



# БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Издается с января 2001 г.

**Редакционный совет:**

БАЛЫХИН Г. А., д.э.н., проф.  
 ГРАЧЕВ В. А., чл.-корр. РАН,  
 д.т.н., проф.  
 ГРИГОРЬЕВ С. Н., д.т.н., проф.  
 ДУРНЕВ Р. А., д.т.н., доц.  
 ЗАЛИХАНОВ М. Ч., акад. РАН,  
 д.т.н., проф. (председатель)  
 КЛИМКИН В. И., к.т.н.  
 КОТЕЛЬНИКОВ В. С., д.т.н.,  
 проф.  
 РОДИН В. Е., д.т.н., проф.  
 СОКОЛОВ Э. М., д.т.н., проф.  
 ТЕТЕРИН И. М., д.т.н.  
 УШАКОВ И. Б., акад. РАН,  
 д.м.н., проф.  
 ФЕДОРОВ М. П., акад. РАН,  
 д.т.н., проф.  
 ЧЕРЕШНЕВ В. А., акад. РАН,  
 д.м.н., проф.  
 АНТОНОВ Б. И.  
 (директор издательства)  
**Главный редактор**  
 РУСАК О. Н., д.т.н., проф.  
**Зам. главного редактора**  
 ПОЧТАРЕВА А. В.  
**Ответственный секретарь**  
 ПРОНИН И. С., д.ф.-м.н., проф.  
**Редакционная коллегия:**  
 БЕЛИНСКИЙ С. О., к.т.н., доц.  
 ВАСИЛЬЕВ А. В., д.т.н., проф.  
 ИВАНОВ Н. И., д.т.н., проф.  
 КАЧУРИН Н. М., д.т.н., проф.  
 КОСОРУКОВ О. А., д.т.н., проф.  
 КРАСНОГОРСКАЯ Н. Н., д.т.н.,  
 проф.  
 КСЕНОФОНТОВ Б. С., д.т.н.,  
 проф.  
 КУКУШКИН Ю. А., д.т.н., проф.  
 ЛУЦЦИ С., проф. (Италия)  
 МАЛАЯН К. Р., к.т.н., проф.  
 МАРТЫНЮК В. Ф., д.т.н., проф.  
 МАТЮШИН А. В., д.т.н.  
 МИНЬКО В. М., д.т.н., проф.  
 МИРМОВИЧ Э. Г., к.ф.-м.н., доц.  
 ПАЛЯ Я. А., д.с.-х.н., проф.  
 (Польша)  
 ПЕТРОВ С. В., к.ю.н., с.н.с.  
 СИМАНКИН А. Ф., к.т.н., доц.  
 ТОПОЛЬСКИЙ Н. Г., д.т.н., проф.  
 ФИЛИН А. Э., д.т.н., доц.  
 ФРИДЛАНД С. В., д.х.н., проф.  
 ЦЗЯН МИНЦЮНЬ, д.т.н.,  
 проф. (Китай)  
 ШВАРЦБУРГ Л. Э., д.т.н., проф.

9(177)  
2015

## СОДЕРЖАНИЕ

### ОХРАНА ТРУДА И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

- Евдокимова Н. А.** Сравнительная оценка состояния условий труда по методикам проведения аттестации рабочих мест и специальной оценки условий труда . . . . . 3  
**Кирсанов В. В.** Воздействие вибрации на человека, технические устройства и защита от вибрации . . . . . 10  
**Лебедев В. А., Левченко О. Г., Максимов С. Ю., Лукьяненко А. О., Лендел И. В.** Гигиеническая характеристика механизированной дуговой сварки с импульсной подачей электродной проволоки . . . . . 15  
**Дзю Е. Л., Подзорова Н. Н., Косов А. С., Овчинникова Л. А.** Анализ состояния производственного травматизма Новосибирской области за период 2009—2013 годы. . . . . 19

### ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Ксенофонтов Б. С., Таранов Р. А., Козодаев А. С., Воропаева А. А., Виноградов М. С., Сеник Е. В.** Очистка сточных вод мясокомбината. . . . . 23  
**Алексахина О. В.** Методы определения вредных примесей в воздухе производственных помещений . . . . . 27  
**Анисимов В. В., Вивчарь-Панюшкина А. В., Ксандопуло С. Ю., Панюшкин В. Т.** Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха города Краснодара с использованием показателя суммарного загрязнения . . . . . 32

### ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ

- Лукьянович А. В., Омельченко М. В., Афлятунов Т. И.** Информационное воздействие СМИ на безопасность населения . . . . . 37

### ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Дашковский А. Г., Панин В. Ф., Шмойлов А. В.** Оптимальные факторы пожара для построения систем обнаружения пожароопасной ситуации . . . . . 44

### ОБРАЗОВАНИЕ

- Ванаев В. С.** Сто пятьдесят лет вместе . . . . . 51  
**Панкин К. Е., Хизов А. В., Кабанов О. В.** Разработка учебной программы по дисциплине "История пожарной охраны" . . . . . 56  
**Козьяков А. Ф., Кирикова О. В., Гапонюк Н. А.** Из опыта подготовки бакалавров по дисциплине "Безопасность жизнедеятельности" . . . . . 63

### РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

- Пенджиев А. М.** Экологическая позиция Туркменистана и приоритеты солнечной энергетики . . . . . 66

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



# LIFE SAFETY

## BEZOPASNOST' ŽIZNEDATEL'NOSTI

The journal published since  
January 2001

### Editorial board

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

### Editor-in-chief

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

### Deputy editor-in-chief

POCHTAREVA A. V.

### Responsible secretary

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

### Editorial staff

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

9(177)  
2015

## CONTENTS

### LABOUR PROTECTION AND POPULATION HEALTH

- Evdokimova N. A.** Comparative Assessment of the State of Working Conditions by Techniques of Carrying out Certification of Workplaces and the Special Assessment of Working Conditions . . . 3  
**Kirsanov V. V.** The Effects of Vibration on the Human, Technical Devices and Protection against Vibration. . . . . 10  
**Lebedev V. A., Levchenko O. G., Maksimov S. Yu., Luk'yanenko A. O., Lendel I. V.** Hygienic Characteristics Mechanized Arc Welding with Pulsed Wire Feed . . . . . 15  
**Dzyu E. L., Podzorova N. N., Kosov A. S., Ovchinnikova L. A.** Analysis of the State of Productive Traumatism of Novosibirsk Area for Period 2009–2013 years . . . . . 19

### ECOLOGICAL SAFETY

- Ksenofontov B. S., Taranov R. A., Kozodaev A. S., Voropaeva A. A., Vinogradov M. S., Senik E. V.** Wastewater in Meat Plant . . . . . 23  
**Aleksashina O. V.** Methods for Determining of Harmful Impurities in the Air of Industrial Premises. . . . . 27  
**Anisimov V. V., Vivchar-Panyushkina A. V., Ksandopulo S. Y., Panyushkin V. T.** Assessment of Ambient Air Pollution in Krasnodar with a Measure of the Total Pollution . . . . . 32

### SITUATION OF EMERGENCY

- Lukyanovich A. V., Omelchenko M. V., Aflyatunov T. I.** Informational Influence of the Media on Population Safety . . . . . 37

### FIRE SAFETY

- Dashkovskii A. G., Panin V. F., Shmoilov A. V.** Optimum Fire Factors for Creation of Detection Systems of the Fire-Dangerous Situation . . . . . 44

### EDUCATION

- Vanaev V. S.** One Hundred Fifty Years Together . . . . . 51  
**Pankin K. E., Hizov A. V., Kabanov O. V.** The Development of a Training Programme for the Discipline "History of Fire Protection" . . . . . 56  
**Koz'akov A. F., Kirikova O. V., Gaponjuk N. A.** Based on the Experience of Bachelors Training on Discipline "Life Safety" . . . . . 63

### REGIONAL PROBLEMS OF SAFETY

- Penjiyev A. M.** Ecological Position of Turkmenistan and Priorities of Solar Power . . . . . 66

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

УДК 658.382.3

**Н. А. Евдокимова**, канд. техн. наук, доц., доц. кафедры, e-mail: EvdokimovaNA@eactt.ru, Калининградский государственный технический университет

## Сравнительная оценка состояния условий труда по методикам проведения аттестации рабочих мест и специальной оценки условий труда

*Приведены данные сравнительного анализа методик установления классов условий труда при воздействии таких физических факторов, как микроклимат, шум, вибрация, освещение, а также психофизиологических факторов при проведении аттестации рабочих мест по условиям труда и специальной оценки условий труда. Отражены разные подходы к нормированию перечисленных факторов при установлении класса условий труда на основании указанных методик. Кроме того, изложен новый порядок предоставления гарантий и компенсаций работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, который применяется при проведении специальной оценки условий труда. Установлено, что при проведении специальной оценки условий труда работник может как лишиться гарантий и компенсаций за работу во вредных и (или) опасных условиях труда, установленных ему по результатам аттестации рабочих мест, так и получить дополнительные гарантии и компенсации по сравнению с тем, что он имел.*

**Ключевые слова:** специальная оценка условий труда, методика оценки состояния условий труда, класс условий труда, гарантии и компенсации работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда

В 2014 г. вступили в силу Федеральный закон от 28.12.2013 № 426-ФЗ "О специальной оценке условий труда" [1], который устанавливает правовые и организационные основы и порядок проведения специальной оценки условий труда (СОУТ), определяет правовое положение, права, обязанности и ответственность участников специальной оценки условий труда, и Приказ Минтруда России от 24.01.2014 № 33н "Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению" [2].

Методики оценки ряда факторов производственной среды в целях проведения СОУТ существенно отличаются от методик, применявшихся в целях аттестации рабочих мест по условиям труда (АРМУТ), которая предшествовала СОУТ. Проанализируем данные отличия в отношении некоторых физических факторов, а именно показателей микроклимата, шума и вибрации, освещения, а также тяжести и напряженности трудового процесса.

*Показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются: температура воздуха; относительная*

*влажность воздуха; скорость движения воздуха; интенсивность теплового облучения; температура поверхностей. Для оценки сочетанного действия параметров микроклимата в целях осуществления мероприятий по защите работающих от возможного нагрева рекомендуется использовать интегральный показатель тепловой нагрузки среды.*

При проведении АРМУТ нормативные значения показателей микроклимата, согласно СанПиН 2.2.4.548-96 "Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений" [3], устанавливались на рабочих местах в зависимости от периода года (теплый или холодный) и категории тяжести выполняемых работ: легкие физические работы — Ia и Ib; работы средней тяжести — IIa и IIб; тяжелые физические работы — III. Оценка микроклимата проводилась на основе измерений его показателей на всех местах пребывания работника в течение смены и сопоставления их с нормативами. При этом учитывалось воздействие на работника нагревающего и охлаждающего микроклимата, пребывание его на открытой территории, а также в неотапливаемых помещениях.

При проведении СОУТ нормативные значения показателей микроклимата представлены в Методике проведения СОУТ и устанавливаются на рабочих местах в зависимости только от



категории тяжести выполняемых работ. Согласно действующей в настоящее время Методике проведения СОУТ оценка показателей микроклимата проводится на рабочих местах, расположенных в закрытых производственных помещениях, в которых имеется технологическое оборудование, являющееся искусственным источником тепла и (или) холода. Таким образом, не будет учитываться неблагоприятное воздействие микроклимата при несоответствии фактических значений его параметров нормативным при отсутствии в помещении искусственного источника тепла и (или) холода, например при неэффективной системе отопления. В итоге вредный класс условий труда, полученный по результатам оценки показателей микроклимата при проведении АРМУТ на рабочих местах, расположенных в помещениях, не имеющих искусственных источников тепла и (или) холода, не будет подтвержден результатами СОУТ на данных рабочих местах.

По временным характеристикам шум подразделяют на постоянный и непостоянный. Нормируемыми параметрами постоянного шума являются уровни звукового давления  $L_p$  (дБ) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц и уровень звука  $L_A$  (дБА). Нормируемым параметром непостоянного шума является эквивалентный (по энергии) уровень звука  $L_{экв}$  (дБА).

При проведении АРМУТ нормируемые параметры и предельно допустимые уровни (ПДУ) шума на рабочих местах устанавливались СН 2.2.4/2.1.8.562—96 "Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и территории жилой застройки" [4]. В этих санитарных нормах приведены ПДУ звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах с учетом напряженности и тяжести трудовой деятельности. Кроме того, в СН 2.2.4/2.1.8.562—96 приведены ПДУ звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука для основных наиболее типичных видов трудовой деятельности и рабочих мест.

При проведении СОУТ отнесение условий труда к классу (подклассу) условий труда при воздействии шума осуществляется в зависимости от разницы фактического уровня шума (эквивалентного уровня шума) и его ПДУ, что не противоречит методике оценки условий труда по данному фактору при проведении АРМУТ. Однако для целей специальной оценки условий труда в соответствии с Методикой проведения СОУТ при выполнении всех видов работ на рабочих местах не зависимо от тяжести и напряженности трудового процесса в качестве допустимого уровня звука и допустимого эквивалентного уровня

звука принимается значение 80 дБА. В результате увеличение ПДУ шума при проведении СОУТ по сравнению с ПДУ при проведении АРМУТ на одном и том же рабочем месте приведет к установлению класса условий труда по данному фактору степени ниже (при получении вредного класса условий труда по результатам АРМУТ) и даже допустимого класса условий труда. В итоге вредный класс условий труда, полученный по результатам оценки шума при проведении АРМУТ, может быть не подтвержден результатами СОУТ.

По способу передачи на человека различают общую вибрацию, передающуюся через опорные поверхности на тело сидящего или стоящего человека; локальную вибрацию, передающуюся через руки человека. В зависимости от источника возникновения общую вибрацию делят на категории: 1-я — транспортная вибрация, воздействующая на человека на рабочих местах самоходных и прицепных машин, транспортных средств при движении по местности и дорогам; 2-я — транспортно-технологическая вибрация, воздействующая на человека на рабочих местах машин, перемещающихся по специально подготовленным поверхностям производственных помещений, промышленных площадок, горных выработок; 3-я — технологическая вибрация, воздействующая на человека на рабочих местах стационарных машин или передающаяся на рабочие места, не имеющие источника вибрации.

По направлению действия вибрацию подразделяют в соответствии с направлением осей ортогональной системы координат: общую вибрацию подразделяют на действующую вдоль осей ортогональной системы координат  $X_o$ ,  $Y_o$ ,  $Z_o$ , где  $X_o$  (от спины к груди) и  $Y_o$  (от правого плеча к левому) — горизонтальные оси, направленные параллельно опорным поверхностям;  $Z_o$  — вертикальная ось, перпендикулярная опорным поверхностям тела в местах его контакта с сиденьем, полом и т. п.

При проведении как АРМУТ, так и СОУТ используется метод интегральной оценки по частоте нормируемого параметра. При этом при проведении АРМУТ измерялся или рассчитывался эквивалентный скорректированный уровень виброускорения (виброскорости), который сравнивался с соответствующим ПДУ. При проведении АРМУТ нормируемые параметры и предельно допустимые значения параметров производственной вибрации устанавливались СН 2.2.4/2.1.8.566—96 "Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий" [5], где допустимые значения скорректированного и эквивалентного скорректированного уровня виброускорения (виброскорости) общей вибрации приведены в зависимости от источника возникновения и направления действия.

При проведении СОУТ измеряется или рассчитывается эквивалентный скорректированный уровень виброускорения, который сравнивается с соответствующим ПДУ. Для целей СОУТ в соответствии с Методикой проведения СОУТ независимо от источника возникновения вибрации в качестве допустимого скорректированного и эквивалентного скорректированного уровня виброускорения общей вибрации по оси Z принимается значение 115 дБ, по осям X, Y — 112 дБ. В результате увеличение ПДУ при проведении СОУТ по сравнению с ПДУ виброускорения при проведении АРМУТ на одном и том же рабочем месте приведет к установлению класса условий труда по данному фактору степени ниже (при получении вредного класса условий труда по результатам АРМУТ) и даже допустимого класса условий труда. В итоге вредный класс условий труда, полученный по результатам оценки общей вибрации при проведении АРМУТ, может быть не подтвержден результатами СОУТ.

В зависимости от природы источника световой энергии *освещение делится на естественное и искусственное* (световая среда). При проведении АРМУТ нормировались и оценивались показатели как естественного, так и искусственного освещения. Нормируемым параметром естественного освещения является коэффициент естественной освещенности (КЕО), %. Нормируемыми параметрами искусственного освещения являются освещенность, показатель ослепленности, коэффициент пульсации освещенности, отраженная блескость, яркость, неравномерность распределения яркости. Нормативные значения перечисленных параметров освещения приведены в Своде правил СП 52.13330.2011 "Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*" [6]. Этот нормативный документ установил различные требования к освещению помещений промышленных предприятий и помещений жилых, общественных и административно-бытовых зданий. Нормативные значения показателей освещения устанавливаются в зависимости от характеристики зрительной работы, определяемой наименьшим размером объекта различения (мм), характеристикой фона и контрастом объекта различения с фоном. Кроме того, при проведении АРМУТ можно было руководствоваться СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278—03 "Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий" [7].

При АРМУТ оценка параметров световой среды проводилась с учетом КЕО и таких показателей искусственного освещения, как освещенность, отраженная блескость, коэффициент пульсации

освещенности. Остальные параметры искусственного освещения оценивались, если этого требовали СанПиН 2.2.2/2.4.1340—03 "Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы" и отраслевые (ведомственные) нормативные документы. Сначала отдельно присваивались классы условий труда по естественному освещению, а также по отдельным показателям искусственного освещения. После присвоения классов по отдельным показателям проводилась окончательная оценка по фактору "искусственное освещение" путем выбора показателя, отнесенного к наибольшей степени вредности. Затем определялась общая оценка условий труда по фактору "световая среда" с учетом полученных классов условий труда для естественного и искусственного освещения и с учетом возможности компенсации недостаточности или отсутствия естественного освещения. Если рабочее место расположено в нескольких помещениях, оценка условий труда по показателям световой среды проводилась с учетом времени пребывания в каждом из них (в % от времени смены) и класса условий труда в данном помещении.

При проведении СОУТ оценивается только один из названных показателей освещения — освещенность рабочей поверхности. При выборе нормативных значений освещенности на рабочих местах при проведении СОУТ следует руководствоваться только СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278—03 [7]. Отнесение условий труда к классу (подклассу) условий труда при воздействии световой среды осуществляется по показателю освещенности рабочей поверхности. При работе на открытой территории только в дневное время суток условия труда на рабочем месте по показателю освещенности рабочей поверхности признаются допустимыми условиями труда. При расположении рабочего места в нескольких рабочих зонах (в помещениях, на открытой территории) отнесение условий труда к классу (подклассу) условий труда при воздействии световой среды осуществляется с учетом относительного времени пребывания в каждой из зон (в долях единицы) и класса условий труда в них.

Как показала практика проведения АРМУТ, на большей части рабочих мест такой показатель искусственного освещения, как коэффициент пульсации освещенности, не соответствует нормативным значениям и, как следствие, по фактору "световая среда" устанавливался вредный класс условий труда. Поскольку при проведении СОУТ не оценивается естественное освещение, а из показателей искусственного освещения оценивается только освещенность рабочей поверхности, то вредный класс условий труда, полученный по



результатам оценки параметров световой среды при проведении АРМУТ, может быть не подтвержден результатами СОУТ.

К факторам, характеризующим *напряженность трудового процесса*, относят: интеллектуальные, сенсорные, эмоциональные нагрузки, степень монотонности нагрузок, режим работы. Нормативным документом, в соответствии с которым при проведении АРМУТ производилась оценка показателей напряженности труда, является "Методика оценки напряженности трудового процесса". Она содержится в "Руководстве по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. Руководство Р 2.2.2006—05" [8], где приведено 23 показателя напряженности трудового процесса. Независимо от профессиональной принадлежности учитывались все 23 показателя. Не допускался выборочный учет каких-либо отдельно взятых показателей. По каждому из 23 показателей в отдельности определялся класс условий труда. В том случае, если по характеру или особенностям профессиональной деятельности какой-либо показатель не представлен (например, отсутствует работа с оптическими приборами), то условия труда по данному показателю относились к классу I. Окончательная оценка напряженности труда определялась в зависимости от комбинации полученных классов условий труда по всем 23 показателям.

При проведении СОУТ оценка *напряженности трудового процесса* осуществляется только в случае выполнения работ по диспетчеризации производственных процессов, в том числе конвейерного типа, на рабочих местах операторов технологического (производственного) оборудования, при управлении транспортными средствами. При этом оцениваются только сенсорные нагрузки и монотонность нагрузок. К сенсорным нагрузкам относят:

1) плотность сигналов и сообщений (световых, звуковых) в среднем за 1 ч работы, поступающих как со специальных устройств (видеотерминалов, сигнальных устройств, шкал приборов), так и при речевом сообщении, в том числе по средствам связи;

2) число производственных объектов одновременного наблюдения;

3) работа с оптическими приборами (% времени смены);

4) нагрузка на голосовой аппарат (суммарное количество часов, наговариваемое в неделю);

К монотонности нагрузок относят:

1) число элементов (приемов), необходимых для реализации простого задания или в многократно повторяющихся операциях;

2) монотонность производственной обстановки.

Итоговый класс (подкласс) условий труда устанавливается по показателю напряженности трудового процесса, имеющему наиболее высокий класс (подкласс) условий труда. Таким образом, получив лишь по одному из показателей вредный класс, мы получаем вредный класс условий труда по напряженности трудового процесса в целом, что невозможно было получить при проведении АРМУТ в подобной ситуации.

*Тяжесть трудового процесса* характеризуется физической динамической нагрузкой, массой поднимаемого и перемещаемого груза вручную, общим числом стереотипных рабочих движений, величиной статической нагрузки, характером рабочей позы, степенью наклона корпуса, перемещениями в пространстве. Нормативным документом, в соответствии с которым при проведении АРМУТ проводилась оценка показателей тяжести трудового процесса, является Методика оценки тяжести трудового процесса. Она содержится в том же Руководстве Р 2.2.2006—05" [8], где приведено 16 показателей тяжести трудового процесса. Оценка проводилась на основе учета всех приведенных 16 показателей. При этом вначале устанавливался класс условий труда по каждому измеренному показателю, а окончательная оценка тяжести труда устанавливалась по показателю, получившему наиболее высокую степень тяжести. При наличии двух и более показателей классов 3.1 и 3.2 условия труда по тяжести трудового процесса оценивались на одну ступень выше (классы 3.2 и 3.3 соответственно).

При проведении СОУТ оценка тяжести трудового процесса также производится по 16 показателям, но только на рабочих местах, на которых работниками выполняются обусловленные технологическим процессом (трудовой функцией) работы по поднятию и переноске грузов вручную, работ в вынужденном положении или положении "стоя", при перемещении в пространстве. Нормативным документом, в соответствии с которым при проведении СОУТ производится оценка показателей тяжести труда, является Приказ Минтруда России от 24.01.2014 № 33н [2]. При СОУТ оценка также проводится на основе учета всех 16 показателей. При этом вначале устанавливают класс по каждому измеренному показателю, а окончательная оценка тяжести трудового процесса устанавливается по показателю, получившему наиболее высокую степень тяжести. При наличии двух и более показателей классов 3.1 и 3.2 условия труда по тяжести трудового процесса оцениваются на одну ступень выше. Однако методики оценки некоторых показателей для целей СОУТ имеют отличия от методик, применяемых для целей АРМУТ.

В настоящее время размеры, порядок и условия предоставления гарантий и компенсаций работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, устанавливаются в порядке, предусмотренном статьями 92, 117 и 147 Трудового кодекса Российской Федерации [9].

