в количестве 1 и 5 % по отношению к массе корнеплодов. Абсолютная влажность почвы — до 2,5 %.

В результате многократных опытов была найдена рациональная высота расположения распылителей (форсунок) относительно дна тары — 600 мм и выше. Такая высота объясняется тем, что при подаче мелкодисперсной жидкости с высоты не менее 600 мм пыль полностью поглощает влагу, оседая на поверхность корнеплодов в виде пластичной массы (ила), на дно тары вода не проникает. Если учесть, что скорость витания мелкодисперсных частиц почвы составляет 0,2 м/с, то время поглощения влаги почвой при падении с высоты не менее 600 мм составляет до 3 с [1]. Расход жидкости через один распылитель при

постоянном давлении в гидросистеме  $4 \cdot 10^5$  Па составил 317 мл/мин, угол конуса распыла равен 35°.

Дальнейшие опыты были направлены на установление влияния процентного содержания почвы в ворохе корнеплодов, толщины слоя корнеплодов и продолжительности подачи мелкодисперсной жидкости на корнеплоды на количество содержания почвенной пыли в воздухе во время их выгрузки. Опыты проведены в двух повторностях по матрице  $2^{3-1}$  [4]. Планирование экспериментов проведено по программе Statgraphics [5, 6]. Уровни факторов по матрице  $2^{3-1}$  представлены в табл. 2.

В табл. 3 представлены результаты опытов по матрице  $2^{3-1}$ .

Уравнение регрессии  $Y$  ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ) — содержание почвенной пыли в воздухе помещения, полученное с использованием программы Statgraphics, имеет следующее выражение:

$$Y = 12,8325 + 0,0775A - 1,4725B - 4,0875C.$$

Графические результаты уравнения регрессии представлены на рис. 3.

Исследования показали, что с увеличением толщины слоя корнеплодов от 70 до 210 мм наблюдается незначительное снижение запыленности воздуха. Изменение содержания почвы в ворохе корнеплодов в интервале от 1 до 5 % практически не оказало существенного влияния на снижение

Таблица 2

**Уровни факторов по матрице  $2^{3-1}$  (масса корнеплодов во всех опытах 7,5 кг, абсолютная влажность почвы 2,45 %; расстояние от распылителей до поверхности корнеплодов 600 мм)**

Факторы	Уровни факторов			Интервал варьирования
	-1	0	+1	
А — содержание почвы в корнеплодах, % (г)	1 (75)	3 (225)	5 (375)	2 (150)
В — толщина слоя корнеплодов в контейнере, см (количество слоев)	7 (1)	14 (2)	21 (3)	7 (1)
С — продолжительность подачи жидкости на ворох корнеплодов, с	0,0	5	10	5

Результаты опытов по матрице 2<sup>3-1</sup>

Факторы			Параметры оптимизации содержания почвенной пыли в воздухе помещения, мг/м <sup>3</sup>			
A	B	C	У <sub>1</sub>	У <sub>2</sub>	У (среднее)	Сигма
-1	-1	1	10,56	9,72	10,54	0,59397
1	1	1	8,35	6,35	7,35	1,414214
-1	1	-1	13,61	17,13	15,37	2,489016
1	-1	-1	23,24	13,49	18,365	6,894291

запыленности воздуха. Основное влияние на содержание почвенной пыли в воздухе оказывает время подачи мелкодисперсной жидкости на корнеплоды. Это наглядно представлено на рис. 4.

На рис. 4 видно, что при отсутствии увлажнения корнеплодов среднее содержание почвенной пыли в воздухе при их выгрузке из контейнера составило 18,37 мг/м<sup>3</sup>, при продолжительности подачи мелкодисперсной жидкости на корнеплоды в течение 10 с произошло снижение запыленности воздуха до 7,35 мг/м<sup>3</sup> (при ПДК 8...9 мг/м<sup>3</sup>). Опыты, продолженные с увеличением времени подачи мелкодисперсной жидкости до 30 с, при постоянных значениях содержания почвы в ворохе корнеплодов (фактор А) и толщины слоя корнеплодов (фактор В) показали, что

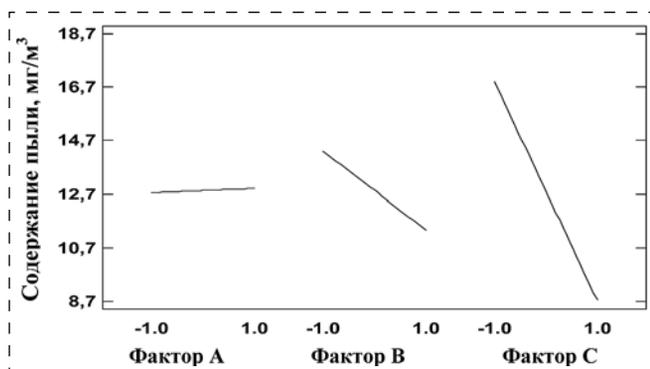


Рис. 3. Зависимость содержания пыли в воздухе помещения (мг/м<sup>3</sup>) от содержания почвы в ворохе корнеплодов (фактор А), толщины слоя корнеплодов (фактор В), продолжительности подачи мелкодисперсной жидкости на корнеплоды до 10 с (фактор С) во время выгрузки корнеплодов из контейнера в тару

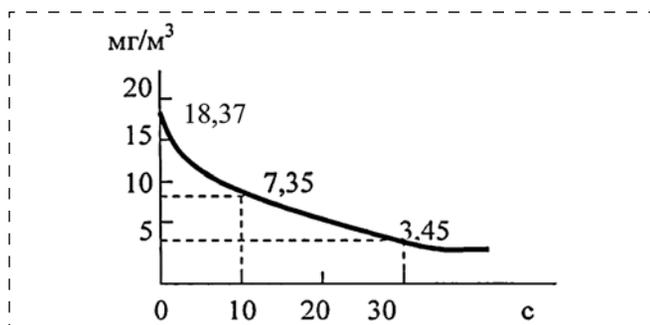


Рис. 4. Зависимость снижения запыленности воздуха (мг/м<sup>3</sup>) от продолжительности подачи мелкодисперсной жидкости (с)

с увеличением времени подачи воды резко снижается запыленность воздуха — до 3,45 мг/м<sup>3</sup>.

Ограничением подачи мелкодисперсной жидкости на корнеплоды является степень увлажнения их поверхности (табл. 4). Так как при высоком увлажнении поверхности корнеплодов снижается срок их хранения, то подачу мелкодисперсной жидкости на корнеплоды следует ограничивать 30 с.

С середины октября 2015 г. лабораторная установка используется в современном овощехранилище ПК "Шушары" Тосненского района Ленинградской области на линии предреализационной доработки столовых корнеплодов "Miedema 58-651" (Голландия) производительностью до 10 т/ч. В приемный бункер линии вместимостью до 5 т корнеплоды выгружают из контейнеров вместимостью до 400 кг используя стационарный опрокидыватель. Корнеплоды на доработку поступают из холодильных камер, влажность почвы в ворохе 16,9 %. Необходимость в установке была вызвана запыленностью воздуха в цехе доработки корнеплодов и в рабочей зоне. Работники за инспекционными столами и на загрузке готовой продукции в отдельные дни вынуждены работать в респираторах.

Принцип работы установки в цехе заключается в следующем: два распылителя закреплены на П-образной штанге, которая, в свою очередь, прикреплена к боковым стенкам в конце бункера. Конструкция штанги позволяет менять ее высоту. Минимальная высота расположения распылителей от дна бункера — 600 мм. Факел мелкодисперсной жидкости от распылителей направлен на корнеплоды, выгружаемые из контейнера. При проведении опытов достаточно было использование одного распылителя, так как почва имела высокую влажность, которая снижала запыленность.

Технологический процесс подавления мелкодисперсной жидкости мелкодисперсной пылью в приемном бункере линии доработки корнеплодов представляет особый интерес. Опрокидывание контейнера с корнеплодами до полной их выгрузки осуществляется за 2...3 приема. Время, затрачиваемое на выгрузку корнеплодов из контейнера, составляет до 1,5 с. С помощью подвижного дна бункера происходит дальнейшая выгрузка продукции, затем процесс движения продукции по дну бункера стабилизируется. В это время облако пыли, образующееся при опрокидывании контейнера, поднимается вверх

Таблица 4

**Зависимость увлажнения поверхности корнеплодов от продолжительности подачи жидкости**

Продолжительность подачи жидкости, с	Увлажнение поверхности корнеплодов, %		
	Вся поверхность	1/2 поверхности	1/4 поверхности
10	0,0	65,7	34,3
30	29,6	57,2	13,2

из вороха корнеплодов в течение 30 с. Подъему облака пыли препятствует облако мелкодисперсной жидкости из распылителей, движущееся с одного конца бункера до другого. Мелкодисперсная жидкость поглощается пылью, которая оседает на корнеплоды в бункере в виде пластичной массы. При расходе жидкости через один распылитель — 317 мл/мин и суммарном времени подачи мелкодисперсной жидкости на корнеплоды при их выгрузке из контейнера — 15 с можно определить расход жидкости на 1 т корнеплодов — от 0,2 л/т [3].

Экспериментальные и производственные опыты по гидроподавлению почвенной пыли на линиях доработки корнеплодов показали следующее:

— оборудование для гидроподавления почвенной пыли должно обеспечить подачу мелкодисперсной жидкости на корнеплоды в расчете от 0,2 л/т;

— гидросистема оборудования может быть использована от опрыскивателей сельскохозяйственного назначения с расходом жидкости через один распылитель — от 317 мл/мин при давлении

от  $4 \cdot 10^5$  Па и продолжительностью подачи мелкодисперсной жидкости на облако пыли — от 5 с; — расстояние от распылителей до поверхности корнеплодов — от 600 мм. Поток мелкодисперсной жидкости из распылителей должен быть направлен в сторону выгружаемых корнеплодов из транспортных средств в приемный бункер линии. Распылители должны быть установлены в конце приемного бункера.

**Список литературы**

1. 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 государственного университета им. Н. И. Вавилова. — 2015. — № 9. — С. 50–56.
2. Данилова С. В., Шкрабак В. С., Попов А. А. Результаты экспериментальных исследований гидрообеспыливания для технологий на линиях послеуборочной доработки корнеплодов // Известия. — 2015. — № 41. — С. 295–303.
3. Шкрабак В. С., Попов А. А., Данилова С. В., Богатырев В. Ф. Обоснование параметров и режимов работы оборудования для гидроподавления почвенной пыли на линиях предрезалиционной доработки корнеплодов // Безопасность жизнедеятельности. — 2016. — № 7. — С. 12–16.
4. Адлер Ю. П., Маркова Е. В., Грановский Ю. В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Наука, 1976. — 279 с.
5. Валге А. М. Использование систем EXCEL и MathCAD при проведении механизации сельскохозяйственного производства: метод. пособие. — СПб.: ГНУ СЗНИИ-МЭСХ Россельхозакадемии, 2013. — 200 с.
6. Валге А. М. Основы статистической обработки экспериментальных данных при проведении исследований сельскохозяйственного производства с примерами на STATGRAPHICS и EXCEL. — СПб.; Элиста: Изд-во Калмыцкого университета, 2015. — 140 с.

S. V. Danilova, Postgraduate, e-mail: vipsvetlana@list.ru, Saint-Petersburg State Agrarian University

## The Results of Experimental and Industrial Experiments Suppressing Liquid Fine Soil Dust Emitted from the Piles of Root Vegetables at their Unloading into the Receiving Hopper

*A diagram of the laboratory setup, the experimental results of suppression of soil dust finely divided liquid carried out in laboratory and industrial conditions at this facility. The analysis of the research results, presents the results of the graphical dependence of the content of soil dust in the air content of the soil in the roots, the thickness of the layer of crops and time of application of the fine liquid. Made the appropriate conclusions that must be considered when the equipment is operated in a production environment.*

**Keywords:** laboratory apparatus, soil dust, the results of the experiments, finely dispersion, root vegetables, liquid

**References**

1. 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.
2. Danilova S. V., Shkrabak V. S., Popov A. A. The Results of experimental studies of hydroabrasive for technology on the lines of post-harvest handling of root crops. *Proceedings*. 2015. No. 41. P. 295–303.
3. Skrabak V. S., Popov A. A., Danilova S. V., Bogatyrev V. F. Justification of parameters and modes of operation of the equipment for hydromodule soil dust on the lines prerealization refinement of the roots. *Life Safety*. 2016. No. 7. P. 12–16.
4. Adler U. P., Markova E. V., Granovsky U. V. Planning of experiment by search of optimum conditions. 2nd prod., reslave. and additional. Moscow: Science, 1976. 279 p.
5. Valge A. M. Use of EXCEL and MathCAD systems when carrying out mechanization of agricultural production: methodikal Supplies. Saint-Petersburg: GNU SZNIIMESH Rosselkhozakademiy, 2013. 200 p.
6. Valge A. M. Bases of statistical processing of experimental data when carrying out researches of agricultural production with examples on STATGRAPHICS and EXCEL. Saint-Petersburg, Elista: Publishing House Kalmykija University, 2015. 140 p.

УДК 613.6.027

**Е. Г. Колганов**, директор, e-mail: egkmag@gmail.com, Южно-Уральский филиал Всероссийского научно-исследовательского института труда Минтруда России, Челябинск

## Международная практика управления здоровьем персонала

*Рассмотрен вопрос о необходимости разработки мер по сохранению и поддержанию здоровья трудоспособных граждан. Приведены данные анализа положительного международного опыта управления охраной здоровья работающего населения, а также доказательная база, подтверждающая эффективность применения в мировой практике корпоративных программ поддержания здоровья на рабочем месте для решения задач экономии расходов компаний на здравоохранение, снижения потерь от невыходов по болезни, повышения производительности труда.*

**Ключевые слова:** управление здоровьем персонала, программы поддержания здоровья на рабочем месте, уменьшение расходов на медицинское страхование, снижение текучести кадров, увеличение производительности труда

### Здоровье населения — основной ресурс на рынке труда

Повышение качества жизни, укрепление здоровья населения, обеспечение стабильного демографического развития страны — обозначены в числе национальных интересов на долгосрочную перспективу в Стратегии национальной безопасности Российской Федерации, утвержденной Указом Президента РФ от 31.12.2015 № 683. Несмотря на то, что в Стратегии... отмечаются "позитивные тенденции в решении задач укрепления здоровья, естественный прирост населения и увеличение средней продолжительности жизни" [1], опасные тенденции развития "человеческой составляющей" в системе производительных сил России еще долгие годы будут представлять серьезную опасность для самостоятельности страны. Смертность работоспособного населения в Российской Федерации уже сегодня выше тех же показателей по Евросоюзу в 4,5 раза. А в сравнении со средними показателями смертности населения нашей страны — в 2,5 раза. В случае непринятия срочных и эффективных мер по профилактике здоровья граждан к 2050 г. работоспособное население России не будет превышать 50 млн человек.

Россияне не склонны думать о здоровье как о собственном ресурсе и капитале и в общей массе

не склонны самостоятельно заботиться о своем здоровье. Работодатели по большей части заинтересованы только в максимальной прибыли, а не в сохранении трудовых ресурсов. У них отсутствует понятие каждодневного формирования у работников приоритетного отношения к сохранению здоровья в процессе труда. Отсутствуют критерии, по которым можно было бы установить связь экономической деятельности с улучшением условий труда на предприятии. В целом, при отсутствии культуры охраны труда (где принцип предупреждения имеет наивысший приоритет) основной проблемой являются даже не факторы риска здоровья, а отсутствие понимания, национальной и личностной идеи здорового образа жизни и управления охраной здоровья работающего населения.

Так как здоровье является основой продуктивной личной и социально-экономической жизни людей, очевидно, что необходима эффективная профилактика и пропаганда мер по сохранению и поддержанию здоровья трудоспособных граждан. Здоровье в России должно стать общественной и персональной ценностью. При этом особого внимания в качестве фактора для поддержания здоровья заслуживает рабочее место, ведь большую часть времени своей жизни люди проводят на работе, что напрямую влияет на их физическое, умственное, экономическое и социальное благополучие [2].

## Главная цель — уменьшение рисков

В международной практике в целях управления здоровьем трудоспособного населения давно и с успехом применяется большой спектр корпоративных программ и мер поддержания здорового образа жизни работников компаний и членов их семей, создаваемых и субсидируемых работодателями.

Основной целью программ здорового образа жизни на рабочем месте (workplace (worksites) wellness programs) является поддержание здоровья работников. Механизм работы этих программ опирается на стимулирование и поддержание такого поведения персонала, которое снижало бы риски повреждения здоровья, улучшало качество жизни, повышало работоспособность работников и приносило выгоды самой компании [3].

Практика внедрения программ здорового образа жизни показывает, что изменения в поведении большой группы людей могут дать значительные позитивные результаты суммарных показателей компании. Так, например, если смена образа жизни и питания привела пусть даже к небольшим улучшениям в показателях артериального давления, уровня холестерина и т. д. у большой группы работников, это существенно снижает расходы компании на здравоохранение и повышает эффективность работы коллектива.

Снижение поведенческих рисков нанесения урона здоровью работников, таких как курение и потребление алкогольных напитков, неправильное питание и недостаточная физическая активность [4], безусловно, является основной задачей при разработке стандартных корпоративных программ. Однако в последние годы речь идет не только о физическом здоровье, но и о психическом. Работники все чаще жалуются на плохой сон, тревожность, стрессы, причиной чему становятся не только стремительное развитие новых технологий, но и сама работа. Дело в том, что в современной экономике происходит постепенный сдвиг занятости из промышленной сферы в сферу услуг. И, соответственно, доминирует тип работы, которую условно можно отнести к "офисной", что также вносит свои коррективы в набор стандартных рисков урона здоровью. Мобильные телефоны, планшеты, непрерывный доступ к сети Интернет и электронной почте служат помехой сосредоточения на определенной задаче, разрушают черту между работой и личной жизнью, в целом накладывают

отрицательный отпечаток на качество жизни активных граждан.

Постоянное перенапряжение лежит в основе многих хронических заболеваний, а потому также должно быть объектом внимания при разработке корпоративных программ здоровья. Специальное исследование наиболее успешного практического применения корпоративных программ здоровья подтверждает мнения специалистов в данной области о том, что угрозы ментальному здоровью работников — один из главных вызовов XXI века. Именно с этими рисками все чаще и чаще сталкиваются люди трудоспособного возраста в современном мире [5].

## Факты, и только факты

В странах Европейского союза ежегодно возрастающие затраты на здравоохранение и другие издержки, связанные с отсутствием работника по болезни, выходами на работу в болезненном состоянии, текучестью кадров вызывают особую озабоченность у многих работодателей и компаний, предоставляющих медицинские услуги. Ежегодно государственные затраты на здравоохранение в странах ЕС в среднем составляют 8,3 % валового внутреннего продукта (ВВП), а, в частности, в Швейцарии, Франции и Германии — более 10 % ВВП [6]. В 2004—2005 гг. в Великобритании из-за стресса, депрессии и тревожных состояний работников было потеряно 12,8 млн рабочих дней; 20 млрд евро ежегодно расходуется в Европе на нивелирование последствий стрессовых ситуаций, связанных с работой.

Однако в последние годы количество фактических данных, свидетельствующих о пользе, которую приносит реализация программ по поддержанию здоровья на рабочем месте, значительно увеличилось. Замечено, что только за счет профилактических мер можно сэкономить более 70 % от общей стоимости медицинской помощи [7]. Так, в компании Johnson&Johnson за десять лет реализации программы здорового образа жизни число курящих сократилось более чем на две трети; число работников, ведущих малоактивный образ жизни — более чем наполовину. За три года реализации данной программы расходы на медицинское обслуживание ее участников снизились на 29 % по сравнению с подобными расходами на тех, кто не принял участие в программе [8]. В целом эффект от снижения расходов на медицинское обслуживание в результате реализации программы оценивается в 250 млн долл. США [9].



Стоит отметить, что в странах Евросоюза, где медицинские расходы в основном финансируются государством, предприятия получают наибольшую отдачу от снижения невыходов на работу по болезни. В 1990—2000 гг. потери ведущих экономик мира от невыходов на работу персонала по болезни оценивались в диапазоне от 1,5 до 10 % от ВВП в год. В 2000 г. Германия из-за болезней персонала потеряла 4,2 % своего ВВП [10]. Вследствие этого можно сделать вывод о том, что, сокращая невыходы на работу по болезни даже на 15 %, корпоративные программы здорового образа жизни позволяют увеличить общий выпуск продукции на 0,63 % в год.

В работе [11] проанализированы данные трех американских медицинских компаний. В результате анализа пришли к выводу, что участие работников в программе здоровья уменьшает количество невыходов на работу по болезни в среднем на 15 %. Другая подобная работа, проводившаяся в телекоммуникационных компаниях, выявила, что в среднем пропуски рабочих дней по болезни у работников, участвовавших в программах здоровья, составили всего шесть дней в году [12]. Если умножить эту цифру на среднюю дневную заработную плату, то можно оценить выгоды и для предприятия, и для экономики в целом в денежном выражении.

Во многих исследованиях была дана оценка выгоды от повышения производительности труда в результате улучшения самочувствия работников и их здоровья. Например, в автомобильном концерне BMW в Баварии участие в ежедневной гимнастике всех работников, особенно тех, кто обслуживает конвейер, является обязательным. Введение такого условия в распорядок дня работников привело к росту производительности труда на конвейере на 7 % в год.

Потери времени, связанные с перекурами на рабочем месте, были достаточно точно оценены в классических исследованиях шотландских экономистов. Было проведено анкетирование руководителей 200 шотландских предприятий со штатом работников более 50 человек, политика которых в отношении перекуров определялась самостоятельно. Анализ полученных данных показал, что на тех предприятиях, где курение на рабочем месте было абсолютно запрещено, перекуры занимали ориентировочно 10 мин рабочего времени. На предприятиях, где

были оборудованы места для курения, работники теряли в среднем до 30 мин в день рабочего времени [13]. Выявленные дополнительные потери рабочего времени в 20 мин могут быть выражены и в денежном эквиваленте при известной средней заработной плате работников.

### **Выгода очевидна**

Международная практика показывает: выгоды от внедрения корпоративных программ по поддержанию здоровья очевидны как для работника, так и для работодателя.

Выгоды для работников, связанные с улучшением образа жизни, изучены достаточно хорошо. На сегодняшний день существует большое число научных исследований с многочисленными свидетельствами на эту тему. Анализ таких работ изложен в отчете ВОЗ [14]. Это и повышение уровня осведомленности о нормах здорового образа жизни и отказ от вредных привычек; снижение стрессовой нагрузки, общее улучшение состояния здоровья и рост продолжительности жизни; повышение уровня благополучия, рост удовлетворенности жизнью и работой, улучшение рабочих условий и повышение заработной платы.

Выгоды для работодателя, на первый взгляд, не кажутся столь явными и значимыми для предприятия. Изменение отношения работника к своему здоровью, его убеждений и образа жизни требует времени, поэтому программы здорового образа жизни и заботы о здоровье могут не сразу дать должный результат, в то же самое время расходы начинаются сразу же с момента разработки и запуска программы [14]. Например, по выводам многих экспертов, для получения положительных результатов от снижения невыходов по болезни или текучести кадров требуется как минимум пять лет. Это обстоятельство требуется учитывать при планировании реализации программы. В силу того, что будущие положительные результаты ценятся ниже текущих, необходимо использовать дисконтирование потоков во время планирования и оценки программ. Международные эксперты-практики считают, что ставка дисконтирования для расходов находится в диапазоне от 3 до 5 %, для полученных выгод она будет такой же или немного ниже (от 1,5 до 5 %) [15].

В отчете Национального института управления здравоохранением США имеются систематизированные обзоры работ по рентабельности программ по поддержанию здоровья, внедренных на предприятиях. Они позволяют удостовериться, что показатель отдачи на инвестиции в корпоративные программы по поддержанию здоровья варьируется от 1,49 до 4,7 долл. США на 1 долл. США. В среднем, каждый вложенный доллар дает компаниям возможность сэкономить 3 долл. в будущем [16]. Анализ программ десяти крупных компаний США демонстрирует, что рентабельность программ может достигать и 6 долл. на каждый потраченный доллар. Наибольшую отдачу дают два направления: экономия на медицинском страховании и снижение потерь от невыходов по болезни.

В целом, при успешном внедрении программы здорового образа жизни и заботы о здоровье работников, работодатель получает: снижение уровня травматизма и количества несчастных случаев на производстве; сокращение числа дней, пропущенных работниками по болезни и уменьшение расходов на медицинское страхование; повышение лояльности работников к политике компании, улучшение микроклимата внутри рабочего коллектива и снижение текучести кадров; увеличение производительности труда; укрепление деловой репутации компании на рынке.

Благодаря многочисленным успешным примерам в международной практике, сегодня уже можно говорить не только о преимуществах для предприятий и их работников, но и о выгодах, приобретаемых на национальном уровне [17]. Государства с развитой системой государственной помощи компаниям, внедряющим программы здорового образа жизни и заботы о здоровье работников, гарантированно получают снижение уровня заболеваемости населения; сокращение показателей смертности; уменьшение расходов на медицинское обслуживание населения и выплаты по инвалидности; увеличение конкурентных преимуществ предприятий на рынке; преумножение национального дохода.

### Список литературы

1. Указ Президента РФ от 31.12.2015 № 683 "О Стратегии национальной безопасности Российской Федера-

ции". URL: <http://base.garant.ru/71296054> (дата обращения 20.09.2016).

2. **Capra S., Williams T.** Nutrition intervention at the workplace — some issues and problems // *Australian Journal of Nutrition & Diet.* — 1993. — Vol. 500. — P. 2—3.
3. **Berry L., Mirabito A. M., Baun W. B.** What's the hard return on employee wellness programs? // *Harvard business review.* — 2010. — December. — P. 104—112.
4. **Grossmeier J., Dalal K.** Energy Company Generates Better Health for Employees // *Worksite Health International.* — 2013. — Vol. 4. — Issue 1. — P. 3—4.
5. **WORKING WELL.** A Global Survey of Health Promotion and Workplace Wellness Strategies. Buck Consultants. International Health Consulting, Cigna, Pfizer and World data Work, 2007—2010.
6. **Eurostat.** Expenditure of providers of health care by financing agents in health care in percentage. Retrieved 5 April 2011. URL: [http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=hlth\\_sha3p&lang=en](http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=hlth_sha3p&lang=en) (дата обращения 20.09.2016).
7. **Fries J., Koop C., Beadel C., Cooper P., England M., Graves R., Sokolov J., Wright D.** & the Health Project Consortium. Reducing health care costs by reducing the need and demand for medical services // *The New England Journal of Medicine.* — 1993. — Vol. 329. P. 321—325.
8. **Goetzel R., Ozminkowski R.** The Health and Cost Benefits of Work Site Health-Promotion Programs // *Annual Review of Public Health.* — 2008. — Vol. 29. P. 303—323.
9. **Berry L., Mirabito A., Baun W.** What's the hard return on employee wellness programs? // *Harvard business review.* — 2010. — December. — P. 104—112.
10. **European Network** for Workplace Health Promotion, 2013. URL: <http://www.enwhp.org/home> (дата обращения 20.09.2016).
11. **Conrad P.** Worksite health promotion: The social context // *Social Science Medicine.* — 1988. — Vol. 26. — P. 485—489.
12. **Serxner S., Gold D., Anderson D., Williams D.** The impact of a worksite health promotion program on short term disability usage // *JOEM.* — 2001. — 43:1. — P. 25—29.
13. **Parrott S., Godfrey C., Raw M.** Costs of employee smoking in the workplace in Scotland // *Tobacco Control.* — 2000. — P. 187—192.
14. **ВОЗ/ВЭФ.** Профилактика неинфекционных болезней на рабочих местах с помощью рациона питания и физической активности: Доклад ВОЗ/Всемирный экономический форум о совместном мероприятии. 2008.
15. **Proper K., W. van Mechelen.** Effectiveness and economic impact of worksite interventions to promote physical activity and healthy diet. Background paper prepared for the WHO/WEF Joint Event on Preventing Noncommunicable Diseases in the Workplace. Dalian/China. — 2007. September.
16. **NIHCM.** Building a stronger evidence base for employee wellness programs. NIHCM Foundation. — 2011. — May.
17. **Workplace Wellness: A literature review for NZWell@Work,** 2009. URL: <http://nzwellatwork.co.nz/pdf/wrkplc-wellness-lit-rev-feb09.pdf> (дата обращения 20.09.2016).



**E. G. Kolganov**, Director, e-mail: egkmag@gmail.com, South Ural Interregional Branch of the All-Russian Scientific Research Institute of Labour of the Ministry of Labour of Russia, Chelyabinsk

## International Practice of Management of Health of Personnel

*The article raises the question about necessity of development of measures for the conservation and maintenance of health of able-bodied citizens. Examines the positive international experience of the management of the health of the working population, provides the evidence base confirming the efficacy in the world practice of corporate-sponsored health programs in the workplace to solve problems of saving the company's expenses on health, reduction of losses from absenteeism due to illness, increase productivity.*

**Keywords:** management the health of personnel, health programs in the workplace, reducing the cost of health insurance, decrease of employee turnover, increase in productivity

### References

1. **Ukaz** Prezidenta RF ot 31.12.2015 N 683 "O Strategii nacional'noj bezopasnosti Rossijskoj Federacii". URL: <http://base.garant.ru/71296054> (date access 20.09.2016).
2. **Capra S., Williams T.** Nutrition intervention at the workplace - some issues and problems. *Australian Journal of Nutrition & Diet.* 1993. Vol. 500. P. 2—3.
3. **Berry L., Mirabito A. M., Baun W. B.** What's the hard return on employee wellness programs? *Harvard business review.* 2010. December. P. 104—112.
4. **Grossmeier J., Dalal K.** Energy Company Generates Better Health for Employees. *Worksite Health International.* 2013. Vol. 4. Issue 1. P. 3—4.
5. **WORKING WELL.** A Global Survey of Health Promotion and Workplace Wellness Strategies. Buck Consultants, International Health Consulting, Cigna, Pfizer and World data Work, 2007—2010.
6. **Eurostat.** Expenditure of providers of health care by financing agents in health care in percentage. Retrieved 5 April 2011. URL: [http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=hlth\\_sha3p&lang=en](http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=hlth_sha3p&lang=en) (date access 20.09.2016).
7. **Fries J., Koop C., Beadel C., Cooper P., England M., Graves R., Sokolov J., Wright D.** & the Health Project Consortium. Reducing health care costs by reducing the need and demand for medical services. *The New England Journal of Medicine.* 1993. Vol. 329. P. 321—325.
8. **Goetzel R., Ozminkowski R.** The Health and Cost Benefits of Work Site Health-Promotion Programs. *Annual Review of Public Health.* 2008. Vol. 29. P. 303—323.
9. **Berry L., Mirabito A., Baun W.** What's the hard return on employee wellness programs? *Harvard business review.* 2010. December. P. 104—112.
10. **European Network** for Workplace Health Promotion, 2013. URL: <http://www.enwhp.org/home> (date access 20.09.2016).
11. **Conrad P.** Worksite health promotion: The social context. *Social Science Medicine.* 1988. Vol. 26. P. 485—489.
12. **Serxner S., Gold D., Anderson D., Williams D.** The impact of a worksite health promotion program on short term disability usage. *JOEM.* 2001. 43:1. P. 25—29.
13. **Parrott S., Godfrey C., Raw M.** Costs of employee smoking in the workplace in Scotland. *Tobacco Control.* 2000. P. 187—192.
14. **VOZ/VEHF.** Profilaktika neinfekcionnyh boleznej na rabochih mestah s pomoshch'yu racionalnogo pitaniya i fizicheskoy aktivnosti: Doklad VOZ/Vsemirnyj ehkonomicheskij foruma o sovmestnom meropriyatii. 2008.
15. **Proper K., W. van Mechelen.** Effectiveness and economic impact of worksite interventions to promote physical activity and healthy diet. Background paper prepared for the WHO / WEF Joint Event on Preventing Noncommunicable Diseases in the Workplace. Dalian/China. 2007. September.
16. **NIHCM.** Building a stronger evidence base for employee wellness programs. NIHCM Foundation. 2011. May.
17. **Workplace** Wellness: A literature review for NZWell@Work, 2009. URL: <http://nzwellatwork.co.nz/pdf/wrkplc-wellness-lit-rev-feb09.pdf> (date access 20.09.2016).

УДК 331.453

**М. В. Иванова**, канд. техн. наук, доц., e-mail: mariyivanova@yandex.ru,  
**Е. В. Глебова**, д-р тех. наук, проф., РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина,  
Москва

## Обзор исследований по развитию профессионального отбора на предприятиях топливно-энергетического комплекса

*Приведены данные анализа работ, посвященных развитию профессионального отбора. Выделены мероприятия, проводимые в рамках разработки системы профессионального психофизиологического отбора и ее практического осуществления. Дан обзор основных исследований, связанных с развитием профессионального психофизиологического отбора в топливно-энергетическом комплексе.*

**Ключевые слова:** профессиональный психофизиологический отбор, профессионально важные качества, уровень травматизма и аварийности

Проблема профессионального отбора людей, пригодных к выполнению отдельных видов деятельности, обострилась в связи с техническим прогрессом. Профессиональный психофизиологический отбор (ППО) — это комплекс мероприятий, направленных на обеспечение качественного отбора персонала организации на основе оценки соответствия уровня развития необходимых психофизиологических качеств и свойств личности требованиям профессиональной деятельности [1].

Усложнение техники увеличивает противоречие между требованиями, предъявляемыми производственным процессом, и способностями людей, что, в свою очередь, вызывает повышенный интерес к "человеческому фактору". Это противоречие требует решения двух задач: создание такой техники, которая свела бы к минимуму появление ошибок, и учет индивидуальных особенностей человека с целью определения его пригодности к работе с данной техникой.

Ряд исследований показывают, что часто лица, не обладающие достаточными способностями к определенному виду деятельности, не только значительно дольше других и с большими трудностями овладевают этой деятельностью, но и работают хуже других: чаще допускают ошибки и просчеты, являются виновниками аварий и, в целом, обладают меньшей надежностью в работе [2, 3].

Первые научные исследования в области оценки профессиональной пригодности были проведены с целью отбора людей на некоторые профессии в отраслях, где аварии, как правило, связаны с человеческими жертвами. Так, было замечено, что значительное число несчастных случаев на железнодорожном и водном транспорте происходило по

вине водителей локомотивов и лоцманов, которые не различали световые сигналы (дальтонизм). Естественно, впоследствии стали более тщательно проверять их зрение [4].

В Германии и США раньше, чем в других странах, начали организовывать службы, занимающиеся вопросами профессионального отбора (в основном справочно-информационного характера). Первое такое бюро в Германии было организовано в 1902 г., в США — в 1910 г. [5].

В начале XX века первые попытки осуществления мероприятий профессионального отбора были предприняты и в России, что в значительной степени было обусловлено возникновением воздухоплавания и авиации. Так, с 1897 г. в Учебно-воздухоплавательном парке выпускник Военно-медицинской академии военный врач С. П. Мунт начал проводить специальные физиологические и психологические исследования о влиянии полетов на воздушных шарах на человека. А в 1913 г. в Гатчинской авиационной школе была организована специальная физиологическая лаборатория, которая среди прочих решала задачи профессионального отбора летчиков.

Несмотря на то, что первые попытки решения задач профессионального психологического отбора были предприняты уже в начале XX века, массовое внедрение мероприятий профессионального отбора было обусловлено началом Первой мировой войны (1914—1918). Так как гражданской рабочей силы не хватало, на многих предприятиях упала производительность, поэтому возникла острая необходимость повышения эффективности производства при использовании меньшего количества рабочих. Возникшая ситуация обусловила



Этапы проведения профессионального отбора [1, 11, 12]

Номер этапа	Название этапа	Содержание этапа
1	Разработка системы профессионального психофизиологического отбора	Выявление требований профессии к уровню развития определенных качеств и свойств личности (определение профессионально важных качеств — ПВК) Определение критериев успешности профессиональной деятельности Подбор психологических методик, позволяющих оценить уровень развития ПВК Апробация психологических методик и определение критериев уровня развития ПВК (критериев профпригодности) Разработка структуры непосредственной процедуры профессионального психофизиологического отбора кандидатов
2	Практическое осуществление мероприятий профессионального психофизиологического отбора	Психологическое обследование кандидатов Обработка результатов обследования Проведение дополнительного (углубленного) обследования и индивидуальной беседы (в случае необходимости) Вынесение итогового заключения о профессиональной психологической пригодности на основе сформулированного ранее алгоритма
3	Оценка эффективности мероприятий профессионального психофизиологического отбора	Сбор информации об успешности деятельности лиц, прошедших профотбор, и ее сопоставление с результатами отбора Уточнение критериев профессионально-психофизиологической пригодности Уточнение структурных компонентов процедуры профессионального психофизиологического отбора Оценка эффективности мероприятий Выявление путей дальнейшего совершенствования системы профессионального психофизиологического отбора

увеличение интереса к возможности внедрения мероприятий профессионального психологического отбора в практическую деятельность [6,7].

В работах [5, 8] все профессии подразделены на две категории:

- 1) требующие абсолютной профессиональной пригодности (профессии первого типа);
- 2) требующие относительной профессиональной пригодности (профессии второго типа).

Профессии второй категории доступны практически каждому человеку. Исследования показали, что в большинстве случаев этими профессиями успешно овладевают практически все люди на основе выработки индивидуального стиля деятельности.

Профессии первой категории доступны людям, обладающим определенным уровнем развития психофизиологических качеств. Это специалисты, ошибочные действия которых могут привести к авариям, взрывам, пожарам и т. д. Для многих профессий этой категории, как показано в работах [9, 10], ошибочные действия в определенных, в том числе и травмоопасных ситуациях, формируются на основе либо неблагоприятного сочетания индивидуальных качеств, составляющих структуру личности, либо в случае недостаточного уровня развития этих качеств. Характерной профессией первой категории считается профессия оператора.

В настоящее время все мероприятия, проводимые в рамках разработки системы профессионального психофизиологического отбора и ее

практического осуществления, по времени их выполнения можно разделить на три этапа, представленных в табл. 1.

Большое количество работ, связанных с профессиональным отбором в нефтегазовой промышленности, посвящены профессии оператора [13—17].

В работе [13] впервые предложено оценить влияние проведения профессионального отбора операторов на показатели надежности функционирования человеко-машинных систем в газовой промышленности.

В работе [14] в методике профессионального отбора операторов цеха налива нефтепродуктов впервые предложено учитывать фактор межличностного взаимодействия членов бригады. Математически доказано, что учет межличностного взаимодействия приводит к изменению критерия профессиональной пригодности.

В работе [15] впервые рассмотрено влияние ошибочных действий человека-оператора на наступление аварий и несчастных случаев на газотранспортных предприятиях; предложены меры по снижению аварийности на газотранспортных предприятиях путем разработки методики профессионального отбора операторов и определения профессиональной пригодности оператора-товарного; разработана функционально-структурная схема для данного вида операторского труда, определены профессионально важные психофизиологические и личностные качества, присущие данной профессии, и обоснована причина их необходимости (табл. 2).

**Профессионально значимые качества оператора-товарного**

Профессионально важные качества	Свойства	Мотивация значимости
<b>Психофизиологические</b>		
Внимание	Устойчивость и распределение внимания Избирательность и концентрация внимания	Необходимость постоянного контроля технологического процесса, переключения внимания с одного объекта на другой (измерительные приборы, инструмент)
Память	Объем кратковременной, долговременной памяти	Запоминание и переработка информации о текущем состоянии и нормах технологического режима
Технический интеллект	Уровень развития технического интеллекта	Необходимость понимания технологического процесса, устройства и принципа работы оборудования
Логическое мышление	Установление логических отношений, способность обобщения и абстрагирования	Прогностическая природа решаемых задач, умение выявлять отклонения в технологическом процессе
Зрительное восприятие	Точность глазомера	Выполнение функций слежения за состоянием подконтрольных объектов, измерение объектов деятельности без помощи инструментов и приборов
<b>Личностные</b>		
Эмоциональная устойчивость	Выдержанность, отсутствие первого утомления	Высокая напряженность труда
Ответственность	Нормативность поведения, деловая направленность	Высокая ответственность за безопасность других людей и материальные ценности

В работе [16] впервые выдвинута и экспериментально доказана концепция снижения риска аварийности и травматизма в нефтегазовой промышленности на основе человеческого фактора, формализованная в виде модели профессиональной пригодности следующих операторских профессий:

- оператор по добыче нефти;
- оператор по добыче газа;
- операторов технологических установок по переработке газа;
- операторов технологических установок на газоизмерительной станции;
- оператора-товарного по сливу сжиженных газов из железнодорожных цистерн и обслуживанию емкостного парка.

Сущность концепции состоит в том, что работа операторов, чьи профессионально важные качества в полной мере соответствуют требованиям профессии ("успешно пригодные") приводит к повышению надежности операторской деятельности, снижению риска аварийности и травматизма на опасных производственных объектах нефтегазовой отрасли.

Следует отметить работу [17], в которой впервые оценено влияние уровня развития профессионально важных качеств оперативного персонала на масштабы последствий возможных

чрезвычайных ситуаций в результате аварий на объектах магистрального транспорта газа. Разработанная методика позволяет выявлять работников с низким уровнем готовности к оперативному реагированию при реализации аварии для привлечения их в дальнейшем к дополнительным учебно-тренировочным занятиям.

В работе [18] большое внимание уделено разработке методики профессионального отбора рабочих магистральных газопроводов. В процессе исследования были определены профессионально важные качества рабочих, необходимые для безаварийной производственной деятельности, такие как совокупность психологических качеств личности, а также целый ряд физических, антропометрических, физиологических характеристик человека, которые определяют успешность обучения и реальной деятельности, а также были выявлены профессионально важные качества, которые определяют успешность производственной деятельности работников и подобраны методики для количественной оценки этих качеств (табл. 3).

В работе [19] показана корреляционная зависимость между вероятностью безотказной работы оборудования и профессионально важными качествами производственного персонала в нефтеперерабатывающей промышленности на примере



Методики для оценки профессионально важных качеств

Профессионально важные качества	Свойства	Методики (тесты)
Внимание	Концентрация	Тест "Корректирующая проба" (количество ошибок)
	Объем и устойчивость	Тест "Корректирующая проба" (количество просмотренных знаков)
	Распределение и переключаемость	Тест "Отыскивание чисел с переключением" ("Черно-красная таблица, ("ЧКТ"))
Память (кратковременная)	Объем кратковременной памяти	Методика исследования особенностей мышления (МИОМ 9); Тест "ЧКТ"; Тест "Шкалы"
Технический интеллект	Уровень	Тест "Беннета"
Логическое мышление	Способность установления закономерностей	МИОМ 1-6
Восприятие размеров (глазомер)	Точность	Тест "Деление отрезка пополам"
Восприятие образов	Уровень	МИОМ 7, 8
Эмоциональная устойчивость	Выдержанность	Тест "Прогноз-2"

технологических установок нефтеперерабатывающего завода. Предложена также методика расчета показателей надежности с учетом коэффициента профессиональной пригодности производственного персонала.

В работе [20] определена закономерность распределения психологической устойчивости производственного персонала в зависимости от стажа: стажу работы от 1 года и до 20 лет соответствует максимальное количество психологически устойчивого персонала, а стажу работы до 1 года и более 20 лет соответствует максимальное количество психологически неустойчивого персонала. Установлена количественная зависимость между показателями травматизма и психологической устойчивостью персонала: коэффициент тяжести травматизма у психологически устойчивых на 14 %, а коэффициент частоты травмирования на 25 % ниже, чем у психологически неустойчивого производственного персонала.

В области энергетики разработано методическое руководство по организации и проведению психофизиологических обследований персонала энергетических предприятий, предложенное в работе [21]. В Руководстве приведены методики оценки психофизиологического статуса, функционального состояния, физической и операторской работоспособности персонала, а также перечень рекомендуемых для этих целей аппаратных и программных средств диагностики психофизиологических возможностей и состояния здоровья.

Базовым средством проведения психофизиологического тестирования персонала РАО "ЕЭС России" является компьютерная психодиагностическая система. Тесты, реализованные в данной системе, позволяют оценить интеллектуальную сферу претендента на определенную должность, особенности его характера, спектр операторских качеств, актуальное психическое состояние.

Оценка пригодности претендента осуществляется путем соотнесения результатов тестирования с нормативно-оценочными шкалами по каждому из расчетных показателей (нормативами по тесту). Если значения интегральной оценки находятся в диапазоне от 1 до 0,75 единиц, то выносится заключение, что противопоказаний к работе нет — претендент пригоден. Если значения интегральной оценки находятся в диапазоне от 0,74 до 0,37 единиц, то выносится заключение, что противопоказаний к работе не выявлено — кандидат пригоден, однако обнаружены индивидуальные особенности, свидетельствующие о повышенном риске развития психофизиологической дезадаптации. Рекомендуется повышенный контроль и прохождение курса реабилитационно-восстановительных мероприятий, периодичность психофизиологических обследований — не реже одного раза в полгода. Если значения интегральной оценки находятся в диапазоне от 0,36 до 0 единиц, то выносится заключение, что у кандидата имеются существенные противопоказания к операторской работе на энергетических предприятиях.

Таким образом, приведенный обзор исследований показал, что профессиональный отбор является важнейшим элементом организации деятельности предприятий топливно-энергетического комплекса и внедрение его на производстве позволяет значительно снизить уровень травматизма и аварийности.

### Список литературы

1. **Маклаков А. Г.** Профессиональный психологический отбор персонала. Теория и практика: Учебник для вузов. — СПб.: Питер, 2008. — 480 с.
2. **Глебова Е. В., Иванова М. В.** Профессиональный отбор операторов: история и актуальность // Безопасность жизнедеятельности. — 2002. — № 9. — С. 12–15.
3. **Бодров В. А.** Психология профессиональной пригодности. — М.: ПЕР СЭ, 2001. — 511 с.
4. **Бодров В. А., Орлов В. Я.** Психология и надежность. Человек в системе управления техникой. — М.: Институт психологии РАН, 1998. — 176 с.
5. **Анисимова Н. П.** Психология отбора и расстановка рабочих кадров на промышленном предприятии. — М.: Аспект Пресс, 2002. — 279 с.
6. **Бодров В. А.** Психология профессиональной пригодности: Учебное пособие для вузов — М.: ПЕР СЭ, 2001. — 511 с.
7. **Фрумкин А. А.** Психологический отбор в профессиональной и образовательной деятельности. — СПб.: Речь, 2004. — 226 с.
8. **Купер Д., Робертсон А.** Психология в отборе персонала. — СПб.: Питер, 2003. — 240 с.
9. **Магура М. И.** Поиск и отбор персонала. — М.: Интел-Синтез, 2001. — 272 с.
10. **Литвинцева И. А.** Психологические аспекты подбора и проверки персонала. — М.: ЗАО "Бизнес-школа "Интел-Синтез", 1997. — 400 с.
11. **Вяличев М. В.** Профориентация и профессиональный отбор персонала. — М.: Лаборатория Книги, 2010. — 70 с.
12. **Маркова А. К.** Психология профессионализма. — М.: Знание, 1996. — 308 с.
13. **Сажина Н. Н.** Разработка метода повышения надежности функционирования человеко-машинных систем в газовой промышленности: на примере операторов по добыче и переработке газа: дис. ... канд. техн. наук: 05 26 04. — М., 1999. — 195 с.
14. **Фомина Е. Е.** Метод снижения рисков аварийности и травматизма на объектах хранения нефтепродуктов: дис. ... канд. техн. наук: 05 26 04. — М., 2000. — 138 с.
15. **Грудина С. А.** Разработка модели профессиональной пригодности оператора-товарного с целью снижения аварийности и травматизма на предприятиях транспорта газа: дис. ... канд. техн. наук: 05 26 01. — М., 2007. — 155 с.
16. **Глебова Е. В.** Снижение риска аварийности и травматизма в нефтегазовой промышленности на основе модели профессиональной пригодности операторов: дис. ... докт. техн. наук: 05 26 03. — М., 2009. — 325 с.
17. **Гуськов М. А.** Обеспечение безопасности объектов магистрального транспорта газа в чрезвычайных ситуациях на основе повышения готовности оперативного персонала к действиям по локализации аварий: дис. ... канд. техн. наук: 05 26 02. — М., 2011. — 155 с.
18. **Волохина А. Т.** Обеспечение промышленной безопасности магистральных газопроводов на основе оценки и совершенствования профессионально важных качеств рабочих основных профессий: дис. ... канд. техн. наук: 05 26 03. — М., 2009. — 200 с.
19. **Дулясова М. В.** Обеспечение безотказной работы технологических установок НПЗ с учетом влияния профессиональных качеств производственного персонала: дис. ... канд. техн. наук: 05 04 09. — Уфа, 1999. — 201 с.
20. **Тарасова Л. Н.** Метод повышения безопасности труда работников потенциально опасных производственных объектов: На примере ОАО "Салаватнефтеоргсинтез": дис. ... канд. техн. наук: 05 26 01. — Уфа, 2005. — 148 с.
21. **РД 153-34.0-03.504-00** Методическое руководство по организации и проведению психофизиологических обследований персонала энергетических предприятий. — М.: Минздрав РФ, Минтопэнерго РФ, РАО "ЕЭС России", 2000. — 40 с.

**M. V. Ivanova**, Associate Professor, e-mail: mariyivanova@yandex.ru,  
**E. V. Glebova**, Professor, Russian State University of Oil and Gas (National Research University) named after I. M. Gubkin, Moscow

## A Review of Research on the Development of Personnel Selection at the Enterprises of Fuel and Energy Complex

*The literature analysis of the development of professional selection. Highlighted the events held in the framework of the development of the system of professional psychophysiological selection and its practical implementation. The basic works associated with the development of professional psychophysiological selection in the fuel and energy complex. Described professionally significant psychophysiological and personal qualities inherent in the profession of the operator-commodity. The techniques are presented for assessing professional skills of workers of main gas pipelines.*

**Keywords:** professional psychophysiological selection, professionally important qualities, level of injuries and accidents

### References

1. **Maklakov A. G.** Professional psychological selection of personnel. Theory and practice: Textbook for universities. Saint-Petersburg: Peter, 2008. 480 p.
2. **Glebova E. V., Ivanova M. V.** A professional selection of operators: the history and actuality. *Life Safety*. 2002. No. 9. P. 12–14.
3. **Bodrov V. A.** Psychology of professional suitability. Moscow: PER SE, 2001. 511 p.



4. **Bodrov V. A., Orlov V. Ya.** Psychology and reliability. The person in control system technology. Moscow: Institute of psychology RAS, 1998. 176 p.
5. **Anisimova N. P.** The psychology of selection and placement of personnel in an industrial plant. Moscow: Aspect Press, 2002. 279 p.
6. **Bodrov V. A.** The psychology of professional suitability. Textbook for universities. Moscow: PER SE, 2001. 511 p.
7. **Frumkin A. A.** Psychological selection in professional and educational activities. Saint-Petersburg: The speech, 2004. 226 p.
8. **Cooper D., Robertson A.** Psychology in personnel selection. — Saint-Petersburg: Peter, 2003. 240 p.
9. **Magura M. I.** Search and selection of staff. Moscow: Intel-Sintez, 2001. 272 p.
10. **Litvintseva I. A.** Psychological aspects of the selection and verification of personnel. Moscow: JSC "Business school "Intel-Synthesis", 1997. 400 p.
11. **Valishev M. V.** Vocational Guidance and professional selection of personnel. Moscow: Laboratory Book, 2010. 70 p.
12. **Markova A. K.** Psychology of professionalism. Moscow: Znanie, 1996. 308 p.
13. **Sazhina N. N.** Development of a method to increase the reliability of human-machine systems in the gas industry: the case of the operators for the extraction and processing of gas: dis. ... Cand. tech. Sciences 05 26 04. Moscow, 1999. 195 p.
14. **Fomina E. E.** Method of reducing the risks of accidents and injuries on objects of storage of petroleum products: dis. ... Cand. tech. Sciences 05 26 04. Moscow, 2000. 138 c.
15. **Grudina S. A.** Development of model of professional suitability of the operator-commodity for the purpose of decrease of accident rate and traumatism on the enterprises of transport gas: diss. ... kand. tech. Sciences: 26 05 01. Moscow, 2007. 155 p.
16. **Glebova E. V.** Reducing the risk of accidents and injuries in the oil and gas industry on the basis of model of professional suitability of operators: dis. ... doctor. tech. Sciences: 05 26 03. Moscow, 2009. 325 p.
17. **Guskov M. A.** Security of the gas pipeline facilities in emergencies based on preparedness of the operational staff for action localization of accidents: dis. ... Cand. tech. Sciences 05 26 02. Moscow, 2015. 155 p.
18. **Volohina A. T.** Industrial safety of trunk pipelines based on the evaluation and improvement of professionally important qualities of workers of the main professions: dis. ... kand. tech. Sciences: 05 26 03. Moscow, 2009. 200 p.
19. **Dulysova M. V.** Ensuring trouble-free operation of process plants refineries taking into account the influence of the professional qualities of the production staff: dis. ... Cand. tech. Sciences 05 04 09. Ufa, 1999. 201 p.
20. **Tarasova L. N.** Method of increase of safety of work of workers of potentially dangerous industrial objects: the case of JSC "Salavatnefteorgsintez" dis. ... cand. tech. Sciences: 26 05 01. Ufa, 2005. 148 p.
21. **RD 153-34.0-03.504-00** Guidance on organizing and conducting psychophysiological examinations of the personnel of energy enterprises. Moscow: Ministry of health of the Russian Federation, the Ministry of energy of the Russian Federation, RAO "UES of Russia", 2000. — 40 p.

## Информация

### VIII Международная выставка по промышленности и охране труда

## SAPE-2017

11–14 апреля 2017 г, Сочи, Главный медиацентр

### СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ТЕМАТИЧЕСКИЕ РАЗДЕЛЫ

**ДИЗАЙН:** Специальная и защитная одежда; Специальная обувь; Средства индивидуальной защиты (органов дыхания, слуха, глаз, головы) и др.

**ТЕХНОЛОГИИ:** Средства защиты от огня и стихийных бедствий; Противопожарное оборудование, автоматика и роботы; Средства эвакуации и спасения, аварийно-спасательное оборудование; Инновационные достижения в области пожарной безопасности и др.

**КОМПЛЕКСНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ:** Средства защиты для работы под напряжением и на высоте; Плакаты и знаки безопасности и др.

**ЗДОРОВЬЕ:** Эргономика; Профилактика и лечение профессиональных заболеваний; Реабилитация и охрана здоровья; Страхование от несчастных случаев и др.

**Контакты:** <http://www.sape-expo.ru>

УДК 504.05

**В. Ф. Мартынюк**, д-р техн. наук, проф., e-mail: anaopa@gmail.com,  
РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина, Москва

## Экологический риск антропогенных воздействий

*Рассмотрены возможности использования понятия "экологический риск" в системе управления в области охраны природы с учетом риска техногенных воздействий. Предложено в соответствии с нормами русского языка определять "экологический риск" как риск, относящийся к экосистеме. При этом увязывание риска с отношением времени восстановления экосистемы ко времени между воздействиями позволяет проводить численную оценку экологического риска. Использование указанного подхода к определению экологического риска открывает возможность оценивать риски для отдельных экологических систем и устанавливать критерии приемлемого риска, опираясь при этом на хорошо разработанную методологию анализа риска и присущие экологии как науке понятия и закономерности.*

**Ключевые слова:** охрана природы, окружающая среда, экологический риск

### Введение

В 1968 г. была создана международная общественная организация "Римский клуб", целью которой являлось привлечение внимания общественности к глобальным проблемам человечества. В проекте Римского клуба "Сложное положение человечества" деградация окружающей среды рассматривалась как одна из глобальных проблем. Вышедший вскоре доклад "Пределы роста" [1] с апокалиптическими моделями и сценарием загрязнения окружающей среды в начале XXI века способствовал привлечению внимания мировой общественности к вопросам охраны окружающей среды. Результаты исследований этой направленности, обобщенные в монографии [2], в которой проблемы охраны живой природы с точки зрения биологов структурированы по природным зонам, таксономическим группам, уровням организации живого и факторам воздействия.

В настоящее время вопросы охраны природы рассматриваются чаще всего как часть проблем охраны окружающей среды (environment protection), причем среды, окружающей человека. При таком антропоцентрическом подходе вопросы охраны живой природы как таковой часто отходят на второй план и носят утилитарный характер. Так, в докладе Европейского совета по окружающей среде [3] выделены три основные области, в которых требуются работы для реализации европейской экологической политики: 1) охрана природного капитала, лежащего в основе экономического процветания и

благополучия людей; 2) стимулирование ресурсоэффективных, низкоуглеродных моделей экономического и социального развития; 3) защита населения от опасностей для здоровья, связанных с окружающей средой.

В нашей стране вопросы охраны окружающей среды стали называться экологическими вопросами. Такое расширение понятия "экология" от первоначального значения, связанного в первую очередь с наукой, изучающей экосистемы, привело к значительной путанице в терминологии, а также к отходу биологов, занимающихся экосистемами, от решения насущных проблем защиты окружающей среды, которые в конечном счете решаются через разработку необходимой нормативной базы. Результатом явилось одностороннее рассмотрение этих вопросов, игнорирование многих принципиальных биологических процессов и появление на этом фоне политических, экономических спекуляций вроде защиты озонового слоя, выброса парниковых газов, безуглеродной энергетики, обязательного экологического страхования, втягивающих страну в огромные необоснованные затраты. Между тем опасения о глобальном влиянии антропогенной деятельности на состояние окружающей среды нашли свое отражение в набравшем силу зеленом движении. Документ ООН "Будущее, которого мы хотим" [4, 5] ставит целью постараться достичь гармонии с природой. При этом предполагается по умолчанию, что "отрицательные" изменения в окружающей среде связаны в основном с антропогенной деятельностью и основной целью охраны природы становится сохранение



существующего состояния или его "улучшение". Однако результаты антропогенной деятельности только накладываются на изменения, постоянно происходящие в биосфере, и разумно говорить о правильном прогнозе этих изменений, особенно на региональном уровне.