Согласно статье 147 Трудового кодекса РФ оплата труда работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, устанавливается в повышенном размере. Минимальный размер повышения оплаты труда работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, составляет 4 % тарифной ставки (оклада), установленной для различных видов работ с нормальными (допустимыми и оптимальными) условиями труда. Конкретные размеры повышения оплаты труда устанавливаются работодателем с учетом мнения представительного органа работников либо коллективным договором, трудовым договором.

Согласно статье 117 Трудового кодекса РФ ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск предоставляется работникам, условия труда на рабочих местах которых по результатам специальной оценки условий труда отнесены к вредным условиям труда 2-й, 3-й или 4-й степени вредности либо опасным условиям труда. Минимальная продолжительность ежегодного дополнительного оплачиваемого отпуска работникам, указанным в части первой статьи 117, составляет 7 календарных дней. Продолжительность ежегодного дополнительного оплачиваемого отпуска конкретного работника устанавливается трудовым договором на основании отраслевого (межотраслевого) соглашения и коллективного договора с учетом результатов специальной оценки условий труда.

Согласно статье 92 Трудового кодекса РФ сокращенная продолжительность рабочего времени для работников, условия труда на рабочих местах которых по результатам специальной оценки условий труда отнесены к вредным условиям труда 3-й или 4-й степени или опасным условиям труда, устанавливается не более 36 часов в неделю. Продолжительность рабочего времени конкретного работника устанавливается трудовым договором на основании отраслевого (межотраслевого) соглашения и коллективного договора с учетом результатов специальной оценки условий труда.

При проведении АРМУТ порядок предоставления таких гарантий и компенсаций, как ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск и сокращенная продолжительность рабочего времени, определялся Списком производств, цехов, профессий и должностей с вредными условиями труда, работа в которых дает право на дополнительный отпуск и сокращенный рабочий день

(утв. постановлением Госкомтруда и Президиума ВЦСПС от 25.10.74 № 298/П-22, с последующими изменениями и дополнениями) [10]. Для предоставления указанных гарантий и компенсаций работнику необходимо было выполнение двух условий. Первое — если по результатам АРМУТ установлены вредные условия труда (1-й, 2-й, 3-й или 4-й степени) либо опасные условия труда, второе — наименование профессии или должности работника должно находиться в названном нормативном документе [10].

Как отмечалось выше, по результатам СОУТ ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск предоставляется работникам, условия труда на рабочих местах которых отнесены к вредным условиям труда 2-й, 3-й или 4-й степени либо опасным условиям труда. Сокращенная продолжительность рабочего времени устанавливается работникам, условия труда на рабочих местах которых по результатам СОУТ отнесены к вредным условиям труда 3-й или 4-й степени вредности или опасным условиям труда.

Таким образом, для предоставления работникам этих двух гарантий и компенсаций необходимо выполнение одного условия — по результатам СОУТ получить определенный класс условий труда. Как отмечалось, согласно Методике проведения СОУТ по результатам СОУТ на рабочем месте вместо вредного класса условий труда, полученного по результатам АРМУТ, может быть получен допустимый класс условий труда или вредный класс более низкой степени вредности, чем требуется для получения указанных гарантий и компенсаций. Либо возможен второй вариант — при проведении СОУТ получен тот же самый вредный класс условий труда, что и при проведении АРМУТ, а именно вредный класс 1-й степени вредности. Как следствие не будут установлены такие гарантии и компенсации, как дополнительный оплачиваемый отпуск и сокращенная продолжительность рабочего времени. Возможен и другой вариант, когда по результатам АРМУТ работнику предоставлялась за работу во вредных условиях труда только одна гарантия и компенсация — повышенная оплата труда, так как наименование его профессии не находилось в Списке производств, цехов, профессий и должностей с вредными условиями труда, работа в которых дает право на дополнительный отпуск и сокращенный рабочий день. Таким образом, при получении по результатам СОУТ определенного класса условий труда работодатель обязан предоставить работнику такие гарантии и компенсации, как дополнительный оплачиваемый отпуск и сокращенная продолжительность рабочего времени.



По результатам АРМУТ работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, устанавливалась оплата труда в повышенном размере (4...24 % тарифной ставки (оклада)). Порядок и методика определения повышенного размера оплаты труда по результатам АРМУТ устанавливались Типовым положением об оценке условий труда на рабочих местах и порядке применения отраслевых перечней работ, на которых могут устанавливаться доплаты рабочим за условия труда (утв. постановлением Госкомтруда СССР и ВЦСПС от 03.10.86 № 387/22-78) [11]. Для предоставления указанной гарантии и компенсации работнику необходимо было, чтобы профессия или выполняемая работа находились в отраслевых перечнях работ, на которых могут устанавливаться доплаты рабочим за условия труда. Кроме того, по результатам АРМУТ необходимым условием получения было установление вредных условий труда (1-й, 2-й, 3-й или 4-й степени вредности). После выполнения двух указанных условий гарантии компенсации производился расчет размера доплаты за условия труда, что заносилось в карту условий труда на рабочем месте. Размер доплаты за условия труда зависел от степени превышения фактического значения фактора над нормативным значением (а значит, класса условий труда по данному фактору) и времени воздействия вредного фактора. Причем Типовым положением об оценке условий труда на рабочих местах... [11] установлена форма карты условий труда на рабочем месте, а также перечень факторов производственной среды, наличие которых позволяло произвести данные расчеты. К таким факторам относят химические вещества, аэрозоли преимущественно фиброгенного действия, шум, вибрацию, инфракрасное излучение, неионизирующие излучения, температуру воздуха на рабочем месте в помещении, тяжесть трудового процесса.

Как отмечалось выше, по результатам СОУТ оплата труда работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, устанавливается в повышенном размере. При этом минимальный размер повышения оплаты труда работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, составляет 4 % тарифной ставки (оклада). Таким образом, никаких расчетов в настоящее время не производится, а оплата труда работников устанавливается в повышенном размере при превышении фактического значения любого фактора производственной среды над нормативным значением. Например, несоответствие фактического значения освещенности рабочей поверхности нормативному приведет к получению вредных

условий труда по фактору "световая среда" и, как следствие, к установлению повышенной оплаты труда. В такой ситуации при проведении АРМУТ работнику не была бы установлена повышенная оплата труда.

Таким образом, в результате имеющихся особенностей методики оценки состояния условий труда при проведении СОУТ работник может как лишиться гарантий и компенсаций за работу во вредных и (или) опасных условиях труда, установленных ему по результатам АРМУТ, так и получить дополнительные гарантии и компенсации по сравнению с тем, что он имел по результатам АРМУТ.

### Список литературы

1. **Федеральный закон** от 28 декабря 2013 № 426-ФЗ "О специальной оценке условий труда".
2. **Методика** проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению (утв. приказом Минтруда России от 24.01.2014 № 33н).
3. **СанПиН 2.2.4.548—96** Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора России от 1 октября 1996 г. № 21).
4. **СН 2.2.4/2.1.8.562—96** Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и территории жилой застройки (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора России от 31 октября 1996 г. № 36).
5. **СН 2.2.4/2.1.8.566—96** Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора России от 31 октября 1996 г. № 40).
6. **СП 52.13330.2011** Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\* (утв. приказом Министерства регионального развития Российской Федерации от 27 декабря 2010 г. № 783 и введен в действие с 20 мая 2011 г.).
7. **СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278—03** Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий (введены в действие постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 8 апреля 2003 г. № 34).
8. **Руководство** по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. Руководство Р 2.2.2006—05 (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 29 июля 2005 г.).
9. **Трудовой кодекс** Российской Федерации (принят Государственной Думой 21 декабря 2001 г. с последующими изменениями).
10. **Список** производств, цехов, профессий и должностей с вредными условиями труда, работа в которых дает право на дополнительный отпуск и сокращенный рабочий день (утв. постановлением Госкомтруда и Президиума ВЦСПС от 25.10.74 № 298/П-22, с последующими изменениями и дополнениями).
11. **Типовое положение** об оценке условий труда на рабочих местах и порядке применения отраслевых перечней работ, на которых могут устанавливаться доплаты рабочим за условия труда (утв. постановлением Госкомтруда СССР и ВЦСПС от 03.10.86 № 387/22-78).



N. A. Evdokimova, Associate Professor, e-mail: EvdokimovaNA@eactt.ru, Kaliningrad State Technical University

## Comparative Assessment of the State of Working Conditions by Techniques of Carrying out Certification of Workplaces and the Special Assessment of Working Conditions

*The comparative analysis of techniques of establishment of classes of working conditions at influence of such physical factors is carried out, as a microclimate, noise, vibration, lighting, and also psychophysiological factors when carrying out certification of workplaces for working conditions and a special assessment of working conditions. Different approaches to rationing of the listed factors at establishment of a class of working conditions on the basis of the specified techniques are reflected. Besides, the new order of provision of guarantees and compensations is stated to the workers occupied at works with harmful and (or) dangerous working conditions which is applied when carrying out a special assessment of working conditions. It is established that when carrying out a special assessment of working conditions the worker can how to lose guarantees and compensations for work in the harmful and (or) dangerous working conditions established to it by results of certification of workplaces and to obtain additional guarantees and compensations, that it had.*

**Keywords:** *a special assessment of working conditions, a technique of an assessment of a condition of working conditions, a class of working conditions, guarantees and compensations to the workers, occupied at works with harmful and (or) dangerous working conditions*

### References

1. **Federal law** of December 28, 2013 N. 426-FZ "About a special assessment of working conditions".
2. **Technique** of carrying out a special assessment of working conditions, the Qualifier of harmful and (or) dangerous production factors, forms of the report on carrying out a special assessment of working conditions and the instruction on its filling (The order of Ministry of Labor of Russia of 24.01.2014 N. 33n).
3. **SanPiN 2.2.4.548—96** Hygienic requirements to a microclimate of production rooms (The resolution of the State Committee on Sanitary and Epidemiology Surveillance of Russia of October 1, 1996 N 21).
4. **SN 2.2.4/2.1.8.562—96** Noise on workplaces, in rooms of residential, public buildings and the territory of a housing estate (The resolution of the State Committee on Sanitary and Epidemiology Surveillance of Russia of October 31, 1996 N. 36).
5. **SN 2.2.4/2.1.8.566—96** Production vibration, vibration in rooms of residential and public buildings (resolution of the State Committee on Sanitary and Epidemiology Surveillance of the Russian Federation of October 31, 1996 N. 40).
6. **Joint rools 52.13330.2011** Natural and artificial lighting. The staticized edition Construction Norms and Regulations 23-05-95\* (the order of the Ministry of Regional Development of the Russian Federation of December 27, 2010 N. 783 it is also put into operation since May 20, 2011).
7. **A SanPiN 2.2.1/2.1.1.1278-03** Hygienic requirements to the natural, artificial and combined lighting of residential and public buildings (are put into operation by the resolution of the Chief state health officer of the Russian Federation of April 8, 2003. N. 34).
8. **Guide** to a hygienic assessment of factors of a working environment and labor process. Criteria and classification of working conditions. Management 2.2.2006-05 (Chief state health officer of the Russian Federation on July 29, 2005).
9. **The labor code** of the Russian Federation (it is accepted by the State Duma on December 21, 2001 with the subsequent changes).
10. **The list** of productions, shops, professions and positions with harmful working conditions work in which grants the right for additional holiday and the shortened working hours (утв. Goskomtrud's resolution and Presidium of the All-Union Central Council of Trade Unions of 25.10.74 N. 298/P-22, with the subsequent changes and additions).
11. **The standard provision** on an assessment of working conditions on workplaces and an order of application of industry lists of works on which surcharges by the worker for working conditions can be established (resolution Goskomtruda SSSR and All-Union Central Council of Trade Unions of 3.10.86 N. 387/22-78).



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

## **Воздействие вибрации на человека, технические устройства и защита от вибрации**

*Представлена характеристика различных видов общей, локальной вибрации и параметры вибрации по частотному спектру и по временным характеристикам. Даны основные требования по техническому и гигиеническому нормированию вибрации. Представлены наиболее часто применяемые в производстве средства индивидуальной и коллективной защиты от воздействия вибрации на окружающую природную среду, человека и технические устройства.*

**Ключевые слова:** колебания, вибрация, характеристика вибрации, воздействие вибрации, защита от вибрации, индивидуальные средства защиты, средства коллективной защиты, вибродемпфирование, виброгашение, виброизоляция, амортизаторы, коэффициент передачи, вибропоглощение, технические устройства

Вибрация как колебания твердых субстанций может быть низкочастотной, которую можно ощущать тактильно или даже просто видеть, и может происходить на звуковых частотах (определяется по излучаемому звуку). В том и другом случае вибрация негативно воздействует на окружающую природную среду, человека и техническое устройство.

Вибрация технических устройств может привести к преждевременному их разрушению, и поэтому минимизация вибрации, особенно в работе устройств с высокими параметрами вибрации (турбокомпрессоры, поршневые компрессоры, двигатели и все виды транспорта, кузнечнопрессовое оборудование, насосные агрегаты, электрические машины, вентиляционные установки и пр.), является одним из важнейших критериев обеспечения паспортного срока эксплуатации [1]. Вибрация, воздействуя на технические устройства, вызывает знакопеременные напряжения в них, что приводит к их усталостному разрушению. Вибрация технических устройств при несвоевременном ее определении и непринятии соответствующих профилактических мер приводит к очень серьезным последствиям. Например, вибрация турбины на Саяно-Шушенской ГЭС в 2009 г. привела к разрушению гидроузла, в результате которого погибли 75 человек, нанесен многомиллиардный ущерб и на восстановление ГЭС понадобилось более 5 лет.

Как известно, тело человека является сочетанием органов с различными массами и упругими элементами, которые обуславливают собственные колебания разной частоты и амплитуды. Вибрация в ряде случаев может инициировать явление резонанса, при котором амплитуда колебаний отдельных органов и частей тела возрастает в несколько

раз по сравнению с амплитудой внешнего источника. Установлено, что для человека в положении лежа резонансная частота находится в пределах 3...3,5 Гц, для сидящего — 4...6 Гц, а для стоящего имеются два резонансных пика — на частотах 5...7 Гц и 17...25 Гц. Явления резонанса для головного мозга наступают в области частот 20...30 Гц [2].

Последствия воздействия вибрации зависят от направленности и интенсивности вибрации, степени напряженности мышц, позы, характера движения органов и в целом тела человека. Плохо переносится горизонтальная вибрация частотой 1...6 Гц и вертикальная 4...8 Гц. Организм особенно чувствителен к вертикальной вибрации, когда человек находится на вибрирующей поверхности.

Наилучшим проводником вибрации являются кости, а максимальным виброгашением обладают суставы. Выявлено, что с увеличением частоты вибрации амплитуда колебаний частей тела по мере удаления от точки приложения уменьшается. Так, например, в диапазоне частот 50...70 Гц до головы доходит около 10 % энергии. Вибрация с частотой более 100 Гц практически не передается по телу человека и является по существу локальной [2].

Различные параметры вибрации вызывают у человека неодинаковые субъективные ощущения. Человек начинает ощущать вибрацию при виброскорости около  $5 \cdot 10^{-4}$  м/с, а при значении 1 м/с — возникают болевые ощущения. Между тем, физиотерапевтическое лечение основано на благотворном влиянии местной вибрации небольшой интенсивности и заключается в трансформации виброакустических колебаний в тепловую энергию (лечение радикулитов, заживление ран).

Степень ощущения вибрации определяется в основном значениями виброускорения и

виброскорости. При частотах более 15 Гц ощущение определяется виброскоростью, а при меньших частотах — виброускорением.

Вестибулярный, двигательный, зрительный, кожный и другие анализаторы под воздействием общей и локальной вибрации патологически изменяются и через центральную нервную систему меняют различные органы и системы организма, в результате чего возникает вибрационная болезнь (различают три стадии вибрационной болезни).

Наиболее распространены заболевания, вызванные локальной вибрацией. При работе с ручным механизированным инструментом, вибрация которого наиболее интенсивна в среднечастотной области спектра, возникают в основном заболевания, сопровождающиеся спазмом периферических сосудов.

Воздействие вибрации в значительной мере зависит от частоты:

— при высоких частотах вибрации поражаются периферические нервные окончания и сосуды, появляется тремор рук;

— при малых частотах вибрации возникают радикулиты и гастриты.

При частотах более 100 Гц общая вибрация действует на организм как локальная.

На частоте 60...70 Гц вибрация с амплитудой до 0,01 мм практически не мешает работать и не ведет к каким-либо патологическим изменениям в организме, колебания с амплитудой от 0,01 до 0,02 мм отвлекают от работы и раздражают, при амплитуде более 0,3 мм создаются невозможные условия для работы.

Степень воздействия вибрации на организм работающих зависит от частоты, а также от амплитуды колебаний, продолжительности воздействия, точки приложения и направленности вектора вибрации, демпфирующих (вибропоглощающих) свойств органов и тканей, резонансных и других условий.

Общая вибрация обладает специфическим воздействием на вестибулярный аппарат, которое проявляется в смещении (снижении) порогов возбудимости, наступлении утомления, расстройстве координации движения, дегенеративных изменениях в отолитовом аппарате. При частотах 2...10 Гц наблюдается сочетанная активация вестибулярных и кожных рецепторов. В диапазоне выше 10 Гц происходит стимуляция преимущественно проприоцептивных окончаний, выражающаяся в трудности поддержания позы [2].

В резонансном диапазоне частот (4...8 Гц) возникает компенсаторное напряжение скелетно-мышечной системы, что приводит к развитию утомляемости и далее — к возникновению патологических изменений двигательного аппарата

и позвоночника (преимущественно в шейном и пояснично-крестцовом отделах). Это приводит к прогрессированию пояснично-крестцового радикулита, остеохондроза. При воздействии вибрации резонансных частот для обеспечения статической (поддержание позы) и динамической (управление рычагами и педалями) регуляции нервно-мышечный аппарат испытывает двойную нагрузку.

Вибрация, кроме нарушений вестибулярного аппарата, вызывает зрительные расстройства, проявляющиеся в сужении отдельных участков полей зрения, снижении остроты зрения (иногда до 40 %), нарушении цветоощущения и других аномалиях. Зрительные расстройства могут быть результатом или вибрации тела человека, или колебаний рассматриваемого объекта. При частотах 10...20 Гц наблюдаются повреждения восприятия изображения, которое начинает сливаться в одно целое пятно из-за возникновения резонанса глазных яблок. Есть данные о том, что снижение остроты зрения пропорционально амплитуде вибрации и в наибольшей степени проявляется в диапазоне частот 10...25 Гц.

Вибрация вызывает изменения в функциональном состоянии центральной нервной системы, что обуславливает нарушение нервных процессов в сторону возбуждения или торможения. Выявлена определенная зависимость состояния центральной нервной системы от характера вибрации. Например, низкочастотные (1...2 Гц) колебания средней интенсивности могут действовать усыпляюще на человека, а вибрация с большей частотой и нерегулярностью — оказывать возбуждающее действие.

Негативное влияние вибрации проявляется в снижении работоспособности и умственной деятельности человека, нарушении координации движений, уменьшении кровенаполнения сосудов головного мозга и затруднению венозного оттока.

Установлено влияние вибрации на *дыхательную систему* и на *обменные процессы*, проявляющиеся в изменении белкового, углеводного, минерального и витаминного обменов. Воздействие вибрации вызывает нарушения нейроэндокринной системы.

Считается, что шум и вибрация — факторы-синергисты, комбинированное действие которых приводит к снижению пульсового давления, ухудшению устойчивости прямостояния, нарушению слухового восприятия, усилению патологических изменений больше, чем при действии или только шума, или только вибрации.

Средства защиты окружающей среды и человека от вибрации подразделяются на *коллективные* и *индивидуальные* средства защиты.

В соответствии с ГОСТ 12.4.011—89 (2001 г.) "ССБТ. Средства защиты работающих. Общие

требования и классификация" к основным видам *коллективной защиты* от вибрации относят устройства: оградительные; виброизолирующие, виброгасящие и вибропоглощающие; автоматического контроля и сигнализации; дистанционного управления [3]. *Индивидуальные средства защиты* можно подразделить на непосредственно изолирующие индивидуальные средства и лечебно-профилактические мероприятия.

Основным инженерно-техническим мероприятием, уменьшающим вибрацию, является ее *минимизация в источнике образования*, которая обеспечивается решением следующих основных направлений на стадии проектно-конструкторских, строительно-монтажных и эксплуатационных работ [4]:

- проектирование технологических процессов и конструирование аппаратов (компрессоров, машин), виброинструмента, исключаящих высокие параметры виброакустических характеристик; проектирование и применение усовершенствованных кинематических схем;

- проектирование массообменных аэрогидродинамических стадий процесса, позволяющих в максимальной степени использовать среды и конструкции с невысокой вибрацией (например, замена воздуха для аэрации и барботажа жидкости на мешалке якорного типа, позволяющая избежать применения центробежных или поршневых компрессоров; замена пневмотранспорта на ленточный транспортер);

- выбор на стадии приобретения аппаратов с минимальными виброакустическими параметрами, заявленными изготовителем (поставщиком);

- рациональное архитектурно-планировочное решение по расположению зданий, машин и рабочих мест в зданиях, помещениях, минимизирующих резонансные режимы вибрации и ее воздействие на окружающую природную среду и человека в санитарно-защитной зоне и вне ее границ;

- применение конструкционных материалов с большим внутренним трением и замена ударных процессов и машин на безударные;

- своевременное проведение плановых периодических замеров вибрации машин и инструмента в сроки, установленные нормативно-технической документацией, но не реже 1 раза в год — для общей вибрации и не реже 2 раз в год — для локальной вибрации;

- принятие инженерно-технических мер по нормализации вибрации в случае ее отклонения от установленных параметров и паспортных характеристик;

- своевременный плановый ремонт виброаппаратов с обязательным послеремонтным замером их вибрационных параметров [5].

Основными направлениями по уменьшению вибрации *по пути ее распространения* являются *виброизоляция* и *вибропоглощение*.

Наиболее эффективным и распространенным инженерным способом борьбы с вибрацией является *виброизоляция* — установка оборудования не на фундаменте, а на виброизолирующих опорах: гибких вставках (резиновых, пробковых); пружинных, поршневых амортизаторах (рис. 1). Виброизоляция может применяться в комплексе с виброгашением. Виброизоляция — более дешевый и эффективный способ, позволяющий достичь значительного снижения вибрации, благодаря чему получил широкое применение.

При вибрации могут быть два наиболее типичных варианта:

- машина сама создает вибрацию, и необходимо ее изолировать от других контактирующих с ней конструкций (рис. 1, а) для защиты этих конструкций;

- машина подвержена воздействию вибрации, исходящей от окружающих конструкций, и задача заключается в защите машины (рис. 1, б).

Эффективность виброизоляции характеризуется коэффициентом передачи  $T$ . Целью виброизоляции в любом варианте является снижение силы, передаваемой при вибрации, значение которой можно определить из соотношения:

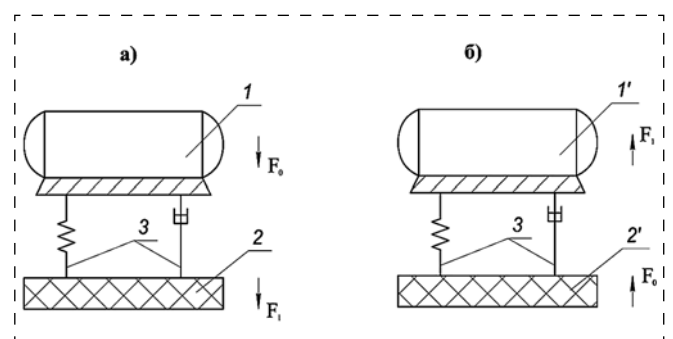
$$T = F_1/F_0, \quad (1)$$

где  $F_1$  — передаваемая сила от источника к приемнику вибрации;  $F_0$  — возмущающая сила, создаваемая источником вибрации.

Значение  $T$  является критерием оценки виброизоляции и всегда должно быть меньше 1,0.

Коэффициент передачи  $T$  можно определить также из соотношения частот  $f_{\text{пер}}$  и  $f_{\text{вт}}$ :

$$T = 1/[(f_{\text{пер}}/f_{\text{вт}})^2 - 1], \quad (2)$$



**Рис. 1. Основные варианты схемы виброизоляции:**

а — изоляция опорной конструкции от вибрации, создаваемой вибрирующим агрегатом; б — изоляция агрегата от вибрации, создаваемой вибрирующей конструкцией: 1 — вибрирующий агрегат; 2 — опорная защищаемая конструкция; 3 — пружинный и поршневой амортизаторы; 1' — защищаемый агрегат; 2' — вибрирующая конструкция;  $F_0$  — возмущающая сила;  $F_1$  — передаваемая (конечная) сила

где  $f_{пер}$  — частота вибрации источника возбуждения (первичная частота);  $f_{вт}$  — частота вибрации защищаемой конструкции (вторичная частота).

Из соотношения (2) видно, что чем ниже  $f_{вт}$ , тем меньше  $T$ , т. е. эффективнее виброизоляция.

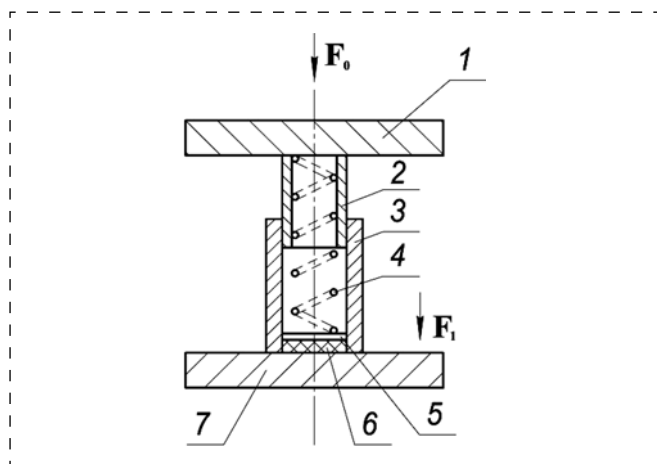
Тип амортизатора выбирается в зависимости от диапазона частот вибрации: пробковые амортизаторы используются на частотах более 20 Гц; резиновые амортизаторы — на частотах более 12 Гц; пружинные резиновые амортизаторы (сочетание стальных пружин с резиной — рис. 2) могут применяться практически на любых частотах.

Снижение негативного воздействия вибрации также может быть достигнуто применением способа *виброгашения*, заключающегося в увеличении массы и жесткости конструкции объединением вибрирующего агрегата с фундаментом, опорной плитой или виброгасящим основанием.

Установка вибрирующих агрегатов (машин, компрессоров, станков) производится на отдельные фундаменты, основания которых должны быть ниже фундамента стен здания. Масса фундамента должна быть в два-три раза больше массы станка, за счет чего увеличивается реактивная составляющая часть импеданса колебаний. Между фундаментом станка и фундаментом стен устраивается воздушная прослойка, закладывается песок или пористый материал (пенопласт, резина) для предотвращения передачи вибрации на стены производственных помещений.

В случаях виброизоляции массивных агрегатов, которая оказывается малоэффективной для низких частот, применяют активные (управляющие) системы виброизоляции.

Активная система виброизоляции заключается во введении в систему активной обратной связи, формирующей управляющее воздействие,



**Рис. 2. Схема пружинного резинового виброизолятора:** 1 — опорная плита, на которую действует возмущающая сила  $F_0$ ; 2 — внутренний стакан (шток); 3 — внешний стакан; 4 — пружина; 5 — резиновая шайба; 6 — металлическая шайба; 7 — нижняя плита

вектор которого направлен в противоположную основному воздействию сторону (рис. 3). Соответственно, при изменении величины управляющего воздействия  $V$  происходит компенсация (гашение) внешнего основного воздействия  $W$ .

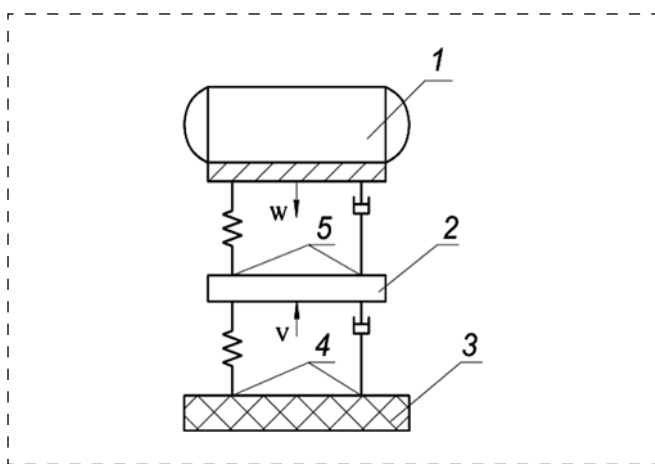
В зависимости от необходимого значения снижения вибрации, частоты вибрации, технических параметров источника вибрации и других требований устройства по минимизации вибрации могут быть гидравлические, пневматические, электро-механические, электромагнитные.

Активные системы виброизоляции применяются для защиты станков высокой точности, пилотов от перегрузок и для повышения комфортности транспортных средств.

Для снижения уровня вибрации применяется способ вибродемпфирования (снижения вибрации), основанный на процессе диссипации.

Диссипация (рассеяние) — трансформация кинетической энергии в энергию неупорядоченных процессов, в итоге — в теплоту. Диссипация используется для снижения уровня вибрационных колебаний способом превращения потенциальной и кинетической энергии механических колебаний в тепловую энергию за счет применения конструкционных материалов с большим внутренним трением (например, сплавы Cu—Ni, Ni—Ti, Ni—Co, пластмассы) или за счет нанесения слоя упруговязких материалов (покрытий), обладающих большими потерями на внутреннее трение.

Вибропоглощающие покрытия применяются жесткие и мягкие. Жесткие вибропоглощающие покрытия (фольга, твердые пластмассы) эффективно снижают вибрацию в области низких и средних частот, а мягкие (резина, пенопластмассы, мягкие пластмассы) — в области высоких частот.



**Рис. 3. Схема активной виброзащиты:** 1 — агрегат (машина), создающий вибрацию; 2 — промежуточная масса; 3 — защищаемый объект; 4, 5 — система амортизаторов соответственно первого и второго контуров;  $W$  — вектор вибрации;  $V$  — управляющее воздействие



Для вибрирующих объектов сложной формы, где невозможно использовать вибропоглощающие покрытия (листовые), применяют мастичные покрытия типа "Антивибрит М", мастики ВД 17-58, ВД 17-59, ВД 17-63, ВПМ-1, ВПМ-2 в основном для снижения вибрации вентиляционных систем, центробежных и поршневых компрессоров, насосов, трубопроводов, воздухопроводов.

Все средства индивидуальной защиты (СИЗ) человека от вибрации подразделяются на две группы: 1) СИЗ от *локальной вибрации* и 2) СИЗ от *общей вибрации* [3].

К 1-й группе СИЗ относят:

- для рук: изолирующие рукавицы, перчатки, полурукавицы, полуперчатки, вкладыши, прокладки;
- для ног — специальная обувь на микропоре, специальные подметки и наколенники;
- для тела — специальные пояса, нагрудники и виброзащитные костюмы.

Снижение вредного действия низкочастотной вибрации достигается применением резиновых или пластмассовых покрытий или пружин на участках контакта рук с пневматическими инструментами.

Ко 2-й группе СИЗ относят:

- амортизирующие площадки, коврики, маты;
- подressоренные сидения.

Требования к СИЗ рук от вибрации регламентируются ГОСТ 12.4.002—97 (2001) ССБТ. Средства

защиты рук от вибрации. Технические требования и методы испытаний [6]. Основным требованием к СИЗ является эффективность в диапазоне частот 8...8000 Гц при фиксированной силе нажатия (50, 10, 200 Н) и максимальной толщине упругодемпфирующего материала 8 мм.

Таким образом, защита от вибрации является важным фактором, обеспечивающим безопасность человека и эксплуатации технических средств.

### Список литературы

1. **ГОСТ 12.1.012—90** ССБТ. Вибрация. Общие требования безопасности.
2. **Ахметзянов И. М., Гребеньков С. В., Ломов О. П., Терентьев Л. П., Петров И. В.** Гигиенические нормативы. Физические факторы окружающей и производственной среды / Под ред. О. П. Ломова. — СПб.: НПО "Профессионал", 2011. — 796 с.
3. **ГОСТ 12.4.011—89 (2001)** ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.
4. **Кирсанов В. В.** Основы промышленной и экологической безопасности опасных производственных объектов: Монография. — Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2011. — 480 с.
5. **Кирсанов В. В.** К вопросу о систематизации и конкретизации профилактической работы по повышению уровня промышленной безопасности предприятий нефтехимического комплекса // Вестник Казанского технологического университета. — 2013. — Т. 16, № 24. — С. 138—142.
6. **ГОСТ 12.4.002—97 (2001)** ССБТ. Средства защиты рук от вибрации. Технические требования и методы испытаний.

**V. V. Kirsanov**, Professor, e-mail: [vvkirsanov@gmail.com](mailto:vvkirsanov@gmail.com), Kazan National Research Technical University — KAI

## The Effects of Vibration on the Human, Technical Devices and Protection against Vibration

*The characteristics of various types of general, local vibration and vibration parameters in the frequency spectrum and temporal characteristics. Are the basic requirements for technical and hygienic norms of vibration. Presents the most commonly used in the production of individual and collective protection of vibration on the environment, human and technical devices.*

**Keywords:** vibrations, vibration, vibration characteristics, vibration, anti-vibration, personal protective equipment, collective protection, vibration dampening, vibration damping, vibration isolation dampers, transmission coefficient, vibration absorption, technical devices

### References

1. **ГОСТ 12.1.012—90** ССБТ. Вибрация. Общие требования безопасности.
2. **Ахметзянов И. М., Гребеньков С. В., Ломов О. П., Терентьев Л. П., Петров И. В.** Гигиенические нормативы. Физические факторы окружающей и производственной среды. Под ред. О. П. Ломова. СПб.: НПО "Профессионал", 2011. 796 с.
3. **ГОСТ 12.4.011—89 (2001)** ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.
4. **Kirsanov V. V.** Osnovy promyshlennoj i jekologicheskoj bezopasnosti opasnyh proizvodstvennyh ob#ektov: Monografija. Kazan': Izd-vo Kazan. gos. tehn. un-ta, 2011. 480 p.
5. **Kirsanov V. V.** K voprosu o sistematizacii i konkretizacii profilakticheskoj raboty po povysheniju urovnja promyshlennoj bezopasnosti predpriyatij neftehimicheskogo kompleksa // *Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo universiteta*. 2013. V. 16, N. 24. P. 138—142.
6. **ГОСТ 12.4.002—97 (2001)** ССБТ. Средства защиты рук от вибрации. Технические требования и методы испытаний.

**В. А. Лебедев**, д-р техн. наук, главный конструктор, e-mail: valplatov@ukr.net,  
**О. Г. Левченко**, д-р техн. наук, зав. отделом, **С. Ю. Максимов**, д-р техн. наук, зав. отделом,  
**А. О. Лукьяненко**, канд. техн. наук, науч. сотр., **И. В. Лендел**, инж., мл. науч. сотр.,  
 Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины, Киев

## Гигиеническая характеристика механизированной дуговой сварки с импульсной подачей электродной проволоки

*Рассмотрены возможности новых образцов сварочной техники механизированного типа с реализацией импульсных алгоритмов подачи электродной проволоки.*

*Приведены результаты сравнительных исследований процессов сварки с постоянной и импульсной подачей электродной проволоки.*

*Показано, что при сварке в углекислом газе тонкими электродными проволоками с применением управляемой импульсной подачи можно существенно снизить вредные выделения сварочных аэрозолей, а также их скорость.*

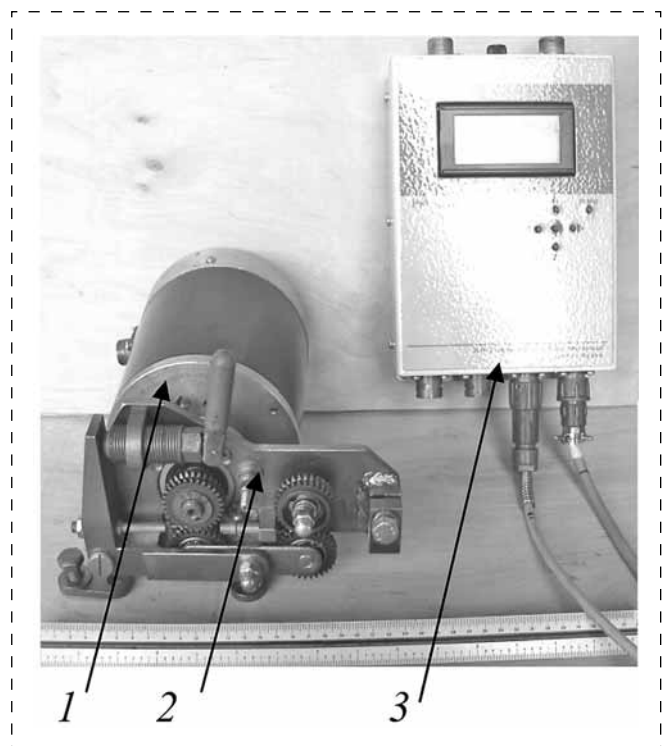
**Ключевые слова:** дуговая сварка, механизированное оборудование, электродная проволока, импульсная подача, гигиенические характеристики, снижение вредных выделений

Механизированная дуговая сварка в защитных газах находит все более широкое применение в процессах сварки соединений из стали в различных условиях и разных пространственных положениях. Распространение оборудования для этого процесса — полуавтоматов — требует поиска все более эффективных способов его применения для повышения качества сварных соединений с одновременным снижением энерго- и ресурсозатрат на этот процесс. При этом весьма актуальна проблема защиты сварщика и окружающей среды от неизбежных вредных выделений, в особенности при применении легированных электродных проволок. Эта проблема может быть решена в некоторой степени путем снижения указанных выделений.

Одним из эффективных средств достижения комплекса положительных результатов при применении механизированной дуговой сварки в защитных газах является использование оборудования с импульсной подачей электродной проволоки.

В последнее время в этом направлении получен ряд технических и технологических результатов, позволяющих утверждать, что полуавтоматы с импульсной подачей электродной проволоки — это современный вид оборудования. Такое определение в большей степени относится к разработкам на основе компьютеризованного, вентильного, быстродействующего, безредукторного электропривода с полностью управляемыми параметрами импульсного движения электродной проволоки: величины скоростей в импульсе и реверсе, времени действия импульсов и пауз, частоты импульсов  $f$ , величины скважности  $S$  [1].

Механизм импульсной подачи электродной проволоки на основе вентильного электропривода представлен на рис. 1. Такой механизм имеет малые массо-габаритные характеристики, что делает оборудование с его применением достаточно мобильным.



**Рис. 1. Механизм импульсной подачи на основе вентильного электродвигателя:**

1 — электродвигатель; 2 — механизм прижима; 3 — компьютер управления

Целью настоящей работы является определение возможностей влияния процесса дуговой сварки с управляемой импульсной подачей электродной проволоки на управление некоторыми гигиеническими характеристиками сварки для выбора условий снижения вредных выделений.

Для поиска путей снижения выделений вредных веществ, загрязняющих воздух производственной среды при механизированной сварке, выполнены исследования влияния импульсной подачи электродной проволоки и режима сварки на показатели выделения сварочного аэрозоля (СА). Следует указать, что если сварочный аэрозоль содержит значительное количество марганца, а так бывает при сварке легированных и нержавеющей сталей качественными электродами, то, распространяясь с кровью по организму, этот чрезвычайно токсичный элемент вызывает тяжелое заболевание — марганцевую интоксикацию. Соединения марганца являются сильными ядами, поражающими центральную нервную систему, сердечно-сосудистую систему и паренхиматозные органы. В связи с изложенным исследовали зависимость интенсивности образования СА ( $V_a$ ), содержания марганца в СА ( $C_{Mn}$ ) и интенсивности выделения марганца ( $V_{Mn}$ ) от режима сварки с импульсной подачей электродной проволоки в  $CO_2$  проволокой марки Св-08Г2С диаметром 1,2 мм в среду  $CO_2$ . Применяли дуговую сварку с импульсной подачей электродной проволоки [1] и (для сравнения) с непрерывной подачей (160 А, 21...22 В). Изменяли частоту импульсов подачи электродной проволоки (20, 40, 60 Гц) при одинаковой скважности, а также дополнительно изменяли значение скважности импульсов ( $S = 1, S = 2, S = 3, S = 5$ ). Результаты исследований приведены на рис. 2–4.

Полученные результаты исследований показали, что максимальная интенсивность образования СА отмечается при сварке с постоянной подачей электродной проволоки (рис. 2). При применении всех других режимов сварки с импульсной подачей она уменьшается в пределах от 1,2 до 2 раз.

Результаты исследований зависимости интенсивности образования СА от частоты  $f$  и скважности импульсов  $S$  (рис. 2) показали, что они имеют сложный вид. Так, при сварке на частоте импульсов 20 Гц интенсивность образования СА уменьшается с ростом скважности импульсов, на частоте 40 Гц,

наоборот, увеличивается, а на частоте 60 Гц данная зависимость неоднозначна.

Сложный вид полученных зависимостей можно объяснить следующим образом. Известно, что при сварке с непрерывной подачей электродной проволоки в защитном газе уровень выделений СА определяется не только мощностью дуги, но и характером переноса электродного металла [2]. При этом зависимость интенсивности образования СА от сварочного тока носит экстремальный характер: сначала увеличивается, потом снижается, имеет максимум, соответствующий наибольшему разбрызгиванию электродного металла, и минимум, характерный для мелкокапельного переноса без коротких замыканий с погружением дуги в основной металл [3]. Поэтому вид полученных зависимостей определяется (см. рис. 2) тем, какой участок зависимости интенсивности образования СА от сварочного тока в данный момент рассматривается.

Ранее в работе [4] было установлено, что сварка модулированным импульсным током позволяет снизить интенсивность выделения СА (по сравнению со сваркой непрерывным током) без снижения производительности и коэффициента расплавления. Уменьшение общей мощности дуги за счет пауз при применении импульсного тока снижает ненужный избыток энергии, имеющий место при сварке непрерывным током и идущий на испарение расплавляемых материалов. Интенсивность образования СА снижается с уменьшением токов в импульсе, паузе, длительности импульса и с увеличением длительности паузы. Механизированная сварка импульсным током позволяет снизить интенсивность выделения СА по сравнению с традиционной механизированной

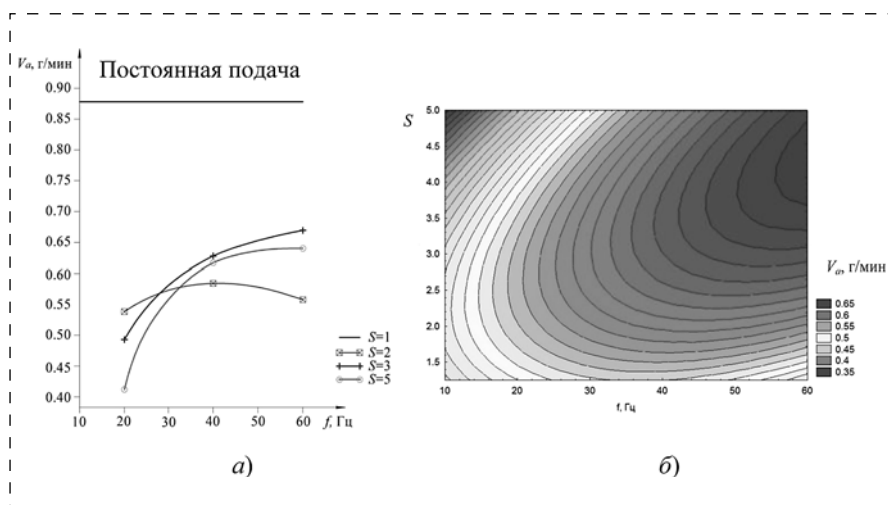


Рис. 2. Скорость образования сварочного аэрозоля при различных способах сварки: а — линейное представление; б — плоскостное представление



дуговой сваркой вследствие уменьшения количества теплоты, выделяемой в зоне сварки.

Кроме того, применение сварки импульсным током позволяет значительно снизить выделение марганца в составе СА [5] путем обеспечения процесса с управляемыми принудительными короткими замыканиями, увеличения частоты замыканий, уменьшения длины дуги и размера капель. Снизить содержание марганца в СА можно регулированием частоты импульсов тока, способствующих лучшему отрыву капли от электрода и увеличению частоты их перехода в ванну. Полученные в данной работе результаты исследований хорошо согласуются с результатами, касающимися механизированной сварки модулированным импульсным током [3–5].

Результаты исследований (рис. 3) показывают, что минимальное содержание токсичного марганца в составе СА имеет место при сварке с импульсной подачей электродной проволоки на режиме сварки при применении импульсов частотой 20, 40, 60 Гц со скважностью  $S = 2$ .

Остальные режимы сварки частотой 20, 40, 60 Гц со скважностью  $S = 3$  и  $S = 5$  приводят к повышению содержания марганца в составе СА по сравнению со сваркой с непрерывной подачей, поэтому по гигиеническим характеристикам их не рекомендуется применять на практике в сварочном производстве, а также при восстановлении узлов и деталей.

Результаты исследований зависимостей содержания марганца в составе СА (см. рис. 3) и интенсивности его выделения (рис. 4) от частоты  $f$  и скважности  $S$  импульсов подачи электродной проволоки показали, что влияние частоты импульсов на ход данных кривых неоднозначен, а увеличение скважности импульсов способствует повышению концентрации марганца в СА и интенсивности его выделения. Из данных рис. 4 видно, что при сварке с импульсной подачей электродной проволоки с частотой импульсов 40...60 Гц уменьшение величины скважности импульса с  $S = 5$  до  $S = 2$  дает возможность снизить интенсивность выделения токсичного марганца почти в 2 раза.

Результаты исследований зависимости интенсивности выделения марганца (см. рис. 4) как ведущего токсичного компонента в данном случае позволяют выбрать режим сварки, который обеспечивает минимальное поступление марганца в воздух рабочей зоны. Это режим сварки с импульсной подачей электродной проволоки с частотой 40...60 Гц и скважностью  $S = 2$ .

Таким образом, сварка с управляемой импульсной подачей электродной проволоки позволяет улучшить гигиенические характеристики этого процесса по сравнению со сваркой с непрерывной подачей и до некоторой степени управлять ими. Одним из путей совершенствования гигиенических характеристик и при регулировании параметров импульсов механизированной и автоматической дуговой сварки является применение сварки с импульсной подачей электродной проволоки [1], позволяющей уменьшать избыточную энергию дуги и избегать интенсивного испарения плавящихся материалов, управлять переносом электродного металла и существенно снижать его разбрызгивание.