Для оценки антропогенных воздействий на окружающую среду часто используют понятие "экологический риск". Однако это понятие оторвано от основополагающего понятия "экосистема", которыми и занимается наука экология. В данной статье рассмотрена возможность увязки понятия риска, широко используемого при оценке техногенных опасностей, с опасностями непосредственно для живой природы путем адекватного для обоих направлений определения понятия "экологический риск". В первую очередь будут рассмотрены вопросы антропогенных воздействий на окружающую среду, связанных с аварийными выбросами опасных веществ.

### **Последствия антропогенных воздействий**

Под антропогенным воздействием обычно понимают различные формы влияния деятельности человека на природу. Безусловно, самым мощным видом антропогенного воздействия является природопользование. Последствиями такого воздействия являются "лунные пейзажи" в зонах проведения горных работ, катастрофическое сокращение численности или уничтожение отдельных видов животных и растений, значительное уменьшение размеров естественных экосистем. Интересно, что в зонах, где по причине крупных аварий прекращена хозяйственная деятельность (Чернобыльская зона, Мексиканский залив после аварии на глубоководной нефтедобывающей платформе, зона вокруг Фукусимы) наблюдается значительный рост численности флоры и фауны и ее разнообразия. Для оценки опасности природопользования и разрушения местообитаний в результате освоения территорий также можно использовать понятие экологического риска. Однако для его понимания лучше рассмотреть экологический риск, связанный с загрязнениями биосферы при аварийных выбросах опасных веществ.

При выбросе опасных веществ может быть нанесен ущерб трем основным составляющим окружающей среды: воздуху, почве (включая грунтовые воды) и поверхностным водным ресурсам. Примерами такого ущерба являются: загрязнение грунтовых и поверхностных вод в результате разлива нефтепродуктов, что приводит

к потере источников питьевой воды; загрязнение поверхности почвы вредными веществами, что делает ее непригодной для ведения сельского хозяйства. И эти неблагоприятные последствия обычно относятся к экологическим. Как видно, при таком подходе рассматриваются неблагоприятные последствия не столько для природной среды, сколько для человека, что вообще говоря, находится в противоречии с первоначальным значением слова "экология". Зато такой подход согласуется с понятием "санитарно-эпидемиологическое благополучие населения", критерии которого в виде предельных нагрузок хорошо разработаны, и сформированная нормативная база подробно представлена, например, в одном из учебных пособий [6]. Эти нормативы вместе с нормативами использования природных ресурсов составляют "экологические требования", на соответствие которым проводится экологическая экспертиза намечаемой хозяйственной или иной деятельности. Эта научно-практическая, оценочная деятельность проводится специалистами государственных органов, ведомств, а также общественностью [7].

Что касается ущерба окружающей природной среде, то он выражается в денежной форме, и методы его определения отличаются большей или меньшей скрупулезностью учета потерь от загрязнения земель, водных объектов и атмосферы, а также потерь, связанных с гибелью представителей флоры и фауны. Так, последствия аварийных загрязнений нефтью описываются площадью загрязнений и продолжительностью периода естественного восстановления загрязненных земель и водных объектов, сильно зависящих от климатического пояса, в котором расположены загрязненные участки [8].

По этим показателям территория России разделена на районы с соответствующими периодами восстановления. За нанесенный экологический ущерб организация штрафует природоохранными органами. Удельный экологический ущерб оценивается как ожидаемая сумма штрафа при расчете на одну тонну разлива нефти. Величины удельного экологического ущерба за загрязнение поверхности вод, почвы и атмосферы зависят от района, на которые по этому показателю разбита территория Российской Федерации. Такой подход к оценке экологического ущерба вполне оправдан с точки зрения внедрения экономических механизмов предотвращения загрязнения окружающей среды. Однако и при такой трактовке недопустимо автоматически переносить подходы, разработанные для экономического риска на монетарную составляющую экологического риска [9].

## Представление экологического риска

Говоря об экологическом риске как о мере опасности, обычно используется характерное для анализа риска определение, связывающее последствие нежелательного события и его вероятность: экологический риск — вероятность возникновения отрицательных изменений в окружающей природной среде или отдаленных неблагоприятных последствий этих изменений, возникающих вследствие отрицательного воздействия на окружающую среду. В качестве представления экологического риска могут быть использованы, например, ожидаемая величина зараженной от источника опасности поверхности в год, ожидаемая ширина загрязненной в год поверхности вдоль нефтепровода [10]. Однако эти показатели бессмысленны с точки зрения предсказаний, так как эти значения значительно меньше реальных площадей загрязненных территорий в случае редких крупных катастроф. Однако для некоторых других целей, таких как сравнение методов снижения риска, ожидаемые величины могут быть весьма полезны.

Характерным примером является работа по оценке экологического риска различных компонентов окружающей среды города Дубна [6]. Здесь степень выраженности экологического риска для атмосферного воздуха, поверхностных вод и почвенного покрова оценивается по степени превышения санитарно-гигиенических нормативов. При этом степень выраженности экологического риска для животного мира определяется количеством видов орнитофауны. Ясно, что при таком подходе как-то определены отрицательные изменения в окружающей природной среде, но никак не определены отдаленные отрицательные последствия этих изменений. И уж совсем речи нет о вероятности таких изменений, что делает привязку представленных показателей к понятию "экологический риск" весьма искусственной.

Оценивая экологический риск, рационально опираться на подходы, используемые в технических системах, где риск отказа элемента эквивалентен вероятности нахождения в нерабочем состоянии элемента системы, которая определяется как отношение времени нахождения в нерабочем состоянии этого элемента (неважно, по какой причине: поломка, техническое обслуживание и т. д.) к общему времени работы. Аналогично экологический риск можно представить как отношение ожидаемого времени восстановления природной среды после катастрофического воздействия к периоду таких воздействий. При этом ожидаемое время восстановления определяется

как процессами самоочищения, так и принимаемыми мерами по ликвидации последствий [11].

Такой подход наиболее применим к оценке экологического риска техногенных воздействий. Так, квантификация рисков окружающей среде для нефтедобычи на континентальном шельфе Норвегии проводится по частоте и последствиям [12]. При этом категории ущерба окружающей среде определяются временем восстановления после разлива нефти до состояния, которое было до разлива. Этот принцип подразумевает, что время восстановления окружающей среды после нанесения ущерба должно быть незначительным по сравнению с периодом между событиями, приводящими к ущербу. Критерии приемлемого риска при этом лежат в интервале 0,5...10 %.

## Возвращение к экосистемам

Обычно в качестве объектов воздействия при экологической экспертизе и оценке экологического риска рассматриваются отдельные компоненты окружающей природной среды, ландшафты, геосистемы. Между тем, понятия природы и окружающей среды различны. Так, согласно ст. 58 Конституции Российской Федерации "каждый обязан сохранять природу и окружающую среду..." Чтобы не углубляться в определение понятий "природа", "окружающая среда", "окружающая природная среда", "экология" и т.д. логично опираться на нормы русского языка, согласно которым слово "окружающая" требует определения — "окружающая кого или чего". Это может быть человек или опасный объект. Но в вопросах охраны природы рационально рассматривать не просто окружающую природную среду и ее компоненты, а отдельные ее элементы — экосистемы. Рассмотрение отдельных экосистем рационально по нескольким причинам.

Для каждой находящейся в гомеостазе экосистемы [13] можно установить нормативы качества окружающей среды и нормативы допустимых воздействий на экосистему. Такой подход согласуется с концепцией Ю. А. Израэля о предельных нагрузках на окружающую среду [14]. При этом возможно рассматривать различные уровни изменений в экосистеме при превышении различных уровней допустимых воздействий. Так, например, в городских лесах выделено пять стадий рекреационной дигрессии в зависимости от уровней рекреационных нагрузок, выраженных в густоте дорожно-тропиночной сети [15, 16].

При аварийных ситуациях в случае превышения допустимых воздействий на экосистему при априорных оценках в первом приближении можно считать, что в окружающей среде произойдут



отрицательные изменения. Что касается отдаленных неблагоприятных последствий отрицательных изменений экосистемы, то их продолжительность определяется временем восстановления экосистемы до состояния, которое было до воздействия. Использование времени восстановления экосистемы позволяет оценивать экологический риск антропогенных воздействий. Парадоксальность ситуации состоит в том, что для выбранной экосистемы одним из показателей риска — тяжесть последствий — является время восстановления, имеющее размерность времени, в то время как другой показатель — вероятность — имеет размерность обратного времени. Такой подход позволяет квантифицировать экологический риск.

Однако это потребует разработки нормативных и методических документов по идентификации экосистем, установлению нормативов качества и допустимого воздействия на экосистемы, а также времени их восстановления. Все это задачи для биологов и, в первую очередь, экологов. В то же время априорная оценка вероятности техногенных происшествий и возникающих при этом нагрузок, определяющих воздействие на экосистему, обычное дело для специалистов по анализу риска.

Ясно, что рассмотренный подход применим и к оценке экологического риска природных катастроф, когда для оценки необходимы знания о частоте явлений и времени восстановления экосистем. Сравнение же экологических рисков антропогенных воздействий и природных катастроф открывает возможность для выработки обоснованных критериев приемлемого экологического риска антропогенных воздействий.

### Заключение

Рассмотрение понятия "экологический риск" в соответствии с нормами русского языка как риска, относящегося к экосистеме, и увязывание риска с отношением времени восстановления экосистемы к времени между воздействиями, позволяет проводить численную оценку экологического риска. Использование указанного подхода к определению экологического риска открывает возможность оценивать риски для отдельных экологических систем, опираясь при этом на присущие экологии как науке понятия и закономерности.

### Список литературы

1. Медоуз Д. Х., Медоуз Д. Л., Рэндерс Йорген, Беренс В. В. III. Пределы роста / Доклад по проекту Римского клуба "Сложное положение человечества". — М.: Изд-во Московского университета, 1991. — 13 с.
2. Яблоков А. В., Остроумов С. А. Охрана живой природы: проблемы и перспективы. — М.: Лесная промышленность, 1983. — 269 с.
3. ЕАОС 2015. Окружающая среда Европы: состояние и перспективы 2015. Обобщающий доклад. Европейское агентство по окружающей среде. Копенгаген.
4. Будущее, которого мы хотим. Итоговый документ Конференции Организации Объединенных Наций по устойчивому развитию, принятый 27 июля 2012 года на 123-м пленарном заседании шестьдесят шестой сессии Генеральной Ассамблеи.
5. Мартынюк В. Ф. Ноосфера и пределы роста (к 70-й годовщине выхода работы В. И. Вернадского "Несколько слов о ноосфере" // Безопасность жизнедеятельности. — 2014. — № 6. — С. 8—12.
6. Макаров О. А., Савватеева О. А., Каманина И. З., Нисифорова И. А. Проблемы оценки экологических рисков для окружающей среды и населения: Учебное пособие. — М.: МАКС-Пресс, 2014. — 288 с.
7. Дьяконов К. Н., Дончева А. В. Экологическое проектирование и экспертиза. Учебник для вузов. — М.: Аспект Пресс, 2005. — 384 с.
8. Методика определения ущерба окружающей природной среде при авариях на магистральных нефтепроводах. Утверждена Минтопэнерго РФ 1.11.95.
9. Осипов В. А. Особенности экологического риска и критерии его оценки. Исследования эколого-географических проблем природопользования для обеспечения территориальной организации и устойчивости развития нефтегазовых регионов России. Теория, методы и практика. — Нижневартовск: НГПИ, ХМРО РАЕН, ИОА РАН, 2000. — С. 29—32.
10. Мартынюк В. Ф., Прусенко Б. Е. Защита окружающей среды в чрезвычайных ситуациях: Учебное пособие для вузов. — М.: Изд-во "Нефть и газ" РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2003. — 336 с.
11. Мартынюк В. Ф. Учет процессов самоочищения при определении экологического риска антропогенных воздействий. Экологические и биологические системы / Под ред. С. В. Котелевцева и др. — М.: МАКС-Пресс, 2015. — 2280 с.
12. Jan Erik Vinnem. Offshore Risk Assessment. — Springer, 2007. — 578 p.
13. Одум Ю. Экология. В 2-х т. — М.: Мир, 1986.
14. Израэль Ю. А. Экология и контроль состояния природной среды. Л.: Гидрометеиздат, 1979. — 375 с.
15. Казанская Н. С., Ланина В. В. Методика изучения влияния рекреационных нагрузок на древесные насаждения лесопаркового пояса г. Москвы в связи с вопросами организации территорий массового отдыха и туризма. — М., 1975. — 68 с.
16. Авилова К. В., Еремкин Г. С., Поповкина А. Б. Мониторинг городских популяций водоплавающих птиц // Руководство по изучению городской среды. Экологические и социально-психологические аспекты / Под ред. Д. Н. Кавтарадзе. [Электронный ресурс]. — М., 2015.

**V. Ph. Martynyuk**, Professor, e-mail: anaopa@gmail.com, Russian State University of Oil and Gas (National Research University) Name after I. M. Cubkin, Moscow

## Environmental Risk of Antropogenic Impact

*The possibilities of the use of the concept of "environmental risk" in the environment management system on the risk of technogenic impacts existence is considered. In accordance with the norms of the Russian it proposed to define the "environmental risk" as the risk specific for the ecosystem. The determination of risk as the ratio the ecosystem recovery time to the time between impacts allows for evaluation the ecological risk. The use of this approach to determining environmental risk an opportunity to assess the risks for individual ecological systems and to establish criteria of acceptable risk, while basing on well-developed methodology of risk analysis and the inherent ecology as science concepts and laws.*

**Keywords:** environment protection, environment, ecological risk

### References

1. **Medouz D. H., Medouz D. L., Rjenders Jorgen, Berens V. V. III.** Predely rosta. Doklad po proektu Rimskogo kluba Slozhnoe polozhenie chelovechestva". Moscow: Izdatel'stvo Moskovskogo universiteta, 1991. 13 p.
2. **Jablokov A. V., Ostroumov S. A.** Ohrana zhivoj prirody: problemy i perspektivy. Moscow: Lesnaya Promyshlennost', 1983. 269 p.
3. **EAOS 2015.** Okruzhajushhaja sreda Evropy: sostojanie i perspektivy 2015. Obobshhajushhij doklad. Evropejskoe agentstvo po okruzhajushhej srede. Kopenhagen.
4. **Budushhee**, kotorogo my hotim. Itogovyj dokument Konferencii Organizacii ob#edinennyh nacij po ustojchivomu razvitiyu, prinjatyj 27 ijulja 2012 goda na 123-m plenarnom zasedanii shest'desjat shestoj sessii General'noj Assamblei.
5. **Martynjuk V. F.** Noosfera i predely rosta. *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*. 2014. No. 6. P. 8–12.
6. **Makarov O. A., Savvateeva O. A., Kamanina I. Z., Nisiforova I. A.** Problemy ocenki jekologicheskikh riskov dlja okruzhajushhej srede i naselenija: Uchebnoe posobie. Moscow: MAKS-Press, 2014. 288 p.
7. **D'jakonov K. N., Doncheva A. V.** Jekologicheskoe proektirovanie i jekspertiza. Uchebnik dlja vuzov. Moscow: Aspekt Press, 2005. 384 p.
8. **Metodika** opredelenija ushherba okruzhajushhej prirodnoj srede pri avarijah na magistral'nyh nefteprovodah. Utverzhdena Mintopjenergo RF 1.11.95.
9. **Osipov V. A.** Osobennosti jekologicheskogo riska i kriterii ego ocenki. Issledovanija jekologo-geograficheskikh problem prirodopol'zovanija dlja obespechenija territorial'noj organizacii i ustojchivosti razvitiya neftegazovyh regionov Rossii. Teorija, metody i praktika. Nizhnevartovsk: NGPI, HMRO RAEN, IOA RAN, 2000. P. 29–32.
10. **Martynyuk V. Ph., Prusenko B. E.** Zashhita okruzhajushhej srede v chrezvychajnyh situacijah. Uchebnoe posobie dlja vuzov. Moscow: Izdatel'stvo "Neft' i gaz" RGU nefti i gaza im. I. M. Gubkina, 2003. 336 p.
11. **Martynyuk V. Ph.** Uchet processov samoochishhenija pri opredelenii jekologicheskogo riska antropogennyh vozdeystvij. Jekologicheskije i biologicheskije sistemy. Pod red. S. V. Kotelevcev i dr. Moscow: MAKS-Press, 2015. 2280 p.
12. **Jan Erik Vinnem.** Offshore Risk Assessment. Springer, 2007. 578 p.
13. **Odum Ju.** Jekologija. V 2-h tomah. — Moscow: Mir, 1986.
14. **Izrajel' Ju. A.** Jekologija i kontrol' sostojanija prirodnoj srede. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1979. 375 p.
15. **Kazanskaja N. S., Lanina V. V.** Metodika izuchenija vlijanija rekreacionnyh nagruzok na drevesnye nasazhdenija lesoparkovogo pojasa g. Moskvy v svjazi s voprosami organizacii territorij massovogo otdyha i turizma. Moscow, 1975. 68 p.
16. **Avilova K. V., Eremkin G. S., Popovkina A. B.** Monitoring gorodskih populacij vodoplavajushhij ptic. Rukovodstvo po izucheniju gorodskoj srede. Jekologicheskije i social'no-psihologicheskije aspekty. Nauchn. Pod red. D. N. Kavtaradze. [Elektronnyj resurs]. Moscow, 2015.

УДК 528.113; 551.3

**В. В. Симонян**, канд. техн. наук, доц., докторант, e-mail: simonyan.vladimir@gmail.com,  
**А. Г. Тамразян**, д-р техн. наук, проф., Национальный исследовательский  
московский государственный строительный университет, Москва

## Вероятностный анализ потенциальных возможностей оползневых смещений

*Рассмотрены вопросы оценки точности целевой функции, которая является необходимым условием для начала движения оползня. Показано, что параметры, входящие в функцию, получены методами как прямых измерений ( $\nu$  — крутизна склона;  $\varphi$  — угол внутреннего трения и  $c$  — удельное сцепление грунта), так и косвенных ( $M$  — масса оползневого тела, значение которой можно определить путем расчета объема  $V$  и плотности грунта  $\rho$ , связанных с массой известной математической зависимостью). Для приведенного конкретного примера анализ интервальных оценок точности расчета для целевой функции, несмотря на то, что она отрицательна, показывает, что исключать возможность движения не следует и это необходимо учитывать при освоении склона под строительство.*

**Ключевые слова:** оползень, склон, крутизна, трение, сцепление, объем, плотность, точность, риск, поверхность скольжения оползня, сеть

Как известно, под оползневой опасностью обычно понимают проявление и активизацию развития оползневого процесса [1–3].

В качестве меры опасности используют такое понятие как риск — предполагаемый негативный результат для инженерных сооружений. Из-за возможных оползневых подвижек грунта на склонах появляется опасность нарушения устойчивости зданий и сооружений. Вероятность проявления этого процесса необходимо предсказывать с тем, чтобы учесть возможный материальный ущерб и соответствующие затраты на его ликвидацию.

При этом под мерой риска понимают ряд факторов (признаков), способствующих как возникновению самого оползня, так и степень его негативных воздействий [4].

В работе [5] предложено рассчитывать потенциальную возможность момента движения оползня по формуле:

$$\sin \nu - \cos \nu \operatorname{tg} \varphi - \frac{cP}{Mg} > 0, \quad (1)$$

где  $\nu$  — крутизна поверхности склона, градус;  $\varphi$  — угол внутреннего трения, тангенс которого равен коэффициенту внутреннего трения грунта;  $c$  — удельное сцепление грунта, Па;  $P$  — площадь оползневого тела, м<sup>2</sup>;  $M$  — масса оползневого тела, т;  $g$  — ускорение свободного падения, равное 9,8 м/с<sup>2</sup>.

То есть, целевая функция (1) есть необходимое условие для начала движения оползня. Если это выражение меньше нуля, то движение оползня маловероятно.

Ряд параметров  $\nu$ ,  $\varphi$ ,  $c$ ,  $P$ ,  $M$ , входящих в формулу (1), определяются эмпирически. Следовательно, эти параметры носят вероятностный характер, накладывающий некоторую неопределенность на результат расчета по формуле (1). Этот результат будет отягощен погрешностью  $\Pi_0$ , зависящей от погрешностей указанных выше эмпирических параметров ( $m_\nu$ ,  $m_\varphi$ ,  $m_c$ ,  $m_P$ ,  $m_M$ ). Результат расчета по формуле (1), полученный без учета этих погрешностей, может оказаться противоположным результату, полученному с их учетом. Таким образом, задача анализа интервальных оценок точности расчета для формулы (1), является в теме оползневых рисков весьма актуальной.

Соответствующий анализ выполним на основе теории погрешностей измерений. Согласно положений этой теории формула для оценки точности неравенства (1) примет вид:

$$\begin{aligned} \Pi_0^2 = & \cos^2 \nu \frac{m_\nu^2}{\gamma^2} + \sin^2 \nu \operatorname{tg}^2 \varphi \frac{m_\nu^2}{\gamma^2} + \\ & + \left( \frac{1}{\cos^2 \varphi} \right)^2 \cos^2 \nu \frac{m_\varphi^2}{\gamma^2} + \left( \frac{P}{Mg} \right)^2 m_c^2 + \\ & + \left( \frac{c}{Mg} \right)^2 m_P^2 + \left( \frac{cP}{M^2 g} \right)^2 m_M^2, \end{aligned} \quad (2)$$

где  $m_\nu$  — погрешность определения крутизны склона;  $m_\varphi$  — погрешность определения угла внутреннего трения;  $m_c$  — погрешность определения

удельного сцепления грунта;  $m_p$  — погрешность определения площади оползня;  $m_M$  — погрешность определения массы оползня;  $\gamma$  — мера угла;  $\gamma = 57,3^\circ$ .

Представление о точностных характеристиках эмпирических параметров можно получить из материалов инженерно-геодезических и геологических изысканий. Параметры  $v$ ,  $\varphi$  и  $c$  получают методами прямых (непосредственных) измерений, а значения площади  $P$  и массы  $M$  — методами косвенных измерений через определение объема  $V$  и плотности грунта  $\rho$ , связанных с массой  $M$  известной математической зависимостью.

Для получения объема оползневого тела необходимо иметь данные о поверхности скольжения оползня (ПСО). Возможные методы определения ПСО и предъявляемые к ним точностные требования проанализированы в работе [6]. Установлено, что требования к точности определения ПСО, указанные в нормативном документе [7], получать с точностью построения рельефа земной поверхности 0,1 м лишено основания: даже в наиболее точном способе определения высот ПСО скважинной инклинометрией является крайне сложной задачей из-за труднодоступности ПСО и погрешности ее фиксации на значительных глубинах. К тому же, для построения ПСО с точностью топографической съемки рельефа земной поверхности в масштабе 1:500 потребуются

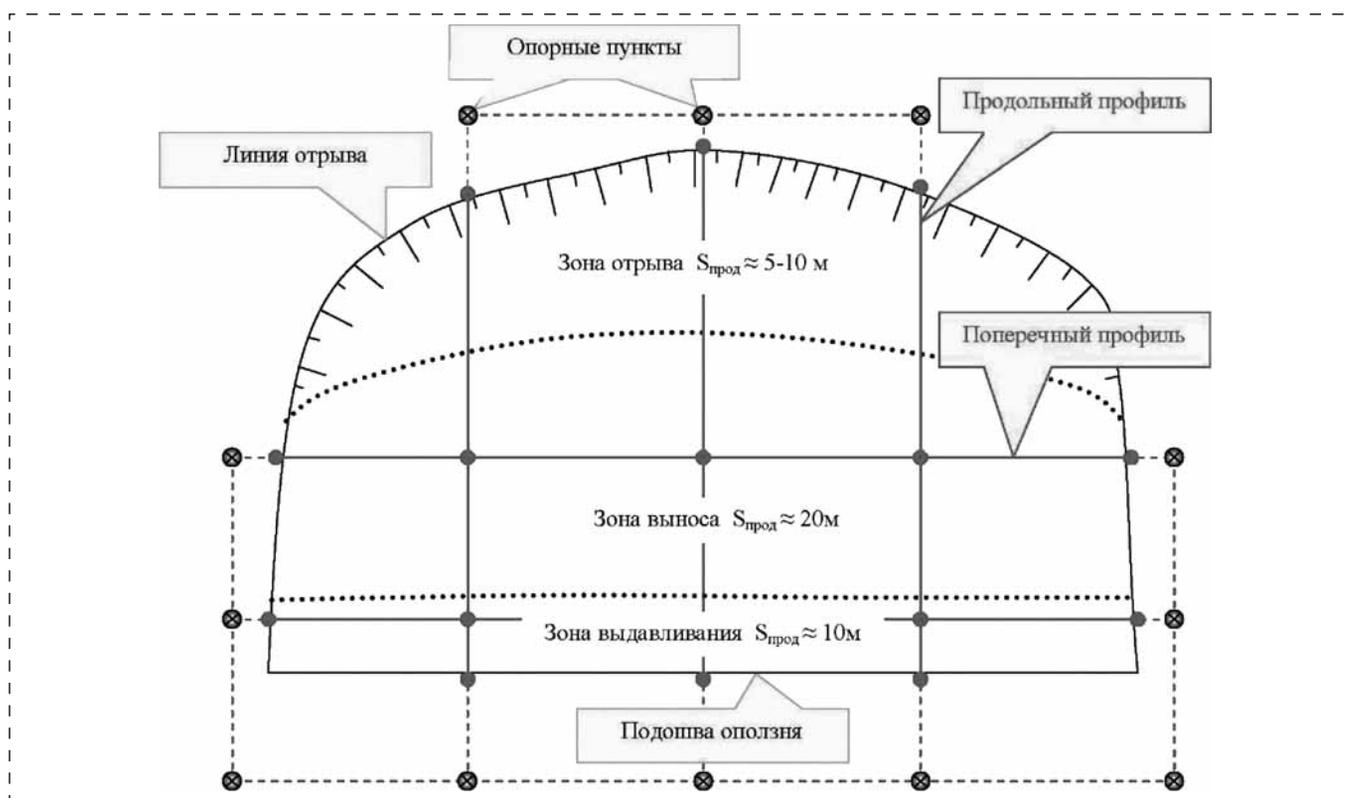
проводить скважинную инклинометрию по сетке квадратов размером 15...20 м [8]. Такая высокая частота разведочных скважин не является характерной даже при ответственном строительстве, где детальные инженерно-геологические изыскания, согласно документу [9], нормируются с частотой 25...60 м. В рамках существующих измерительных технологий практически достигаемая точность высот ПСО при инженерно-геологических изысканиях достигает 1 м.

В работе [6], взамен дорогостоящего и трудоемкого метода скважинной инклинометрии, предложен метод определения ПСО по данным геодезического мониторинга на дневной поверхности оползневого склона. Метод предусматривает построение специальной геодезической сети — оползневой сети ОС (см. рисунок), представляющей собой регулярную сеть прямоугольников и квадратов, вершины которых выбираются с учетом границ и рельефа оползневого склона.

В соответствии с геометрией указанной выше сети общий объем оползневого тела будет равен сумме  $n$  объемов отдельных прямоугольных фигур оползневой сети.

$$V_{\text{оп}} = V_1 + V_2 + \dots + V_n, \quad (3)$$

где  $V_i$  — объем отдельных фигур оползневой сети, равный



Проект оползневой сети [6]:

● — оползневые точки;  $S_{\text{прод}}$  — расстояние между оползневыми точками



$$V_i = abH_{cp} = ab \frac{H_1 + H_2 + H_3 + H_4}{4}, \quad (4)$$

где  $a$  и  $b$  — стороны квадрата (прямоугольника);  $H_{1-4}$  — высоты ПСО.

В соответствии с формулой (4), согласно положениям теории ошибок измерений, получим формулу для определения точности объема отдельных фигур оползня:

$$m_{V_i}^2 = \left[ \frac{1}{4} b (H_1 + H_2 + H_3 + H_4) \right]^2 m_a^2 + \left[ \frac{1}{4} a (H_1 + H_2 + H_3 + H_4) \right]^2 m_b^2 + 4 \left( \frac{1}{4} ab \right)^2 m_H^2, \quad (5)$$

где  $m_a$  и  $m_b$  — погрешности измерения сторон  $a$  и  $b$ ;  $m_H$  — погрешность определения величины  $H$ .