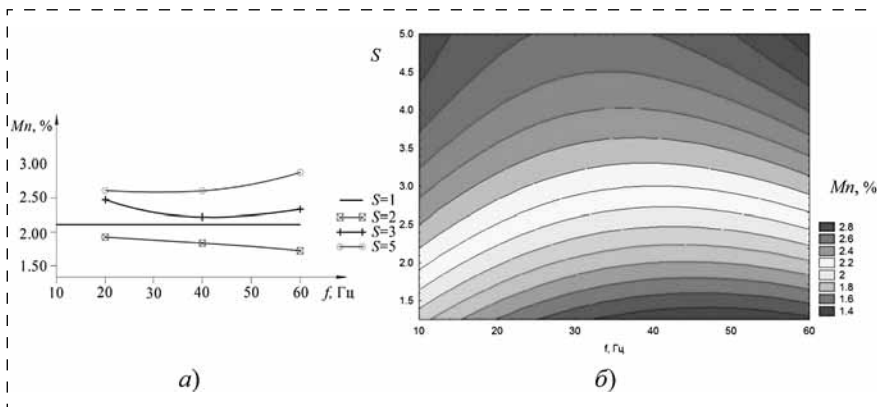


Рис. 3. Содержание Mn (%) в составе сварочных аэрозолей: а — линейное представление; б — плоскостное представление

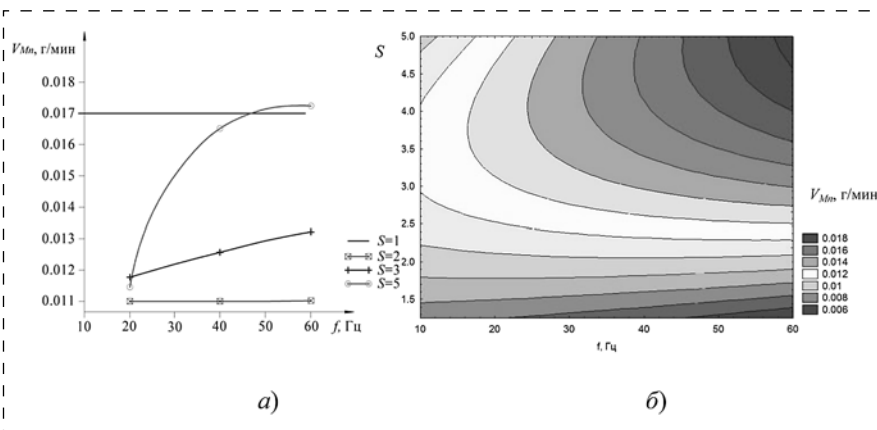


Рис. 4. Скорость выделения Mn в составе сварочных аэрозолей а — линейное представление; б — плоскостное представление



### Список литературы

1. **Лебедев В. А.** Особенности управления процессом сварки плавящимся электродом с импульсной подачей электродной проволоки // Сварка и Диагностика. — 2014. — № 1. — С. 16—18.
2. **Левченко О. Г.** Влияние состава защитного газа и режимов сварки на валовые выделения сварочного аэрозоля // Автоматическая сварка. — 1986. — № 1. — С. 73—74.
3. **Левченко О. Г.** Влияние технологических режимов сварки в  $\text{CO}_2$  конструкционных сталей на выделение аэрозоля // Автоматическая сварка. — 1992. — № 9—10. — С. 31—33.
4. **Интенсивность** образования аэрозолей при ручной сварке модулированным током / А. П. Головатюк, В. С. Сидорук, О. Г. Левченко и др. // Автоматическая сварка. — 1985. — № 2. — С. 39—40.
5. **Левченко О. Г.** Образование аэрозолей при сварке в  $\text{CO}_2$  модулированным током // Автоматическая сварка. — 2000. — № 8. — С. 48—50.

**V. A. Lebedev**, Chief Designer, e-mail: valpatov@ukr.net,  
**O. G. Levchenko**, Head of Department, **S. Yu. Maksimov**, Head of Department,  
**A. O. Luk'yanenko**, Research Associate, **I. V. Lendel**, Junior Researcher, Institute  
of electric welding named after E. O. Paton NAS of Ukraine, Kiev

## Hygienic Characteristics Mechanized Arc Welding with Pulsed Wire Feed

*In this paper we consider the possibility of new types of mechanized welding equipment type (semi-automatic and automatic) with the implementation of algorithms controlled pulsed wire feed.*

*The results of comparative studies of welding processes with continuous and pulsed wire feed. In the course of the experiment the pulsing characteristics in order to study their influence selection of welding fumes.*

*As a valued characteristics are determined and the amount of bleeding during the welding process and the rate of their formation. We analyzed the rate of formation and secretion of manganese as one of the most dangerous of welding fumes, particularly when welding alloy steels.*

*It is shown that when welding with carbon dioxide thin electrode wires using a controlled pulsed supply can significantly reduce the release of welding fumes, as well as their speed. All this has been possible due to a significant reduction in heat input when using pulsing with adjustable parameters.*

*The paper presents a profile of the research results, which can be used to select the parameters of the welding process for solving problems reduce emissions of welding fumes.*

**Keywords:** arc welding, mechanized equipment, welding wire, pulsing, hygienic characteristics, reducing secretions

### References

1. **Lebedev V. A.** Osobennosti upravleniya processom svar-ki plavyashhimsya elektrodom s impulsnoy podachej elektrodnoj provoloki. *Svarka i Diagnostika*. 2014. N. 1. P. 16—18.
2. **Levchenko O. G.** Vliyanie sostava zashhitnogo gaza i rezhimov svarki na valovye vydeleniya svarochного aэrozolya. *Avtomaticheskaya svarka*. 1986. N. 1. P. 73—74.
3. **Levchenko O. G.** Vliyanie texnologicheskix rezhimov svarki v  $\text{so}_2$  konstrukcionnyx stalej na vydelenie aэrozolya. *Avtomaticheskaya svarka*. 1992. N. 9—10. P. 31—33.
4. **Intensivnost'** obrazovaniya aэrozolej pri ruchnoj svarke modulirovannym tokom / A. P. Golovatyuk, V. S. Sidoruk, O. G. Levchenko i dr. *Avtomaticheskaya svarka*. 1985. N. 2. P. 39—40.
5. **Levchenko O. G.** Obrazovanie aэrozolej pri svarke v  $\text{SO}_2$  modulirovannym tokom. *Avtomaticheskaya svarka*. 2000. N. 8. P. 48—50.

*Анонс!*

В следующем номере журнала № 10—2015 в этом разделе будет опубликована статья авторов **Дежурного Л. И., Ивлева А. А., Григорян А. Г.** "Этические и социально-правовые аспекты оказания первой помощи в Российской Федерации".

УДК:614.18:331.45(571.14)

Е. Л. Дзю<sup>1</sup>, канд. биол. наук, доц., e-mail: dzyu.e@mail.ru, Н. Н. Подзорова<sup>1</sup>, доц.,  
А. С. Косов<sup>2</sup>, государственный инспектор по охране труда,  
Л. А. Овчинникова<sup>1</sup>, канд. сельхоз. наук, доц.,

<sup>1</sup> Новосибирский государственный аграрный университет

<sup>2</sup> Государственная инспекция труда в Новосибирской области, Новосибирск

## Анализ состояния производственного травматизма Новосибирской области за период 2009—2013 годы

*Проведено исследование уровня производственного травматизма за период 2009—2013 годы. Исследование предусматривало разработку рекомендаций по снижению уровня травматизма, его предупреждению, а также использование материалов исследований в учебном процессе в Новосибирском государственном аграрном университете (НГАУ) при изучении студентами и слушателями ИДПО вопросов охраны труда. При исследовании уровня производственного травматизма в Новосибирской области использовались соответствующие материалы данных территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Новосибирской области, Государственной инспекции труда и материалы Министерства труда, занятости и трудовых ресурсов Новосибирской области. Рассмотрены вопросы о создании современной статистической и информационной базы о производственном травматизме в сельском хозяйстве.*

**Ключевые слова:** производственный травматизм, период нетрудоспособности, безопасность труда, смертельный исход, относительный показатель, сельское хозяйство, человеко-дни, нетрудоспособность, динамика травматизма, травмоопасные отрасли

Безопасность человека в различных условиях его жизни и деятельности занимала умы ученых еще с давних времен. Что является целью руководителя любого предприятия? Получение прибыли, обеспечение стабильности развития своего бизнеса. Главный ресурс — это люди, а сохранение жизни и здоровья работника есть основная задача [1—4].

Когда люди погибают на войне или умирают от неизлечимых болезней, с этим злом хотя и трудно примириться, но его неизбежность в данной ситуации еще можно понять. Когда же в мирное, благополучное время в обычном повседневном труде здоровые люди получают увечья, от которых становятся инвалидами или умирают, то подобное явление не только воспринимается трагически, но и просто не укладывается в сознании.

По данным Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ), смертность от несчастных случаев в наше время занимает третье место после сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний. Если от этих заболеваний умирают главным образом люди старшего возраста, то от несчастных случаев гибнут преимущественно трудоспособные люди молодого и среднего возраста. Так, статистика показывает, что среди мужчин в возрасте от 15 до 36 лет наиболее распространенной причиной смерти являются несчастные случаи [5, 6]. По числу случаев травматизм составляет среди железнодорожников-мужчин 5,8 на 100 работающих (или 8,5 % к итогу), по

числу дней нетрудоспособности — 99,7 на 100 работающих (или 14,8 % к итогу), при этом средняя длительность одного случая равна 9,9 календарных дней [7].

### Результаты исследований

Кафедра безопасности жизнедеятельности НГАУ занимается анализом производственного травматизма в Новосибирской области более 30 лет.

Этой кафедрой проведено исследование уровня производственного травматизма за период 2009—2013 гг. Исследование предусматривало разработку рекомендаций по снижению уровня травматизма, его предупреждению, а также использование материалов исследований в учебном процессе в НГАУ при изучении студентами и слушателями ИДПО вопросов охраны труда.

При исследовании уровня производственного травматизма в Новосибирской области использовались соответствующие материалы данных территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Новосибирской области, Государственной инспекции труда и материалы Министерства труда, занятости и трудовых ресурсов Новосибирской области [8, 9].

За период 2009—2013 гг., по данным Государственной инспекции труда, в Новосибирской области численность пострадавших на производстве составила



881 человек, из них 667 человек получили тяжелые травмы и 214 человек погибли, в том числе в сельском хозяйстве погибло 27 человек. В Новосибирской области численность пострадавших на производстве с утратой трудоспособности на 1 рабочий день и более и со смертельным исходом в 2013 г. составило 768 человек, в том числе 237 женщин (30,9 %), со смертельным исходом — 2 человека. За 2013 г. численность пострадавших снизилась на 21 человека по сравнению с предыдущим годом. Вместе с тем количество пострадавших женщин увеличилось на 5 человек.

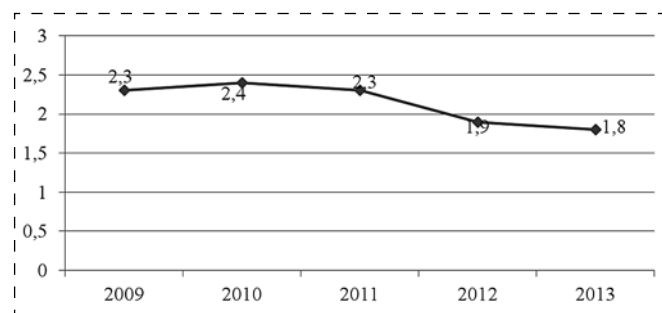
Относительный показатель — коэффициент частоты производственного травматизма снизился и составил 1,8 человека в расчете на 1000 работающих (см. рисунок), что является наименьшим показателем за весь период наблюдения.

В сельском хозяйстве этот показатель значительно выше и составил 3,2 человека (2012 г.), 3,0 (2013 г.). Необходимо отметить, что за 2013 г. показатель частоты производственного травматизма со смертельным исходом в 1,1 раза меньше, чем в среднем по Российской Федерации. Число человеко-дней нетрудоспособности пострадавших на производстве уменьшались, и в 2013 г. составило 33 445 дней. Вместе с тем в 2013 г. средний период нетрудоспособности возрос и составил 43,9 дн.

Доминирующей причиной нарушения требований безопасности труда как со стороны работодателей, так и со стороны работников является человеческий фактор.

Многолетний анализ производственного травматизма показал, что более половины случаев происходит по причинам, не требующим значительных материальных затрат. Так, в 2013 г., 73,1 % случаев вызваны типичными управляемыми причинами организационного характера:

- неудовлетворительная организация производства работ — 31 %;
- нарушение работниками трудового распорядка и дисциплины труда — 10,7 %;
- нарушение технологического процесса и недостатки в организации и проведении подготовки работников по охране труда — 10 %;
- неудовлетворительное содержание и недостатки в организации рабочих мест — 4 %;



Динамика частоты производственного травматизма по годам (человек на 1000 работающих)

- эксплуатация неисправных машин, механизмов и оборудования — 3,4 %.

Наиболее травмоопасными отраслями остаются строительство, промышленность, сельское хозяйство, транспорт, где происходит более 80 % несчастных случаев со смертельным исходом [10]. Однако число погибших в организациях сельского хозяйства снизилось с 8 (2009 г.) до 2 человек (2013 г.). Анализ типологии происшедших в организациях области несчастных случаев с тяжелыми последствиями свидетельствует, что:

- 42 % (62 работника) пострадали в результате падения с высоты;
- 26,3 % (39 работников) — от воздействия движущихся, разлетающихся, вращающихся деталей машин и механизмов;
- 6,7 % (10 работников) — от падений, обрушений, обвалов предметов, материалов, земли;
- 6 % (9 работников) — в результате дорожно-транспортных происшествий;
- 4,7 % (7 работников) — в результате противоправных действий других лиц;
- 2,7 % (4 работника) — при воздействии электрического тока.

В абсолютном большинстве случаев лицами, допустившими нарушение законодательных и иных нормативных правовых и локальных актов, по материалам расследований оказались мастера, бригадиры, прорабы (27,7 %), руководители организации (19,6 %), руководители структурных подразделений (12,2 %). В 2013 г. увеличилось количество несчастных случаев по вине работников с 14,2 % в 2012 году до 18,2 %, что является самым высоким показателем за весь период наблюдения. Это свидетельствует о недостаточной степени ответственности работодателей за соблюдение действующего законодательства в сфере охраны труда, а также о халатном отношении самих работников к собственной безопасности.

Анализ производственного травматизма в территориальном разрезе показал, что у работников организаций Кыштовского, Чистоозерного и Чулымского районов не зарегистрировано ни одного случая производственного травматизма.

Значительное снижение численности пострадавших при несчастных случаях на производстве в расчете на 1000 работающих отмечено в Болотнинском с 3,8 до 1,4 человек, Сузунском с 3,7 до 1,4 человек, Здвинском с 2,9 до 1,0 человек, Доволенском с 3,5 до 1,7 человек и Карасукском с 3,7 до 1,9 человек районах.

Вместе с тем, произошло увеличение численности пострадавших в Баганском с 1,1 до 2,7 человек, Венгеровском с 1,4 до 2,0 человек, Искитимском с 3,0 до 4,0 человек, Коченевском с 1,9 до 2,3 человек, Кочковском с 0,8 до 2,0 человек, Краснозерском с 3,1 до 5,0 человек, Куйбышевском с 1,0 до 1,4 человек, Маслянинском с 3,2 до 3,4 человек,

Мошковском с 2,4 до 2,7 человек, Черепановском с 3,2 до 4,3 человек районах и городе Новосибирске с 1,5 до 1,6 человек. Самый высокий уровень производственного травматизма — 6,6 человек на 1000 работающих остается в Ордынском районе.

Наихудшие показатели по численности пострадавших со смертельным исходом зарегистрированы в районах г. Новосибирска (19 человек), Тогучинском (3 человека) и Искитимском (2 человека) районах. По одному случаю — в Барабинском, Карасукском, Мошковском, Новосибирском, Усть-Таркском, Чановском районах.

Производственный травматизм зачастую является причиной инвалидности, сокращая численность трудоспособных граждан. По данным Главного бюро Федеральную государственную службу медико-социальной экспертизы по Новосибирской области, уровень инвалидизации вследствие трудового увечья и профессиональных заболеваний в 2013 г. снизился на 21 %, первично признан инвалидом 101 человек (в 2012 г. — 128 человек), из них по причине производственного травматизма — 71 человек (в 2012 г. — 93 человека).

Одной из причин несчастных случаев на производстве являются недостатки в организации и проведении подготовки работников по охране труда. В 2013 г. по этой причине пострадало 15 человек (10 %) от всех происшедших несчастных случаев на производстве.

В 2013 г. продолжилась реализация комплекса мероприятий, направленных на повышение уровня знаний и информированности граждан в сфере трудового законодательства. Общая численность работников организаций, прошедших обучение по охране труда в 2013 г., составила 18 260 человек. В 2013 г. в сравнении с предыдущим годом увеличилось количество обученных в сельском хозяйстве с 722 до 1056 человек (с 4 до 5,8 %).

### Выводы

В Новосибирской области наблюдается ежегодное снижение уровня производственного травматизма, что свидетельствует о повышении эффективности профилактических мер, реализуемых на предприятиях Новосибирской области. Снижение уровня производственного травматизма в сельском хозяйстве объясняется снижением уровня производства и уменьшением количества работающих, так как за последние годы снизились поголовье крупного рогатого скота, посевные площади, многие технологические процессы не выполняются, уменьшилось производство трудоемких культур.

В целях совершенствования государственного управления охраной труда, профилактики производственного травматизма, в соответствии с Программой мер по демографическому развитию

Новосибирской области на 2008—2025 гг., в 2014 г. на территории области с участием всех заинтересованных сторон реализуется ведомственная целевая программа "Улучшения условий и охраны труда в Новосибирской области на 2012—2014 годы". Основной целью программы является улучшение условий и охраны труда, направленных на сохранение жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности.

Таким образом, после проведения анализа производственного травматизма в Новосибирской области предлагаются перечисленные ниже мероприятия.

1. Рекомендовать профсоюзным организациям усилить пропаганду культуры охраны труда среди работников организаций.

2. Совершенствовать технологические процессы.

3. Рекомендовать работодателям организаций области:

— информировать работников о состоянии условий труда и степени риска повреждения здоровья;

— своевременно проводить специальную оценку условий труда;

— своевременно и в полном объеме проводить обучение и проверку знаний требований охраны труда работников организации; усилить контроль за проведением инструктажей на рабочих местах;

— обеспечивать работников сертифицированными новейшими средствами индивидуальной защиты в соответствии с типовыми нормами выдачи, осуществлять подбор эффективных средств индивидуальной защиты;

— активнее использовать возможность финансирования предупредительных мер по сокращению производственного травматизма работников и санаторно-курортного лечения работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными производственными факторами;

— своевременно направлять работников на периодические медицинские осмотры.

4. Обязательное наличие штатного инженера по охране труда для предприятий с численностью более 50 человек (ст. 217 ТК РФ).

5. В каждом предприятии организовать кабинет охраны труда, а в подразделениях — уголки техники безопасности. На их базе наглядно прививать рабочим навыки безопасных приемов работы.

6. Ежемесячно проводить "День охраны труда".

7. Своевременный контроль за исправностью машин и оборудования.

Поэтому формирование культуры труда, культуры безопасности, обучение, приобретение компетенций в области безопасности жизнедеятельности являются важнейшими инструментами улучшения состояния охраны труда. Деятельность в сфере охраны труда должна быть направлена на организацию воспитания всех участников трудового



процесса, обязательное соблюдение требований охраны труда со стороны работодателя и работника, повышение информированности работника о степени профессионального риска, которому он подвергается в процессе труда, и на усиление его личной ответственности за безопасность своего труда.

Производственный травматизм подрывает конкурентоспособность предприятия, отрицательно сказывается на его имидже и морально-, психологическом климате в коллективе, а высокие показатели безопасной производственной деятельности свидетельствуют об успешном бизнесе. Труд может вызвать огромное творческое вдохновение, ощущение радости, глубокое удовлетворение от его результатов только на тех предприятиях, где забота о здоровье человека будет не только делом государственной важности, но и элементом конкуренции работодателей в вопросе привлечения кадров.

#### Список литературы

1. **Родин В. Е.** О путях снижения профессиональных заболеваний и производственного травматизма // *Безопасность жизнедеятельности*. — 2010. — № 1. — С. 10—11.

2. **Гальянов И. В., Студенникова Н. С.** О необходимости и некоторых проблемах выполнения анализа травматизма в сельском хозяйстве // *Безопасность жизнедеятельности*. — 2010. — № 6. — С. 2—4.
3. **Раздорозный А. А.** *Безопасность производственной деятельности: Учебное пособие*. — М.: ИНФРА-М, 2008. — 208 с.
4. **Елин А. М.** Работа с персоналом как основа производственного травматизма и профессиональных заболеваний // *Безопасность жизнедеятельности*. — 2011. — № 3. — С. 2—5.
5. **Збышко Б., Минжурова Е.** Производственный травматизм // *Законность*. — 2007. — № 6. — С. 49—51.
6. **Федорова Е. В., Боровкова А. М., Фесенко М. А.** Производственный травматизм и охрана труда работающих // *Вестник МЭИ*. — 2006. — № 4. — С. 93—95.
7. **Кудрин В. А., Овечкина Ж. В., Дюкарева Г. М., Кантаев С. Н.** Медико-социальные проблемы травматизма на железнодорожном транспорте // *Актуальные проблемы транспортной медицины*. — 2005. — № 2. — С. 60—66.
8. **Доклад** о состоянии условий и охраны труда на территории Новосибирской области в 2013 году. — Новосибирск, 2014. — 24 с.
9. **Доклад** о состоянии условий и охраны труда на территории Новосибирской области в 2012 году. — Новосибирск, 2013. — 19 с.
10. **Тургиев А. К.** *Охрана труда в сельском хозяйстве: Учебное пособие для студентов среднего профессионального образования*. — М.: ИЦ Академия, 2012. — 256 с.

**E. L. Dzyu**<sup>1</sup>, Associate Professor, e-mail: dzyu.e@mail.ru, **N. N. Podzorova**<sup>1</sup>, Associate Professor, **A. S. Kosov**<sup>2</sup>, State Inspector at Protection of Labour, **L. A. Ovchinnikova**<sup>1</sup>, Associate Professor, <sup>1</sup> Novosibirsk State Agrarian University  
<sup>2</sup> State Inspection of Labour in the Novosibirsk Area, Novosibirsk

## Analysis of the State of Productive Traumatism of Novosibirsk Area for Period 2009—2013 Years

*A study of level of productive traumatism is undertaken for period with 2009—2013. Research envisaged development of recommendations on the decline of level of traumatism, his warning, and similarly the use of materials of researches in an educational process in Novosibirsk state agrarian university at a study by students and listeners of questions of labour protection. At research of level of productive traumatism in the Novosibirsk area corresponding materials of data of territorial organ of Federal service of state statistics on the Novosibirsk area, State inspection of labour were used and materials of Ministry of labour, employment and labour resources of the Novosibirsk area. There is an annual decline of level of productive traumatism in the Novosibirsk area, that testifies to the increase to efficiency of the prophylactic measures realized on the enterprises of the Novosibirsk area. The decline of level of productive traumatism in agriculture is explained by the decline of level of production and reduction of amount of working. The population of cattle, sowing areas, went down in the last few years, many technological processes are not executed, the production of labour intensive diminished.*

**Keywords:** productive traumatism, period of disability, safety of labour, mortal end, relative index, agriculture, man-days, disability, dynamics of traumatism, trauma dangerous industry

#### References

1. **Rodin V. E.** O putjah snizhenija professional'nyh zaboljevanij i proizvodstvennogo travmatizma. *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*. 2010. N. 1. P. 10—11.
2. **Gal'janov I. V., Studennikova N. S.** O neobchodimosti i nekotoryh problemah vypolnenija analiza travmatizma v sel'skom hozjajstve. *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*. 2010. N. 6. P. 2—4.
3. **Razdorozhnyj A. A.** *Bezopasnost' proizvodstvennoj dejatel'nosti: Ucheb. posobie*. — M.: INFRA-M, 2008. — 208 s.
4. **Elin A. M.** Rabota s personalom kak osnova proizvodstvennogo travmatizma i professional'nyh zaboljevanij. *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*. 2011. N. 3. P. 2—5.
5. **Zbyshko B., Minzhurova E.** *Proizvodstvennyj travmatizm. Zakonnost'*. 2007. N. 6. P. 49—51.

6. **Fedorova E. V., Borovkova A. M., Fesenko M. A.** *Proizvodstvennyj travmatizm i ohrana truda rabotajushchih. Vestnik MJEI*. 2006. N. 4. — P. 93—95.
7. **Kudrin V. A., Ovechkina Zh. V., Djukareva G. M., Kantaeв S. N.** Mediko-social'nye problem travmatizma na zheleznodorozhnom transporte. *Aktual'nye problem transportnoj mediciny*. 2005. N. 2. P. 60—66.
8. **Doklad** o sostojanii uslovij i ohrany truda na territorii Novosibirskoj oblasti v 2013 godu. Novosibirsk, 2014. 24 p.
9. **Doklad** o sostojanii uslovij i ohrany truda na territorii Novosibirskoj oblasti v 2012 godu. Novosibirsk, 2013. 19 p.
10. **Turgiev A. K.** *Ohranatruda v sel'skom hozjajstve: Uchebnoe posobie dlja studentov srednego professional'nogo obrazovaniya*. M.: IC Akademija, 2012. 256 p.

УДК 628.54: 628.33

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

## Очистка сточных вод мясокомбината

*Рассмотрены проблемы очистки сточных вод мясокомбината, касающиеся разделения потоков, которые поступают на биологические очистные сооружения без очистки, и другие, которые подвергаются предварительной очистке. Предложена технологическая схема очистки сточных вод мясокомбината, включающая механическую, биологическую очистку, стадию доочистки и сгущения осадков. Разработаны схемы локальной очистки стоков скотоубойного пункта, цеха шубных овчин и зверофермы, сочетающие в себе процессы отстаивания и флотации. Эффективность предложенных технологий подтверждена полученными экспериментальными данными.*

**Ключевые слова:** очистка сточных вод, мясокомбинат, биологическая очистка, активный ил, флотационная жироловушка, жиры, взвешенные вещества, флотация, отстаивание, фильтрование, флоатоотстойник

С развитием мясомолочного направления в сельском хозяйстве РФ обострилась проблема очистки сточных вод мясомолочных комплексов [1–5]. При решении этой проблемы на первой стадии возникает задача классификации стоков, заключающаяся в разделении тех сточных вод, которые могут быть направлены на биологические очистные сооружения без очистки, а другие потоки могут быть подвергнуты предварительной очистке. Согласно этому сточные воды, поступающие от различных объектов, в зависимости от степени загрязненности проходят предварительную (локальную) очистку или поступают без очистки непосредственно на биологические очистные сооружения (рис. 1). Предварительную локальную очистку проходят сточные воды, образующиеся в скотоубойном пункте, в цехе шубных овчин, звероферме, котельной. Хозяйственно-бытовые сточные воды, стоки пивзавода, станции биоочистки поступают непосредственно на биологические очистные сооружения.

Допустимые концентрации загрязняющих веществ в сточных водах мясокомбината, допущенных к сбросу в централизованную систему водоотведения, принимаются в соответствии с постановлением Правительства РФ № 644 [6].

Сточные воды от указанных выше объектов поступают в приемную камеру 1 с решеткой дробилкой (РД-200) (рис. 2). Далее сточная вода с помощью насоса подается во флоатоотстойник колонный 2, который одновременно выполняет роль усреднителя стоков. При этом происходит насыщение сточных вод кислородом, что позволяет

интенсифицировать процесс дальнейшей биоочистки, который осуществляется в типовых установках КУ-200 3, состоящих из аэрационного блока и вторичного отстойника. Сточная вода из установок КУ-200 поступает в блок доочистки, состоящий из флотатора 4, каркасно-засыпного фильтра 5 и биопруда 9.

Для смешения с хлором очищенная сточная вода поступает под напором в контактный резервуар, оборудованный системой струйной аэрации. При этом коэффициент эжекции атмосферного воздуха, засасываемого водой, составляет 0,6...0,8, что обеспечивает интенсивное перемешивание и насыщение воды кислородом перед сбросом ее в реку.

Избыточный активный ил из установки 3 поступает в сатуратор 7 и далее — в напорный флотатор 8 для сгущения до концентрации 3...4 % абсолютно сухих веществ. При этом пенный продукт поступает самотеком в пеноотстойник, где в течение 1,0...1,5 ч при температуре 60 °С происходят разрушение пены и тепловая обработка микробной биомассы. Далее сгущенный продукт насосом подается на иловые площадки для дальнейшего обезвоживания. После подсушки избыточный активный ил выводится на поля, где компостируется по ускоренной технологии с использованием микрофлоры или специально добавляемых в компост червей.

Для очистки жиросодержащих сточных вод скотоубойного пункта разработана технологическая схема, приведенная на рис. 3. Жиросодержащие сточные воды скотоубойного пункта

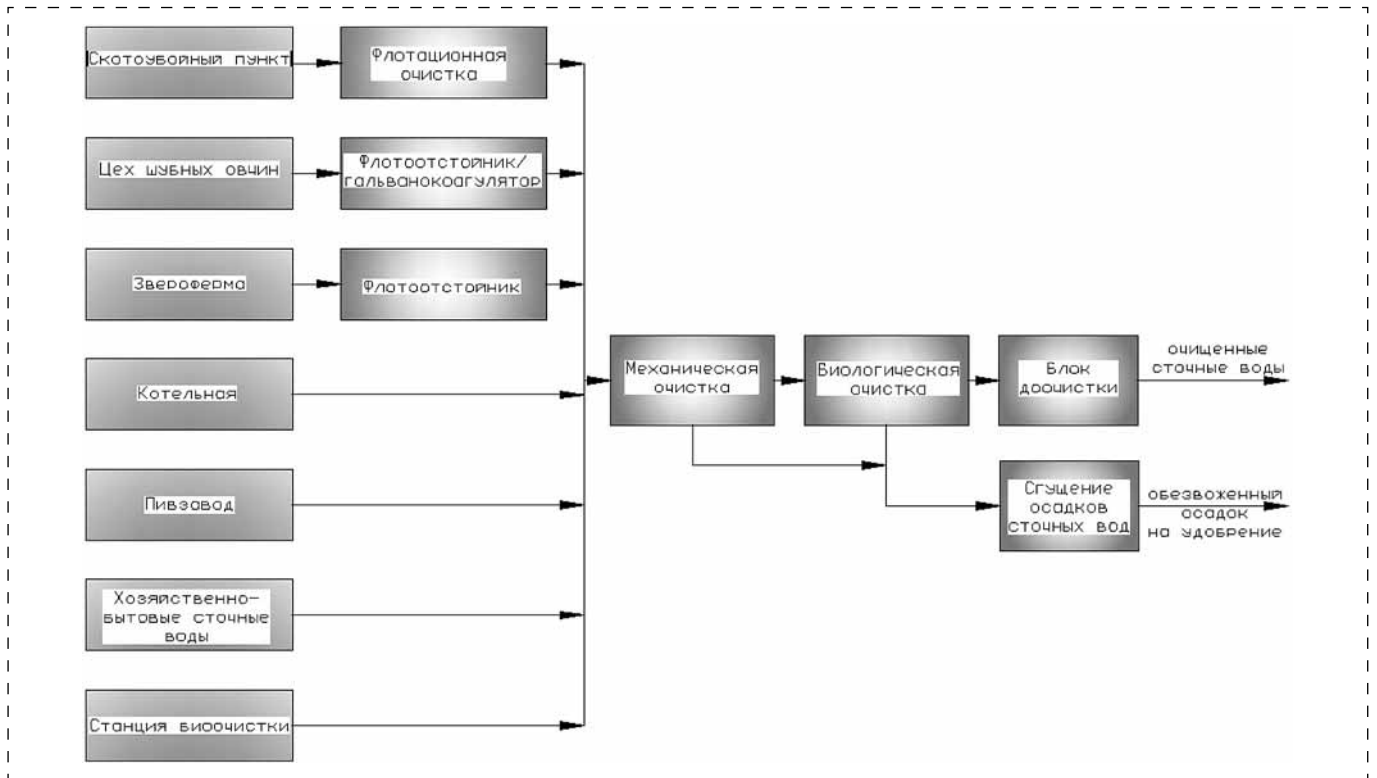


Рис. 1. Принципиальная технологическая схема очистки сточных вод мясокомбината

направляют в канализационно-насосную станцию (КНС) 1. Из КНС частично отстаившиеся сточные воды при помощи насоса 2 направляют в камеры предварительного фильтрования 3 для задержания крупных взвешенных частиц размером более 2...5 мм, в том числе мелких кусочков мяса, которые в виде осадка собирают в сборник 4.

Образовавшийся в водах КНС поверхностный слой всплывшего жира с помощью насоса 2 подают в сборник 6, откуда жиромасса удаляется по мере накопления. При этом в КНС задерживается до 50 % жира и 20...25 % взвешенных веществ.

После фильтрования в камерах 3 очищаемые сточные воды подают во флотационные жиролоушки 5, представляющие собой механические

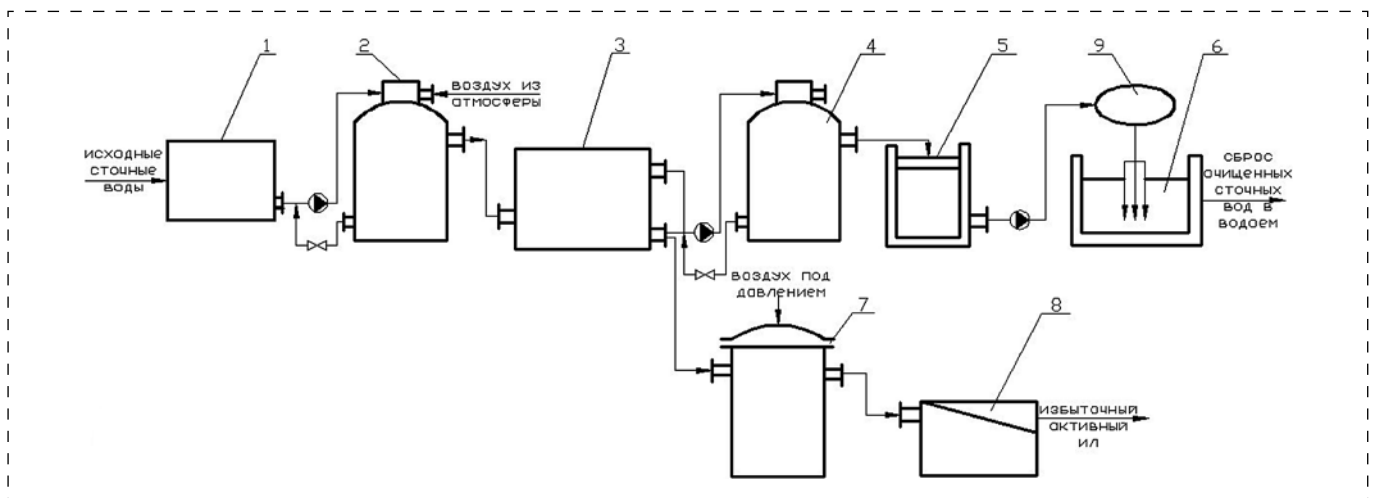
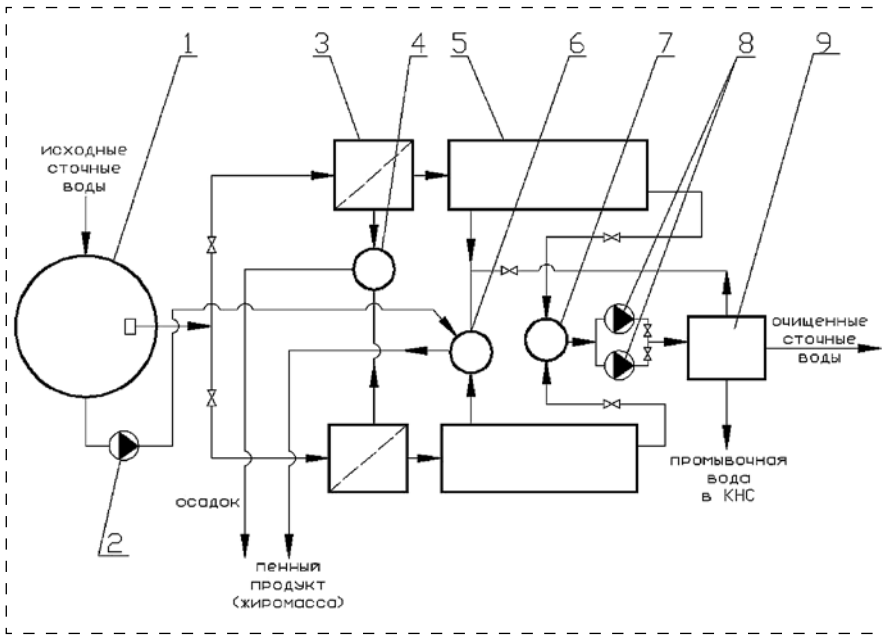


Рис. 2. Аппаратурно-технологическая схема очистки сточных вод мясокомбината:

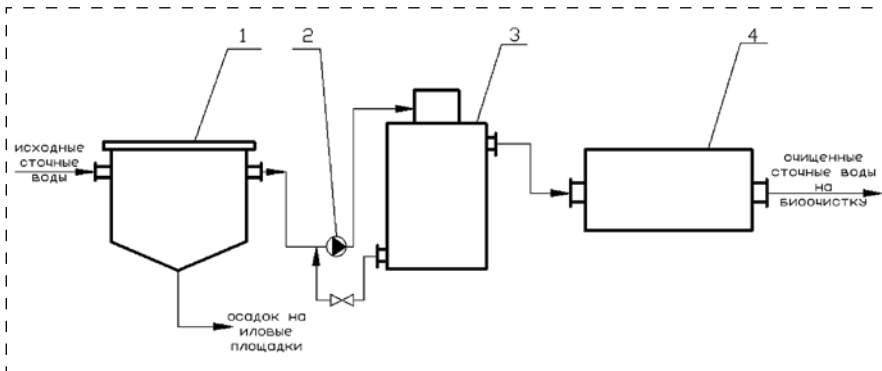
1 — приемная камера; 2, 4 — флотоотстойник колонный; 3 — установка основной очистки КУ-200; 5 — фильтр каркасно-засыпной; 6 — контактный резервуар; 7 — сатуратор; 8 — напорный флотатор; 9 — биопруд





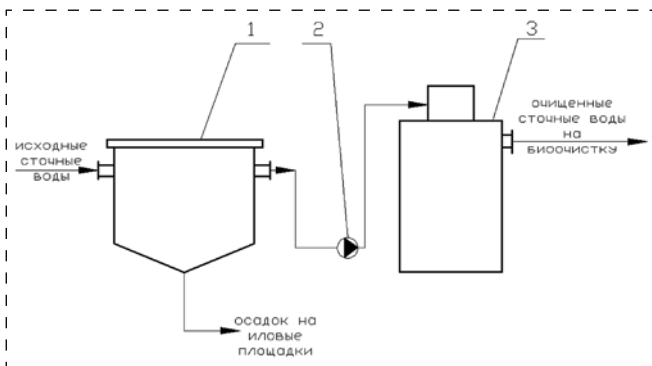
**Рис. 3. Принципиальная технологическая схема очистки жиросодержащих сточных вод скотобойного пункта:**

1 — канализационно-насосная станция; 2 — насос; 3 — камера предварительного фильтрования; 4 — сборник осадка; 5 — флотационная жироловушка (флотомашина ФМ-02); 6 — сборник пенного продукта; 7 — сборник осветленной жидкости; 8 — насосы; 9 — флотоколонна



**Рис. 4. Аппаратурно-технологическая схема локальной очистки сточных вод цеха шубных овчин:**

1 — отстойник; 2 — насос; 3 — колонна флотационная; 4 — гальванокоагулятор



**Рис. 5. Технологическая схема локальной очистки сточных вод зверофермы:**

1 — отстойник; 2 — насос; 3 — колонна флотационная

флотомашин типа ФМ-0,2, в которых происходит извлечение жира на 80...90 % от значения его концентрации в исходных сточных водах и на 40...60 % взвешенных веществ при времени нахождения сточных вод в камере флотомашин ФМ-02 15...20 мин. Извлекаемые в пену образующиеся при флотации частицы жира и взвешенных веществ в виде жиромассы с влажностью 85...95 % поступают в сборник пенного продукта 6. По мере накопления жиромасса выводится и направляется на переработку.

Осветленная вода из флотационной жироловушки поступает в сборник осветленной жидкости 7 и далее с помощью насосов 8 поступает на доочистку во флотоколонну 9, в которой содержание жира и взвешенных веществ уменьшается до требуемых значений.

Для очистки сточных вод цеха шубных овчин предлагается технологическая схема, приведенная на рис. 4. Сточные воды, образующиеся в цехе шубных овчин, направляют на локальную очистку, которая включает три стадии. На первой стадии стоки отстаиваются в отстойнике 1 со временем пребывания 2 ч, а затем осветленную жидкость флотируют во флотационной колонне 3. При этом удаляются как легко оседающие вещества, так и склонные к флотации, в частности жиры. Очистку от тяжелых металлов, в частности от хрома, проводят в гальванокоагуляторе 4 со временем пребывания 1 ч. Загрузкой в гальванокоагуляторе является уголь и железные опилки. Предварительно очищенные сточные воды направляют на биоочистку, а осадок из отстойника откачивают на иловые площадки.

Для очистки сточных вод зверофермы разработана достаточно простая схема локальной очистки сточных вод (рис. 5). Сточные воды, образующиеся на звероферме, направляются на предварительную очистку, включающую две стадии — отстаивание и флотацию. На первой стадии сточные воды осветляются в отстойнике 1 со временем



Таблица 1

**Результаты очистки  
производственных сточных вод мясокомбината**

Показатели	Значения показателей, мг/л			Норматив, мг/л [6]
	До очистки	После очистки	После доочистки	
БПК <sub>5</sub>	640	15,0	3,0	300
Взвешенные вещества	730	20,0	4,1	300
Сульфаты	17	12	10	300
ПАВ	3,78	0,76	0,03	10
Азот аммонийных солей	6,54	2,38	0,32	50
Жиры	175	80	31	50

пребывания 2 ч, а на второй стадии — флотируют во флотационной колонне 3 со временем пребывания 20—30 мин.

Предварительно очищенные сточные воды поступают на биоочистку. Осадок из отстойников откачивают на иловые площадки.

Таблица 2

**Результаты очистки  
поверхностных (ливневых) сточных вод мясокомбината**

Показатели	Значения показателей, мг/л		Норматив [6], мг/л
	До очистки	После очистки	
Взвешенные вещества	380	95	300
Нефтепродукты	68	0,3	0,5

Результаты экспериментальных исследований приведены в табл. 1, 2.

Очистку поверхностных (ливневых) сточных вод мясокомбината проводили по технологии, разработанной ранее [7].

Анализ представленных в табл. 1, 2 данных показывает, что предложенные технические решения позволяют достигать установленных нормативов [6].

### Выводы

1. Разработаны новые технологические решения по очистке сточных вод мясокомбината с учетом их раздельной очистки.
2. Предложенные решения отличаются высокой эффективностью и доступностью использования.
3. Указанные решения проверены в опытно-промышленных условиях.

### Список литературы

1. Яковлев С. В., Карелин Я. А., Ласков Ю. М., Воронцов Ю. В. Водоотводящие системы промышленных предприятий. — М.: Стройиздат, 1990. — 511 с.
2. Ксенофонтов Б. С., Козодаев А. С., Таранов Р. А., Иванов М. В., Петрова Е. В., Балина А. А., Виноградов М. С., Сазонов Д. В. Очистка сточных вод предприятий пищевой промышленности от поверхностно-активных веществ и жиров флотацией // Экология и промышленность России. — 2013. — № 11. — С. 4—7.
3. Ксенофонтов Б. С., Козодаев А. С., Таранов Р. А., Виноградов М. С., Петрова Е. В., Воропаева А. А. Интенсификация очистки жиродержащих сточных вод // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. — 2014. — № 6 (78). — С. 30—35.
4. Ксенофонтов Б. С., Козодаев А. С., Таранов Р. А., Иванов М. В., Петрова Е. В., Виноградов М. С., Воропаева А. А. Разработка и применение флотокомбайнов для очистки сточных вод // Безопасность жизнедеятельности. — 2014. — № 7. — С. 21—25.
5. Ксенофонтов Б. С., Козодаев А. С., Таранов Р. А., Балина А. А. Интенсификация очистки жиро- и нефтесодержащих сточных вод агропромышленных предприятий // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. — 2013. — № 7 (67). — С. 30—34.
6. Постановление Правительства РФ от 29.07.2013 № 644 (ред. от 05.01.2015) "Об утверждении Правил холодного водоснабжения и водоотведения и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации".
7. Ксенофонтов Б. С. Флотационная обработка воды, отходов и почвы. — М.: Новые технологии, 2010. — 270 с.

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

## Wastewater in Meat Plant

*The problems of meat plant wastewater treatment related to the division of flows that are fed to the biological treatment without treatment, and others with pre-cleaning are considered. The process of meat plant wastewater treatment, including mechanical, biological treatment, post-treatment stage and sludge thickening is offered.*

*The schemes of the local wastewater treatment of slaughterhouse, sheepskin and fur farms, combining processes sedimentation and flotation are developed. The effectiveness of the proposed techniques confirmed by the experimental data.*

**Keywords:** wastewater treatment, meat plant, biological treatment, activated sludge, flotation, fats, suspended solids, flotation grease trap, sedimentation, filtration, flotation settler

### References

1. **Jakovlev S. V., Karelin Ja. A., Laskov Ju. M., Voronov Ju. V.** Vodootvodjashhie sistemy promyshlennyh predpriyatij. M.: Strojizdat, 1990. 511 p.
2. **Ksenofontov B. S., Kozodaev A. S., Taranov R. A., Ivanov M. V., Petrova E. V., Balina A. A., Vinogradov M. S., Sazonov D. V.** Ochistka stochnyh vod predpriyatij pishhevoj promyshlennosti ot poverhnostno-aktivnyh veshhestv i zhirov flotacij. *Jekologija i promyshlennost' Rossii*. 2013. N. 11. P. 4–7.
3. **Ksenofontov B. S., Kozodaev A. S., Taranov R. A., Vinogradov M. S., Petrova E. V., Voropaeva A. A.** Intensifikacija ochistki zhirosoderzhashhih stochnyh vod. *Vodoochistka. Vodopodgotovka. Vodosnabzhenie*. 2014. N. 6 (78). P. 30–35.
4. **Ksenofontov B. S., Kozodaev A. S., Taranov R. A., Ivanov M. V., Petrova E. V., Vinogradov M. S., Voropaeva A. A.** Razrabotka i primenenie flotokombajnov dlja ochistki stochnyh vod. *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*. 2014. N. 7. P. 21–25.
5. **Ksenofontov B. S., Kozodaev A. S., Taranov R. A., Balina A. A.** Intensifikacija ochistki zhiro- i neftesoderzhashhih stochnyh vod agropromyshlennyh predpriyatij. *Vodoochistka. Vodopodgotovka. Vodosnabzhenie*. 2013. N. 7 (67). P. 30–34.
6. **Postanovlenie** Pravitel'stva RF ot 29.07.2013 N. 644 (red. ot 05.01.2015) "Ob utverzhenii Pravil holodnogo vodosnabzhenija i vodootvedenija i o vnesenii izmenenij v nekotorye akty Pravitel'stva Rossijskoj Federacii".
7. **Ksenofontov B. S.** Flotacionnaja obrabotka vody, othodov i pochvy. M.: Novye tehnologii, 2010. 270 p.

УДК 543.27.8

**О. В. Алексашина**, канд. техн. наук, доц. кафедры, e-mail: Svirukova@yandex.ru, Институт инженерной экологии и химического машиностроения Московского государственного машиностроительного университета

## Методы определения вредных примесей в воздухе производственных помещений

*Приведен обзор современного состояния проблемы контроля вредных примесей в воздухе производственных помещений, методов газового анализа и газоаналитического оборудования, дана их классификация, описаны достоинства и недостатки, принципы работы газоанализаторов.*

**Ключевые слова:** газовый анализ, газоанализаторы, рабочая зона, токсичные вещества, индикаторы, микроконцентрации, чувствительный элемент, избирательность, пробоподготовка, отбор проб

Производственная деятельность человека связана с использованием разнообразных природных ресурсов, в состав которых входит большое число химических элементов. По оценке Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), в практике используется порядка 500 тыс. химических соединений, из них около 40 тыс. обладают вредными для человека свойствами, а 12 тыс. являются токсичными.