Приведем подобные члены, имея в виду, что  $m_a = m_b = m$ :

$$m_{V_i}^2 = \left[ \frac{1}{4} (H_1 + H_2 + H_3 + H_4) \right]^2 (a^2 + b^2) m^2 + \frac{1}{4} a^2 b^2 m_H^2. \quad (6)$$

Поскольку точность определения высот ПСО в 100 раз меньше точности определения сторон, то применяя известный в теории принцип "ничтожного влияния", получим:

$$m_{V_i} = \frac{1}{2} ab m_H. \quad (7)$$

Исходя из формулы (3) определим точность вычисления объема всего оползневого тела:

$$m_{V_{он}}^2 = m_{V_1}^2 + m_{V_2}^2 + \dots + m_{V_n}^2 = n m_{V_i}^2. \quad (8)$$

Приняв в формуле (8) принцип равнозначного влияния, получим:

$$m_{V_{он}} = m_{V_i} \sqrt{n}. \quad (9)$$

Для примера рассчитаем по формулам (3), (4) объем  $V_{он}$  и по формуле (9) погрешность  $m_{V_{он}}$  для оползневого склона размерами  $100 \times 200$  м при  $a = b = 20$  м,  $H_{cp} = 10$  м,  $n = 50$  и приняв следующие значения среднеквадратических погрешностей измерений:  $m_a = m_b = m = 0,01$  м,  $m_{H_1} = m_{H_2} = m_{H_3} = m_{H_4} = m_H = 1$  м:

$$V_{он} = 200\,000 \text{ м}^3, \quad m_{V_{он}} = 2828 \text{ м}^3, \quad \frac{m_{V_{он}}}{V_{он}} = \frac{1}{70}.$$

Попутно заметим, что площадь  $P$  будет равна  $P = (100 \text{ м} \times 200 \text{ м}) = 20\,000 \text{ м}^2$ , а погрешность ее определения

$$m_P = \sqrt{b^2 m_a^2 + a^2 m_b^2} = \sqrt{(a^2 + b^2) m^2} = \sqrt{[(100 \text{ м})^2 + (200 \text{ м})^2]} (0,01 \text{ м})^2 = 2,2 \text{ м}^2.$$

Известно, что масса оползневого тела вычисляется по формуле

$$M = V_{он} \rho, \quad (10)$$

где  $\rho$  — плотность грунта,  $\text{т/м}^3$ .

В соответствии с формулой (10) получим следующее выражение для расчета погрешности  $m_M$  определения массы оползня  $M$ :

$$m_M = \sqrt{\rho^2 m_{V_{он}}^2 + V_{он}^2 m_\rho^2}. \quad (11)$$

Для глинистых грунтов имеем значения:  $\rho = 1,91 \text{ т/м}^3$ ,  $m_\rho = 0,01 \text{ т/м}^3$  [10].

Для рассматриваемого примера по формулам (10) и (11) будем иметь:

$$M = 200\,000 \text{ м}^3 \cdot 1,91 \text{ т/м}^3 = 382\,000 \text{ т};$$

$$m_M = \sqrt{(1,91 \text{ т/м}^3)^2 \cdot (2828 \text{ м}^3)^2 + (200\,000 \text{ м}^3)^2 \cdot (0,01 \text{ т/м}^3)^2} = 5760 \text{ т}.$$

Относительная погрешность определения массы  $M$ :

$$\frac{\Pi}{M} = \frac{5760 \text{ т}}{382\,000 \text{ т}} = \frac{1}{66}.$$

Выполним расчет неравенства (1) и по формуле (2) рассчитаем оценку точности этого неравенства, приняв для показателя текучести глины  $0 < I_L \leq 0,25$  численные значения параметров  $\varphi = 10^\circ$ ,  $c = 33 \text{ кПа}$ , крутизну склона  $\nu = 19^\circ$ , площадь  $P = 20\,000 \text{ м}^2$  с погрешностью  $m_P = 2,2 \text{ м}^2$ , а значения погрешностей  $m_\varphi = m_\nu = 1^\circ$ ,  $m_c = 1 \text{ кПа}$  [10]. В результате получим:

$$\frac{\sin 19^\circ - \cos 19^\circ \text{ tg } 10^\circ - 33 \text{ (т/м} \cdot \text{с}^2) \cdot 20\,000 \text{ (м}^2)}{382\,000 \text{ (т)} \cdot 9,8 \text{ (м/с}^2)} = -0,02;$$

$$\begin{aligned}
 P_0 = & \sqrt{\cos^2 19^\circ \left(\frac{1^\circ}{57,3^\circ}\right)^2 + \sin^2 19^\circ \operatorname{tg}^2 10^\circ \left(\frac{1^\circ}{57,3^\circ}\right)^2 + \left(\frac{1}{\cos^2 10^\circ}\right)^2 \cos^2 19^\circ \left(\frac{1^\circ}{57,3^\circ}\right)^2 +} \\
 & + \left(\frac{20\,000 \text{ м}^2}{382\,000 \text{ т} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2}\right)^2 (1 \text{ т/м} \cdot \text{с}^2)^2 + \left(\frac{33 (\text{т/м} \cdot \text{с}^2)}{382\,000 \text{ т} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2}\right)^2 (2,2 \text{ м}^2)^2 + = 0,02 \\
 & + \left(\frac{33 (\text{т/м} \cdot \text{с}^2) \cdot 20\,000 \text{ м}^2}{(382\,000 \text{ т})^2 \cdot 9,8 \text{ м/с}^2}\right)^2 (5760 \text{ т})^2
 \end{aligned}$$

Предельное значение погрешности будет:

$$\Delta_{\text{пред}} = \tau P_0 = 2 \cdot 0,02 = 0,04,$$

где  $\tau$  — коэффициент, равный 2 при заданной вероятности  $P = 0,95$ .

Следовательно, доверительный интервал для неравенства (1) будет находиться в пределах  $[-0,06; +0,02]$ .

### Вывод

Потенциальная возможность момента движения оползня, вычисленная по формуле (1) получилась отрицательной, т. е. движения оползня не должно быть. Однако анализ интервальных оценок точности расчета для формулы (1) показывает, что исключать такую возможность не следует, поэтому необходимо учитывать ее при освоении склона под строительство.

### Список литературы

1. **Рекомендации** по количественной оценке устойчивости оползневых склонов. ПНИИИС. — М.: Стройиздат, 1984. — 80 с.

2. **Акимов В. А., Лесных В. В., Радаев Н. Н.** МЧС России. Риски в природе, техносфере, обществе и экономике. — М.: Деловой экспресс, 2004. — 352 с.
3. **Природные опасности** России. Природные опасности и общество. Тематический том / Под ред. В. А. Владимировой, Ю. Л. Воробьева, В. И. Осипова. — М.: Издательская фирма "КРУК", 2002. — 248 с.
4. **Снижение** рисков в строительстве при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера / С. Н. Булгаков, А. Г. Тамразян, И. А. Рахман, А. Ю. Степанов / Под общ. ред. А. Г. Тамразяна. — М.: АСВ, 2012. — 304 с.
5. **Симонян В. В., Кочиев А. А.** О методике расчета силы и ускорения оползня // Науки о Земле. — 2016. — № 1. — С. 49–54.
6. **Кузнецов А. И.** Разработка метода определения поверхности скольжения оползня по данным геодезического мониторинга. Дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук. — М., 2013. — 184 с.
7. **Руководство** по проектированию и устройству заглубленных инженерных сооружений. НИИСК Госстроя СССР. М.: Стройиздат, 1986.
8. **СП 11-104—97.** Инженерно-геодезические изыскания для строительства.
9. **СП 11-105—97.** Инженерно-геологические изыскания для строительства. Ч. 1.
10. **ГОСТ 30416—96.** Межгосударственный стандарт. Грунты. Лабораторные испытания.

**V. V. Simonyan**, Associate Professor, e-mail: simonyan.vladimir55@gmail.com,  
**A. G. Tamrazyan**, Professor, National Research University Moscow State University  
of Civil Engineering

## Probabilistic Analysis of Potential Opportunities Landslide Displacement

*The article deals with the evaluation of the accuracy of the objective function, which is a necessary condition for the beginning of the movement of the landslide. The parameters included in the function, obtained as a method of direct measurements ( $\nu$  — the steepness of the slope;  $\varphi$  — angle of internal friction and  $c$  — specific adhesion of soil) and indirect measurements ( $M$  — landslide body weight), which can be obtained through the volume  $V$  and density soil  $\rho$ , connected with mass known mathematical relationship. For the above specific example, the objective function is negative, that is, the movement should not be a landslide. However, the analysis interval*



estimates for the accuracy of the calculation of the objective function indicates that exclude the possibility of movement and should not be taken into account when developing its slope under construction.

**Keywords:** landslide, slope steepness, friction, clutch, volume, density, precision, risk of landslide slip surface, the network

### References

1. **Рекомендации** по количественной оценке устойчивости оползневых склонов. ПНИИС. Moscow: Strojizdat, 1984. 80 p.
2. **Akimov V. A., Lesnyh V. V., Radaev N. N.** MChS Rossii. Riski v prirode, tehnosfere, obshhestve i jekonomike. Moscow: Delovoj jekspres, 2004. 352 p.
3. **Prirodnye opasnosti** Rossii. Prirodnye opasnosti i obshhestvo. Tematicheskij tom / Pod red. V. A. Vladimirova, Ju. L. Vorob'eva, V. I. Osipova. Moscow: Izdatel'skaja firma "KRUK", 2002. 248 p.
4. **Snizhenie** riskov v stroitel'stve pri chrezvychajnyh situacijah prirodного i tehnогенного характера / S. N. Bulgakov, A. G. Tamrazjan, I. A. Rahman, A. Ju. Stepanov. Pod obshh. red. A. G. Tamrazjana. Moscow: ASV, 2012. 304 p.
5. **Simonyan V. V., Kochiev A. A.** O metodike raschjota sily i uskorenija opolznja. *Nauki o Zemle*. 2016. No. 1. P. 49–54.
6. **Kuznecov A. I.** Razrabotka metoda opredeleniya poverhnosti skol'zhenija opolznja po dannym geodezicheskogo monitoringa. Dis. na soiskanie uchenoj stepeni kandidata technichwskih nauk. Moscow, 2012. 184 p.
7. **Rukowodstvo** po proektirovaniju i ustrojstvu zaglubljonnyh inzhenernyh sooruzhenij. NIISK Gosstroja SSSR. Moskow: Strojizdat, 1986.
8. **SP 11-104-97.** Inzhenerno-geodezicheskije izyskanija dlja stroitel'stva.
9. **SP 11-105-97.** Inzhenerno-geologicheskije izyskanija dlja stroitel'stva. Ch. 1.
10. **GOST 30416-96.** Mezhhgosudarstvennyj standart. Gruntj. Laboratornye ispytanija.

## ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ FIRE SAFETY

УДК 614.841.2; 621.315.1

**А. И. Сидоров**, д-р техн. наук, проф., **Ю. С. Семенцова**, асп., e-mail: yulia-3012@mail.ru, Южно-Уральский государственный университет, Челябинск

### Пожарная опасность схлестываний проводов воздушных линий электропередачи напряжением 0,4 кВ

*Приведены результаты численного определения конечной температуры и теплосодержания капель расплавленного металла, образующихся при схлестывании проводов воздушных линий электропередачи напряжением 0,4 кВ. Сделан вывод об отсутствии защиты воздушных линий от пожароопасных режимов.*

**Ключевые слова:** воздушная линия электропередачи, схлестывание проводов, капли расплавленного металла, пожарная опасность

#### Введение

Воздушные линии (ВЛ) напряжением до 1000 В являются самым ненадежным звеном в системе электроснабжения [1]. Возникающие междуфазные короткие замыкания (КЗ), а также обрывы

проводов линии электропередачи создают пожароопасные ситуации.

Пожарная опасность ВЛ обусловлена возможным замыканием их проводов при неблагоприятных метеорологических условиях и механических повреждениях. При КЗ проводов в точке их

касания возникает локальный нагрев. В месте контакта образуется переходное сопротивление, на котором выделяется большое количество теплоты, что ведет к быстрому нагреву контактной зоны. Нагрев может вызвать оплавление проводов в зоне контакта и их пережог. Локальный нагрев проводов при их замыкании между собой происходит чрезвычайно быстро и может быть представлен как локальный тепловой удар. Скорость выделения теплоты в контактной точке настолько высока, что теплота, аккумулированная в проводах в зоне КЗ, практически не передается в окружающую среду [2]. Поэтому можно считать, что в зоне контакта в течение определенного промежутка времени, весьма малого по своей величине, существует очень высокая температура, близкая к температуре кипения металла. Электрическая защита в таком случае имеет низкую эффективность, поскольку не учитывает этот пережигающий эффект электрической дуги. Провода могут пережигаться быстрее, чем сработает защита, что эквивалентно ее отсутствию и неконтролируемому протеканию пожароопасных процессов, связанных с развитием электрической дуги, образованием искр и капель расплавленного металла, воспламенением горючих материалов и т. п.

### Основная расчетная часть

Пожарная опасность раскаленных частиц металла, образующихся при аварийных режимах, заключается в высоких температурах нагрева и в аккумулированной в частицах тепловой энергии.

Рассмотрим случай схлестывания алюминиевых проводов линии 0,4 кВ, в результате которого образовался источник зажигания — капли расплавленного металла. При расчетах принималось допущение, что капли имеют шарообразную форму. Высота падения капель составляет 6 м (высота подвеса, устанавливаемая для населенной местности и промышленных предприятий). Размер капель зависит от тока короткого замыкания и может составлять 4...15 мм. Скорость разлета, как правило, до 11 м/с.

Конечная температура капли расплава зависит от ряда параметров, например, площади поверхности и массы капли, удельной теплоемкости металла, коэффициента теплоотдачи,

на который в свою очередь влияют факторы окружающей среды и параметры конструкции линии электропередачи. Определенные соотношения значений времени нахождения металла в расплавленном состоянии  $\tau_{\text{распл}}$ , времени кристаллизации  $\tau_{\text{кр}}$  и времени полета каплей  $\tau$  позволяют рассчитать конечную температуру  $T_{\text{кон}}$  в момент падения капли на ту или иную поверхность [3]:

$$\begin{cases} \tau_{\text{распл}} < \tau \leq (\tau_{\text{распл}} + \tau_{\text{кр}}), T_{\text{кон}} = T_{\text{пл}}; \\ \tau \leq \tau_{\text{распл}}, T_{\text{кон}} = T_0 + (T_{\text{н}} - T_0) \exp\left(-\frac{\alpha S_{\text{к}}}{c_p m_{\text{к}}} \tau\right); \\ \tau > (\tau_{\text{распл}} + \tau_{\text{кр}}), T_{\text{кон}} = \\ = T_0 + (T_{\text{пл}} - T_0) \exp\left(-\frac{\alpha S_{\text{к}}}{c_p m_{\text{к}}} [\tau - (\tau_{\text{распл}} + \tau_{\text{кр}})]\right), \end{cases} \quad (1)$$

где  $\tau_{\text{распл}}$  — время полета капли в расплавленном состоянии, с;  $\tau$  — общее время полета капли металла, с;  $\tau_{\text{кр}}$  — время, в течение которого происходит кристаллизация расплава, с;  $T_{\text{кон}}$  — конечная температура капли, °С;  $T_{\text{пл}}$  — температура плавления металла, °С;  $T_{\text{н}}$  — температура капли в начале полета, °С;  $T_0$  — температура окружающей среды (воздуха), °С;  $\alpha$  — коэффициент теплоотдачи, Вт/м<sup>2</sup>·К;  $S_{\text{к}}$  — площадь поверхности капли, м<sup>2</sup>;  $c_p$  — удельная теплоемкость металла, Дж/кг·К;  $m_{\text{к}}$  — масса капли, кг.

Время полета в расплавленном состоянии определяется как  $\tau_{\text{распл}} = \frac{c_p m_{\text{к}}}{\alpha S_{\text{к}}} \ln \frac{T_{\text{н}} - T_0}{T_{\text{пл}} - T_0}$ . Время, в течение которого происходит кристаллизация расплава  $\tau_{\text{кр}} = \frac{m_{\text{к}} c_{\text{кр}}}{\alpha S_{\text{к}} (T_{\text{пл}} - T_0)}$ , где  $c_{\text{кр}}$  — удельная теплота кристаллизации металла, Дж/К. Общее время полета капли металла  $\tau = \frac{H}{0,5\sqrt{2gH}}$ , здесь  $H$  — высота падения капли, м [3].

Результаты определения конечной температуры капли металла представлены в таблице, из которой видно, что температура окружающей среды практически не оказывает влияния на конечную температуру капли.

Количество теплоты, которое капля металла может отдать горючей среде, определяется по формуле [3]:

$$W = V_{\text{кр}} \rho_{\text{к}} c_{\text{к}} (T_{\text{кон}} - T_{\text{св}}) K, \quad (2)$$



### Результаты определения параметров капли металла

Температура окружающей среды, °С	Время полета капли в расплавленном состоянии $\tau_{\text{распл}}$ , с	Время кристаллизации $\tau_{\text{кр}}$ , с	Конечная температура капли $T_{\text{кон}}$ , °С	Количество теплоты, отдаваемое каплей $W$ , Дж
-40	78,505	31,134	2454,273	379,7591
-30	79,097	31,568	2454,428	379,7863
-20	83,736	33,635	2456,753	380,1962
-10	80,410	32,513	2454,791	379,8504
0	81,062	32,997	2454,96	379,8801
10	82,058	33,632	2455,308	379,9415
20	82,713	34,138	2455,463	379,9688
30	83,415	34,675	2455,636	379,9993
40	83,807	35,093	2455,639	379,9999

где  $V_k$  — объем капли расплавленного металла,  $\text{м}^3$ ;  $\rho_k$  — плотность капли металла,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $c_k$  — удельная теплоемкость металла при температуре  $0,5(T_{\text{кон}} + T_{\text{св}})$ ,  $\text{Дж}/\text{кг}\cdot\text{К}$ ;  $T_{\text{св}}$  — температура самовоспламенения горючего материала,  $\text{К}$ ;  $K$  — коэффициент, равный отношению количества теплоты, отданного горючему веществу, к энергии, запасенной в капле.

При указанном выше значении высоты расположения проводов произведен расчет количества теплоты, переданного веществам и материалам, имеющим температуру самовоспламенения  $300\text{ }^\circ\text{C}$ . Значения определяемого по формуле (2) параметра также представлены в таблице, среднее значение составляет  $379,93$  Дж. Этой энергии достаточно для воспламенения, например, сухой древесины, пыли, пуха и т. д. В общем комплексе электрических сетей напряжением до  $1000\text{ В}$  воздушные линии имеют значительную область применения. Они получили развитие в небольших городах и поселках, а также на многих промышленных предприятиях. Согласно статистическим данным основная доля ВЛ напряжением  $0,4\text{ кВ}$  приходится на обеспечение сельской электрификации [4]. Следовательно, вероятность инициирования загорания сухой травы, имеющей температуру самовоспламенения около  $240\text{...}300\text{ }^\circ\text{C}$ , очень велика [5].

### Выводы

Полученные значения температуры и тепло-содержания свидетельствуют о том, что капли расплавленного металла имеют высокую зажигательную способность. Существующие защиты ВЛ напряжением  $0,4\text{ кВ}$  направлены на отключение линии в результате токов перегрузки или КЗ, но не предусматривают обеспечение пожарной безопасности при эксплуатации ВЛ. Таким образом, несмотря на формальное наличие защиты, электрические сети практически не защищены от пожароопасных режимов.

### Список литературы

1. Григорьев А. В., Селивахин А. И., Сукманов В. И. Защита сельских электросетей. — Алма-Аты: Кайнар, 1984. — 128 с.
2. Ревякин А. И., Кашолкин Б. И. Электробезопасность и противопожарная защита в электроустановках. — М.: Энергия, 1980. — 160 с.
3. ГОСТ 12.1.004—91. Пожарная безопасность. Общие требования.
4. Валеев Р. Г. Повышение уровня электробезопасности в электрических сетях напряжением до  $1000\text{ В}$  при однофазных коротких замыканиях: дис. ... канд. техн. наук. — Челябинск, 2014. — 180 с.
5. Семенов Ю. П. Ракетно-космическая корпорация "Энергия" имени С. П. Королева на рубеже двух веков (1996—2001). — М.: РКК "Энергия", 2001. — 1327 с.

**A. I. Sidorov**, Professor, **Ju.S. Sementsova**, Postgraduate, e-mail: yulia-3012@mail.ru, South Ural State University, Chelyabinsk

## The Fire Risk of Cross-Wipping of the Overhead Transmission Lines of 0,4 kV Voltage

*The problem of fire-dangerous situations at operation of the overhead transmission lines is considered in the article. A possible short circuit of wires at adverse weather conditions and mechanical damages leads to formation of arc resistance in the place of contact. A large amount of warmth is allocated on this fault resistance that leads to flash heating of a contact zone. At high temperatures of heating melting drops formation promoting ignition of combustible materials is possible. The article presents the results of numerical determination of final temperature and heat content of the melting drops which are formed when whipping wires of overhead transmission line of 0,4 kV. The obtained data confirm a high incendiary ability of the melted metal drops. The existing electric protections don't provide fire safety at overhead transmission operation. Therefore, electricity transmission air-lines are almost not protected from the fire-dangerous modes of operation.*

**Keywords:** overhead transmission line, cross-wipping, melting drops, fire risk

### References

1. **Grigor'ev A. V., Selivahin A. I., Sukmanov V. I.** Zashhita sel'skih jelektrasetej. Alma-Aty: Kajnar, 1984. 128 p.
2. **Revjakin A. I., Kasholkin B. I.** Jeletrobezopasnost' i protivopozharnaja zashhita v jelektroustanovkah. Moscow: Jenergija, 1980. 160 p.
3. **GOST 12.1.004—91.** Pozharnaja bezopasnost'. Obshhie trebovanija.
4. **Valeev R. G.** Povyshenie urovnja jeletrobezopasnosti v jelektricheskikh setjah naprjazheniem do 1000 V pri odnofaznyh korotkih замыканиjah: dis. ... kand. tehn. nauk. Cheljabinsk, 2014. 180 p.
5. **Semenov Ju. P.** Raketno-kosmicheskaja korporacija Jenergija imeni S. P. Koroljova na rubezhe dvuh vekov (1996—2001). Moscow: RKK "Jenergija", 2001. 1327 p.

## Информация

В связи с провозглашением **2017 года — Годом Экологии в России** Редакция журнала "Безопасность жизнедеятельности" объявляет конкурс на лучшую научную публикацию по проблемам экологии и охраны окружающей среды на страницах журнала в 2017 году.

Членов редсовета и редколлегии журнала призываем оказывать содействие проведению конкурса в части разработки критериев оценки материалов конкурсных работ.

Авторам, желающим участвовать в конкурсе, предлагается присылать статьи с пометкой "На конкурс".

Редакция



УДК 614.841

Д. В. Ушаков, нач. отд., А. В. Карпов, канд. техн. наук, вед. науч. сотр.,  
А. С. Барановский, нач. сектора, С. В. Усолкин, науч. сотр., e-mail: usolkinsv@mail.ru,  
ВНИИПО МЧС России, Москва

## Анализ существующих нормативных требований по обеспечению безопасности маломобильных групп населения при пожарах

*Рассмотрены основные проблемы нормирования в области обеспечения безопасности маломобильных групп населения. Разработана концепция и основные принципы нормирования при разработке требований по обеспечению пожарной безопасности маломобильных групп населения.*

**Ключевые слова:** маломобильные группы населения, эвакуация, зона безопасности

### Проблемы нормирования в области обеспечения безопасности маломобильных групп населения в зданиях различного назначения

В настоящее время со стороны государства уделяется большое внимание вопросам организации доступной среды для граждан с ограниченными возможностями. Нормативные правовые акты, принятые за последнее время, свидетельствуют о серьезных намерениях изменить негативную сторону сложившейся ситуации и обеспечить в части доступности равные права маломобильных граждан в сравнении с другими категориями населения на современном уровне.

Следует отметить, что целенаправленная государственная политика в этой области осуществляется сравнительно недавно. Главным документом среди законодательных и нормативных правовых актов Российской Федерации, обеспечивающих и регламентирующих создание доступной среды, является Конституция Российской Федерации, которая в ст. 27 закрепляет право человека на свободу передвижения: каждый, кто законно находится на территории Российской Федерации, имеет право свободно передвигаться, выбирать место пребывания и жительства.

Общий смысл указанной статьи Конституции подразумевает ее применение в несколько другом аспекте. Вместе с тем, с юридической точки зрения указанное положение может вполне трактоваться и в отношении свободного передвижения инвалидов и маломобильных групп населения.

Реформирование системы социального обеспечения инвалидов началось с принятия в 1990 г. Закона СССР "Об основных началах социальной защищенности инвалидов в СССР". Впервые

в законодательных актах понятие доступной среды было упомянуто в Указе Президента РФ от 2 октября 1992 г. "О мерах по формированию доступной для инвалидов среды жизнедеятельности". Далее с течением времени было также выпущено еще несколько документов по вышеуказанной проблеме. Это и Федеральный закон от 24 ноября 1995 г. № 181 "О социальной защите инвалидов в РФ" [1] и соответствующие поправки к Градостроительному кодексу.

В настоящее время утверждена и реализуется государственная программа "Доступная среда". Сроки реализации программы 2011-2015 гг. В соответствии с Посланием Президента РФ к Федеральному собранию (4 декабря 2014 г.) действие указанной программы будет продлено до 2019 г. Целью программы является формирование условий для обеспечения равного доступа инвалидов, наравне с другими, к физическому окружению, транспорту, информации и связи, а также объектам и услугам, открытым или предоставляемым для населения. При этом, одной из главных задач программы определена разработка и внедрение нормативно-правовых документов, созданных с учетом принципов формирования доступной среды для инвалидов. Объем финансирования программы составляет почти полмиллиарда рублей.

Очевидно, что разработка документов по вопросам обеспечения доступной среды для маломобильных групп населения неразрывно связана с вопросом обеспечения их безопасности на объектах различного назначения. С этой точки зрения, разработка эффективных требований и документов по пожарной безопасности в части обеспечения безопасности инвалидов является очень актуальной задачей.

### **Формирование нормативных требований по обеспечению безопасности маломобильных групп населения при пожаре**

Формирование нормативных требований по обеспечению пожарной безопасности маломобильных групп населения (МГН) началось сравнительно недавно, что связано с отсутствием государственных приоритетов в части обеспечения условий функционирования доступной среды.

Так, хорошо структурированная база строительных норм 1980-х годов, где впервые появился документ, целиком посвященный вопросам пожарной безопасности (СНиП 2.01.02—85\* "Строительные нормы и правила. Противопожарные нормы"), не содержит каких-либо требований в части необходимости обеспечения безопасности МГН.

Нормативный документ СНиП 21-01—97\* "Пожарная безопасность зданий и сооружений" [2], пришедший на смену СНиП 2.01.02—85\*, фактически является основой современной нормативной базы. В этих действующих нормах вопросы обеспечения пожарной безопасности МГН освещены очень слабо. А именно, присутствует лишь несколько поверхностных требований, носящих декларативный характер. При этом указанные требования являются противоречивыми и явно недостаточными. В частности, понятие "эвакуации" смешано с понятием "спасения" людей.

К подобным противоречиям можно отнести наличие требования о необходимости предусматривать пути эвакуации такой ширины, чтобы в любом случае было возможно пронести носилки с лежащим на них человеком. Учитывая, что, например, четкие геометрические параметры носилок не были указаны, рассматриваемое требование носило неясный характер и могло быть истолковано с достаточной степенью произвола.

Достаточно длительное время в качестве основного документа в части обеспечения пожарной безопасности общественных зданий использовался СНиП 2.08.02—89\* "Общественные здания и сооружения" [3]. Однако в нем отсутствовали требования по обеспечению при пожаре безопасности граждан, относящихся к маломобильным группам населения. В 1999 г. в СНиП 2.08.02—89\* внесено изменение № 3 с целью хотя бы частично нормативно отразить вопрос возможности пребывания указанных категорий граждан в общественных зданиях.

Вместе с тем, вопросы безопасности здесь были сведены к недопущению размещения выступающих строительных конструкций, скользящих поверхностей и т. п. — одним словом, только к безопасности передвижения. Необходимо

отметить, что в рассматриваемом изменении к СНиП 2.08.02—89\* (раздел 4) все же были жестко нормированы геометрические параметры путей движения, в том числе эвакуационных, но при этом пути движения маломобильных групп населения предлагалось проектировать в соответствии с требованиями нормативных документов к путям эвакуации людей из зданий с учетом расчетных условий для аварийных ситуаций. Кроме того, рассматриваемые геометрические параметры имели значительно более высокие значения, чем нормативные значения для зданий без пребывания МГН (например, высота ступеней — не более 15 см). Поэтому на практике указанные требования, как правило, игнорировались даже при потенциальной возможности пребывания МГН в здании, а указанная ситуация нивелировалась корректировкой задания на проектирование с целью формального исключения возможности пребывания таких групп населения на объекте.

В дополнение к указанным недостаткам СНиП 2.08.02—89\* можно отнести очень "размытое" основополагающее понятие "маломобильные группы населения". В частности, сюда входили люди преклонного возраста и даже временно нетрудоспособные.

При этом необходимо отметить, что в то же время действовали ВСН 62-91 "Проектирование среды жизнедеятельности с учетом потребностей инвалидов и маломобильных групп населения" [4]. Таким образом, проектирование так называемой "доступности" в той или иной степени все же осуществлялось, но безопасности людей, в том числе пожарной, не уделялось должного внимания.

В настоящее время неясно насколько серьезно отразилось отсутствие соответствующих требований нормативных документов на ситуациях с пожарами и жертвами пожаров в силу отсутствия объективной статистики. Вместе с тем, случаи с пожарами в специализированных учреждениях указывают на незащищенность лиц, относящихся к категории МГН при пожаре в здании.