В задачах охраны труда большинства промышленных предприятий основное место занимает вопрос контроля содержания тех или иных химических (как правило, токсичных) веществ в производственных помещениях. К веществам

в воздухе рабочей зоны, оказывающим токсическое действие на организм, относят диоксид азота (NO<sub>2</sub>), хлор (CL<sub>2</sub>), сероводород (H<sub>2</sub>S), водород хлористый (HCl), аммиак (NH<sub>3</sub>), озон (O<sub>3</sub>), диоксид серы (SO<sub>2</sub>) и др. [1].

Степень токсического воздействия зависит не только от концентрации вещества, но и от времени его воздействия. В связи с этим особую актуальность приобретает проблема автоматического контроля содержания малых количеств веществ в газовых выбросах и воздухе рабочей зоны. Так как производственная воздушная среда изменчива во времени и пространстве, при исследовании воздуха в производственном помещении нельзя



ограничиваться однократным определением в нем ядовитых или вредных для здоровья веществ. Заключение об анализе воздуха может быть сделано лишь на основе неоднократных определений пробы воздуха с учетом полученной средней концентрации, а также пределов ее колебаний. Применение методов, связанных с длительным отбором проб и последующим анализом, исключает также возможность своевременной сигнализации об опасных концентрациях токсического вещества в воздухе. Оптимальным решением вопроса быстрого определения содержания токсичных газов является применение автоматических газоанализаторов, устанавливаемых в зонах возможного выделения газов [2]. Необходимость определения малых концентраций вредного вещества в воздухе за короткий промежуток времени создает особые требования к автоматическим газоанализаторам. Газоанализатор, пригодный для решения указанных задач, должен отличаться высокой чувствительностью, точностью и избирательностью. Только в этом случае можно отбирать для анализа небольшие объемы воздуха и определять концентрации веществ, выделяющихся мгновенно, а также быстро решать вопрос о степени опасности и вредности условий, создавшихся в воздухе производственного помещения. Для решения этой проблемы наиболее перспективными являются автоматические газоанализаторы, принцип работы которых основан на фотоколориметрическом методе анализа.

Газовый анализ имеет первостепенное значение в производственных процессах многочисленных отраслей промышленности: в атомной и тепловой энергетике, металлургии черных и цветных металлов, специальной металлургии, коксохимическом производстве, газовой промышленности, нефтепереработке и нефтехимии. Газоизмерительный технический контроль рабочих зон в настоящее время необходим во всех отраслях промышленности. Везде, где нет специального персонала, осуществляющего газовый контроль, необходимо применение стационарных измерительных приборов или измерительных систем автоматического контроля. Эти приборы монтируются стационарно, определяют постоянные пункты контроля, и в случае аварии автоматически срабатывает система оповещения: подаются световые и/или звуковые сигналы тревоги, отключается производственное оборудование, включается вентиляция [3].

Обычные лабораторные методы анализа газов не могут удовлетворить потребности современного производства. Большинство технологических процессов требует быстрого анализа, непрерывного и автоматического контроля состава газовых

смесей, требует приборов, которые могли бы использоваться в системах автоматического регулирования [4].

Задачи, решаемые с помощью газового анализа, перечислены ниже.

— Контроль технологии производства газов и газовых смесей.

— Входной контроль состава газов и газовых смесей при их применении.

— Аналитическое обеспечение решения экологических и санитарных задач, а также задач поисковой геологии.

— Контроль степени и состава газового насыщения жидкостей различной природы и назначения.

— Контроль уровня и состава газосодержания твердых веществ и материалов при проведении научных исследований и в промышленных условиях.

Все эти задачи могут быть решены с помощью современных газоанализаторов. В подавляющем большинстве случаев задача анализа газа заключается в измерении концентрации одного определяемого компонента в сложной многокомпонентной газовой смеси. Такой анализ возможен только тогда, когда подлежащий определению компонент отличается от других компонентов газовой смеси, по крайней мере, каким-либо одним физико-химическим свойством, которое может быть использовано как измеряемая величина. Чем больше это отличие, тем точнее будет измерение, так как влияние свойств неопределяемых компонентов будет незначительным.

Газоанализаторы бывают ручного действия и автоматические. Среди первых наиболее распространены химические абсорбционные, в которых компоненты газовой смеси последовательно поглощаются различными реагентами.

Автоматические газоанализаторы измеряют какую-либо физическую или физико-химическую характеристику газовой смеси или ее отдельных компонентов [5]. По принципу действия они могут быть разделены на три основных группы.

1. Приборы, действие которых основано на физических методах анализа, включающих вспомогательные химические реакции. При помощи таких газоанализаторов определяют изменение объема или давления газовой смеси в результате химических реакций ее отдельных компонентов.

2. Приборы, действие которых основано на физических методах анализа, включающих вспомогательные физико-химические процессы (термохимические, электрохимические, фотоколориметрические и др.). Термохимические процессы основаны на измерении теплового эффекта реакции каталитического окисления (горения) газа.

Электрохимические — позволяют определять концентрацию газа в смеси по значению электрической проводимости электролита, поглотившего этот газ. Фотоколориметрические — основаны на изменении цвета определенных веществ при их реакции с анализируемым компонентом газовой смеси.

3. Приборы, действие которых основано на чисто физических методах анализа (термокондуктометрические, термомагнитные, оптические и др.). Термокондуктометрические основаны на измерении теплопроводности газов. Термомагнитные газоанализаторы применяют главным образом для определения концентрации кислорода, обладающего большой магнитной восприимчивостью. Оптические газоанализаторы основаны на измерении оптической плотности, спектров поглощения или спектров испускания газовой смеси.

Каждый из упомянутых приборов имеет свои плюсы и минусы. Наибольшее распространение получили электрохимические газоанализаторы как наиболее дешевые, универсальные и простые. Минусы данного прибора: невысокая избирательность и точность измерения; небольшой срок службы чувствительных элементов, подверженных влиянию агрессивных примесей.

Все приборы газового анализа также могут быть классифицированы [6]:

- по функциональным возможностям (индикаторы, течеискатели, сигнализаторы, газоанализаторы);
- по конструктивному исполнению (стационарные, переносные, портативные);
- по количеству измеряемых компонентов (однокомпонентные и многокомпонентные);
- по количеству каналов измерения (одноканальные и многоканальные);
- по назначению (для обеспечения безопасности работ, для контроля технологических процессов, для контроля промышленных выбросов, для контроля выхлопных газов автомобилей, для экологического контроля).

*Классификация по функциональным возможностям.*

1. Индикаторы — это приборы, которые дают качественную оценку газовой смеси по наличию контролируемого компонента (по принципу "много—мало"). Как правило, отображают информацию посредством линейки из нескольких точечных индикаторов. Горят все индикаторы — компонента много, горит один — мало. Сюда же можно отнести и течеискатели. При помощи течеискателей, снабженных зондом или пробоотборником, можно локализовать место утечки из трубопровода, например, газа-хладагента.

2. Сигнализаторы также дают весьма приближительную оценку концентрации контролируемого компонента, но при этом имеют один или несколько порогов сигнализации. При достижении концентрацией порогового значения срабатывают элементы сигнализации (оптические индикаторы, звуковые устройства, коммутируются контакты реле).

3. Вершина эволюции приборов газового анализа — это непосредственно газоанализаторы. Данные приборы не только дают количественную оценку концентрации измеряемого компонента с индикацией показаний (по объему или по массе), но и могут быть снабжены любыми вспомогательными функциями: пороговыми устройствами, выходными аналоговыми или цифровыми сигналами, принтерами и так далее.

*Классификация по конструктивному исполнению.*

Как и большинство контрольно-измерительных приборов, приборы газового анализа могут иметь разные массогабаритные показатели и режимы работы. Этими свойствами и обусловливается разделение приборов по исполнению. Тяжелые и громоздкие газоанализаторы, предназначенные, как правило, для длительной непрерывной работы, являются стационарными. Менее габаритные изделия, которые могут быть без особого труда перемещены с одного объекта на другой и достаточно просто запущены в работу, — переносные. Совсем маленькие и легкие — портативные.

*Классификация по количеству измеряемых компонентов.*

Газоанализаторы могут быть сконструированы для анализа сразу нескольких компонентов. Причем анализ может производиться как одновременно по всем компонентам, так и поочередно, в зависимости от конструктивных особенностей прибора.

*Классификация по количеству каналов измерения.*

Приборы газового анализа могут быть как одноканальными (один датчик или одна точка отбора пробы), так и многоканальными. Как правило, число каналов измерения на один прибор бывает от 1 до 16. Следует отметить, что современные модульные газоаналитические системы позволяют наращивать число каналов измерения практически до бесконечности. Измеряемые компоненты для разных каналов могут быть как одинаковыми, так и различными, в произвольном наборе. Для газоанализаторов с датчиком проточного типа (термокондуктометрические, термомагнитные, оптико-абсорбционные) задача многоточечного контроля решается при помощи специальных



вспомогательных устройств — газовых распределителей, которые обеспечивают поочередную подачу пробы к датчику из нескольких точек отбора.

#### *Классификация по назначению.*

Исходя из технических возможностей, сегодня, к сожалению, невозможно создать один универсальный газоанализатор, с помощью которого можно бы было решать все задачи газового анализа. Как невозможно, к примеру, сделать одну линейку для измерения и долей миллиметра, и десятков километров. А ведь газоанализатор — это многократно более сложный измерительный прибор, нежели линейка.

Контроль разных газов в разных диапазонах концентраций производится по-разному, посредством различных методов и способов измерения. Поэтому производителями конструируются и выпускаются приборы для решения конкретных задач измерения, основными из которых являются: контроль атмосферы рабочей зоны (безопасность); контроль промышленных выбросов (экология); контроль технологических процессов (технология); контроль загрязнения атмосферы жилой зоны (экология); контроль выхлопных газов автомобилей (экология и технология); контроль выдыхаемого человеком воздуха (алкоголь). Отдельно можно назвать контроль газов в воде и в других жидкостях [7].

Каждое из таких направлений имеет еще более специализированные группы приборов. Но если говорить в общем, то газоанализаторы можно разделить на три группы: 1) приборы для обеспечения безопасности; 2) приборы для контроля технологических процессов и промышленных выбросов; 3) приборы для контроля выхлопных газов ДВС.

При контроле технологических процессов и промышленных выбросов применяют стационарные газоанализаторы [8]. Основной задачей измерения концентрации газа является непрерывное, селективное и количественное обнаружение в любых газовых смесях определенного компонента и преобразование результата измерения в электрический стандартный сигнал. Этот сигнал может подвергаться дальнейшей обработке, такой как регистрация, управление, регулировка или расчет. Компоненты газа измеряются на основании различных химико-физических или физических законов. Под селективностью понимается специфическое измерительное определение соответствующего компонента в пробе газа без воздействия попутных газов.

Анализ газовых смесей с помощью непрерывно работающих измерительных инструментов является неотъемлемой частью промышленной измерительной техники. Использование непрерывно

работающих газоанализаторов делает возможным выявление тенденций, контроль, регулировку и/или балансировку технологических процессов. Для решения проблемы защиты окружающей среды обязательным является измерительное обнаружение газообразных эмиссий. Другие типичные области применения для непрерывно работающих газоанализаторов: теплоэнергетика; биоустановки; контроль туннелей; холодильные установки; фрукто- и овощехранилища; измерение степени чистоты.

Многообразие измерительных задач интересующих газовых компонентов, наряду с выбором принципа измерения и диапазона измерений, требует также учета соответствующих условий эксплуатации и окружающей среды. При проектировании измерительной системы следует учитывать условия эксплуатации (например, давление, температуру, влажность, загрязненность) и условия окружающей среды (температуру окружающей среды, агрессивную атмосферу, вибрацию, запыленность).

Точность и надежность газоанализатора во многом определяется выбором оборудования для взятия пробы газа и устройства для подготовки пробы газа. В редких случаях взятая и подлежащая анализу проба газа из-за производственных условий находится в состоянии, пригодном для газоанализаторов. Высокое содержание пыли или влаги, высокая точка росы, слишком высокое или слишком низкое давление, слишком высокая температура или примесные компоненты могут повлиять на результат измерения и пригодность анализаторов. Поэтому решающее значение для пригодности результатов анализа, проведенного анализатором, имеет компоновка установки для анализа измерения газа. Определение места взятия пробы газа, использование надлежащих принадлежностей и их правильное расположение являются важными предпосылками для бесперебойной работы при низких расходах на техническое обслуживание. Соответствующая задачам подготовка пробы газа является условием ее точного анализа.

#### **Список литературы**

1. **Свирюкова О. В.** Контроль воздуха промышленных предприятий фотоколориметрическими газоанализаторами [Электронный ресурс] // Технологии техноферной безопасности: интернет-журнал. — 2012. — Вып. 1 (41). — Февраль. — 8 с. — URL: <http://ipb.mos.ru/ttb> (дата обращения 22.04.2015).
2. **Перегуд Е. А., Гернет Е. В.** Химический анализ воздуха промышленных предприятий. — Л.: Химия, 1973. — 440 с.
3. **Горелик Д. О., Конопелько Л. А., Панков Э. Д.** Экологический мониторинг. Оптико-электронные приборы

- и системы. Учебник в 2-х томах. Т. 2. — СПб.: Изд-во "Крисмас +", 1998. — 592 с.
4. **Свирукова О. В., Панов И. В.** Оптические газоанализаторы на основе сорбционно-реагентного измерительного преобразования // Приборы. — 2009. — № 9 (111). — С. 28—30.
  5. **Свирукова О. В.** Ленточные фотоколориметрические газоанализаторы // Мир измерений. — 2012. — № 4. — С. 4—10.
  6. **Свирукова О. В., Рылов В. А., Латышенко К. П.** Фотоколориметрический метод анализа воздуха промышленных предприятий // Метрология. — 2012. — № 3. — С. 27—35.
  7. **Свирукова О. В., Латышенко К. П., Рылов В. А.** Перспективы совершенствования фотоколориметрических газоанализаторов // Известия МГТУ "МАМИ". — 2012. — Т. 4, № 2 (14). — С. 55—58.
  8. **Свирукова О. В.** Применение стационарных газоанализаторов при контроле технологических процессов и промышленных выбросов // Интеграция науки и образования в технических вузах нефтегазового профиля — фундамент подготовки специалистов будущего: сб. тр. межд. науч.-метод. конф. — Уфа: УГНТУ, 2012. — С. 196—198.

**O. V. Aleksashina**, Professor of Department, e-mail: svirukova@yandex.ru, Moscow state engineering University

## Methods for Determining of Harmful Impurities in the Air of Industrial Premises

*Control of air, gas analysis environments — multi-faceted tasks in the environmental field, in various industries and in research. For the protection of air from pollution requires systematic monitoring of its condition. Such control is possible only when there are methods that provide reliable determination of toxic substances (rather selective, sensitive, accurate, available and practical laboratories. Along with this, to obtain comparable results of the analysis it is necessary to use a specific method in the analysis of specific substances.*

*The article provides an overview of the present state of the problem of the control of harmful impurities in the air of industrial premises, methods of gas analysis and gas analysis equipment, their classification is given, described the advantages and disadvantages, principles of gas analyzers.*

**Keywords:** gas analysis, gas analyzers, working area, toxic elements, indicators, trace, the sensing element, selectivity, sample preparation, sampling

### References

1. **Svirjukova O. V.** Kontrol' vozduha promyshlennyh predpriyatij foto-kolorimetriceskimi gazoanalizatorami. *Tehnologii tehnosfernoj bezopasnosti: internet-zhurnal*. 2012. N. 1 (41). Fevral. 8 p. URL: <http://ipb.mos.ru/ttb> (data accessed 22.04.2015).
2. **Peregud E. A., Gernet E. V.** Himicheskij analiz vozduha promyshlennyh predpriyatij. L.: Himija, 1973. 440 p.
3. **Gorelik D. O., Konopel'ko L. A., Pankov Je. D.** Jekologicheskij monitoring. Optiko-jelektronnye pribory i sistemy. Uchebnik v 2-h tomah. V. 2. SPb.: Izd-vo "Krismas +", 1998. 592 p.
4. **Svirjukova O. V., Panov I. V.** Opticheskie gazoanalizatory na osnove sorbcionno-reagentnogo izmeritel'nogo preobrazovanija. *Pribory*. 2009. N. 9 (111). P. 28—30.
5. **Svirjukova, O. V.** Lentochnye fotokolorimetricheskie gazoanalizatory. *Mir izmerenij*. 2012. N. 4. P. 4—10.
6. **Svirjukova O. V., Rylov V. A., Latyshenko K. P.** Fotokolorimetriceskij metod analiza vozduha pro-myshlennyh predpriyatij. *Metrologija*. 2012. N. 3. P. 27—35.
7. **Svirjukova O. V., Latyshenko K. P., Rylov V. A.** Perspektivy sovershenstvovanija fotokolorimetricheskih gazoanalizatorov. *Izvestija MGTU "MAMI"*. 2012. V. 4, N. 2 (14). P. 55—58.
8. **Svirjukova O. V.** Primenenie stacionarnyh gazoanalizatorov pri kontrole tehnologicheskikh processov i promyshlennyh vybrosov. *Integracija nauki i obrazovanija v tehniceskikh vuzah neftegazovogo profila — fundament podgotovki specialistov budushhego: sb.tr. mezhd. nauch.-metod. konf.* Ufa: UGNTU, 2012. P. 196—198.



УДК 534.835.46

**В. В. Анисимов**<sup>1</sup>, канд. техн. наук, доц., **А. В. Вивчарь-Панюшкина**<sup>1</sup>, канд. геогр. наук, инж., **С. Ю. Ксандопуло**<sup>2</sup>, д-р техн. наук, проф., **В. Т. Панюшкин**<sup>1</sup>, д-р хим. наук, проф.,  
e-mail: panyushkin@chem.kubsu.ru

<sup>1</sup> Кубанский государственный университет, Краснодар,

<sup>2</sup> Кубанский государственный технологический университет, Краснодар

## Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха города Краснодара с использованием показателя суммарного загрязнения

*Предложена комплексная оценка загрязнения воздушной среды г. Краснодара с помощью показателя суммарного загрязнения и выявления вклада этого загрязнения в заболеваемость населения города.*

**Ключевые слова:** атмосферный воздух, показатель суммарного загрязнения

В современных биосоциотехнических системах (БСТС) одно из приоритетных мест по дозовому воздействию и возможным биологическим эффектам занимает качество атмосферного воздуха [1–4].

В Краснодарском крае в настоящее время развиваются агропромышленный, транспортный, курортно-рекреационный и туристский комплексы. Эти направления развития не только наделяют Кубань особым статусом курортного и туристического центра России, но и накладывают ответственность за поддержание статуса экологически чистого региона.

Как следует из данных работ [5, 6], исследованиями качества атмосферного воздуха в Краснодаре занимаются передвижные и стационарные экологические лаборатории контроля уровня загрязнения атмосферного воздуха муниципальной Службы по охране окружающей среды. Посты работают в автоматическом режиме, данные передаются на диспетчерский пункт в режиме реального времени, ведется наблюдение за 11 загрязнителями за период наблюдений. Средние концентрации загрязняющих веществ не превышали максимально разовые и среднесуточные показатели. Для определения уровня загрязнения атмосферного воздуха и для сравнения этого уровня с уровнем загрязнения воздуха в других городах РФ принято использовать индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) [1, 2]. Рассчитанный ИЗА для Краснодара составил 3,14, что соответствует низкому уровню загрязнения.

Несмотря на достаточно позитивную оценку загрязнения воздушной среды в городе, можно отметить растущую динамику загрязнения по годам

(рис. 1), а также рост экологически обусловленных групп заболеваний (рис. 2).

Одной из причин сложившейся ситуации может служить несовершенство используемого показателя загрязнения ИЗА, имеющего ряд существенных недостатков. Прежде всего это касается исходной

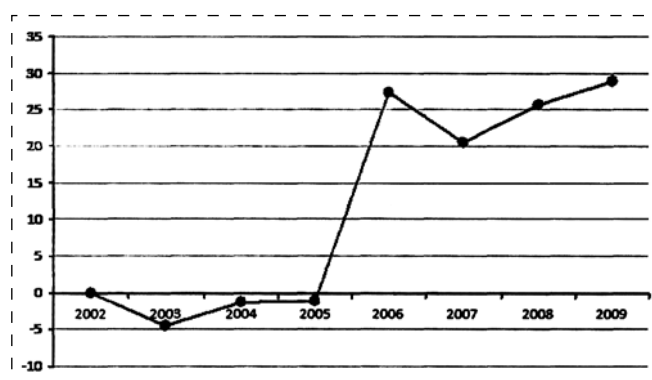


Рис. 1. Динамика выбросов загрязняющих веществ в Краснодарском крае (% по отношению к 2002 г.) [6]

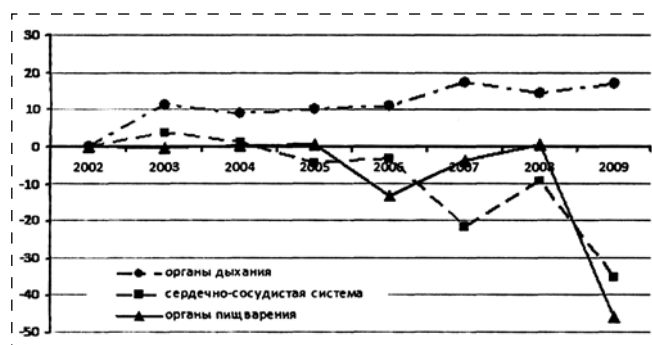


Рис. 2. Динамика общей заболеваемости взрослого населения Краснодарского края (% по отношению к 2002 г.) [5]



информации о загрязнениях среды для определения ИЗА, которая собирается на стационарных постах наблюдения, и как правило, в нее входит ограниченный перечень химических веществ. Поэтому многие из веществ, попавших в атмосферный воздух, остаются вне контроля. При принятии решения о количестве стационарных постов на город руководствуются соответствующими правилами, в которых на 100 тыс. населения положено устанавливать один стационарный пост наблюдения. Из-за достаточно больших затрат на организацию автоматических постов наблюдения такой норматив не выполняется. Это означает, что в крупных городах устанавливается небольшое количество постов, а мелкие города зачастую вообще лишены постов наблюдения. Последнее приводит к невозможности адекватно оценить уровень загрязнения атмосферного воздуха города и тем более выделить районы города с наибольшим загрязнением.

Кроме того, ИЗА рассчитывается для оценки уровня загрязнения одного города с целью его сравнения с уровнем загрязнения других городов, т. е. для составления своеобразного рейтинга загрязнения городов. Использовать ИЗА для установления связи загрязнения атмосферного воздуха города с уровнем заболеваемости населения не представляется возможным [4]. В результате нельзя применять ИЗА для планирования развития города, а также для определения уровня общих заболеваний у населения.

Еще одной причиной неточности оценки уровня загрязнения с помощью ИЗА является затрудненность отслеживания передвижных источников загрязнения. В настоящий момент выбросы в атмосферный воздух населенных пунктов Краснодарского края составляют более 600 тыс. т в год. Вклад автотранспорта в суммарный выброс загрязняющих веществ от передвижных и стационарных источников по краю в целом составляет более 80 % [5].

При установившейся тенденции роста количества автомобильного транспорта уже в ближайшие годы автомобилизация Краснодарского края превысит критический уровень — 300 автомобилей на одну тысячу жителей. Возрастающий статус Кубани как курортно-туристической зоны, проведение XXII Олимпийских зимних игр в 2014 г. в г. Сочи привлекают дополнительно большое количество туристов, многие из которых приезжают на отдых на собственном автотранспорте.

Автомобильный парк Краснодарского края насчитывает свыше 1,5 млн автомобилей, включая легковые автомобили индивидуальных владельцев. Несмотря на обновление подвижного состава автомобильного парка, срок его эксплуатации остается

значительным и составляет в специализированных автотранспортных организациях около 10 лет, а в отдельных организациях колеблется от 9 до 13 лет. Многие транспортные предприятия обновляют свой парк путем ввода в эксплуатацию автотранспортных средств зарубежного производства, большую часть которых (около 60 %) составляют автомобили со сроком эксплуатации более 10 лет.

Высокий уровень загрязнения воздушного бассейна урбанизированных территорий Краснодарского края, определяемый в основном выбросами от автотранспорта, подтверждают и данные результатов мониторинга атмосферного воздуха, осуществляемого органами Росгидромета и другими организациями в городах Краснодаре, Новороссийске, Туапсе, Армавире, Белореченске, а также в городе-курорте Сочи [5, 6].

По результатам многолетних наблюдений города Новороссийск и Краснодар, где проживает более 30 % городского населения края, систематически включают в приоритетный список городов России с высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха.

На основе сказанного выше можно отметить некоторое противоречие между оценкой уровня загрязнения различными мониторинговыми службами и уровнем медико-биологических показателей заболеваемости населения [6].

По мнению авторов, для решения сложившейся ситуации необходимо ввести применение альтернативных показателей оценки загрязнения воздушной среды и медико-биологического благополучия, которые позволят устанавливать связь между уровнем загрязнения атмосферного воздуха и заболеваемостью населения. Одним из таких показателей является показатель суммарного загрязнения  $P$ .

Далее рассмотрена предложенная авторами комплексная оценка загрязнения воздушной среды г. Краснодара с помощью показателя суммарного загрязнения  $P$  и выявление вклада этого загрязнения в заболеваемость населения города. Идеей оценки является приведение всех веществ, находящихся в атмосферном воздухе, к эквивалентному по силе действия веществу 3-го класса опасности.

Ниже изложена технология оценки загрязнения воздушной среды применительно к г. Краснодару. Оценка сделана на основе данных ежегодного отчета департамента охраны окружающей среды и рационального природопользования Краснодарского края [5].

Для случая одного вещества оценка степени опасности загрязнения воздуха проводится по кратности превышения ПДК этого вещества,



приведенной к кратности превышения ПДК вещества 3-го класса опасности.

$$K = C_{\text{ф}}/\text{ПДК}_{\text{сс}}, \quad (1)$$

где  $C_{\text{ф}}$  — среднегодовая фактическая концентрация вещества,  $\text{мг}/\text{м}^3$ ;  $\text{ПДК}_{\text{сс}}$  — среднесуточная ПДК вещества,  $\text{мг}/\text{м}^3$ .

Таблица 1

Показатели загрязнения воздуха для веществ 3-го класса опасности

Уровень загрязнения воздуха	Кратность превышения ПДК
Допустимый	<1
Слабый	>1...2
Умеренный	>2...4
Сильный	>4...8
Очень сильный $C_{\text{ф}}$	>8

Таблица 2

Примеры определения приведенной кратности превышения ПДК загрязняющих веществ в г. Краснодаре

Загрязняющее вещество	Класс опасности	ПДК <sub>сс</sub> , $\text{мг}/\text{м}^3$	$C_{\text{ф}}$ , $\text{мг}/\text{м}^3$	Кратность превышения ПДК, число раз	
				фактическая	приведенная
Взвешенные вещества (пыль)	3	0,15	0,2	1,3	1,3
Диоксид серы ( $\text{SO}_2$ )	3	0,05	0,002	0,04	—
Оксид углерода (CO)	4	3,0	2	0,66	—
Диоксид азота ( $\text{NO}_2$ )	2	0,04	0,03	0,75	—
Оксид азота (NO)	3	0,06	0,04	0,66	—
Сероводород ( $\text{H}_2\text{S}$ )	2	0,006	0,002	0,3	—
Фенол ( $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$ )	2	0,003	0,003	1	1
Формальдегид ( $\text{CH}_2\text{O}$ )	2	0,003	0,005	1,7	2,0
Бенз(а)пирен ( $10^{-3}$ мкг/ $\text{м}^3$ )	1	1	1,8	1,8	4,0

В качестве критерия для оценки степени загрязнения атмосферного воздуха использованы показатели [1] загрязнения воздуха для веществ 3-го класса опасности, представленные в табл. 1. Приведение кратности превышения ПДК веществ к кратности превышения ПДК вещества 3-го класса опасности по методике [2] представлено в табл. 2.

Расчет показателя суммарного загрязнения  $P$  проводился в соответствии с Критериями обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия [2]. Это условный показатель загрязнения воздуха для 2...20 веществ. Расчет показателя суммарного загрязнения проводился по формуле:

$$P = \sqrt{\sum K^2}, \quad (2)$$

где  $\sum K^2$  — сумма кратностей превышения ПДК, приведенных к концентрациям веществ 3-го класса опасности.

В результате расчета на основе данных табл. 2 получилось

$$P = 4,8. \quad (3)$$

Степень медико-экологического неблагополучия приведена в табл. 3. Согласно данным этой таблицы степень медико-экологического неблагополучия оценивается как умеренная (при приведенной кратности по четырем веществам (см. крайнюю колонку табл. 2) показатель  $P = 4,8$  находится в интервале 4...8).

Состояние атмосферного воздуха г. Краснодара в соответствие с методикой определения критериев экологической ситуации [2] можно оценить как допустимое.

На следующем этапе определяли увеличение заболеваемости, обусловленной загрязнениями атмосферного воздуха г. Краснодара химическими веществами, по формуле:

$$R = m \lg(P/P_0), \quad (4)$$

где  $R$  — увеличение общей заболеваемости, выраженной в долях;  $P$  — фактический показатель суммарного загрязнения;  $P_0$  — пороговый показатель суммарного загрязнения, соответствующий уровню допустимого загрязнения;  $m$  — коэффициент уравнения, равный константе 0,85 (применяется при подобных расчетах по РФ).

Если показатель заболеваемости при допустимом загрязнении принять за 1, то уровень общей заболеваемости можно рассчитать по формуле:

Степень медико-экологического неблагополучия

Оценка загрязнения воздуха	Показатель $P$ при числе загрязняющих воздух веществ			
	2...4	5...9	10...20	>20
Допустимая	<2	<3	<4	<5
Слабая	>2...4	>3...6	>4...8	>5...10
Умеренная	>4...8	>6...12	>8...16	>10...20
Сильная	>8...16	>12...24	>16...32	>20...40
Очень сильная	>16	>24	>32	>40

$$Y = 1 + m \lg(P/P_0). \quad (5)$$

Суммарное загрязнение воздуха по среднегодовым концентрациям вредных веществ возросло до  $P = 4,8$ . При этом пороговое значение, соответствующее уровню допустимого загрязнения,  $P_0 = 2$ . По статистическим данным [6] общая заболеваемость составила 1242 случая на 1000 человек.

Увеличение общей заболеваемости по сравнению с уровнем заболеваемости при пороговом загрязнении определяли следующим образом.

Уровень общей заболеваемости

$$Y = 1 + 0,85 \lg(4,8/2) = 1 + 0,85 \lg 2,4 = 1 + 0,85 \cdot 0,38 = 1 + 0,32 = 1,32. \quad (6)$$

Интерпретация полученного результата показывает, что заболеваемость увеличилась на 32 %, т. е. 1242 случаев — это 132 %. Тогда прогнозируемая заболеваемость при нормализации качества воздушной среды будет  $(1242/132)100 \% = 941$  случаев на 1000 человек.

Следовательно, увеличение общей заболеваемости в связи с увеличением показателя суммарного загрязнения воздуха составило:  $1242 - 941 = 301$  случаев на 1000 человек. Это означает, что при нормализации качества атмосферного воздуха можно сократить количество общих заболеваний населения г. Краснодара на 301 случай на 1000 человек населения.

В заключение следует отметить, что предложенный подход позволяет наглядно оценить вклад загрязнения атмосферного воздуха г. Краснодара в показатели общей заболеваемости жителей города. Следует отметить, что подобные оценки носят качественный характер, несмотря на количественное выражение. Вместе

с тем полученные результаты могут быть использованы:

- для оценки медико-экологической обстановки в городе и его отдельных районах;
- для районирования территории города по уровню загрязнения воздуха;
- для планирования городской застройки;
- для планирования загрузки городских поликлиник, больниц и станций скорой помощи;
- для оценки уровня здоровья населения.

По мнению авторов, использование подобных комплексных показателей оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха города существенно облегчит управление качеством городской среды обитания.

### Список литературы

1. Киселев А. В., Савватеева Л. А. Методические рекомендации по оценке риска здоровью населения от загрязнения воздуха. — СПб.: Дейта, 1995. — 53 с.
2. Критерии обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия. Утверждены Минздравом РФ 30.11.92, М., 1995.
3. Санитарно-гигиенические нормативы загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест и правила их применения. — М., 1990.
4. Источники загрязнения среды обитания: Часть 1. Автотранспортные системы / Под. ред. И. П. Степановой, В. В. Анисимова. — Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре гос. техн. ун-т, 2001. — 117 с.
5. Доклад "О состоянии природопользования и об охране окружающей среды Краснодарского края в 2010 году". — Краснодар, 2011. — 344 с.
6. Здоровье населения и здравоохранение Краснодарского края в 2011 году // Сборник статистических данных / Под. ред. Е. Н. Редько, С. Н. Стриханова, М. Б. Калининченко. — Краснодар: ГБУЗ МИАЦ, 2012. — 99 с.



V. V. Anisimov<sup>1</sup>, Associate Professor, A. V. Vivchar-Panyushkina<sup>1</sup>, Engineer,  
S. Y. Ksandopulo<sup>2</sup>, Professor, V. T. Panyushkin<sup>1</sup>, Professor, e-mail: panyushkin@chem.kubsu.ru,  
<sup>1</sup> Kuban State University, Krasnodar,  
<sup>2</sup> Kuban State Technological University, Krasnodar

## Assessment of Ambient Air Pollution in Krasnodar with a Measure of the Total Pollution

*The proposed integrated assessment of air pollution of the city of Krasnodar with the help of index of total pollution and make this contribution to the morbidity of the population of the city.*

*The idea of this assessment is to ensure that all new substances in the atmospheric air, to the equivalent in potency to the substance of the third class of danger.*

*For the case of a single substance assessment of the degree of danger of air pollution was carried out by the multiplicity of exceeding the maximum permissible concentration (MPC), "bring" to the third class of danger. As a criterion for assessing the degree of pollution of atmospheric air used indicators of air pollution for substances of the third class of danger, with the following levels of contamination: acceptable, weak, moderate, strong, very strong.*

*According to the data obtained the degree of medico-ecological problems of the city of Krasnodar is assessed as moderate. The condition of atmospheric air of a city of Krasnodar from the point of view of the environmental situation can be assessed as valid. It is shown that using the proposed criteria facilitates the quality management of the urban environment.*

**Keywords:** *the atmospheric air, the index of total pollution, pollution levels, population morbidity, frequency, hazard class, environment, management quality, morbidity dynamics, the dynamics of emission of polluting substances*

### References

1. **Kiselev A. V., Savvateeva L. A.** Guidelines for the assessment of risk to human health from air pollution. SPb.: Deita, 1995. 53 p.
2. **Criteria** author environment areas to identify areas of ecological emergency and zones of ecological disasters. Approved 30.11.1992. M., 1995.
3. **Sanitary** and hygienic standards of pollutants in the ambient air of populated areas and the rules for their application. M., 1990.
4. **Sources** of contamination of the environment. Part 1: Road System / Under. Ed. I. P. Stepanova, V. V. Anisimov. Komsomolsk-on-Amur: Komsomolsk-on-Amur State. tehn. Univ., 2001. 117 p.
5. **The report** "On the state of natural resources and environmental protection of the Krasnodar Territory in 2010". Krasnodar, 2011. 344 p.
6. **Health** and Health Care of the Krasnodar Territory in 2011. *Compilation of statistical data* / Under. Ed. E. N. Redko, S. N. Strikhanov, M. B. Kalinichenko. Krasnodar: DBUZ MIAC, 2012. 99 p.

*Информация*

## VII Международная выставка по промышленной безопасности и охране труда SAPE 2016

Главный Медицентр Сочи

18–22 апреля 2016 года

Мероприятие традиционно пройдет совместно с Всероссийской неделей охраны труда.

### Контакты

Тел. 8 (499) 181-52-02, доб. 132

<http://sape-expo.ru/>

УДК 614

**А. В. Лукьянович**, нач. отдела, **М. В. Омельченко**, нач. отдела,  
**Т. И. Афлятунов**, науч. сотр. e-mail: timbey@mail.ru, ВНИИ ГОЧС (ФЦ), Москва

## Информационное воздействие СМИ на безопасность населения

*Приведен анализ возможностей СМИ оказывать информационное воздействие на поведение аудитории с целью формирования безопасности жизнедеятельности населения: представлены технические, издательские и прочие характеристики различных видов СМИ; статистические данные о популярности видов СМИ среди различных групп населения в зависимости от возраста, пола, мест проживания и социального статуса; рассмотрены особенности представления журналистами информации.*

**Ключевые слова:** СМИ, чрезвычайная ситуация, безопасность жизнедеятельности, информация

В соответствии с законодательством Российской Федерации под информированием населения о ЧС понимается доведение до населения информации о прогнозируемых и возникших ЧС, принимаемых мерах по обеспечению безопасности населения и территорий, приемах и способах защиты, а также проведение пропаганды соответствующих знаний через средства массовой информации (далее — СМИ) [1].

Различная информация, поступающая в экстремальных условиях, оказывает на человека соответствующее информационно-психологическое воздействие [2], влияет, в определенной степени, на его поступки и поведение. Информационное воздействие предполагает информационное влияние на психику человека, восприятие им реальной действительности, в том числе на его поведенческие функции, а также на функционирование органов и систем человеческого организма [2]. Как процесс управления, информационное воздействие является возбуждением (торможением) в управляемой системе таких процессов, которые стимулируют желательный для управляющей стороны выбор [3].

Учитывая вышесказанное, под информационным воздействием в условиях ЧС можно понимать такое влияние на поведенческие функции человека, которое натолкнет его на выбор определенного решения, приводящего к стабилизации поведения, психологического состояния и организации правильных действий в ЧС и посткризисный период. При этом активное информационное воздействие заключается в оказании непосредственного влияния на население с целью

изменения сознания людей и создания необходимой внутренней мотивации в условиях ЧС.

В настоящее время СМИ являются наиболее эффективными средствами распространения информации, при этом с точки зрения активного информационного воздействия на население эффективность различных видов СМИ отличается и зависит от их технических, издательских и прочих характеристик.

В общем случае под СМИ понимается периодическое печатное или сетевое издание, теле- или радиоканал, радио-, теле-, видео- или кинохроникальная программа, а также иная форма периодического распространения массовой информации под постоянным наименованием (названием) [4]. В зависимости от формы, в которой зафиксированы материалы и сообщения, к этому перечню добавляются специализированные СМИ и иные СМИ.

*Печатные издания* всегда можно носить с собой, использовать в любое удобное время, не причиняя неудобств окружающим людям, осваивать информацию в том порядке, темпе и ритме, которые устанавливает сам читатель, обращаться к одному и тому же произведению несколько раз, хранить нужное, подчеркивать, делать пометки на полях и т. д. Все это делает их наиболее доступными и важными видами СМИ.

Однако есть и недостатки, которые особенно заметны на фоне других современных СМИ. Одним из них является оперативность передачи информации. Печатная пресса не способна передавать информацию практически непрерывно и в высшей степени оперативно в отличие от радио,



телевидения и сети Интернет. Печать обречена на дискретность технологией выпуска различных изданий.

Можно делать выпуски газет, особенно с экстренной информацией, несколько раз в сутки (так часто случалось в условиях неразвитости других средств коммуникаций), но это сопряжено с большими трудностями печати и доставки, и поэтому, с распространением радио и телевидения, а затем и Интернета, такая практика почти прекратилась.

*Мультимедийные сетевые технологии* произвели революцию в системе СМИ и привели к появлению их нового вида — сетевых СМИ. Для миллионов людей они уже стали важным источником интерактивной текстовой, аудио-, видеоинформации и будут оставаться таковым, поскольку современное поколение потребителей информационных продуктов социализируется почти исключительно через сеть, а активное совершенствование сетевых технологий приближает такие СМИ к статусу "наиболее оперативных". В настоящее время можно выделить группы сетевых СМИ (сетевые представительства традиционных медийных структур и собственно сетевые структуры) и их виды (сетевые журналы, газеты, информационные агентства, информационно-поисковые системы, порталы, списки рассылки и т. п.) [5].

Преимуществом *радио* является его способность мгновенно передавать информацию на неограниченные расстояния, причем получение сигнала происходит в момент передачи (или — при передаче на очень большие расстояния — с небольшой задержкой). Радио является настолько оперативным СМИ, что способно передавать сообщение практически в момент свершения события. Также особенностью радио является его "вневизуальность", которая позволяет реализовать возможности звука в такой мере, в какой не позволяет сделать это телевидение.

Среди недостатков радио можно отметить его некоторую "принудительность" — передачу можно слушать лишь в определенное время, когда она идет в эфире. Нельзя изменить порядок передач, темп и ритм озвучивания, которые заданы в студии. Эти черты радио заставляют внимательно изучать возможности тех или иных слоев аудитории и составлять программы с учетом распределения времени, характера занятий, психического и физического состояния слушателей в различные временные отрезки.

Специфика *телевидения* заключается в переосмыслении возможностей радио и кино. От радио телевидение получило возможность передавать сигнал с помощью радиоволн на далекие расстояния. Этот сигнал существует в форме звуковой и

видеоинформации, которая на экране телевизора в зависимости от характера передачи несет кинематографический характер или характер фотокадра, схемы, графика, печатного текста и т. д.

Телевидение, так же как и радио, обладает свойством оперативности: телепередачи снимают как в студии, так и с места событий. Но для выхода в прямой эфир необходима специальная техника и оборудование, хотя подобные передачи и характеризуются большим "эффектом присутствия", так как в органическом единстве находятся звуковой и видеоряд и задействованы оба важнейших типа рецепторов человека, что обеспечивает создание более прочных связей с аудиторией.

На телевидении "аудио" и "видео" могут выступать в равных соотношениях, но в большинстве случаев в зависимости от тематики передачи делаются акценты либо на звуковой ряд, либо на видеоряд.

Под *специализированным* понимается такое СМИ, для регистрации или распространения продукции которого установлены специальные правила [4]:

СМИ, учреждаемые органами власти исключительно для издания официальных сообщений и материалов, нормативных и иных актов;

периодические печатные издания тиражом менее 1000 экземпляров;

радио- и телепрограммы, распространяемые по кабельным сетям, ограниченным помещением и территорией одного государственного учреждения, учебного заведения или промышленного предприятия либо имеющим не более десяти абонентов;

аудио- и видеопрограммы, распространяемые в записи тиражом не более 10 экземпляров.

Особенность *иных СМИ* заключается в специфической форме внешнего выражения. К ним относятся: тексты, созданные с помощью компьютеров; нераспечатанные тексты, хранящиеся в информационных базах данных компьютеров; СМИ, продукция которых распространяется в виде печатных сообщений, материалов, изображений.

Отдельно стоит рассмотреть *информационные агентства* — специализированные информационные предприятия (организации, службы, центры), обслуживающие СМИ. Их основная функция — снабжать оперативной политической, экономической, социальной, культурной информацией редакции газет, журналов, телевидения, радиовещания, а также другие учреждения, организации, частных лиц, являющихся подписчиками на их продукцию. Функционирование агентства ориентировано на сбор новостей.

В России на информационные агентства одновременно распространяются статус редакции,

издателя и распространителя, а также правовой режим СМИ [4].

Информационное агентство, как правило, состоит из сети редакций и корреспондентов по стране и за рубежом. Редакции могут работать как независимо, предоставляя свои услуги на местах, так и под руководством главной редакции, где собирается информация для более широкого круга потребителей. Информация распространяется как посредством собственных структур (сайт, периодические издания, телевизионный канал и т. д.), так и при помощи партнеров.

Очевидно, что популярность различных видов СМИ среди населения неодинакова. Кроме того, существует зависимость между возрастом, местностью проживания людей и их предпочтением к источнику получения информации (табл. 1, 2) [6].

Телевидение активно освещает информацию, касающуюся различных ЧС. Но не во всех случаях манера преподнесения информации является этичной и гуманной по отношению к пострадавшим, их родственникам, а также зрительской аудитории. Некоторые телеканалы или отдельные программы делают ставку на сенсацию, играют на чувствах зрителей ради высоких рейтингов, показывая трагические события с еще более неприглядной стороны, в мельчайших деталях и подробностях. Повседневная избыточная информация о катастрофах и ЧС вызывает привыкание массового сознания к катастрофам, их неизбежности, что в итоге ведет к пассивному, отстраненному поведению людей при ЧС, пожарах и т. п.

В результате у населения отсутствует адекватное восприятие безопасного поведения в ЧС, что способствует росту психологического напряжения в обществе [7].

В художественных фильмах, информационно-познавательных передачах, сериалах и даже мультфильмах наблюдается повышенное количество моментов жестокости, насилия и опасных ситуаций. При просмотре подобных сцен у зрителей срабатывает психологический механизм сопереживания, в результате чего снижается настроение, возникает чувство беспокойства за своих близких, которые могут оказаться в подобной ситуации. Накопление подобных отрицательных эмоций может привести к психическим и невротическим расстройствам, повышению уровня стрессовых состояний и психического напряжения у населения, нарушениям сна. При этом в подобных передачах не приводятся меры безопасного поведения людей, позволяющие избежать развития ЧС, попадания в нее или действия при возникновении ЧС и посткризисный период [7].

Говоря о телевидении, невозможно не упомянуть о рекламе, которая на сегодняшний день не только не способствует снижению уровня стрессовых состояний, а, наоборот, пропагандирует "нездоровые" ценности и идеалы (реклама безалкогольного пива, предприятий быстрого питания и т. д.).

Полезные с точки зрения активного информационного воздействия на население в области безопасного поведения передачи показывают в "неудобное" для массового зрителя, зато в "дешевое"

Таблица 1

Рейтинг популярности СМИ в зависимости от возраста аудитории (% от групп респондентов)

Вид СМИ	Население в целом	18—30 лет	31—45 лет	46—60 лет	Старше 60 лет
Телевидение	89	81	87	93	94
Новостные сайты в интернете	29	51	33	20	5
Печатная пресса (газеты, журналы)	27	18	26	30	36
Радио	18	15	17	21	21
Форумы, блоги, сайты социальных сетей	11	26	11	4	1

Таблица 2

Рейтинг популярности СМИ в зависимости от мест проживания аудитории (% от групп респондентов)

Вид СМИ	Население в целом	Москва	Города 1 млн и более	Города от 250 тыс. до 1 млн	Города от 50 до 250 тыс.	Города менее 50 тыс., пгт	Села
Телевидение	89	75	89	87	88	91	92
Новостные сайты в интернете	29	41	31	31	32	28	22
Печатная пресса (газеты, журналы)	27	15	24	20	28	30	34
Радио	18	20	25	14	15	17	21
Форумы, блоги, сайты социальных сетей	11	13	9	17	17	8	6



эфирное время, когда у экранов находится лишь небольшая часть аудитории, так как эти передачи не являются рейтинговыми.