### **Современные нормативные документы, содержащие требования по обеспечению пожарной безопасности МГН**

Реализация Федерального закона от 27.12.2002 № 184-ФЗ "О техническом регулировании" [5] значительно видоизменила систему нормативных документов как в строительстве в целом, так и в области пожарной безопасности в частности. Так, произошло фактическое разделение нормативных требований на "пожарные" и "строительные", и появились две независимые системы нормирования



и два класса нормативных документов, один из которых действует для обеспечения выполнения положений Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" [6], другой — Федерального закона от 30.12.2009 "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений". Период смены системы нормирования до сих пор остается незавершенным. Это выражается как в противоречиях самих нормативных требований "строительной" и "пожарной" систем нормирования, так и в отсутствии в ряде случаев нормативных требований как таковых, что в определенной степени создает нормативно-правовой вакуум.

В частности, при наличии нескольких положений Федерального закона № 123-ФЗ в части обеспечения пожарной безопасности МГН, наблюдается отсутствие нормативного обеспечения указанных положений в рамках требований нормативных документов по пожарной безопасности.

Вместе с тем Федеральный закон № 123-ФЗ предусматривает данную ситуацию отсутствия требований. А именно, в соответствии со ст. 151 этого закона со дня вступления его в силу до дня вступления в силу соответствующих технических регламентов требования к объектам защиты (продукции), процессам производства, эксплуатации, хранения, транспортирования, реализации и утилизации (вывода из эксплуатации), установленные нормативными правовыми актами Российской Федерации и нормативными документами федеральных органов исполнительной власти, подлежат обязательному исполнению в части, не противоречащей требованиям Федерального закона № 123-ФЗ. Таким образом, несмотря на вступление в силу закона № 123-ФЗ, надо полагать, что требования пожарной безопасности, не вошедшие в систему нормативных документов (до внесения соответствующих изменений), действующих для обеспечения положений закона № 123-ФЗ, должны быть приняты в соответствии с теми документами, в которых эти требования содержатся.

В части обеспечения пожарной безопасности маломобильных групп населения к таким документам в настоящее время относятся:

СНиП 35-01—2001 "Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения";

СП 59.13330.2012 "Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения". Актуализированная редакция СНиП 35-01—2001;

СП 118.13330.2012 "Общественные здания и сооружения". Актуализированная редакция СНиП 31-06—2009.

Кроме того, существуют, так называемые профильные нормы, а также их проекты, в которых также отражены некоторые аспекты пожарной безопасности МГН. К указанным документам относятся:

СП 136.13330.2012 "Здания и сооружения. Общие положения проектирования с учетом доступности для маломобильных групп населения";

СП 138.13330.2012 "Общественные здания и сооружения, доступные маломобильным группам населения. Правила проектирования";

СП 139.13330.2012 "Здания и помещения с местами труда для инвалидов. Правила проектирования";

СП 158.13330.2014 "Здания и помещения медицинских организаций. Правила проектирования";

Проект свода правил "Перинатальные центры, родильные дома. Требования пожарной безопасности".

#### **Концепция и основные принципы нормирования при разработке требований по обеспечению пожарной безопасности маломобильных групп населения**

На основе требований нормативных документов по пожарной безопасности, а также научных работ в рассматриваемой области можно определить следующие основные моменты, которые должны быть отражены при разработке основных принципов нормирования и требований по обеспечению пожарной безопасности МГН.

1. Принятый в настоящее время в нормативных документах подход к нормированию требований по обеспечению безопасности маломобильных групп населения при пожаре с использованием зон безопасности целесообразно принять за основу при доработке требований и расширению их области действия

2. На основе нормирования требований по обеспечению безопасности МГН при пожарах в общественных зданиях с использованием зон безопасности следует доработать требования по их выполнению с учетом класса здания по функциональной пожарной опасности и количества эвакуирующихся МГН в части: размещения зон безопасности; объемно-планировочных решений; конструктивных решений; инженерных систем противопожарной защиты (противодымная защита и т. п.); типов зон безопасности.

3. В требовании по определению возможности обеспечения своевременной эвакуации всех МГН за необходимое время следует создать алгоритм определения возможности эвакуации МГН за необходимое время с учетом возможного процентного соотношения различных групп мобильности.

4. Определить специфические требования к зонам безопасности для общественных зданий различных классов по функциональной пожарной безопасности, а также обоснованно определить возможность и необходимость выполнения видов зон безопасности, дополнительных к предусмотренным СП 59.13330.2012.

5. В нормативном документе СП 59.13330.2012 указывается, что в зонах безопасности маломобильные группы населения могут находиться до прибытия спасательных подразделений либо подразделений, из которых они могут эвакуироваться более продолжительное время и (или) спастись самостоятельно по прилегающей незадымляемой лестничной клетке или пандусу.

В указанном пункте не требуется совместного выполнения двух возможностей для МГН: находиться до прибытия спасательных подразделений и спастись или эвакуироваться самостоятельно. Следует более четко определить необходимость и возможность совместного выполнения двух указанных возможностей.

6. Имеющиеся требования по обеспечению безопасности МГН при пожаре необходимо привести в соответствие с общими требованиями других нормативных документов с учетом того, что требования для МГН должны ужесточать общие требования.

Таким образом, концепция по разработке требований пожарной безопасности с последующим внедрением их в нормативные документы должна основываться на существующих принципах защиты. Вместе с тем, необходим ряд корректировок имеющихся требований, устранение противоречий и избыточных требований, а также заполнение нормативных "пробелов" с соответствующим обоснованием новых требований.

#### Список литературы

1. **Федеральный закон** от 24 ноября 1995г. № 181 "О социальной защите инвалидов в РФ".
2. **СНиП 21-01—97\*** "Пожарная безопасность зданий и сооружений".
3. **СНиП 2.08.02—89\*** Общественные здания и сооружения.
4. **ВСН 62—91\*** "Проектирование среды жизнедеятельности с учетом потребностей инвалидов и маломобильных групп населения".
5. **Федеральный закон** от 27.12.2002 № 184-ФЗ "О техническом регулировании".
6. **Федеральный закон** от 22.07.2008 № 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности".

**D. V. Ushakov**, Head of Department, **A. V. Karpov**, Leading Researcher,  
**A. S. Baranovski**, Head of Sector, **S. V. Usolkin**, Researcher, e-mail: usolkinsv@mail.ru,  
VNIPO EMERCOM of Russia, Moscow

## The Analysis of the Existing Code Requirements on the Maintenance of Disabled People Safety at Fires

*The paper is devoted to the main problems of fire code requirements for the maintenance of disabled people safety in buildings of different types. The historical evolution of fire codes and their modern state are considered. The conception and the basic principles are carried out for the creation of fire code requirements on the maintenance of disabled people.*

**Keywords:** disabled people, evacuation, safe zone

#### References

1. **Federal law** of the Russian Federation from November. 24. 1995. No. 181-FZ About the social protection of disabled persons.
2. **СНиП 21-01—97\*** Fire safety of buildings and works.
3. **СНиП 2.08.02—89\*** Public buildings and facilities.

4. **ВСН 62-91\*** The design of the living environment taking into account needs of persons with disabilities and with limited mobility.
5. **Federal law** of the Russian Federation from December 27. 2002. No. 184-FZ On technical regulation.
6. **Federal law** of the Russian Federation from July. 22. 2008. No. 123-FZ Technical order about requirements of fire safety.

УДК 541.13+11

**Н. М. Барбин**, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой<sup>2</sup>, ст. науч. сотр.<sup>1</sup>,  
e-mail: NMBarbin@mail.ru, **Т. С. Колбин**<sup>1</sup>, науч. сотр.,

**Д. И. Терентьев**<sup>1</sup>, канд. техн. наук, доц., доц. кафедры,

**С. Г. Алексеев**<sup>1</sup>, канд. хим. наук, ст. науч. сотр.

<sup>1</sup> Уральский институт Государственной противопожарной службы МЧС России, Екатеринбург,

<sup>2</sup> Уральский Государственный аграрный университет, Екатеринбург

## Компьютерное моделирование термических процессов с участием радионуклидов U, Pu и Eu при утилизации радиоактивного графита в инертной атмосфере

*Рассмотрены вопросы утилизации радиоактивного графита посредством термической обработки. Проведено термодинамическое моделирование, определены реакции с участием U, Pu, Eu при нагреве радиоактивного графита в атмосфере аргона при различных давлениях. В интервале температур (373...3273 K) определены реакции термического разложения конденсированных веществ, реакции термической ионизации, протекающие в паровой фазе, химические реакции, протекающие в конденсированной фазе и химические реакции, протекающие между конденсированным веществом и газом.*

**Ключевые слова:** константы равновесия, нагревание, радиоактивный графит, радионуклиды, термодинамическое моделирование

### Введение

Наряду со многими достоинствами ядерной энергетики, имеет место ряд существенных недостатков, главным из которых является необходимость утилизации отработанного ядерного топлива и других высокоактивных отходов. Проблема утилизации отработанного ядерного топлива с вводом в эксплуатацию серии энергоблоков, работающих на МОКС-топливе (смешанное оксидное уран-плутониевое топливо) будет отчасти решена. Однако по оценкам экспертов [1] именно реакторный графит является самым большим по объему из накопленных отходов ядерной энергетики. В большинстве стран в качестве технологического решения проблемы утилизации радиоактивного графита предпочтение отдается удалению таких отходов в хранилища, сооружаемые в геологических формациях под землей на глубине сотен метров.

Концепция захоронения в глубокие геологические формации интенсивно исследовалась на протяжении нескольких десятилетий, и в научно-техническом сообществе утвердилась уверенность в том, что данный подход позволяет осуществить

безопасную изоляцию таких отходов от биосферы до тех пор, пока они представляют собой значительную опасность, однако данный метод не уменьшает объема отходов, а площади для захоронений не безграничны. В последние годы метод высокотемпературной обработки реакторного графита рассматривается в качестве замены существующих, так как он обеспечивает значительное уменьшение объема отходов [2, 3].

Находящийся в реакторном пространстве графит со временем накапливает в себе небольшое количество урана ( $^{235}\text{U}$ ) и элементов превращения ( $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Eu}$  и т. д.) [2].

Радиоактивные элементы при нагревании графита либо остаются в конденсированной фазе, либо испаряются в зависимости от их летучести. Газообразные радиоактивные элементы конденсируются на более крупных частицах в потоке газов или образуют собственную субмикронную аэрозоль.

В работах [2–4] рассматривается ряд методов переработки радиоактивного графита. Основным является консервация в геологических формациях. Второй метод — сжигание радиоактивного графита. Данный метод переработки более

целесообразен с экологической точки зрения, чем консервация, однако объем вторичных продуктов переработки весьма значителен. Третьим методом является гезогенераторная переработка реакторного графита. Ее цель — получение искусственных горючих газов в результате неполного сгорания (при недостатке кислорода) углеродсодержащих веществ. Однако для сжигания одной графитовой кладки реактора РБМК потребуется от 3 до 6 лет непрерывной работы установки. Четвертый метод — самораспространяющийся высокотемпературный синтез. При этом последовательно протекают две химические реакции, металлотермическое восстановление оксида, в состав которого входит карбидообразующий элемент, и экзотермическое взаимодействие этого элемента с углеродом (графитом) с образованием карбида.

В статье рассматриваются процессы, протекающие с участием актиноидов U, Eu и Pu при утилизации радиоактивного графита термической возгонкой в среде аргона.

Уран имеет 14 изотопов, при этом только три из них встречаются в радиоактивном графите (табл. 1).

Известно 15 изотопов плутония, из которых четыре встречаются в радиоактивном графите (табл. 2).

Известно 37 изотопов европия, из которых три наиболее долгоживущие (табл. 3).

Таблица 1

Состав изотопов урана и период их полураспада

Изотоп	Период полураспада
U-235	710 млн лет
U-236	23,4 млн лет
U-238	4,51 млрд лет

Таблица 2

Состав изотопов плутония и период их полураспада

Изотоп	Период полураспада
Pu-239	24 360 лет
Pu-240	6580 лет
Pu-241	14,0 лет
Pu-242	370 000 лет

Таблица 3

Состав изотопов европия и период их полураспада

Изотоп	Период полураспада
Eu-150	36,9 лет
Eu-152	13,5 лет
Eu-154	8,6 лет

## Методика расчета

При изучении поведения урана, плутония и европия при нагревании радиоактивного графита в атмосфере аргона исследования проводили методом термодинамического моделирования, который успешно использовался для изучения поведения неорганических веществ при высоких температурах в металлургии, материаловедении и в физике [5—11].

Традиционный подход химической термодинамики для изучения неорганических систем с фазовыми и химическими превращениями — анализ равновесных состояний отдельных реакций в системе — в настоящее время исчерпал свои возможности. В 1960—1970-х гг. разработан и в последующем усовершенствован новый, более широкий подход в рамках термодинамики, основанный на анализе равновесного состояния системы в целом и позволяющий расчетным путем определить состав, термодинамические и теплофизические свойства многоэлементных неорганических систем с фазовыми и химическими превращениями.

Моделирование применяется тогда, когда представляется невозможным изучить объект или явление в натуральную величину, в естественных условиях и/или необходимо ускорить или облегчить процесс исследования объекта, и базируется на умозаключении по аналогии. Используемая при расчетах модель — логико-математическая, т. е. базируется она на формулах и математических зависимостях.

Особенности термодинамических систем:

1. Рассматриваются только закрытые системы, для которых обмен веществом или перенос вещества за ее границы невозможен. Это граничное условие возникает потому, что при массопереносе истинное равновесие системы достигаться не будет.

2. Самопроизвольные фазовые и химические превращения, приводящие систему в равновесие, могут осуществляться только после того, как в закрытой системе прекратится или завершится обмен энергией в форме тепла и (или) работы с окружающей средой, т. е. когда система станет изолированной.

3. Термодинамическая или закрытая система должна быть представлена набором или количеством атомов, которые позволяют использовать законы статической физики и термодинамики.

4. Термодинамические системы задаются или считаются гомогенными и гетерогенными. Термодинамическая система обладает свойством изотропности. В любой точке системы ее свойства будут одинаковыми не только по химическому составу, но и по фазовому соотношению веществ.

5. Принимается, что термодинамические системы "свободны" от влияния магнитного, электрического и гравитационного полей. Реальные системы всегда зависимы от них. К примеру гравитационное поле Земли всегда инициирует разделение системы на легкие и тяжелые фракции (анизотропия).

Расчет проводили с помощью пакета программ ТЕРРА, поскольку экспериментальные методики не всегда позволяют получить полные и надежные сведения о свойствах и поведении веществ при температурах свыше 2000 К в связи с затруднениями проведения опытов и ошибками измерений [3].

Измерения проводили в атмосфере аргона при начальном давлении  $10^4$  Па. Температура изменялась от 373 до 3373 К с шагом 100 К. В расчетах учитывались только компоненты с концентрацией не менее  $10^{-10}$  моль. Временем, которое требуется для изменения фазового состояния, газообменом с окружающей средой и скоростью протекания реакции пренебрегали.

### Результаты и обсуждение

Проведенное компьютерное термодинамическое моделирование системы позволяет определить фазовое распределение радионуклидов на всем рассматриваемом температурном диапазоне и записать реакции с их участием.

Распределение урана в системе по равновесным фазам при нагревании радиоактивного графита в среде аргона при давлении  $10^4$  Па представлено на рис. 1, а. Большая часть урана находится в соединениях конденсированных карбидов урана  $UC$ ,  $UC_2$ ,  $U_2C_3$ . При повышении температуры до 2300 К начинается уменьшение содержания

карбидов, вместе с тем наблюдается рост содержания парообразного урана, который продолжается до температуры 2500 К. В температурном интервале 2500...3300 К содержание парообразного урана снижается до 51 мол. %, одновременно с этим увеличивается количество ионов  $U^+$  до 48 мол. %.

Распределение урана в системе по равновесным фазам при нагревании радиоактивного графита в среде аргона при давлении  $10^5$  Па представлено на рис. 1, б. Наблюдается схожая ситуация — основными элементами до температуры 2400 К являются соединения конденсированных карбидов урана  $UC$ ,  $UC_2$ ,  $U_2C_3$ . Повышение температуры до 2900 К ведет к росту содержания парообразного  $U$  до 98 мол. %. Дальнейший нагрев системы приводит к уменьшению количества парообразного  $U$  до 82 мол. % и росту содержания ионов  $U^+$  до 17 мол. %.

Распределение плутония в системе по равновесным фазам при нагревании радиоактивного графита в среде аргона при давлении  $10^4$  Па представлено на рис. 2, а. До температуры 1000 К в системе преобладает соединение конденсированного карбида плутония  $PuC_2$  (99,9 мол. %). При достижении температуры 2400 К происходит уменьшение количества конденсированного  $PuC_2$  до 0 мол. %, с одновременным ростом содержания парообразного  $Pu$  до 98 мол. % и ионов  $Pu^+$  до 1,4 мол. % Нагрев системы до 3300 К вызывает уменьшение количества парообразного  $Pu$  до 39 мол. % и рост содержания ионов  $Pu^+$  до 60 мол. %.

Распределение плутония в системе по равновесным фазам при нагревании радиоактивного графита в среде аргона при давлении  $10^5$  Па представлено на рис. 2, б. Как видно из рисунка, распределение  $Pu$  в этом случае практически не

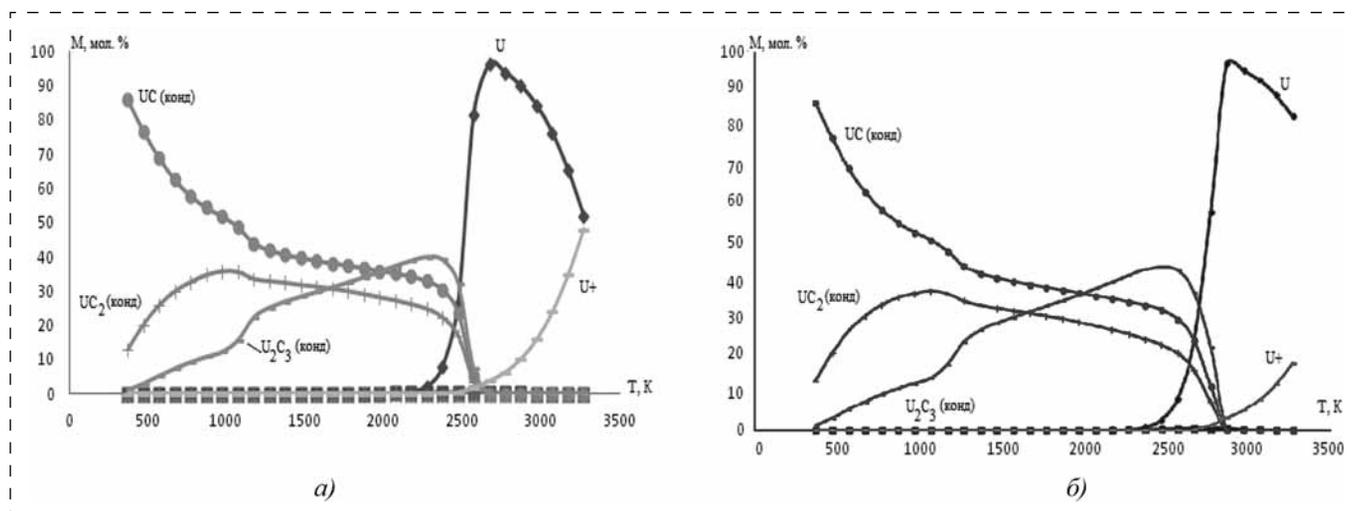
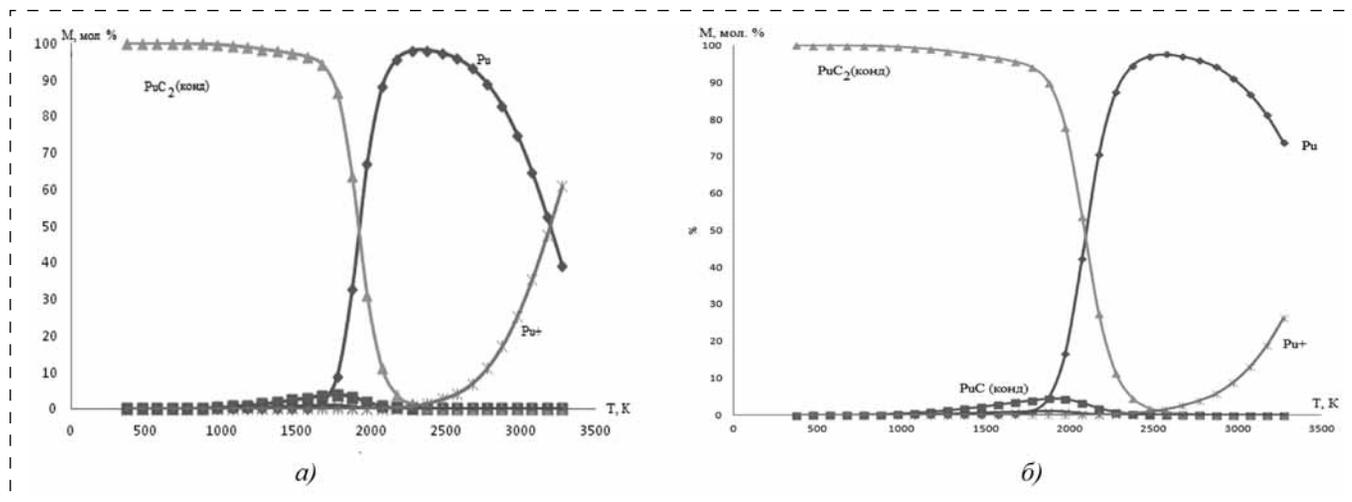


Рис. 1. Распределение урана в системе по равновесным фазам: а — при давлении  $10^4$  Па; б — при давлении  $10^5$  Па



**Рис. 2. Распределение плутония в системе по равновесным фазам:**  
*a* — при давлении  $10^4$  Па; *б* — при давлении  $10^5$  Па

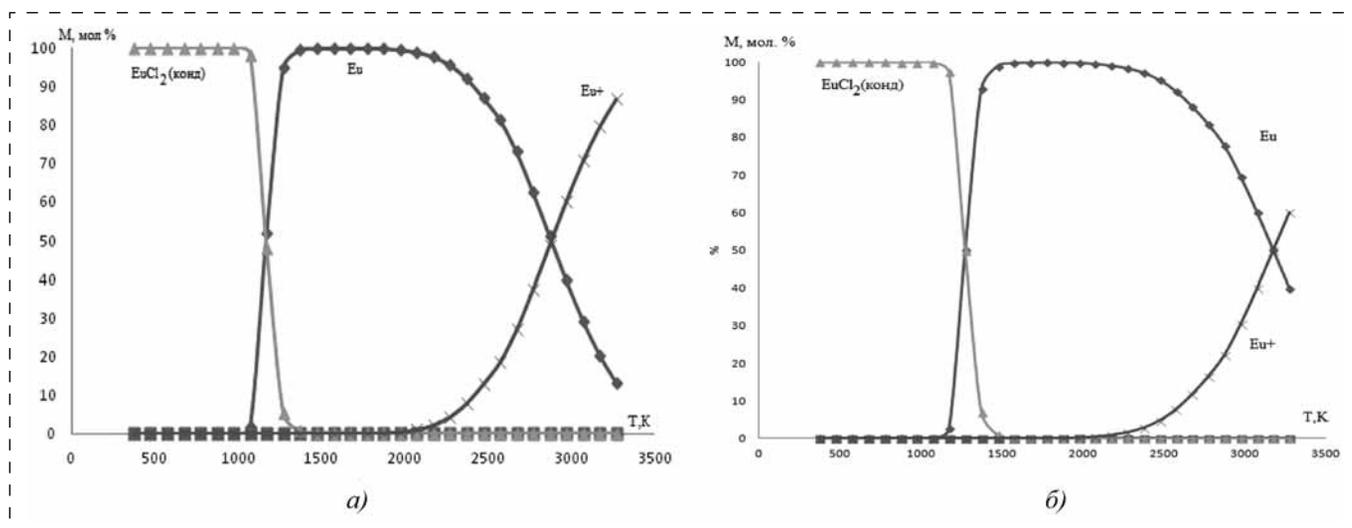
отличается от распределения при давлении  $10^4$  Па. Разница заключается в том, что при температуре 3300 К распределение элементов составляет: 73 мол. % парообразного Pu и 26 мол. % ионов  $Pu^+$ .

Распределение европия в системе по равновесным фазам при нагревании радиоактивного графита в среде аргона при давлении  $10^4$  Па представлено на рис. 3, *a*. До температуры 1000 К европий присутствует в виде конденсированного хлорида европия  $EuCl_2$ . С повышением температуры до 1200 К его содержание уменьшается, и европий переходит в парообразную фазу (98...99 мол. % в температурном интервале 1200...2000 К). Начиная с температуры 2000 К наблюдается рост содержания ионов  $Eu^+$ , который продолжается до конца исследуемого температурного интервала

(при температуре 3373 К содержание ионов  $Eu^+$  86 мол. %). При этом содержание парообразного Eu уменьшается до 13 мол. %.

Распределение европия в системе по равновесным фазам при нагревании радиоактивного графита в среде аргона при давлении  $10^5$  Па представлено на рис. 3, *б*. Конденсированное соединение хлорид европия  $EuCl_2$  переходит в газообразный Eu в температурном интервале 1200...1600 К. Дальнейшее нагревание системы ведет к тому, что содержание газообразного Eu начинает уменьшаться. При температуре 3300 К систему составляют два элемента: газообразный Eu 69 мол. % и ионы  $Eu^+$  30 мол. %

Описание реакций проводилось на основе графиков распределения элементов в системе с выделением температурных интервалов протекания реакций.



**Рис. 3. Распределение европия в системе по равновесным фазам:**  
*a* — при давлении  $10^4$  Па; *б* — при давлении  $10^5$  Па

Процессы, протекающие в рассматриваемой системе при термодинамическом моделировании

№	Наименование группы	Реакция	Температурный интервал протекания реакции, К	
			давление 10 <sup>4</sup> Па	давление 10 <sup>5</sup> Па
1	Термическое разложение конденсированных веществ	$\text{PuC}_{2(\text{S})} = \text{Pu} + 2\text{C}$	873...2373	1073...2573
		$\text{PuC}_{(\text{S})} = \text{Pu} + \text{C}$	1773...2373	1873...2273
		$2\text{UC}_{2(\text{S})} = \text{U}_2\text{C}_3 + \text{C}$	373...2273	373...2273
		$\text{U}_2\text{C}_{3(\text{S})} = 2\text{U} + 3\text{C}$	2173...2573	2573...2773
		$\text{UC}_{(\text{S})} = \text{U} + \text{C}$	2173...2573	2373...2773
		$\text{UC}_{2(\text{S})} = \text{U} + 2\text{C}$	2173...2573	2373...2773
		$\text{EuCl}_{2(\text{S})} = \text{Eu} + \text{Cl}_2$	1073...1473	1073...1473
		$\text{PuC}_{2(\text{S})} = \text{PuC}_{(\text{S})} + \text{C}$	1173...1773	1173...1873
2	Термическая ионизация, протекающая в паровой фазе	$\text{Pu} = \text{Pu}^+ + \bar{e}$	2473...3273	2573...3273
		$\text{U} = \text{U}^+ + \bar{e}$	2773...3273	2873...3273
		$\text{Eu} = \text{Eu}^+ + \bar{e}$	2073...3273	1973...3273
3	Химическая реакция, протекающая в конденсированной фазе	$2\text{UC}_{(\text{S})} + \text{C}_{(\text{S})} = \text{U}_2\text{C}_{3(\text{S})}$	1173...2373	1173...2573
4	Химическая реакция, протекающая между конденсированным веществом и газом	$\text{UC}_{(\text{S})} + \text{C} = \text{UC}_{2(\text{S})}$	—	373...1173

Примечание: индекс (S) — конденсированная фаза.

В рассматриваемой системе протекают физико-химические процессы, которые можно разбить на четыре группы, представленные в табл. 4.

Произведенные расчеты показывают, что при относительно невысоких температурах до 973 К наблюдается образование паров плутония, дальнейшее нагревание системы сопровождается разложением карбонатов урана с образованием газовой фазы. Более высокие температуры 2270...2870 К приводят к термическому разложению конденсированных соединений урана и образованию его паров. Было обнаружено, что уменьшение давления в системе приводит к сдвигу температурного интервала протекания реакции в сторону уменьшения.

Полученные в результате проведенного термодинамического моделирования данные необходимо учитывать при разработке промышленной технологии утилизации радиоактивного графита методом термической возгонки в среде аргона.

### Список литературы

1. **Российское атомное общество**: URL: <http://www.atomic-energy.ru/print/46202> (дата обращения 23.03.2016).
2. **Скачек М. А.** Обращение с отработанным ядерным топливом и радиоактивными отходами АЭС. — М.: Изд. дом МЭИ, 2007. — 448 с.
3. **Матвеев Л. В., Рудик А. П.** Почти все о ядерном реакторе. — М.: Энергоатомиздат, 1990. — С. 110—112.
4. **Yang H.-C., Eun H.-C., Lee D.-G.** Behavior of radioactive elements during thermal treatment of nuclear graphite waste. Thermodynamic model analysis // J. of Nuclear Science and Technology. — 2005. — Vol. 42. — N 10. — P. 869—876.

5. **Kolbin T. S., Barbin N. M., Terentev D. I., Alekseev S. G.** The behavior of Eu, Pu, Am radionuclide at burning radioactive graphite in an oxygen atmosphere. Computer experiments. В сборнике: EPJ Web of Conferences. — 2015. — С. 01013. DOI: 10.1051/epjconf/20158201013.
6. **Шавалеев М. Р., Барбин Н. М., Дальков М. П., Терентьев Д. И., Алексеев С. Г.** Термодинамическое моделирование поведения америция, цезия и стронция при нагревании радиоактивного графита в среде азота // Техносферная безопасность: интернет-журнал. — 2014. — № 2 (3). URL: <http://www.uigps.ru/content/pauchnyy-zhurnal/> (дата обращения 25.03.2016).
7. **Барбин Н. М., Терентьев Д. И., Пешков А. В., Алексеев С. Г.** Термодинамическое моделирование поведения радионуклидов при нагреве (сжигании) радиоактивного графита в атмосфере воздуха // Пожаровзрывобезопасность. — 2014. — № 3. — С. 57—65.
8. **Барбин Н. М., Кобелев А. М., Терентьев Д. И., Алексеев С. Г.** Термодинамическое моделирование поведения радионуклидов при нагреве (сжигании) радиоактивного графита в парах воды // Пожаровзрывобезопасность. — 2014. — № 10. — С. 38—47.
9. **Шавалеев М. Р., Барбин Н. М.** Термодинамическое моделирование процессов, протекающих в системе радиоактивный графит + Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> + K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> + CuO в атмосфере азота // Труды XIV Российской конференции "Строение и свойства металлических и шлаковых расплавов". — Екатеринбург: УрО РАН, 2015. — С. 226—228.
10. **Барбин Н. М., Тикина И. В., Терентьев Д. И., Алексеев С. Г.** Термодинамическое моделирование паровой фазы при испарении расплавленного сплава Вуда при различных давлениях // Прикладная физика. — 2014. — № 3. — С. 12—16.
11. **Дан В. П., Терентьев Д. И., Барбин Н. М., Алексеев С. Г.** Термодинамическое моделирование нагрева углеродной наночастицы c94 при атмосферном давлении в среде аргона // Техносферная безопасность: интернет-журнал. — 2014. — № 1 (6). URL: <http://www.uigps.ru/content/pauchnyy-zhurnal/> (дата обращения 25.03.2016).

**N. M. Barbin**, Professor, Head of Chair<sup>2</sup>, Senior Researcher<sup>1</sup>, e-mail: NMBarbin@mail.ru,  
**T. S. Kolbin**<sup>1</sup>, Researcher, **D. I. Terentyev**<sup>1</sup>, Associate Professor,  
**S. G. Alexeev**<sup>1</sup>, Senior Researcher

<sup>1</sup> Ural State Fire Service Institute of Emercom of Russia, Yekaterinburg,

<sup>2</sup> Ural State Agrarian University, Yekaterinburg

## Computer Modeling of the Thermal Processes Involving Radionuclides of U, Pu and Eu in the Utilization of Radioactive Graphite in an Inert Atmosphere

*The problems of disposal of radioactive graphite by heat treatment are considered in article. Thermodynamic modeling was conducted; reactions involving U, Pu, Eu were identified while heating radioactive graphite in an argon atmosphere at different pressures. In this temperature range (373–3273 K) the thermal decomposition reaction of condensed substances, thermal ionization reactions in vapor phase, chemical reactions in the condensed phase and chemical reactions occurring between condensed material and gas were defined.*

**Keywords:** equilibrium constants, heating, radioactive graphite, radionuclide, thermodynamic modeling

### References

1. **Rossiiskoe atomnoe obshchestvo**: URL: <http://www.atomic-energy.ru/print/46202> (date of access 23.03.2016).
2. **Skachek M. A.** Obrashchenie s otrabotannym jadernym toplivom i radioaktivnymi othodami AJeS. Moscow: Izdatel'stvo dom MJeI, 2007. 448 p.
3. **Matveev L. V., Rudik A. P.** Pochti vse o jadernom reaktore. Moscow: Jenergoatomizdat, 1990. P. 110–112.
4. **Yang H.-C., Eun H.-C., Lee D.-G.** Behavior of radioactive elements during thermal treatment of nuclear graphite waste. Thermodynamic model analysis. *J. of Nuclear Science and Technology*. 2005. Vol. 42. No. 10. P. 869–876.
5. **Kolbin T. S., Barbin N. M., Terentev D. I., Alekseev S. G.** The behavior of Eu, Pu, Am radionuclide at burning radioactive graphite in an oxygen atmosphere. Computer experiments. В сборнике: EPJ Web of Conferences 2015. С. 01013. DOI: 10.1051/epjconf/20158201013.
6. **Shavaleev M. R., Barbin N. M., Dalkov M. P., Terentyev D. I., Alekseev S. G.** Termodinamicheskoe modelirovanie povedeniya americija, cezija i stroncija pri nagrevanii radioaktivnogo grafita v srede azota. *Tehnosfernaja bezopasnost': internet zhurnal*. 2014. No 2 (3). URL: <http://www.uigps.ru/content/nauchnyy-zhurnal/> (date of access 23.03.2016).
7. **Barbin N. M., Terentyev D. I., Peshkov A. V., Alekseev S. G.** Termodinamicheskoe modelirovanie povedeniya radionuklidov pri nagreve (szhiganii) radioaktivnogo grafita v atmosfere vozduha. *Pozharovzryvobezopasnost'*. 2014. No. 3. P. 57–65.
8. **Barbin N. M., Kobelev A. M., Terentyev D. I., Alekseev S. G.** Termodinamicheskoe modelirovanie povedeniya radionuklidov pri nagreve (szhiganii) radioaktivnogo grafita v parah vody. *Pozharovzryvobezopasnost'*. 2014. No. 10. P. 38–47.
9. **Shavaleev M. R., Barbin N. M.** Termodinamicheskoe modelirovanie processov, protekajushhijh v sisteme radioaktivnyj grafit + Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> + K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> + CuO v atmosfere azota. *Trudy X V Rossijskoj konferencii "Stroenie i svojstva metallicheskih i shlakovyh rasplavov"*. Ekaterinburg: UrO RAN, 2015. P. 226–228.
10. **Barbin N. M., Tikina I. V., Terent'ev D. I., Alekseev S. G.** Termodinamicheskoe modelirovanie parovoj fazy pri isparenii rasplavlennogo splava Vuda pri razlichnyh davlenijah. *Prikladnaja fizika*. 2014. No. 3. P. 12–16.
11. **Dan V. P., Terent'ev D. I., Barbin N. M., Alekseev S. G.** Termodinamicheskoe modelirovanie nagreva yglernodni nanochastici C94 pri atmosfernom davlenii v srede argona. *Tehnosfernaja bezopasnost': internet zhurnal*. 2014. No. 1 (6). URL: <http://www.uigps.ru/content/nauchnyy-zhurnal/> (date of access 25.03.2016).

УКД 628.4; 628.5

**А. М. Пенджи́ев**, д-р сельхоз. наук, доц., e-mail: ampenjiev@rambler.ru,  
Туркменский государственный архитектурно-строительный институт, Ашхабад

## "Зеленая" индустриализация: сравнительный анализ переработки и утилизации твердых бытовых отходов\*

*В статье рассмотрен сравнительный анализ переработки и утилизация твердых бытовых отходов. Приведены технико-экономические и экологические показатели технологий обезвреживания и утилизации ТБО в области ресурсосбережения за счет применения высокоэффективных технологий. В основу инновационной технологии заложен оборотный ресурсный цикл "зеленой" индустриализации в экономике. Развитие высокоэффективных технологических систем обращения с ресурсами, новейшей транспортной логистики и потребления вторичного сырья позволит снизить потребность в ископаемом сырье; уменьшить материалоемкость национального продукта, выбросы загрязняющих веществ, образующиеся при сжигании отходов, "оздоровить" территории не только Туркменистана, но и других стран планеты. Все это позволит повысить валовой национальный продукт, а также решить энергетические, экономические, экологические, социальные вопросы и получить поддержку населения для реализации государственных программ устойчивого развития регионов, а также активизировать мировое сообщество для решения вопросов чистого развития биосферы.*

**Ключевые слова:** твердые бытовые отходы, захоронение отходов, сжигание отходов, рециклинг, загрязнение среды

### Введение

Один из ключевых аспектов внешнеполитического курса Республики Туркменистан — это международное партнерство в области охраны окружающей среды, которая является важнейшей задачей современности.

Так, на Всемирной конференции Организации Объединенных Наций "РИО + 20", проведенной в июне 2012 г. в Рио-де-Жанейро, Туркменистан выступил с целым рядом важных инициатив, в которых нашла отражение объективная необходимость консолидации многосторонних усилий государств и международных организаций по реализации целей устойчивого развития [1—4].

Выступая за интенсификацию международного сотрудничества в вопросах охраны окружающей среды и изменения климата, Туркменистан, как известно, предложил активизировать многоаспектное взаимодействие и приступил к формированию системных механизмов совместной деятельности в этой сфере. В частности, президентом Туркменистана Гурбангулы Бердымухамедовым была выдвинута инициатива создания специализированной структуры ООН — Межрегионального центра по решению проблем, связанных с изменением климата,

который бы на системной основе изучал и разрабатывал проекты, представляющие жизненный интерес. В связи с этим на 69-й сессии Генеральной Ассамблеи Организации Объединенных Наций в сентябре 2014 г. Туркменистан вновь обратился к странам — членам ООН с предложением поддержать эту инициативу туркменской стороны [1—3].

В целом, учитывая широту спектра экологических проблем в Средней Азии в регионе Каспийского моря, Туркменистан предлагает комплексный подход к их решению. Именно этот принцип — сбалансированного развития — положен в основу природоохранной политики Туркменистана и всех осуществляемых в ее рамках программ. Рациональное использование водных и земельных ресурсов, восстановление плодородия почв, озеленение, сохранение биологического разнообразия, "зеленая" индустриализация, совершенствование природоохранного законодательства — в каждой из этих областей наша страна за годы государственной независимости накопила большой позитивный опыт, который сегодня востребован как на региональном, так и глобальном уровне [1].

За последние десятилетия как в промышленно развитых странах, так и в Туркменистане стратегия в области управления отходами подвергается существенным изменениям. Основными причинами таких изменений явилось увеличение загрязнения природной среды, его негативное влияние на биосферу и естественно на здоровье населения, а также

\* Окончание цикла статей о "зеленой" индустриализации. Первая статья опубликована в журнале № 6 за 2016 год, вторая — № 10 за 2016 год.

происшедшие изменения в экологической политике и законодательстве. Политика в сфере управления отходами, главным образом, ориентирована на снижение количества образующихся отходов и на развитие методов их максимального использования.

В связи с этим в Туркменистане создана современная нормативно-правовая база, регулирующая вопросы охраны природы и рационального использования природных ресурсов, перевода производственных процессов на так называемые "зеленые" методы индустриализация [1, 5, 6].

Сегодня все крупномасштабные национальные программы по социально-экономическому развитию Туркменистана увязаны с экологией. Экологическая составляющая "Национальной программы социально-экономического развития Туркменистана на период 2011—2030 годы" служит гарантом дальнейшего стабильного развития Туркменистана и согласуется с политикой мирового сообщества, целями развития тысячелетия ООН [1].

В статье приведен сравнительный анализ по переработке твердых бытовых отходов (ТБО) и их утилизации на территории Туркменистана. При реализации данных рассмотренного анализа проясняется хорошая перспектива на основе действующего комплекса правительственных программ в области охраны окружающей среды (ООС). Задачи программы по ООС состоят в том, чтобы повысить эффективность в отношении потоков энергии и материалов, создать или изменить технологические процессы в целях исключения или сокращения выбросов в атмосферу, воду, землю и сокращения образования отходов и потребления энергии.

Научной новизной статьи является аналитический обзор, сравнительный анализ по утилизации ТБО в комплексной технологии ресурсосбережения и переработка твердых бытовых и производственных отходов в крупных и средних населенных пунктах Туркменистана. В основу заложен инновационный технологический уклад, который должен стать оборотным ресурсным циклом в "зеленой" экономике и индустриализации страны.

### 1. Энергетическое использование твердых бытовых отходов

Широкое распространение получили электростанции (США, Дания), на которых сжигаются твердые бытовые отходы (ТБО) городов, а также электростанции, работающие на биогазе свалок ТБО (Италия).

Проблема обезвреживания и уничтожения твердых бытовых, больничных, промышленных и других видов отходов решается во всем мире различными путями. Учитывая возможность наличия в этих отходах токсичных, бактериальных и других составляющих, повсеместно возрастают масштабы их радикального термического уничтожения.

Наиболее рациональным, в первую очередь для крупных многонаселенных городов, является создание централизованной системы обезвреживания отходов, включающих технологические линии их термической переработки и обеспечивающих потребности территорий с большой численностью населения.

Технические характеристики разработанных установок термической переработки отходов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Технические характеристики размерного ряда установок для термической переработки, обезвреживания и уничтожения твердых бытовых отходов с получением шлака

Характеристика установки	Тип установки				
	ТПО-2,5	ТПО-Ю	ТПО-25	ТПО-ЮО	ТПО-250
Годовой объем переработки отходов, тыс. т	2,5	10	25	100	250
Мощность источника питания, кВт	250	1000	1800	8000	16 000
Диаметр графитированных электродов, мм	150	200	250	350	500
Объем дутьевого воздуха, нм <sup>3</sup> /ч	500	3000	9000	15 000	30 000
Расход электроэнергии, кВт·ч/т	210	170	130	100	80
Расход подпиточной воды на охлаждение, м <sup>3</sup> /ч	3	4	6	15	30
Требуемая численность персонала, чел.	10	25	44	65	136
Количество утилизированной теплоты, используемой на собственные нужды, Гкал/год	500	2000	5000	20 000	40 000



## Технология и оборудование термической утилизации и радиационной стерилизации ТБО

Термическая утилизация и радиационная стерилизация ТБО осуществляется в печах Ванюкова при высокотемпературном разложении (плавке) компонентов рабочей массы в слое барботируемого шлакового расплава при температуре 1350...1400 °С и выдерживании их в течение 2...3 с. При этом происходит полный разрыв связей в структурной цепочке сложных органических соединений, что предотвращает появление диоксинов и фуранов, имеющих техногенную природу образования.

Барботаж осуществляется за счет подачи через стационарные дутьевые устройства окислительного дутья. ТБО рассматриваются как топливо с теплотворной способностью 900...1100 ккал/кг при влажности 51,7 %. Плавка осуществляется автогенно без добавления топлива на дутье обогащенным кислородом до 60...70 %.

Экологическая безопасность, отсутствие на выходе из печи высокотоксичных соединений достигается применением системы очистки газа, имеющей запас по пропускной способности и рассчитанной на улавливание практически всех возможных вредных соединений, встречающихся в твердых отходах производства и потребления, образующихся при их переработке.

В результате плавки образуются: газы, содержащие продукты сгорания и разложения ТБО, шлак. Состоящая из силикатов и оксидов металлов донная фаза содержит черные и цветные металлы.

Шлаковый расплав используется в качестве исходного сырья для получения минераловатных плит. Остаток шлакового расплава после водяной грануляции поступает в виде инертных материалов на предприятия стройиндустрии или на строительство дорог. Газы охлаждаются в котле-утилизаторе с получением энергетического пара,

очищаются от пыли, возгонов, вредных примесей и поступают на производство товарной угольной кислоты.

Энергетический пар поступает в турбогенераторы для производства электроэнергии. Отработанный пар турбогенераторов с температурой 165...200 °С может быть использован для обогрева теплиц.

Уловленная пыль отправляется потребителю или возвращается в оборот — на переработку с ТБО.

Технологическая схема сортировки и переработки ТБО представлена на рисунке.

Сравнительный экономический анализ технологий утилизации твердых бытовых отходов приведен в следующем разделе.

## 2. Сравнительный анализ технологий утилизации ТБО

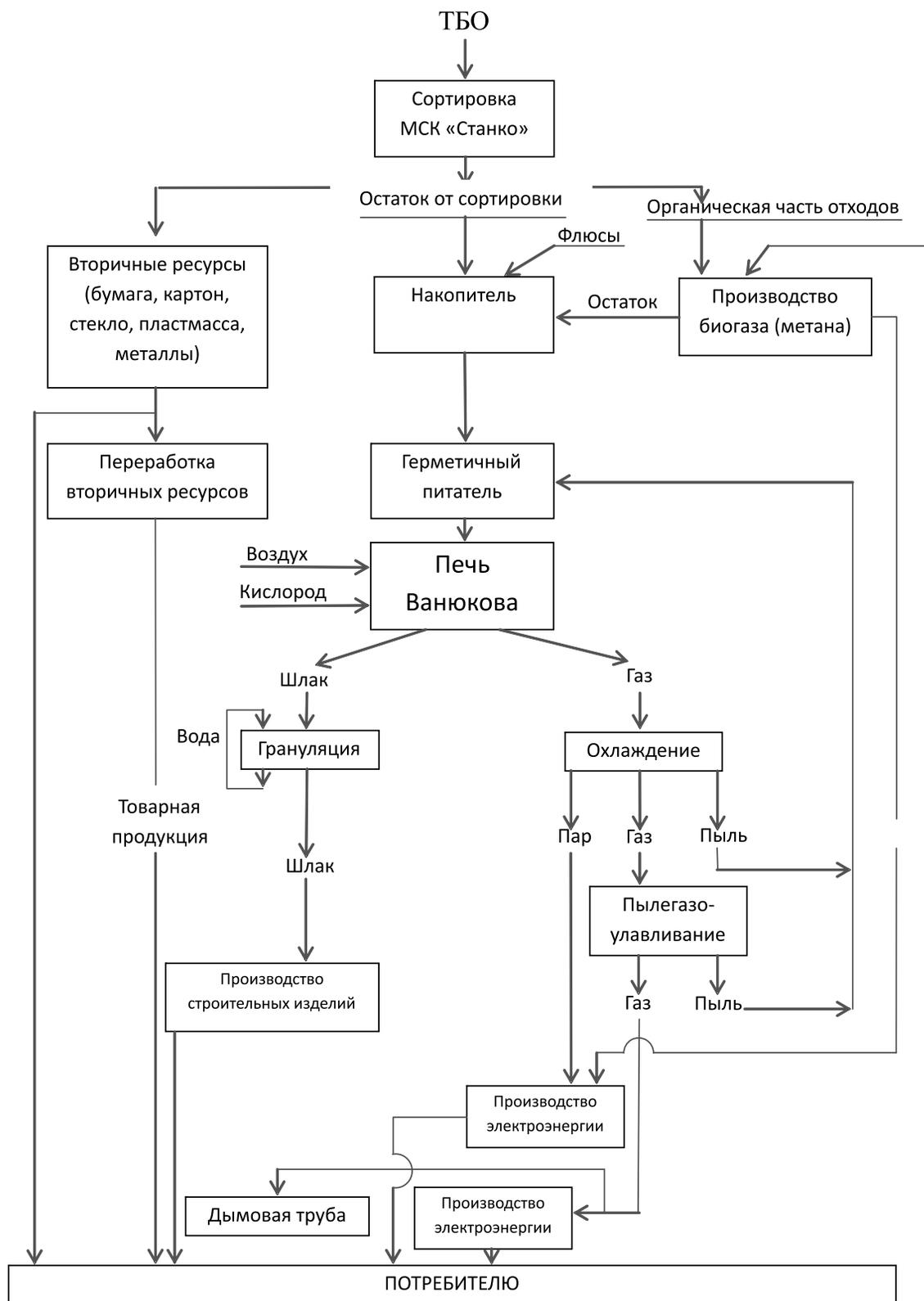
Многостадийность термохимической обработки позволяет достигнуть полноты обезвреживания токсичных составляющих, содержащихся в отходах. Установка для обезвреживания и уничтожения ТБО производительностью 25 000 т в год наиболее подготовлена к серийному производству, поэтому описание технологии и оборудования дано на примере этой установки. Сводные экономические показатели оборудования для термической переработки отходов приведены в табл. 2.

Аппаратурно-технологическая схема процесса термической переработки загрузочного устройства отходов конструктивно представляет собой приемную воронку. Для отходов, поступающих в контейнерах, предусмотрено устройство подъема и опрокидывания контейнеров в жерло загрузочной воронки. Нижнее основание устройства соединяется со шлюзовой камерой. Верхняя крышка и днище камеры имеют возможность перемещаться вокруг горизонтальной оси под

Таблица 2

Сводные экономические показатели оборудования для термической переработки отходов

Характеристика установки	Тип установки		
	ТПО-25	ТПО-ЮО	ТГ10-250
Годовой объем переработки отходов, тыс. т	25	100	250
Стоимость оборудования, тыс. долл. США	1000	3520	8000
Ежегодное возмещение затрат на переработку отходов (при цене приема отходов 40 долл. США за 1 т), тыс. долл. в год	1100	4300	11 000
Объем производимой продукции, т/год, в том числе:			
гранулированного металла	750	3000	7500
гранулированного шлака	4000	16 000	40 000



Технологическая схема сортировки и переработки отходов



действием массы отходов, что обеспечивает ритмичность загрузки [3, 7–10].

Основная задача, выполняемая загрузочным устройством, обеспечение непрерывной регулируемой подачи отходов в установку. При этом конструктивное исполнение устройства исключает возможность выброса в атмосферу вредных веществ и пыли.

Устройство предварительной сушки отходов представляет собой вращающийся барабан, состоящий из обечайки, упорных колец для роликов, привода и рамы. Барабан размещен под углом  $3^\circ$  к горизонту. К верхнему торцевому фланцу подводится выход загрузочной воронки, нижний конец входит в промежуточную камеру. Поступающие в барабан отходы за счет наклонного его расположения и вращения перемещаются от одного его конца к другому [11–14].

В барабан поступают влажные отходы (до 50 %), что сильно снижает калорийность отходов и возможность эффективного протекания последующих стадий технологической обработки.

Сушка осуществляется попутным потоком дымовых газов ( $t_{д.г} = 400^\circ\text{C}$ ), подаваемых из рециркуляционного контура технологической линии. Дымовые газы являются высокоэффективным сушильным агентом. В массе отходов, кроме процесса сушки, протекает низкотемпературный пиролиз, т. е. выход летучих газов из некоторых составляющих, имеющих низкую (до  $100\text{--}200^\circ\text{C}$ ) температуру разложения. В результате поток отводимого сушильного агента, кроме исходных составляющих ( $\text{CO}$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , пар), содержит значительное количество паров воды, а также углеводороды  $\text{C}_n\text{H}_m$ .

Этот поток газовой фазы отводится из промежуточной камеры непосредственно в реактор термохимической обработки, где при дожигании может повысить теплосодержание дожигаемого потока.

Промежуточная камера конструктивно состоит из опоры, корпуса и переходного лотка. Последний обеспечивает подачу подсушенных отходов в барабан сжигания. Корпус представляет собой металлический кожух, футерованный изнутри огнеупорным кирпичом. Камера герметизирована и снабжена двумя отверстиями — для отвода продуктов сушки и для подачи дутьевого воздуха в барабан сжигания отходов.

Конструктивные параметры барабана сушки выбраны из расчета наиболее полного протекания процесса сушки (с 40 до 15... 18 % массового содержания влаги в отходах). Это позволяет повысить теплоту сгорания отходов с 1800 до 3000...4000 ккал/кг, что дает возможность эффективно осуществлять последующее сжигание.

Барабан для сжигания подсушенных отходов представляет собой вращающуюся печь, установленную под углом  $4\text{--}5^\circ$  к горизонту, скорость вращения  $1\text{--}3\text{ мин}^{-1}$ . Это обеспечивает равномерное перемещение сжигаемой массы и эффективный доступ окислителя (нагретый воздух) ко всем частям загрузки. Очаговое горение подсушенных отходов приводит к разложению органической части и элементарных составляющих в дымовые газы. Твердый остаток сжигания представляет собой минеральную часть с небольшой долей несгоревшего кокса (не более 3...5 %). Твердый шлак поступает в электрошлаковую печь [2, 3, 7–10, 15–17].

Электрошлаковая плавильная печь конструктивно выполнена в виде кожуха, футерованного изнутри теплоизоляционным и огнеупорным кирпичом. Ее нижняя часть является одновременно реакционным объемом и накопителем жидкого шлака и металла. Температура жидкой шлаковой ванны поддерживается на уровне  $1400\text{--}1500^\circ\text{C}$  (в зависимости от состава шлака). В печи предусмотрены фурмы для подачи дутья и организации эффективного перемешивания шлака. При поступлении твердого остатка сжигания в жидкую шлаковую ванну в ней параллельно протекают два основных процесса: дожигание остаточного углерода и расплавление минеральной части.

Дожигание остаточного углерода осуществляется только при правильной организации поступления реагентов к поверхности реакции кокс—кислород, т. е. полнота протекания реакции определяется правильно организованным гидродинамическим режимом плавильной ванны. Кислые составляющие дымовых газов, проходящие над вспененным шлаком и через него, вступают в соединение с основными окислами, образуя такие соединения, как  $\text{CaF}_2$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{CaSO}_4$  или аналогичные соли магния, и частично ассимилируются шлаком.

Плавление минерального остатка протекает в объеме ванны с постепенным изменением начального ее состава. Перед выпуском товарного шлакопродукта состав должен быть усреднен до предусмотренного технологическим регламентом за счет присадок. Температура шлаковой ванны регулируется изменением мощности, выделяемой в межэлектродном промежутке [4–6, 16, 17].

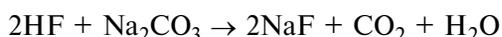
Термохимическое обезвреживание дымовых газов, образующихся в процессе переработки отходов, осуществляется в две стадии:

- в электрошлаковой плавильной электропечи в процессе контакта дымовых газов с расплавом жидкого шлака;
- в реакторе термохимического обезвреживания, состоящем из камеры дожигания, камеры нейтрализации и восстановительной камеры.

В ванне расплава кислые газы контактируют с  $\text{CaCO}_3$  с образованием  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{CaF}_2$  по следующим реакциям:



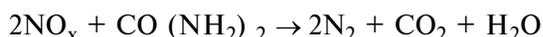
Непрореагировавшие кислые газы в камере нейтрализации контактируют с содой по следующим реакциям:



Избыток соды в камере нейтрализации составляет 20 %, что обеспечивает на практике 100 %-ную нейтрализацию кислых газов и содержание вредных веществ на уровне требований, например, законодательства Германии (17BlmSchV):  $\text{SO}_2 + \text{HCl} < 10 \text{ мг/м}^3$ ;  $\text{HF} < 1 \text{ мг/м}^3$  в расчете на сухие газы.

При сжигании отходов в потоке воздуха образуются оксиды азота  $\text{NO}_x$  и оксиды углерода  $\text{CO}$ . Оксид углерода устраняется в камере дожигания при подаче острого дутья и температуре свыше 950 °С. В разработанной установке в камере дожигания поддерживается температура 1000...1135 °С. Время пребывания газов в камере составляет 0,6 с. После камеры дожигания ожидаемый теоретический выход  $\text{CO}$  должен быть менее 50  $\text{мг/м}^3$  (в расчете на сухие газы) [11–14]. Оксиды азота устраняются в камере восстановления  $\text{NO}_x$  в присутствии карбамида. Теоретический выход  $\text{NO}_x$  при горении отходов с учетом содержания паров воды и рециркуляции дымовых газов 300...400  $\text{мг/м}^3$ .

Восстановление  $\text{NO}_x$  карбамидом осуществляется в диапазоне температур 1050...960 °С по следующей реакции:



При поддержании температурного уровня и условий перемешивания на практике достигается восстановление оксидов до 85 %. Таким образом, ожидаемая концентрация  $\text{NO}_x$  после камеры восстановления составит менее 80  $\text{мг/м}^3$  сухих газов.

Диоксины и фураны, содержащиеся в исходных отходах или образующиеся при сжигании, устраняются при обеспечении температурного уровня 1200 °С, наличии кислорода 3 % и времени пребывания газов в этих условиях 2 с. Суммарное время пребывания газов в электропечи, камерах

дожигания, нейтрализации и восстановления составляет 3,6...3,8 с. Образование вторичных диоксинов в тракте охлаждения дымовых газов исключено в результате полной нейтрализации кислых газов и отсутствия свободного хлора.

Система утилизации тепловой энергии состоит из воздухо- и водонагревателей. Воздухонагреватель служит для нагрева воздуха, подаваемого в барабан сжигания отходов. Он представляет собой два коаксиальных вертикальных цилиндра, в средней части которых проходит дым, а в периферийной кольцевой — воздух. Цилиндры соединяются внизу горизонтальной футерованной перемычкой, а подвод и отвод воздуха и дыма осуществляется сверху. Нагрев воздуха до температуры 400 °С повышает интенсивность процесса окисления, что наряду с предварительной сушкой позволяет реализовать процесс сжигания в автотермическом режиме [2, 3, 7–10, 15, 16, 18].

Отвод дымовых газов в сушильный барабан осуществляется из камеры, соединяющий воздухоподогреватель и котел-утилизатор. В соединительной камере для эффективной сушки в дым вводится вода. Котел-утилизатор снимает избыточную теплоту дымовых газов, охлаждая их до 250 °С. Теплота используется на нагрев воды для собственных нужд.

Система пылегазоочистки предусматривает окончательную очистку потока дымовых газов от вредных веществ и состоит из рукавного фильтра, рассчитанного на работу при температуре 250 °С. Теоретически возможна очистка газов от пыли до остаточной запыленности 10  $\text{мг/м}^3$  (табл. 3).

Поиведенные в таблице данные соответствуют стандарту Германии 17BlmSchV.

Система очистки дымовых газов включает рукавный фильтр, дымосос, продувочный вентилятор, устройство для выгрузки пыли, уловленной в фильтре, средства контрольно-измерительных приборов и автоматики.

Рукавный фильтр состоит из двух блоков, каждый из которых включает четыре отдельные секции. Каждая секция имеет прямоугольный корпус, в котором располагаются фильтровальные рукава. В нижней части каждой секции

Таблица 3

Содержание вредных веществ ( $\text{мг/м}^3$ ) в дымовых газах после системы очистки

Вредные вещества	Менее 50
$\text{NO}_x\text{CO}$	80
$\text{SO}_2 + \text{HCl}$	10
$\text{HF}$	1
Диоксины	100
Пыль	10



предусмотрен бункер пирамидальной формы. Со стороны одной из торцевых стенок каждого бункера расположен участок газохода диаметром 350 мм для подвода запыленного газа, на котором расположен шибер, дающий возможность отключения входного газохода секции. На противоположной стенке бункера смонтирован люк обслуживания. На верхней крышке каждой секции предусмотрена установка выпускного и продувочного клапанов [2, 3, 5, 7–17]. Выпускной клапан сообщается с коллектором очищенного газа, а продувочный клапан — с коллектором продувочного газа.

Общее количество пыли, осаждающейся на рукавах, составляет 100...200 кг/ч, поэтому необходимы периодические встряхивания посредством подачи встречного потока воздуха и разгрузки через предусмотренный шлюзовой затвор в специальные емкости-контейнеры.

После фильтра дымовые газы поступают в дымовую трубу. Между фильтром и трубой находится дымосос, обеспечивающий по всему тракту давление меньше атмосферного, что наряду с герметизацией неплотностей исключает выбросы дымовых газов в окружающую среду.

Далее рассмотрим **возможные технологические схемы утилизации минеральной части отходов.**

При расплавлении минерального остатка сжигания отходов решаются следующие задачи:

- 1) получение шлаков, кристаллизирующихся с преобладанием стекловидной фазы;
- 2) достижение соответствия полученного состава требованиям, предъявляемым к продукции промышленных строительных материалов.

Решение первой из задач позволяет получить устойчивую упаковку вредных соединений, содержащихся в шлаке фторидов, хлоридов и солей тяжелых металлов. При переходе шлака в стеклофазу вымывание солей при любой степени измельчения шлакопродукта исключается.

Соответствие состава шлакопродукта требованиям санитарных и технических норм позволяет полностью утилизировать минеральную часть отходов и вернуть ее в хозяйственный оборот.

Результаты санитарно-гигиенической экспертизы, выполненной лабораторией Государственного комитета санитарно-эпидемиологического надзора Российской Федерации, свидетельствуют, что шлак не содержит солей тяжелых металлов (медь, цинк, кадмий, свинец, хром) и нетоксичен [8, 11–14].

Исследования шлака показали возможность получения из него путем регулирования состава шихты (смесь молотого шлака с добавками) теплоизоляционного засыпного утеплителя (с насыпной плотностью 180...250 кг/м<sup>3</sup>) либо пористого заполнителя конструкционных бетонов

Таблица 4

**Сравнительные характеристики пирозита и керамзита и строительных материалов на их основе**

Свойства	Керамзит	Пирозит
<i>Пористые заполнители</i>		
Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>	580	275
Прочность, МПа	2,3	1,4
Теплопроводность, Вт/(м·°С)	0,20	0,12
Водопоглощение, %	12	13
Морозостойкость, циклы	15	15
<i>Легкий бетон</i>		
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1200	800
Прочность, МПа	10	10
Теплопроводность, Вт/(м·°С)	0,45	0,18
Водопоглощение, %	13	12
Морозостойкость, циклы	25	25

плотностью до 900 кг/м<sup>3</sup>. Сравнительные характеристики пирозита и керамзита и строительных материалов на их основе приведены в табл. 4.

Стеновые ограждения из бетонов на пирозите обладают более высоким термическим сопротивлением, а использование такого рода бетона позволяет снизить расход тепловой энергии на поддержание комфортных условий в зданиях в отопительный сезон. Технология производства пирозита основывается на грануляции существующего шлакового порошка с добавками и последующим обжигом гранул во вращающейся обжиговой печи [7–10, 15, 16, 19].

Сводные данные для сравнения технологий переработки ТБО мусоросортировочном комплексе (МСК) приведены в табл. 5 и 6 [8].

Таблица 5

**Сводные данные сравнения технологий переработки ТБО**

Показатель	Количество, т/год
Количество ТБО, поступающих на переработку	100 000
<i>Реализация товарной продукции в натуральном выражении</i>	
Вторичные ресурсы, всего	37 790
в том числе:	
бумага, картон	6100
полимеры	5520
черный металлолом	1020
цветной металлолом	200
топливные брикеты	24 950
органоминеральная сырьевая смесь	Зависит от настроек оборудования
инертная фракция	Зависит от настроек оборудования



Таблица 6

**Сравнительные технико-экономические и экологические показатели технологий обезвреживания и утилизации ТБО  
(на 100 тыс. т/год)**

Показатель	Единица измерения на 1 т ТБО	Технология				
		Полигонное захоронение	Сжигание мусора	Био-термическая обработка	МСЗ с компостированием и сортировкой	Комплексное ресурсосбережение
Капиталовложения	долл.	10...50	400...500	150	280...350	100
Эксплуатационные затраты	долл.	3...4	32...40	24...26	30...32	32,5
Затраты энергии	кВт·ч	5...6	26...50	22...28	26...32	21
Удельные трудовые затраты	рабочий день	0,05...0,1	0,2...0,4	0,2...0,3	0,3...0,4	0,2
Занимаемая площадь	м <sup>2</sup>	0	0,25...0,5	0,4...0,6	0,4...0,6	0,2
Тариф на переработку	руб.	370	2300	1500	500	1500
<b>Экологические аспекты</b>						
Показатель	Единица измерения	Срок обезвреживания				
		Не менее 20 лет	1 ч	48 ч	48 ч	0,3 ч
Наименование отходов	% от массы ТБО	—	Зола, шлак 18...23 %, дымовые газы, микропыль 300...350 %	Некомпостируемые фракции 60...65 %	Балласт + зола, дымовые газы, микропыль	Отходы V класса опасности 20...25 %
Загрязнение почвы	—	Загрязненная территория полигона	Шлакоотвал и уловленные фильтрами пылевыведения и осаждающиеся из атмосферы диоксины, ПАУ и другие соединения	Нет	Шлакоотвал и уловленные фильтрами пылевыведения и осаждающиеся из атмосферы диоксины, ПАУ и другие соединения	Нет
Загрязнение грунтовых вод	—	Возможно	Нет	Нет	Нет	Нет
Загрязнение атмосферы	—	При отсутствии системы сбора биогаза загрязнение парниковыми газами, а также при возгорании — продуктами неполного сгорания	Диоксины, фураны, ПАУ и др. соединения + большой объем обедненных кислородом дымовых газов	В пределах ПДК	Диоксины, фураны, ПАУ и др. соединения + большой объем обедненных кислородом дымовых газов	Нет
<b>Пункты использования ТБО</b>						
Тепло	Гкал/1 т ТБО	0	1,5	0	0,4	—
Электроэнергия	МВт/ч	—	—	—	—	—
Почвогрунт	% массы ТБО	0	0	60	До 50	34
Черные металлы	% массы ТБО	—	2	3	3	1
		—	—	1...1,2	1...1,2	0,2
		—	—	—	—	6
		—	—	—	—	7
		—	—	—	—	25
<p>Примечание: технология раздельного сбора в сравнительном анализе не учтена в связи с отсутствием данных. Объединение в целях ресурсосбережения технологии сжигания отходов с сортировкой ведет к снижению эффективности горения отходов и необходимости закупки топлива для поддержания процессов горения.</p>						



Сортировка — наиболее простой, наиболее дешевый и эффективный экономически и экологически процесс при любой последующей технологии переработки, компостирования или сжигания отходов, который позволяет сразу на 30...85 % уменьшить объем отходов и с выгодой вернуть их в хозяйственный оборот, одновременно подготовить оставшиеся отходы к последующему технологическому процессу. В этом, можно сказать, классическая универсальность предлагаемого оборудования МСК "Станко". Окупаемость затрат МСК "Станко" характеризуется его доходностью при объемах сортируемых ТБО 100 тыс. т/год и при среднегодовой рентабельности 70 %. Рентабельность во многом определяется составом отходов и значение ее 70 % не является высоким даже для типового морфологического состава отходов.

В Туркменистане в крупных населенных пунктах и пригородах проживает около 3 млн человек. Это население в год накапливает примерно около 1,25 млн т твердых бытовых отходов, в том числе около 0,3 млн т бумаги, по 0,08 млн т полимеров, текстиля и стекла, 0,04 млн т металла, 0,5 млн т влажной органики. Из коммунального мусора посредством технологии комплексного сбережения ресурсов можно получить: 0,32 млн т альтернативного топлива (эквивалент примерно 0,15 млрд м<sup>3</sup> природного газа); 0,25 млн т вторичного сырья (металлолома, полимеров, макулатуры); 0,6 млн т техногенного грунта и компоста. После извлечения ценных ресурсов из общей массы отходов останется для захоронения на полигонах не более четверти обезвреженных, инертных отходов. **Ключевым моментом является то, что развивать требуется не переработку мусора, а ресурсосбережение посредством переработки мусора.** Именно ресурсосбережение является наилучшим способом снижения негативного воздействия смешанных и выброшенных ресурсов в окружающую природную среду. Достаточно построить примерно около двадцати автоматизированных сортировочных комплексов, организовать логистику и стимулирование в рамках вертикально интегрированных объединений, и задача будет решена. Строительство возможно и желательно осуществлять преимущественно на государственных землях, чтобы не терять время на оформление территории. Динамика ресурсосбережения от утилизации ТБО в Туркменистане, млн т, представлена ниже: ТБО — 1,25; бумага — 0,3; металл — 0,04; полимеры — 0,08; влажные органические отходы — 0,5; вторичное сырье — 0,25; техногенный грунт и компост — 0,6 и т. д.

Мероприятия, направленные на уменьшение негативного воздействия отходов на окружающую природную среду, входят в перечень мер по

обеспечению безопасности жизнедеятельности населения. Их невозможно в достаточной мере оплачивать исключительно за счет средств, полученных от сбыта вторичного сырья. На переработку 1 т отходов дополнительно необходимо примерно около 500 долл. США. На субсидирование переработки 1,25 млн т ТБО потребуется примерно около 1,5 млн долл. США ежегодно. Около 33 млн долл. США требуется для сооружения мощностей. С учетом дополнительных затрат эти средства страна может получить за пять лет с упаковщиков и импортеров упакованной продукции. Средства, предназначенные для переработки упаковочных отходов, необходимо собрать в государственный фонд и разделить на две части: первая часть — средства для инвестирования проектов сооружения мощностей для переработки мусора, к примеру, объектов МСК; вторая часть — средства, предназначенные для оплаты переработки.

### **3. Инновационные технологии использования переработки отходов**

#### *Пути повышения эффективности использования энергетических ресурсов*

В качестве примера рассмотрим опыт российских ученых ФНУ ВИЭСХ под руководством академика Д. С. Стребкова по повышению эффективности использования энергетических ресурсов от отходов.

Так, коэффициент полезного использования топлива в РФ составил в 2011 г. 57,3 %, доля потерь в электрических сетях 10,1 %, в тепловых сетях 10,7 %, доля потребления энергии на собственные нужды электростанций 6,3 %, удельный расход энергии на отопление зимних теплиц 115 кг у. т./м<sup>2</sup>, удельный расход топлива на отпуск тепловой энергии от котельных 177 кг у. т./Гкал, удельный расход топлива на работу тракторов 21,1 кг у. т./га пашни, топливная экономичность новых легковых автомобилей, работающих на бензине, 7,28 л/100 км, на дизельном топливе 6,31 л/100 км, удельный расход энергии в зданиях учреждений бюджетной сферы 68 кг у. т./м<sup>2</sup> год, в жилых зданиях 46,4 кг у. т./м<sup>2</sup> в год [7—10, 18].

Для снижения тарифов на электроэнергию необходимо увеличивать коэффициент использования топлива за счет производства энергии на высокоэффективных когенерационных электростанциях, снижать стоимость топлива и развивать бестопливную и низкоуглеродную распределенную энергетику с использованием возобновляемых источников энергии.

При реализации инвестиционных программ энергетических компаний рекомендуется

проектирование и строительство новых котельных только с использованием когенерации, а также устанавливать сроки модернизации существующих котельных и других установок в мини-ТЭЦ с когенерацией электрической и тепловой энергии в газопоршневых энергетических установках.

Рекомендуется проектирование, строительство и эксплуатацию малоэтажных зданий, школ, гостиниц и курортно-оздоровительных учреждений выполнять при наличии когенерационных систем солнечного горячего водоснабжения на крышах и устройств для отопления на основе тепловых насосов со сроком окупаемости таких систем менее 5 лет [4—6, 17, 18].

### ***Использование твердых и жидких органических отходов в качестве топлива для когенерационных электростанций***

Суммарный объем захоронения твердых отходов на полигонах городов РФ составляет 95 млрд т и ежегодно увеличивается на 3,5 млрд т. Суммарная площадь полигонов в РФ для захоронения твердых отходов составляет 2500 км<sup>2</sup> [4, 18].

Мусорные свалки содержат металл, камни, стекло и твердые органические отходы (ТОО). Содержание ТОО — 75 % от общей массы свалок. В качестве топлива ежегодно можно использовать 2,625 млрд т новых ТОО и 2,375 млрд т ТОО со старых свалок. Это позволит полностью прекратить образование новых свалок и ликвидировать старые свалки в объеме 95 млрд т за  $95 : 2,375/0,75 = 30$  лет.

В качестве когенерационных электростанций (КЭС) можно использовать газопоршневые энергетические установки электрической и тепловой мощностью 1,3 МВт, а для получения газового топлива для работы КЭС — плазменные технологии быстрого пиролиза с производительностью по переработке ТОО 100 т в сутки и собственным электропотреблением 300 кВт. Таким образом, с учетом энергозатрат на собственные нужды, КЭС будет генерировать в энергосистему электрическую мощность 1 МВт и перерабатывать в год 36 000 т ТОО.

При оценке сроков окупаемости рассматриваемых энергетических проектов необходимо учитывать экономический эффект от уничтожения свалок, рекультивации земель и улучшения экологии городов и сельских поселений.

Другими возобновляемыми ресурсами ТОО являются отходы лесного и сельского хозяйства, а в безлесных районах энергетические плантации быстрорастущих деревьев на землях, не пригодных для сельскохозяйственного производства.

Важнейшими источниками загрязнения окружающей среды и возобновляемыми ресурсами топлива для КЭС являются жидкие канализационные

стоки городов и поселков, жидкие стоки ферм, жидкие отходы сахарных и спиртовых заводов и т. д.

Для переработки жидких органических отходов (ЖОО) с содержанием воды 80...95 % в электроэнергию плазменные пиролизные технологии непригодны из-за больших энергетических затрат на предварительную сушку ЖОО. Российские ученые предложили для переработки ЖОО новые технологии сверхкритического водного окисления (СКВО) органических веществ в жидкости. Для КЭС электрической мощностью 1 МВт потребуется переработка 150 т ЖОО в сутки, что связано с меньшим содержанием в ЖОО органических веществ по сравнению с ТОО. Для городов это означает сокращение площадей под очистные сооружения, прекращение сброса канализационных стоков в море, как это имеет место в Сочи, Геленджике, Малаге, Барселоне (Испания), в приморских городах Австралии и других стран [11—14, 18].

Крупные фермы, которые сейчас содержат несколько прудов-отстойников для навозных стоков, смогут обеспечить электроэнергией и теплом не только собственные потребности, но и население окружающих деревень и сельских районов.

Одним из направлений снижения затрат на углеводородное топливо является производство биотоплива — биодизельного топлива и биоэтанола из растительного сырья. Для того, чтобы не создавать конкуренцию между производством продуктов питания и биотоплива, для производства биотоплива целесообразно использовать непродовольственное растительное сырье, например древесную биомассу для биоэтанола и микродоросли для биодизельного топлива.

### ***Смесевое многокомпонентное топливо***

Другим направлением снижения затрат на моторное и котельное топливо является производство смесевое многокомпонентного топлива. Содержание углеводородного топлива (дизельное топливо или мазут) в многокомпонентном дизельном топливе составляет 80 %. Действующий образец оборудования для получения многокомпонентного топлива производительностью 2 т/ч установлен в лаборатории биотоплива ФНУ ВИЭСХ. Сравнение характеристик дизельного, мазутного и многокомпонентного топлива представлено в табл. 7 и 8 [18].

Преимущества технологии и оборудования при производстве смесевое многокомпонентного топлива:

- малое энергопотребление;
- небольшие габаритные размеры и масса;
- простота в обслуживании;
- длительный срок службы.



Таблица 7

**Сравнение характеристик дизельного и многокомпонентного моторного топлива**

Параметры топлива	Летнее дизельное топливо	Многокомпонентное моторное топливо с содержанием дизтоплива 80 %
Теплота сгорания низшая, кДж/кг	42 776	44 327
Массовая доля серы, %	0,13	0,038
Вязкость кинетическая при 20 °С	4,8	3,9
Температура вспышки в закрытом тигле, °С	75	73
Цетановое число	50	61 (стандарт Евро-4)
Класс промышленной чистоты	12	Выше 17
Срок хранения топлива, лет	—	1

Таблица 8

**Сравнение характеристик мазута и многокомпонентного моторного топлива**

Параметры топлива	Высоко-сернистый мазут	Многокомпонентное моторное топливо с содержанием мазута 80 %
Теплота сгорание низшая, кДж/кг	41 816	44 101
Массовая доля серы, %	1,71	0,87
Вязкость кинетическая при 20 °С	7,3	5,9
Температура вспышки в закрытом тигле, °С	93	97
Срок хранения топлива, лет	—	1

Использование многокомпонентного топлива в тракторных, судовых, автомобильных, тепловозных и стационарных дизельных двигателях приводит к уменьшению вредных выбросов в атмосферу на 30...40 %. В котельном многокомпонентном топливе содержание углеводородного топлива составляет 50 %, что позволяет в 2 раза снизить затраты на отопление.

При уровне потребления дизельного топлива 6 млн т в год необходимо 100 комплектов оборудования для производства многокомпонентного дизельного топлива производительностью 10 м<sup>3</sup>/ч. При цене дизельного топлива 30 руб/л годовая экономия средств на закупку дизельного топлива составит 36 млрд руб.

Потребление моторного топлива грузовым автомобильным, водным и железнодорожным транспортом РФ составляет 50 млн т у.т. в год с долей грузового автомобильного транспорта более 60 %. Использование многокомпонентного топлива позволяет снизить потребление дизельного топлива, бензина и мазута на транспорте на 20 %, на 10 млн т у.т./год, что эквивалентно снижению затрат более чем на 300 млрд руб. в год.

**Автоматизированные системы управления**

Мусоросортировочные и мусороперерабатывающие комплексы (МПК) обеспечивают автоматизированную сортировку твердых отходов производства и потребления с выделением ценных фракций, пригодных для вторичной переработки с последующим прессованием до плотности естественных грунтов (1,1...1,2 т/м<sup>3</sup>) и пакетированием в блоки стандартных размеров. Это упрощает складирование, значительно сокращает транспортные расходы и обеспечивает возврат в товарный оборот ценных вторичных ресурсов (бумага, картон, черные и цветные металлы, пластмассы, стекло и пр.) общим объемом от 30 до 50 % в зависимости от состава твердых отходов.

Оснащение автоматизированной системой управления может осуществляться поэтапно. На первом этапе возможна поставка системы в минимальном варианте, на втором этапе производится модернизация АСУ МПК до полнофункционального варианта.

АСУ МПК предназначена для обеспечения более эффективной эксплуатации основных технологических агрегатов всего комплекса в целом за счет автоматизированного выполнения функций контроля, управления, сигнализации, регулирования технологических и производственных процессов [2, 3, 5, 15, 16]. Автоматизированная система управления обеспечивает:

- централизованный контроль состояния технологического оборудования, включая измерение, обработку, отображение оператору (диспетчеру) и регистрацию значений измеряемых технологических параметров и параметров состояния оборудования;
- регулирование параметров технологического процесса;
- контроль и учет доступа автотранспорта на объект;
- видеоконтроль объекта;
- контроль и учет взвешивания на автомобильных весах;
- контроль и визуализацию оператору работы пожарных систем;
- контроль и визуализацию оператору работы охранных систем (в том числе в антитеррористических целях);

- контроль и учет энергоресурсов;
- расчет и анализ технико-экономических показателей производства, накопление и хранение (архивацию) данных;
- формирование различных видов производственной отчетности.

Автоматизированной системой управления охватываются следующие основные технологические процессы:

- участок переработки ТБО с теплообменником и турбогенератором;
- участок сухой и мокрой очистки газов;
- турбогенератор;
- очистные сооружения сточных вод.

Кроме того, АСУ охватывает вспомогательные сооружения инженерного обеспечения (теплообменники, градирни, насосные станции систем оборотного водоснабжения, системы приточной и вытяжной вентиляции и пр.). В системе управления можно выделить три функциональных уровня:

**I уровень** — решает задачи локального управления и регулирования, а также сбора и передачи информации на верхние уровни управления;

**II уровень** — решает задачи оперативно-диспетчерского контроля и управления технологическим и производственным процессами в реальном масштабе времени;

**III уровень** — решает комплекс задач управленческого учета на производстве, контроля производственных процессов, а также поддержки принятия и реализации управленческих решений.

### Заключение

Среди рассмотренных возможных технологий, сравнительного анализа и утилизации твердых бытовых отходов можно выделить доступные технически осуществимые, экономически эффективные, готовые к внедрению на конкретном предприятии, позволяющие наиболее эффективным способом достигнуть высокого уровня защиты окружающей среды, повысить эффективность в отношении потоков энергии и материалов и создать/изменить технологические процессы "зеленой" индустриализации в целях исключения или сокращения выбросов в атмосферу, воду, землю и сокращения образования отходов и потребления энергии.

Как видно из анализа, приведенные технологии обезвреживания твердых бытовых и близких к ним по компонентному составу промышленных отходов являются технически доступными, осуществимыми и используемыми.

Наилучшей доступной технологией обезвреживания твердых бытовых и близких к ним по

компонентному составу промышленных отходов для крупных и средних населенных пунктов Туркменистана с точки зрения экономики, сокращения выбросов в атмосферу, воду, землю, ресурсо- и энергосбережения является комплексная технология ресурсосбережения.

В основу заложены инновационные технологии: оборотные ресурсы уменьшат материалоемкость национального продукта, выбросы загрязняющих веществ, образующиеся при сжигании отходов, "оздоровят" территорию Туркменистана. Повышение валового национального продукта, а также решение энергетических, экономических, экологических, социальных вопросов возможности смягчения изменения климата и получение признания и поддержки населения для реализации государственных программ устойчивого развития регионов активизирует части мирового сообщества в механизме чистого развития биосферы и цикла "зеленой" экономики в индустриализации.

Целесообразно будет использовать потенциал всех доступных приведенных технологий обезвреживания отходов в зависимости от конкретных условий с обращением отходов и ресурсов на территории Туркменистана.

В перспективе на базе этих данных можно будет создавать экологические технологические парки ("Экотехнопарки"), а это в свою очередь вызовет огромный интерес в регионах Центральной Азии (в том числе в соседних странах — Иране, Пакистане, Индии, Вьетнаме, а также в странах Африки).

На базе разработанного в Туркменистане проекта "Экотехнопарка" можно в дальнейшем создать сервисный технологический центр по поставкам такого оборудования и его обслуживания — это лучшая реклама и стимул для привлечения инвестиций. Здесь же можно создать обучающий проектно-конструкторский центр или колледж для подготовки специалистов в этой области, которые в большом дефиците.

### Список литературы

1. **Бердымухамедов Г. М.** Государственное регулирование социально-экономического развития Туркменистана. Том 1. — Ашхабад: Туркменская государственная издательская служба, 2010.
2. **Пенджиев А. М.** Изменение климата и возможности уменьшения антропогенных нагрузок: Монография. — LAMBERT Academic Publishing, 2012. — 166 с.
3. **Пенджиев А. М.** Экологические проблемы освоения пустынь: Монография. — Издатель: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. — 226 с.
4. **Стребков Д. С., Пенджиев А. М., Мамедсахатов Б. Д.** Развитие солнечной энергетики в Туркменистане: Монография. — М.: ГНУ ВИЭСХ, 2012. — 496 с.



5. Пенджиев А. М. Принципы "зеленой" экономики в Туркменистане // Научно-практический и аналитический журнал "Экономический анализ теории и практика". — 2015. — № 29. — С. 23—34.
6. Пенджиев А. М. Методы управления "зеленой" экономикой // Научно-политический журнал "Государственная служба". — 2015. — № 4. — С. 43—48.
7. Иванютин Л. А., Бабахин А. И., Стребков Д. С., Щекочихин Ю. М., Кожевников Ю. А., Чирков В. Г. Оценка потенциала и концепция энергосбережения в тепло-снабжении ЖКХ Москвы // Вестник ВИЭСХ. — 2012. — Вып. 4 (9). — С. 2—5.
8. Кольчев Н. А. Оптимизация обращения с твердыми бытовыми и близкими к ним по составу промышленными отходами в крупных и средних населенных пунктах России // Междисциплинарный научный и прикладной журнал "Биосфера". — 2013. — Т. 5. — № 4. С. 393—418.
9. Колющников В. Ю. О сжигании отходов // Экология производства. — 2012. — № 2. — С. 24—29.
10. Ласкорин Б. Н., Громов Б. В., Цыганков А. П., Сеини В. Н. Безотходная технология в промышленности. — М.: Стройиздат, 1986. — 160 с.
11. Черепов В. А., Новиков Ю. В. Эколого-гигиенические проблемы обитания человека. — М.: Изд-во РГСУ, 2007
12. Постановление Правительства Москвы № 9-ПП от 15 января 2008 г.: "Об утверждении норм накопления твердых бытовых отходов и крупногабаритного мусора". Комитет по тарифам СПб.: Распоряжение № 30-р от 9 июля 2008 г.
13. Murray R. Zero waste. — Leningrad: Greenpeace Environmental Trust, 2002. — 213 p.
14. Allsopp M., Costner P., Johnston P. Incineration and human health. State of Knowledge of the Impacts of Waste Incinerators on Human Health. Exeter (UK): Greenpeace Research Laboratories, University of UK, 2000.
15. Пенджиев А. М. План действия и стратегия внедрения возобновляемой энергетики // Международный журнал "Альтернативная энергетика и экология" — ISJAEЕ. — 2013. — № 16. — С. 39—60.
16. Пенджиев А. М. Механизм чистого развития: приоритеты энергоэффективности в Туркменистане // Международный научный журнал "Альтернативная энергетика и экология". — 2009. — № 10 (78). — С. 142—148.
17. Пенджиев А. М., Пенжиев М. А. Безотходный геобиотехнологический комплекс для производства БАД // Альтернативная энергетика и экология — ISJAEЕ. — 2013. — № 8. — С. 139—146.
18. Стребков Д. С. Инновационные энергетические технологии для АПК // Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции, посвященной 145-летию со дня рождения основоположника земледельческой механики академика В. П. Горячкина "Система технологий и машин для инновационного развития АПК России". — М.: ГНУ ВИМ, 2013. — С. 23—29.
19. Малинин А. М. Межтерриториальные взаимодействия в сфере обращения с твердыми отходами как фактор регионального развития. Автореф. дисс. ... докт. экон. наук. СПб., 2006.

A. M. Penjiev, Associate Professor, e-mail: ampenjiev@rambler.ru,  
Turkmen State Architecturally Building Institute, Ashgabad, Turkmenistan

## "Green" Industrialization: the Comparative Analysis of Recycling and Processing of Firmly Household Waste

*In article the comparative analysis recycling and processing of firmly household wastes (FHW) is considered. Technical and economic and ecological indicators of technologies of neutralisation and recycling FHW in area savings of resources at the expense of application of highly effective and inexpensive technologies are resulted. In a basis are put in pawn innovative technology a turnaround resource cycle of "green" industrialization in economy. Development of highly effective technological systems of the reference with resources, the newest transport logistics and consumption of secondary raw materials will allow to lower requirement for fossil raw materials sharply. To reduce a material capacity a national product, the emissions of polluting substances formed at burning of a waste, to "improve" not only territories of Turkmenistan, but also other camps of a planet. All it to raise total national product, and also to solve power, economic, ecological, social questions of possibility of softening of change of a climate and to be recognised political support of the population for realisation of government programs of a sustainable development of regions and to make active world community parts in the mechanism of pure development of biosphere.*

**Keywords:** firmly household waste, burial place of waste, burning of a waste, reselling, pollution of environment

### References

1. Berdyumamedov G. M. Gosudarstvennoe regulirovanie sosialno-ekonomicheskogo razvitiya Turkmenistana. Tom 1. Ashgabad: Turkmenskana gosudarstvennaya izdatelskaya slujba, 2010.
2. Penjiev A. M. Izmeneniye klimata i vozmozhnosti umensheniya antropogennyh nagruzok: Monografiya. LAMBERT Academic Publishing, 2012, 166 p.
3. Penjiev A. M. Ekologicheskije problemy osvoyeniya pustyn': Monografiya, Izdatel: "LAP LAMBERT Academic Publishing" 2014. 226 p.
4. Strebkov D. S., Penjiev A. M., Mamedsahatov B. D. Razvitiye solnechnoy energetiki v Turkmenistane: Monografiya. Moscow: GNU WIESH, 2012. 496 p.
5. Penjiev A. M. Prinsipi "zelenoi" ekonomiki v Turkmnic-tane. Nauchno-prakticheski i analiticheskii jurnal "Ekonomicheski analiz teoriya i praktika". 2015. No. 29. P. 23—34.
6. Penjiev A. M. Metody upravleniya "zelenoy" ekonomikoy. Nauchno-politicheskii jurnal "Gosudarstvennaya slujba". 2015. No. 4. P. 43—48.
7. Ivanjutin L. A., Babahin A. I., Strebokov D. S., Schekochihin Ju. M., Kozhevnikov Ju. A., Chirkov V. G. Ocenka potenciala i koncepcija jenergosberezhenija v teplosnabzhenii ZhKH Moskow: Vestnik VIJeSH. 2012. Vyp. 4 (9). P. 2—5.

8. Kolychev N. A. Optimizatsiya obrasheniya s tverdmi bytovmi i blizkimi k nim po sostavu promyshlennymi othodami v krupnyh i srednih naselennyh punktah Rossii. *Mejdissiplinarnyy nauchnyy i prikladnyy zhurnal "Biosfera"*. 2013. Vol. 5. No. 4. P. 393—418.
9. Kolushnikov W. U. O sjiganii othodov. *Ekologiya proizvodstva*. 2012. No. 2. P. 24—29.
10. Laskorin B. N., Gromov B. V., Sygankov A. P., Senin V. N. Bezothodnaya tehnologiya v promyshlennosti. Moscow: Stroyizdat, 1986. 160 p.
11. Cherepov V. A., Novikov JuV. Ekologo-gigienicheskie problemy obitaniya cheloveka. Moscow, Izd-vo RGSU, 2007.
12. Postanovlenie Pravitel'stva Moskvy No. 9-PP ot 15 yanvarja 2008 "Ob utverzhdenii norm nakopleniya tverdyh bytovykh othodov i krupnogabaritnogo musora". Komitet po tarifam. Saint-Petersburg: Rasporjazhenie No. 30-r ot 9 ijulja 2008.
13. Murray R. Zero waste. Leningrad: Greenpeace Environmental Trust, 2002. 213 p.
14. Allsopp M., Costner P., Johnston P. Incineration and human health. State of Knowledge of the Impacts of Waste Incinerators on Human Health. Exeter (UK): Greenpeace Research Laboratories, University of UK, 2000.
15. Penjiyev A. M. Plan dejstvija i strategija vnedrenija vozobnovljaemoj jenergetiki. *Mezhdunarodnyy zhurnal "Alternativnaya jenergetika i jekologija"* — *ISJAE*. 2013. No. 16. P. 39—60.
16. Penjiyev A. M. Mehanizm chistogo razvitiya: priorityty energoeffektivnosti v Turkmenistane. *Mejdunarodnyy nauchnyy zhurnal "Alternativnaya energetika i ekologiya"*. 2009. No. 10 (78). P. 142—148.
17. Penjiyev A. M., Penjiyev M. A. Bezothodnaya geliobiotekhnologicheskij kompleks dlya proizvodstva BAD. *Alternativnaya energetika i ekologiya* — *ISJAE*. 2013. No. 8. P. 139—146.
18. Strebkov D. S. Innovatsionnye energeticheskie tehnologii dly APK. GNU VIM. *Sbornik nauchnykh dokladov Mejdunarodnoi konferensii, posvyashonnu 145-letiu so dnya rojdeniya akademika V. P. Goryachkina*. 2013. P. 23—29.
19. Malinin A. M. Mejterritorialnaye vzaimodeistviya v sfere obrasheniya s tverdymi othodami kak faktor regionalnogo razvitiya. Avtoref. diss. ... dokt. ekon. nauk. Saint-Petersburg, 2006.

## ОБРАЗОВАНИЕ EDUCATION

УДК 36.016:355.77

**С. В. Алексеев**, д-р пед. наук, проф., e-mail: alekseev\_sv2004@mail.ru,  
**С. П. Данченко**, канд. пед. наук, доц., Санкт-Петербургская академия  
постдипломного педагогического образования, **Г. А. Костецкая**, канд. пед. наук, доц.,  
Российский государственный педагогический университет имени А. И. Герцена,  
Санкт-Петербург

### Экологическая концепция школьного курса "Основы безопасности жизнедеятельности" и методики его изучения

*Сделана попытка разработки экологической концепции школьного курса "Основы безопасности жизнедеятельности" (ОБЖ), построенной на интеграции идей и принципов современной экологии, теории безопасности систем, стратегии устойчивого развития. Выбор данной концепции основан на положении о том, что взаимодействие человека с окружающей средой является предметом изучения как экологической науки, так и науки о безопасности. Методическое воплощение разработанной концепции реализуется в новой линии учебников ОБЖ с 7 по 11 класс.*

**Ключевые слова:** безопасность жизнедеятельности, культура безопасности, устойчивое развитие, экологизация образования, средовый подход, методика обучения безопасности жизнедеятельности, курс "Основы безопасности жизнедеятельности", учебно-методический комплекс по ОБЖ

#### Введение

В контексте реализации нового закона "Об образовании в Российской Федерации" № 273-ФЗ от 29.12.2012 (с изменениями), Программы модернизации отечественного образования, президентской программы "Наша новая школа" и федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС) второго

поколения проблема создания экологоориентированной, здоровой и безопасной образовательной среды становится одной из перспективных и системообразующих. Качественное, здоровьесберегающее и безопасное образование — главный приоритет федеральных и региональных стратегий и программ развития. Проблема безопасности обозначена и в международных документах. Например, в документе ООН "Доклад о



человеческом развитии 2013" показатель "восприятие безопасности" (относится к людям, ответившим "да" на вопрос "Чувствуете ли Вы себя в безопасности, когда идете одни ночью?") в России составляет 40 % (в 2010 г. значение этого показателя в Россит было 31 %). Для сравнения, в Норвегии показатель "восприятие безопасности" составлял 81 %, в США — 75 %, в Германии — 72 %, в Японии — 73 %, в Финляндии — 75 % [1, 2].

Решение вопросов безопасности на этапе школьного обучения в рамках одного учебного предмета представляется достаточно проблемным, тем не менее, в базисном учебном плане есть предметы, доминирующие в решении указанных проблем. С точки зрения создания экологоориентированной, здоровой и безопасной образовательной среды таким учебным предметом является курс "Основы безопасности жизнедеятельности" (ОБЖ).

Фундаментальное ядро учебного предмета ОБЖ составляют результаты исследований комплекса наук о безопасности, психологии безопасности, социологии безопасности, педагогики безопасности и др.

Содержание курса ОБЖ основано на таких методологических подходах как системно-деятельностный, экологический, средовой и психолого-педагогический и др.

### **Экологическая концепция курса ОБЖ: идеи, принципы, положения, "зеленые аксиомы"**

Ключевыми идеями курса "Основы безопасности жизнедеятельности" являются следующие:

- идея ценности жизни и безопасности человека;
- идея ценности здоровья человека и окружающей его среды;
- идея качества жизни человека в окружающей среде [3, 4].

Концепция курса ОБЖ базируется на основе ряда принципов [5], а именно:

- *принципа моделирования*, который предполагает, во-первых, применение различных моделей безопасного и экологически грамотного поведения в окружающей среде, во-вторых, разработку всего комплекса заданий и самого содержания учебного предмета, ориентированных на освоение школьниками компетентностной модели;
- *принципа проектирования*, предполагающего широкое использование в методическом инструментарии учебного предмета технологий проектирования в области безопасности человека и проблем окружающей среды (на уровне индивидуальных, групповых, классных, общешкольных проектов);
- *принципа "жизненных ситуаций"*, который нацеливает на использование в содержании учебного курса конкретных или виртуальных проблемных жизненных и иных ситуаций; реализация данного принципа позволяет широко использовать кейс-технологии при освоении каждого модуля учебного предмета;
- *принципа интеграции "своего и чужого опыта"*, ориентирующего на включение таких заданий, для решения которых требуется использование собственного или постороннего опыта;
- *принципа предосторожности*, который раскрывает известное изречение Эмерсона: "Везде, где

есть жизнь, есть и опасность" и согласуется с русской пословицей "Семь раз отмерь — один отрежь"; принцип предосторожности требует переключения внимания с анализа предсказуемых последствий на осознание возможности непредсказуемого неблагоприятного развития;

— *принципа многообразия и разнообразия (вариативности)*, позволяющего широко использовать модульные образовательные технологии и методические алгоритмы дифференцированного (индивидуального) подхода, раскрывающего методологический принцип разнообразия Эшби в педагогическом контексте;

— *принципа "первого раза"*, предполагающего создание условий для психологически уравновешенного решения проблем и жизненных ситуаций, которых в жизни подростка еще не было;

— *принципа открытости*, позволяющего широко использовать информационные и интернет-технологии поиска, обработки, анализа, систематизации и хранения необходимой информации [3].

В работе [5] предложены следующие формулировки педагогически адаптированных экологических императивов ("зеленых аксиом"), которые могут быть взяты в качестве основных при определении содержания курса ОБЖ:

- социальные и природные процессы находятся в диалектическом единстве и противоречии;
- вероятность конфликта социальных и природных процессов как отражение ключевого противоречия современности;
- экосистемная организация природных и социальных процессов;
- ресурсы экосистемы к самоподдержанию не безграничны;
- любая экосистема для своей устойчивости должна соблюдать закон необходимого разнообразия;
- в любой деятельности есть дефицитный ресурс, который необходимо учесть или, по возможности, компенсировать другим.

"Зеленые аксиомы" являются инструментом развития культуры устойчивого развития через опорные культурные концепты [5].

### **Иновации в методике изучения курса ОБЖ**

Предлагаемая экологическая концепция изучения курса ОБЖ нашла отражение в новой линии школьных учебников, разрабатываемых авторами совместно с издательским центром "Вентана-Граф" (руководитель проекта — профессор С. В. Алексеев). В рамках этого проекта планируется издание линии учебников ОБЖ для основной школы (7-й, 8-й и 9-й классы) и учебника для средней (полной) школы (10—11-й классы). Учебник по ОБЖ для 10—11-х классов, уже вышедший в свет (1-е издание в 2014 г., 2-е издание в 2015 г.), включен в действующий Федеральный перечень учебников, рекомендованных Министерством образования и науки РФ к использованию в общеобразовательных учреждениях.

В настоящее время продолжается работа над учебно-методическим комплексом (УМК) по курсу ОБЖ для 10—11-х классов. В 2015 г. изданы электронная форма учебника для 10—11-х классов и два

методических пособия: 1) программа курса ОБЖ для 10—11-х классов (с приложением тематического планирования курса, в том числе на CD-диске); 2) методическое пособие, содержащее рекомендации для учителей.

Планируется также издание учебно-методического пособия по оценке и контролю достижений учащихся, методического пособия по организации внеурочной и проектной деятельности школьников, практикума, методического пособия по изучению учебного модуля для девушек "Женщины и армия". Полагаем, что такое содержание УМК поможет учителю ОБЖ сделать процесс обучения и воспитания школьников более успешным.

В чем же заключаются предложения по обновлению методики обучения школьников основам безопасности жизнедеятельности, реализовать которые авторы пытаются в учебниках по курсу ОБЖ и учебно-методических изданиях, входящих в состав соответствующих УМК?

Следует отметить, что такие предложения должны затрагивать и содержательную, и технологическую части методики обучения. Так, при определении содержания учебников доминирующим методологическим подходом является средовой подход (окружающая среда, природная среда, техногенная среда, культурная среда, социальная среда и т.д.). С позиций такого подхода предлагается усилить экологическую составляющую основного материала традиционных разделов курса ОБЖ (назовем это "экологизацией курса"). Важно, что такая экологизация представляет собой не простое включение дополнительного материала в учебные темы, а его интеграцию. Можно предположить, что именно интеграция содержания экологической науки и науки о безопасности будет способствовать освоению школьниками учебных вопросов курса ОБЖ на основе понимания общих законов взаимодействия человека с окружающей средой [6]. Кроме того, в каждом учебнике по ОБЖ вводится новый раздел содержания учебного материала — экологический (табл. 1).

В учебниках для 7—9-х классов такой раздел называется "Арифметика безопасности жизнедеятельности"

(см. табл. 1). Он является вводным и направлен на осмысление с экологической точки зрения тех ключевых вопросов безопасности, которые будут рассматриваться в том или ином учебнике. В структуру учебника для старших классов (10—11-й классы) введен раздел "Глобальные проблемы современного мира и устойчивое развитие". Являясь заключительным в курсе ОБЖ, это раздел призван подвести итоги изучения дисциплины, нацелен на развитие системного мировоззрения школьников, на осознание ими вопросов безопасности в контексте глобальных процессов современного мира [7].

Необходимо отметить, что в содержании создаваемых учебников реализуются преемственные связи — внутрипредметные, межпредметные, надпредметные. Внутрипредметные связи построены на актуализации пройденного в предыдущей теме учебного материала. Межпредметные связи осуществляются, прежде всего, с естественнонаучными дисциплинами, с общественными, с физической культурой. Надпредметные связи сопряжены с осмыслением таких важных надпредметных понятий, как "качество человека", "качество окружающей среды", "качество жизни человека".

В технологическом поле предлагаемой методики акценты проставлены на широком использовании современных технологий обучения, в частности, проектирования, кейс-технологий, информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), что находится в логической взаимосвязи с требованиями ФГОС. Широкое использование таких технологий обучения, несомненно, будет способствовать реализации системно-деятельностного подхода, который в соответствии с ФГОС рассматривается как ведущий методологический подход в современном общем образовании [6].

Особенно перспективными представляются проектные технологии, поскольку они позволяют решать целый комплекс педагогических задач, в том числе и задачу социализации учащихся. Следует отметить, что технологии проектного обучения рассматриваются ФГОС как обязательные на старшей ступени общего образования. Однако, по мнению

Таблица 1

Новые разделы содержания учебников по ОБЖ рассматриваемого УМК

Класс	Разделы содержания учебника	Структура раздела (параграфы)
7	Арифметика безопасности жизнедеятельности	Окружающая среда, природа, природные ситуации Экология, безопасность и качество жизни человека
8	Арифметика безопасности жизнедеятельности	Воздействие человека на природу Техногенная среда и риски Обеспечение экологической безопасности Экологическое нормирование
9	Арифметика безопасности жизнедеятельности	Взаимодействия в системе "человек — биосфера" Национальная безопасность — основа развития личности, общества, государства
10—11	Глобальные проблемы современного мира и устойчивое развитие	Глобальный экологический кризис Антропогенные изменения окружающей среды Взгляд в будущее



авторов, проектные технологии при изучении курса ОБЖ целесообразно использовать, начиная уже с 7-го класса, и в каждом учебнике предлагать тематику таких проектов, преимущественно, интегрированного содержания (табл. 2).

Структурно созданные в рамках УМК учебники построены по разделам. Материал в каждом разделе излагается в формате трех блоков: "Что нам известно по проблеме", "Чему нам предстоит научиться", "Чему мы научились". Блок "Что нам известно по проблеме" предполагает повторение вопросов, уже известных школьникам по изучаемой теме. В блоке "Чему нам предстоит научиться" представлена основная учебная информация. Содержание этого блока разделено на отдельные параграфы; в конце каждого параграфа — вопросы и задания для самостоятельной работы. Блок "Чему мы научились" — практикум по проблемам раздела, который включает задания для практических занятий, ситуационные задачи и вопросы для тестового контроля, а также рекомендуемые темы для групповой проектной деятельности [7].

Существенной методической особенностью рассматриваемой линии учебников по курсу ОБЖ является диалоговая форма изложения материала. Диалог от лица авторов осуществляют три гида: Маша, Саша (школьники, изучающие данный курс) и Учитель; они обсуждают те вопросы, которые по данной проблеме учащимся уже известны. С такого диалога начинается каждый учебный раздел (блок "Что нам известно по проблеме"). Кроме того, каждый раздел учебника начинается с эпиграфа или цитаты — высказывания известного ученого или общественного деятеля, что задает эмоциональный вектор диалога школьников и авторов. Эвристический материал диалоговой формы обучения соответствует идеологии ФГОС, поскольку направлен на содействие формированию у школьников познавательного интереса, а также мотивации к углубленному изучению наук о безопасности жизнедеятельности и участию в позитивной практической деятельности.

Уже вышедшие учебники отличает разнообразие информационных источников, сопровождающих тексты параграфов. При этом обучающимся предлагается выполнение различных познавательных действий (анализ, сравнение, обобщение и др.) в процессе решения ситуационных заданий. Художественно-графическое оформление учебников (на примере учебника по ОБЖ для 10—11-х классов), по мнению авторов, будет способствовать лучшему усвоению знаний, развитию у школьников умения перекодировать информацию из одной формы в другую.

Изложенные выше предложения по обновлению методики обучения ОБЖ являются новыми, поскольку они не были обозначены ранее другими авторами и, соответственно, не отражены в других учебных программах по ОБЖ. По мнению авторов, такие предложения носят характер инноваций и будут способствовать новому качеству образовательных результатов. Отражение основного содержания курса ОБЖ с позиций средового подхода, его экологизация, предлагаемые приоритеты в выборе технологий и методов обучения, методический аппарат и оформление учебников — все это направлено на формирование у школьников целостного системного видения проблем безопасности в современном мире, на осознание роли и места человека в нем. Отмеченное позволяет прогнозировать позитивные педагогические результаты.

### Эксперимент

В процессе работы над УМК основные положения предлагаемой методики обучения были апробированы среди учителей по предмету ОБЖ Санкт-Петербурга и других регионов России, а также среди студентов факультета безопасности жизнедеятельности Российского государственного педагогического университета имени А. И. Герцена, будущих учителей. Кроме того, с целью проверки справедливости отдельных положений методики было проведено несколько пилотных исследований в школах Санкт-Петербурга. Авторы благодарны коллегам (учителям по предмету ОБЖ,

Таблица 2

**Интеграция содержания экологии и безопасности жизнедеятельности при проектном обучении школьников: примеры тем групповых проектов [6, 7]**

Разделы курса ОБЖ	Примеры тем групповых проектов
Безопасность человека в условиях чрезвычайных ситуаций	Природные катастрофы современности: начало апокалипсиса? Экологические последствия природных катастроф на территории России
Основы здорового образа жизни	Пищевые добавки — благо или беда современного общества? Изучение шумового загрязнения в микрорайоне школы Изучение качества питьевой воды
Первая помощь при неотложных состояниях	Выявление факторов риска заболевания инфекциями дыхательных путей у учащихся школы Опасные растения и животные региона
Глобальные проблемы современного мира и устойчивое развитие	Школа устойчивого развития Качество жизни в школе Мысли глобально — действуй локально: что я могу сделать для улучшения окружающей среды? От моего экологического следа — к экологическому следу всей школы, всего района, всего города, нашей страны

**Результаты опроса учителей, работающих с учебниками и методиками УМК по ОБЖ для 10–11-х классов**

Вопросы	Ответы, % от общего числа респондентов в зависимости от оценки в баллах				
	1	2	3	4	5
Оцените учебник для 10–11-х классов по пятибалльной шкале	—	—	—	6	94
Оцените УМК по пятибалльной шкале	—	—	—	11	89
Отметьте достоинства учебника по ОБЖ для 10–11-х классов (УМК)	Актуальное содержание Диалоговая форма изложения материала Оформление Оригинальные задания для самостоятельной работы Наличие технологических карт в печатном и электронном виде				
Отметьте недостатки учебника по ОБЖ для 10–11-х классов (УМК)	Не приведены ответы на тестовые задания и ситуационные задачи Содержание программ 10 и 11-х классов объединено в один учебник (желательно, чтобы учебники были отдельные)				
Какими учебно-методическими изданиями, с Вашей точки зрения, необходимо дополнить УМК	Сборник задач и тестов Практикум Сборник проверочных и контрольных работ Рабочая тетрадь				

Таблица 4

**Результаты апробации учебника по ОБЖ для (УМК) 10–11-х классов среди учителей по ОБЖ Санкт-Петербурга и Ленинградской области и студентов старших курсов факультета безопасности жизнедеятельности РГПУ им. А. И. Герцена, 2016 г.**

Вопросы	Ответы, % от числа опрошенных					
	Учителя (48 человек)			Студенты (26 человек)		
	Да	Нет	Затрудняюсь ответить	Да	Нет	Затрудняюсь ответить
Считаете ли Вы рациональной структуру учебника?	92	2	6	88	4	8
Считаете ли Вы целесообразной диалоговую форму изложения материала (диалоги Саши, Маши и Учителя)?	94	2	4	96	—	4
Считаете ли Вы рациональным и достаточным содержание практических блоков учебника ("Чему мы научились")?	92	2	6	88	4	8
Считаете ли Вы удачным оформление учебника?	90	2	8	85	4	11
Ваши предложения по доработке учебника	Привести ответы на тестовые задания и ситуационные задачи Привести описание практических работ			Расширить содержание по профилактике зависимостей Увеличить число ситуационных задач		

методистам) и студентам за помощь и поддержку, за ценные предложения, пожелания и замечания, сделанные в ходе работы над УМК.

В настоящее время проводится формирующий эксперимент, направленный на определение эффективности обучения ОБЖ школьников 10–11-х классов по новым учебникам и методикам УМК. Основные показатели эффективности: качество знаний, сформированность практических умений, учебная мотивация, развитие системы ценностных ориентаций. Процесс обучения школьников в экспериментальном режиме пока не завершен и его окончательные итоги не подведены, тем не менее, следует отметить, что промежуточные результаты эксперимента положительны. В табл. 3 приведены некоторые итоги опроса учителей по ОБЖ, включенных в экспериментальную работу (общее число респондентов — 18).

С учетом положительных промежуточных результатов эксперимента издательством Вентана-Граф и авторами проводится работа по внедрению новых учебников УМК по ОБЖ для старших классов в практику

работы общеобразовательных учреждений страны. В связи с этим продолжается апробация УМК среди педагогов различных регионов России (табл. 4).

Результаты опроса показывают, что и учителя по ОБЖ, и студенты-старшекурсники педагогического вуза оценивают изданный учебник, входящий в УМК по ОБЖ, преимущественно, положительно. Пожелания, высказанные нашими респондентами, будут учтены при подготовке учебника к переизданию и разработке новых компонентов УМК.

### Заключение

Обозначенные в статье проблемы согласуются с названием Доклада ООН "Обеспечение устойчивого прогресса человечества: уменьшение уязвимости и формирование жизнестойкости" (2014 г.) [8]. Именно уменьшение рисков и повышение культуры безопасности являются ключевыми векторами экологической концепции учебников по ОБЖ нового поколения [8].



## Список литературы

1. Доклад о человеческом развитии 2013: Возвышение Юга: человеческий прогресс в многообразном мире. — М.: "Весь мир", 2013. — 204 с.
2. Доклад о человеческом развитии 2010: Реальное богатство народов: пути к развитию человека. — М.: "Весь мир", 2010. — 244 с.
3. **Безопасная школа.** Настольная книга для руководителей и педагогов / Под ред. С. В. Алексеева, Т. В. Мельниковой. — СПб.: СПбАППО, 2012. — 186 с.
4. **Здоровая школа:** Настольная книга для руководителей и педагогов / Под ред. С. В. Алексеева. — СПб.: СПбАППО, 2011. — 177 с.
5. Дзятковская Е. Н. Образование для устойчивого развития в школе. Культурные концепты. "Зеленые аксиомы". Трансдисциплинарность: Монография. — М.: Образование и экология, 2015. — 328 с.
6. Алексеев С. В., Данченко С. П., Костецкая Г. А. Основы безопасности жизнедеятельности: 10—11 классы: Методическое пособие. — М.: Вентана-Граф, 2015. — 120 с.
7. Алексеев С. В., Данченко С. П., Костецкая Г. А., Ладнов С. Н. Основы безопасности жизнедеятельности: 10-11 классы: базовый уровень: учебник для учащихся общеобразовательных организаций. — М.: Вентана-Граф, 2014. — 416 с.
8. Доклад о человеческом развитии 2014. Обеспечение устойчивого прогресса человека: Уменьшение уязвимости и формирование жизнестойкости. — М.: Весь мир, 2014. — 236 с.

S. V. Alekseev, Professor, S. P. Danchenko, Associate Professor, Saint-Petersburg Academy of Post-degree Pedagogical Education, G. A. Kostetckaia, Associate Professor, e-mail: galina-kosteckaya@yandex.ru, Herzen State Pedagogical University of Russia, Saint-Petersburg

## Ecological Concept of the School Course "Basics of Life Safety" and Methods of its Study

*The article is an attempt to develop the ecological concepts of the school course "Basics of life safety", built on the integration of ideas and principles of modern ecology, the theory of safety of systems, the strategy of a sustainable development. The choice of this concept is based on the provision that interaction of the person with environment is both a subject of studying of ecological science and science about safety. The methodical embodiment of the developed concept is realized in the new line of textbooks for the course "Basics of life safety" from 7 to 11 class. The ecological concept defines the selection of course content, the proposed technology and methods of its study. The textbook for 10—11 classes is published and implemented in teaching practice. The textbook is supplemented by methodical tutorials for teachers (two tutorials are published). Currently, experimental work on check of efficiency of use in educational process of educational and methodical editions of the author and their broad approbation is carried out. Intermediate positive results of such work are presented.*

**Keywords:** life safety, safety culture, sustainable development, ecologization of education, environmental approach, methods of teaching life safety, the course "Basics of life safety", educational and methodical complex of the course "Basics of life safety", technologies of training life safety

### References

1. Доклад о человеческом развитии 2013: Возвышение Юга: человеческий прогресс в многообразном мире [Human Development Report 2013. The Rise of the South: Human Progress in a Diverse World]. Moscow: Ves' mir, 2013. 204 p.
2. Доклад о человеческом развитии 2010: Реальное богатство народов: пути к развитию человека [Human Development Report 2010. The real wealth of Nations: pathways to human development]. Moscow: Ves' mir, 2010. 244 p.
3. **Безопасная школа.** Настольная книга для руководителей и педагогов [Safe school. Handbook for leaders and teachers]. Pod red. S. V. Alekseeva, T. V. Mel'nikovoj. Saint-Petersburg: Akademiya postdiplomnogo pedagogicheskogo obrazovaniya, 2012. 186 p.
4. **Здоровая школа** Настольная книга для руководителей и педагогов [Healthy school. Handbook for leaders and teachers]. Pod red. S. V. Alekseeva. Saint-Petersburg: Akademiya postdiplomnogo pedagogicheskogo obrazovaniya, 2011. 177 p.
5. Dzjatkovskaja E. N. (2015) Obrazovanie dlja ustojchivogo razvitiya v shkole. Kul'turnye koncepty. "Zelenye aksiomy". Transdisciplinarnost': monografija [Education for sustainable development in school. Cultural concepts. "Green axioms". Transdisciplinarity: a monograph]. Moscow: Obrazovanie i jekologija. 328 p.
6. Alekseev S. V., Danchenko S. P., Kosteckaja G. A. Osnovy bezopasnosti zhiznedejatel'nosti: 10—11 klassy: metodicheskoe posobie [The basics of life safety: 10-11: Toolkit]. Moscow: Ventana-Graf. 120 p.
7. Alekseev S. V., Danchenko S. P., Kosteckaja G. A., Ladnov S. N. Osnovy bezopasnosti zhiznedejatel'nosti: 10—11 klassy: bazovyj uroven': uchebnik dlja uchashhhsja obshheobrazovatel'nyh organizacij [The basics of life safety: 10—11: basic level: textbook for student of educational organizations]. Moscow: Ventana-Graf. 416 p.
8. Доклад о человеческом развитии 2014. Обеспечение устойчивого прогресса человека: Уменьшение уязвимости и формирование жизнестойкости [Human Development Report 2013. Sustainable human progress: Reducing vulnerabilities and building resilience]. Moscow: Ves' mir, 2014. 236 p.

Учредитель ООО "Издательство "Новые технологии"

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

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

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

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

Сдано в набор 01.12.16. Подписано в печать 23.01.17. Формат 60 × 88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная. Заказ ВГ217. Журнал зарегистрирован в Министерстве Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации ПИ № 77-3762 от 20.06.2000.

Оригинал-макет ООО "Авансед солишнз".

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