С одной стороны, телевидение ориентируется на спрос телезрителей, который выявляется по рейтингам различных телеканалов и отдельных телепередач. С другой стороны, именно телевидение активно участвует в формировании системы ценностей и идеалов у детей и подрастающего поколения, а также влияет на выбор их интересов.

Самым оперативным СМИ было и до сих пор остается радио, которое обладает техникой, позволяющей без предварительной подготовки выходить в эфир из любой точки земного шара и освещать события и явления уже в момент их начала.

По цели вещания радиостанции классифицируются следующим образом:

общественно-политические, учредителями и/или спонсорами которых являются какие-либо политические структуры либо политические силы, в том числе органы власти;

коммерческие, основным направлением деятельности которых является производство и вещание рекламы;

просветительские, к которым относятся культурологические, образовательные и религиозные радиостанции;

информационные, работающие в режиме оперативного новостного вещания, дающие максимально полную картину событий в их развитии, активно формирующие общественное мнение посредством аналитических программ;

радиостанции, реализующие преимущественно развлекательные цели (музыкальные, разговорно-игровые и познавательные радиостанции).

По данным рекламного центра "Бренд медиа" можно представить общую картину рейтинга радиостанций (табл. 3) [8].

С точки зрения активного информационного воздействия на население эфирное время принадлежит, в основном, радиостанциям, ставящим перед собой информационные цели, в рамках специализированных программ. Прежде всего это программы, на которые приглашаются специалисты в области безопасности жизнедеятельности — руководство и сотрудники МЧС России, психологи, врачи.

Вопросы активного информационного воздействия на население в области безопасности (в том числе безопасного поведения в повседневной жизни и в условиях ЧС), в соответствии с ГОСТ 7.60—2003 [9], могут быть освещены в изданиях, относящихся к производственно-практическому и популярному видам журналов.

Производственно-практические журналы — это специализированные журналы, предназначенные

Таблица 3

Распределение аудитории радиостанций в Москве в марте—мае 2014 г.

Название	AQH*	AQH, %	TSL**	AQH Share***
Все радиостанции	6761,5	10,83	1224	100,0
Европа Плюс	605,3	1,0	252,0	9,0
Дорожное Радио	520,7	0,83	250	7,7
Автордио	400,8	0,64	174	5,9
Русское Радио	498,0	0,80	229	7,4
Ретро FM	418,4	0,67	212	6,2
Радио Шансон	401,2	0,64	207	5,9
Юмор FM	237,1	0,4	164,0	3,5
Радио России	573,1	0,92	639	8,5
Маяк	263,9	0,42	210	3,9
Радио Дача	273,9	0,44	277	4,1
DFM	175,7	0,28	230	2,6
Love Radio	142,1	0,23	159	2,1
Радио ENERGY	154,1	0,3	216,0	2,3
Эхо Москвы	246,5	0,39	355	3,6
Hit fm	116,3	0,19	153	1,7
Милицейская Волна	177,5	0,28	219	2,6
Радио Рекорд	171,0	0,27	352	2,5
Наше Радио	146,3	0,23	235	2,2
Вести FM	93,0	0,15	188	1,4
Радио 7	105,3	0,17	182	1,6
Серебряный Дождь	67,9	0,11	144	1,0
Maximum	66,0	0,11	161	1,0
Business FM	41,8	0,07	158	0,6
Радио Romantika	42,6	0,07	185	0,6
ЮФМ	18,9	0,03	153	0,3

\* AQH — средний рейтинг 15-минутного интервала (в тыс. чел. и % от населения 12+);

\*\* TSL Dly — продолжительность прослушивания радиостанции в среднем за сутки (в мин., для слушателей);

\*\*\* AQH Share — доля слушателей станции от слушателей радио в целом.

работникам определенной отрасли. Заинтересованность вопросами безопасности присуща многим отраслям промышленности и производства (вопросы промышленной безопасности, охраны труда и т. д.). Эта ниша популярна и в сфере услуг. Но в таких изданиях, как правило, не рассматриваются вопросы информационного воздействия населения. В основном они посвящены современным технологиям и техническим новинкам в области безопасности.

Рейтинг популярности российских печатных СМИ по итогам I квартала 2014 г., составленный агентством медийных исследований Ex Libris [10], представлен в табл. 4.

Как видно, издания с самым динамичным значением TPR локализовались в сегментах "Деловые журналы" и "Общественно-политические журналы".



Таблица 4

**Рейтинг популярности российских журналов  
в I квартале 2014 г.**

Наименование журнала	Рейтинг пунктов TPR*	Тип журнала
The New Times	0,6464	Общественно-политический
Огонек	0,5941	Общественно-политический
Русский репортер	0,5096	Общественно-политический
Коммерсантъ — Власть	0,4805	Общественно-политический
Итоги	0,4719	Общественно-политический
Forbes	1,0000	Деловой
Эксперт	0,4918	Деловой
Коммерсантъ ДЕНЬГИ	0,3442	Деловой
Бизнес журнал	0,3032	Деловой
Большой бизнес	0,2998	Деловой
Секрет фирмы	0,2667	Деловой

\* Title Popularity Ranking (TPR) – рейтинг популярности российских СМИ.

Научные, научно-популярные журналы, в том числе и ориентированные на тематику деятельности МЧС России, по причине сравнительно низкой популярности вовсе остаются без внимания со стороны рейтинговых агентств. Это говорит, прежде всего, о тенденциях в изменении системы ценностей российского населения, для которого на первые места выходят карьера и материальное благополучие, а здоровье и безопасность перемещаются все ниже по списку.

Таблица 5

**Рейтинг популярности газет на I квартал 2014 г.**

Издание	Рейтинг пунктов TPR
Аргументы и факты	0,9360
Комсомольская правда	0,9359
Московский комсомолец	0,4484
Жизнь	0,4107
Метро (Москва)	0,4106
Мир новостей	0,3881
Экспресс-газета	0,3598
Вечерняя Москва	0,3564
Аргументы недели	0,3400

Рейтинг самых популярных изданий, по данным мониторингового агентства Ex libris, в сегменте "Массовые газеты" представлены в табл. 5 [10].

Результаты анализа первых пяти по популярности газет на наличие тематики безопасного поведения населения при ЧС представлены в табл. 6.

Вопросы правил безопасного поведения в различных ЧС в номерах вышеуказанных газет в процентном соотношении составляют от 2 до 6 %, что является низким показателем, однако данная тематика присутствует во всех наиболее популярных изданиях.

В российском сегменте интернета в последние годы наблюдается рост актуального контента по проблематике МЧС России. Активно используются интернет-технологии для формирования культуры безопасности жизнедеятельности среди подрастающего поколения: разрабатываются интернет-сайты и специализированные информационно-образовательные интернет-порталы.

Создание в 2008 г. на базе действующего с 1999 г. сайта МЧС России официального интернет-портала МЧС России позволило значительно увеличить объем публикуемой информации,

Таблица 6

**Структура содержания популярных газет по тематическим направлениям**

Название газеты	Количество тематических разделов (% от всех разделов)								
	Политика	Экономика	Культура	Материалы в области БЖД	Спорт	Развлекательный материал	"Журнальный материал" (мода, кулинария и др.)	Сенсации	Остальное
Комсомольская правда	25	10	10	3	10	20	5	2	13
Аргументы и факты	40	25	5	2	5	3	0	0	20
Московский комсомолец	5	5	10	2	10	30	5	30	3
Жизнь	20	20	15	6	15	2	0	0	22
Метро (Москва)	15	15	10	5	30	10	0	3	12



повысить оперативность ее доведения до СМИ и общественности. В значительной степени удовлетворить возрастающие запросы населения на получение оперативной и достоверной информации по вопросам предупреждения и ликвидации последствий ЧС и пожаров и иным направлениям деятельности МЧС России, установить обратную связь с населением. В среднем посещаемость интернет-портала МЧС России в сутки составляет около 10 000 человек (данные Яндекс.Метрика на 25.06.2014). Во время ликвидации последствий крупных ЧС, когда на портале работает "режим ЧС", количество посетителей возрастает в десятки раз.

Наряду с порталом МЧС России, для освещения деятельности территориальных органов МЧС России действуют восемь сайтов региональных центров МЧС России и 85 сайтов главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации, в том числе с 2014 г. по Республике Крым и г. Севастополю.

В структуре портала МЧС России функционирует портал "СПАС экстрим" — информационный ресурс, посвященный проблемам детской безопасности. Также в его составе функционирует сайт "Культура безопасности", освещающий комплекс мероприятий по пропаганде Культуры безопасности жизнедеятельности (КБЖ) среди населения. В целях дальнейшего развития системы оказания психологической помощи и повышения ее доступности реализуется проект интернет-службы экстренной психологической помощи населению на базе специализированного сайта в рамках портала МЧС России. Психологическая интернет-служба — это система, реализующая право на получение квалифицированной помощи в любом месте и в любое время, обеспечивающая рядовому пользователю доступ к современным психологическим ресурсам. В режиме интерактивного консультирования психологическая помощь может быть незамедлительно оказана людям, находящимся в кризисной ситуации.

На интернет-портале МЧС России постоянно ведется разъяснительная работа, направленная на предупреждение ЧС сезонного характера: специалисты МЧС России (пожарные, спасатели, психологи и др.) в рамках популярных программ и специальных рубрик дают гражданам практические рекомендации. Ведется работа по активизации обратной связи с населением. Обратная связь организуется в виде интерактивного общения по радио и телевидению, в материалах печатных изданий под рубриками "Вопрос-ответ", "Специалисты МЧС России разъясняют".

В целях расширения аудитории информационного воздействия интернет-портал, сайты региональных центров и главных управлений МЧС

России параллельно основным публикациям ведут свои блоги и страницы в популярных социальных сетях: Livejournal, Facebook, ВКонтакте, Twitter, YouTube и Instagram.

При освещении в различных СМИ информации по мерам безопасности, предупреждению ЧС, способам поведения в различных ЧС, вопросам здорового образа жизни и т. д. важно создать у аудитории мотивацию к применению данных мер и усвоению действий. Особенности менталитета человека российского общества таковы, что он не станет предпринимать какие-либо действия, пока не свершится факт события негативного характера. Лишь убедив аудиторию в важности информации, можно приступать к ее изложению.

Несомненно, СМИ формируют определенное общественное мнение, оказывают активное информационное воздействие на сознание и поведение людей и тем самым изменяют стереотипы человека, ценностные и моральные ориентации. В условиях нормального функционирования общества для этих процессов требуется относительно долгий промежуток времени, но в условиях ЧС перемены в поведении происходят одновременно, степень влияния СМИ на психику людей достигает своего апогея.

В настоящее время технологии представления журналистами информации о ЧС не всегда соответствуют идеалам гуманности и этики как по отношению к пострадавшим и их родственникам, так и к аудитории в целом. Такое положение дел обусловлено погоней представителей прессы за привлечением как можно большей аудитории к своему СМИ, в результате чего ставка делается на сенсационность информации, играя на чувствах людей, сгущаются краски и без того трагичных событий, освещая происшествия в мельчайших деталях и подробностях.

Для рационального использования возможностей СМИ в целях обеспечения безопасности населения необходимо знание технических особенностей различных видов СМИ, принципов работы журналистов, а также установление взаимовыгодных контактов информационных подразделений МЧС России с прессой.

В то же время для организации активного информационного воздействия на население в условиях ЧС, наряду с техническими, издательскими и прочими характеристиками СМИ, необходимо знать методы, приемы и механизм манипулятивного воздействия на население через СМИ, его конструктивные и деструктивные возможности, исследование которых будет представлено в следующей статье из серии "Информационное воздействие СМИ на безопасность населения".

### Список литературы

1. **Федеральный закон** "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера" от 21.12.1994 № 68-ФЗ.
2. **Емельянов Г. В., Лепский В. Е., Стрельцов А. А.** Проблемы обеспечения информационно-психологической безопасности России // Информационное общество. 1999.— № 3. — С. 47—51.
3. **Теоретические основы** информационного воздействия как процесса управления сложными системами [http://www.vrazvedka.ru/main/analytical/lekt-05.shtml]: интернет-сайт журнал "Разведчик" URL: http://www.vrazvedka.ru/ (дата обращения 20.05.2015).
4. **Федеральный закон** "О средствах массовой информации" (о СМИ) от 27.12.1991 № 2124-1-ФЗ.
5. **Колесникова М.** Сетевые СМИ — основные группы, виды и формы их функционирования [http://www.relga.ru/Environ/WebObjects/tgu- www.woa/wa/Main?level1=main&level2=articles&textid=1824]: интернет-сайт журнала

- "Научно-культурологический журнал". URL: http://www.relga.ru (дата обращения 20.05.2015).
6. **Источники информации** и телепредпочтения россиян [http://soc.fom.ru/SMI-i-internet/10938]: интернет-сайт форум "Общество". URL: http://soc.fom.ru/ (дата обращения 20.05.2015).
  7. **Бервенова О. В.** Компенсаторные ресурсы средств массовой информации в чрезвычайных ситуациях: дис. канд. полит. наук / РАГС. — М., 2007.
  8. **Рейтинги радиостанций** [http://www.brand-radio.ru/serv\_idP\_52\_idP1\_108.html]: интернет-сайт рекламного центра "Брэнд Медиа". URL: http://www.brand-radio.ru/ (дата обращения 20.05.2015).
  9. **ГОСТ 7.60—2003** СИБИД. Издания. Основные виды. Термины и определения.
  10. **Рейтинг популярности** российских СМИ [http://www.exlibris.ru/rejting-izdanij/]: интернет-сайт агентства Ex Libris. URL: http://www.exlibris.ru/ (дата обращения 20.05.2015).

**A. V. Lukyanovich**, Head of Department, **M. V. Omelchenko**, Head of Department, **T. I. Aflyatunov**, Research Associate, e-mail: timbey@mail.ru, Institute of Civil Defense (FC), Moscow

## Informational Influence of the Media on Population Safety

*The article contains the analysis of the capacity of the media to provide information to influence the behavior of the audience to form life safety population: presents the technical, publishing, and other characteristics of different types of media; statistics on the popularity of different media among different population groups depending on age, gender, places of residence and social status; the features of the presentation media.*

**Keywords:** media, emergency, life safety, information

### References

1. **Federal'nyj zakon** "O zashhite naselenija i territorij ot chrezvychajnyh situacij prirodnoho i tehnogennogo haraktera" ot 21.12.1994 N. 68-FZ.
2. **Emel'janov G. V., Lepskij V. E., Strel'cov A. A.** Problemy obespechenija informacionno-psihologicheskoy bezopasnosti Rossii. *Informacionnoe obshhestvo*. 1999. N. 3. P. 47—51.
3. **Teoreticheskie osnovy** informacionnogo vozdejstvija kak processa upravlenija slozhnymi sistemami [http://www.vrazvedka.ru/main/analytical/lekt-05.shtml]: Internet sajt zhurnal "Razvedchik". URL: http://www.vrazvedka.ru/, svobodnyj (data accessed 20.05.2015).
4. **Federal'nyj zakon** "O sredstvah massovoj informacii" (o SMI) ot 27.12.1991 N. 2124-1-FZ.
5. **Kolesnikova M.** Setevye SMI — osnovnye gruppy, vidy i formy ih funkcionirovanija [http://www.relga.ru/Environ/WebObjects/tgu- www.woa/wa/Main?level1=main&level2

- =articles&textid=1824]: internet sajt zhurnala "Nauchno-kul'turologicheskij zhurnal". URL: http://www.relga.ru (data accessed 20.05.2015).
6. **Istochniki informacii i telepredpochtenija** rossijan [http://soc.fom.ru/SMI-i-internet/10938]: Internet sajt forum "Obshhestvo". URL: http://soc.fom.ru/ (data accessed 20.05.2015).
  7. **Bervenova O. V.** Kompensatornye resursy sredstv massovoj informacii v chrezvychajnyh situacijah: Dis. kand. polit. nauk / RAGS. M., 2007.
  8. **Rejtingi radiostancij** [http://www.brand-radio.ru/serv\_idP\_52\_idP1\_108.html]: Internet sajt reklamnogo centra "Brjend Media". URL: http://www.brand-radio.ru/ (data accessed 20.05.2015).
  9. **ГОСТ 7.60—2003** СИБИД. Izdanija. Osnovnye vidy. Terminy i opredelenija.
  10. **Rejting populjarnosti** rossijskih SMI [http://www.exlibris.ru/rejting-izdanij/]: Internet sajt agentstva Ex Libris. URL: http://www.exlibris.ru/ (data accessed 20.05.2015).

УДК 628.766

**А. Г. Дашковский**, канд. техн. наук, доц.,

**В. Ф. Панин**, д-р техн. наук, проф., e-mail: vfpd@tpu.ru,

**А. В. Шмойлов**, канд. техн. наук, доц.,

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

## Оптимальные факторы пожара для построения систем обнаружения пожароопасной ситуации

*Дан анализ процесса развития пожара, показавший, что пожар развивается в течение семи стадий, каждой из которых соответствует совокупность явлений (факторов, признаков) пожароопасного состояния, характеризующаяся набором определенных параметров. Отмечено, что регистрация факторов высокой стадийности (высокие температура среды, содержание  $CO_2$  и т. п.) означает регистрацию собственно пожара низкой стадийности (газы термической деструкции материалов, дымы и т. п.) — пожароопасной ситуации.*

*Показано, что понижение стадийности регистрируемого фактора приводит к построению противопожарных профилактико-диагностических систем, поскольку чем ниже регистрируемая стадия, тем неопределеннее связь факта ее обнаружения с пожаром.*

*Указано, что с развитием электронной техники стадийность используемых для обнаружения факторов пожарных ситуаций, в целом, понижается, а также отмечено, что для каждого объекта контроля необходим выбор (выявление) оптимального фактора, в частности, по многим характеристикам оптимальным фактором для летательных аппаратов являются дымы, их ТВ-изображения.*

**Ключевые слова:** пожар, пожароопасная ситуация, стадии развития пожара, факторы пожара, факторы пожарной ситуации, оптимальные факторы, пиролизные дымы, ТВ-изображения, профилактико-диагностические системы

### Введение

Уже к 1960—1970 гг. установлено, что в общем случае развитие пожара до неуправляемого состояния проходит до семи стадий [1]. Ранние стадии развития пожара можно определить как пожароопасную ситуацию (ПС), при этом она по разным обстоятельствам может не развиваться в пожар.

Обычно к первой стадии развития пожара относят [1] поступление в атмосферу контролируемого помещения горючих газов — из-за неисправности газовых магистралей и т. п. При этом регистрация ПС осуществляется посредством газовых датчиков.

Вторая стадия развития пожара связана с повышением температуры поверхностей элементов конструкций оборудования и аппаратуры, увеличением интенсивности ИК-излучения, поступлением в атмосферу парогазовых продуктов термической деструкции неметаллических материалов: конструкционных, электро-, тепло-, звуко- и других изоляционных, декоративных и т. п. При этом парогазовые продукты посредством конденсации могут переходить в аэрозольную форму вещества.

Ввиду малых концентраций парогазовых продуктов термолитиза на данной стадии превалирует конденсационный механизм образования аэрозолей, при котором формируются частицы размером  $10^{-2} \dots 10^{-1}$  мкм. Из-за малых размеров частиц и малых их концентраций подобные аэрозоли большей частью визуально не наблюдаются.

Третья стадия развития пожара связана с дальнейшим повышением температур прогрева неметаллических материалов и соответствующим увеличением плотностей потоков парогазовых продуктов термического (термо-окислительного) разложения материалов. При этом наряду с конденсацией паровых продуктов термолитиза имеет место коагуляция начальных конденсационных частиц, в результате чего спектр аэрозольных частиц расширяется в сторону частиц больших размеров. Таким образом, на третьей стадии аэрозоли термодеструкции оптически активны и, как правило, наблюдаются визуально. Такие аэрозоли относятся к классу пиролизных дымов.

Последующие стадии развития пожара связаны с возникновением свечения очага возгорания,

формированием пламени, образованием значительных количеств углекислого газа, повышением температуры воздуха, как правило, характеризуются большей вероятностью развития процесса до состояния пожара, чем вышеуказанные начальные стадии его развития.

Все методы обнаружения пожара строятся на основе регистрации параметров физических явлений (факторов, признаков пожароопасности), сопровождающих разные стадии развития пожара.

Итак, регистрацию факторов ранних стадий (прежде всего, утечка горючих газов, повышение температуры и ИК-радиации поверхностей оборудования, дымообразование) относят, как отмечено выше, к обнаружению ПС, а обнаружение факторов поздних стадий, как правило, — к обнаружению пожара.

При построении систем обнаружения ПС и сигнализации о пожароопасной ситуации (пожароопасном состоянии) контролируемого объекта естественно стремление к обнаружению низких (начальных) стадий развития пожара — к обнаружению ПС.

### **Об оптимальном факторе пожара для построения устройств обнаружения пожароопасной ситуации**

Использование начальных стадий развития пожара приводит к возрастанию неопределенности оценки степени пожароопасности. Это понятно, поскольку понижение стадийности фактора есть приближение к нормальному состоянию контролируемого объекта, а состояние, сколько угодно близкое к нормальному, характеризуется сколько угодно малой вероятностью пожароопасного состояния. Последнее означает, что достижение каким-либо фактором низкой стадийности порогового уровня отнюдь не означает 100 %-ную вероятность развития пожара после данного события. При этом фиксируется лишь некоторая, предполагаемая ПС, которую необходимо еще обследовать, чтобы сделать выводы и осуществить необходимые защитные мероприятия.

Фактически понижение стадийности регистрируемого фактора приводит к возрастанию вероятности ложных действий устройства обнаружения, если любое устройство регистрации фактора рассматривать с точки зрения задач надежного обнаружения пожара. Под устройством обнаружения пожара понимается традиционная система каких-либо датчиков, в которой для обнаружения пожара достаточно превышения порога сигналом хотя бы одного из датчиков. Скорее всего, такие устройства следует определять как устройства профилактики пожара или диагностики ПС.

Изложенное характеризует лишь одну сторону проблемы построения устройств раннего

обнаружения пожара на основе регистрации факторов пониженной стадийности — уменьшается вероятность обнаружения ситуации, которая действительно пожароопасна.

Другая трудность заключается в том, что при одном и том же уровне фактора, соответствующего некоторой стадии развития пожара, возможны и пожароопасная, и пожаробезопасная ситуация. Эта трудность проистекает из того, что уровень (интенсивность) фактора связан с фактором реальной пожароопасности статистически, так как режимы работы объекта в общем случае чрезвычайно многообразны и во времени реализуются случайным образом.

Поясним последнее на примере. Положим, какой-либо объект в течение длительного времени контролируется в части температур участков оборудования и приборов в различных, в том числе, в аварийных режимах работы, связанных с реальной ПС. Далее, по набранной статистике определяются минимальные уровни пожароопасных температур и соответствующие им пороговые уставки для температурных датчиков системы обнаружения ПС. Казалось бы, теперь система может предупредить возникновение пожара, сигнализируя о возникновении ПС. Однако в большом числе случаев действие (срабатывание) системы не означает возникновения ПС, т. е. оказывается ложным. Более того, в объекте, особенно сложном, возможны такие аварийные ситуации, не учтенные при обследовании, при которых ПС возникает и быстро необратимо развивается до пожара при температурах, меньших, чем пороговые, т. е. имеет место пропуск и ПС, и пожара.

При увеличении порога системы уменьшается вероятность ложных срабатываний и возрастает вероятность пропуска ПС. Значит, для факторов низкой стадийности в интересующем разработчиков подобных систем (от  $x = 0$  до  $x$  значение, гарантирующее реальное пожароопасное состояние) интервале их значений имеет место "нахлест" пожаробезопасных и пожароопасных режимов (рис. 1), показывающий неоднозначность действия таких систем.

В качестве фактора  $x$  могут рассматриваться горючие газы из неисправных газовых магистралей, газовые продукты термической деструкции неметаллических материалов, дымы.

Ложное действие и пропуск ПС в равной мере снижают эффективность действия систем. Эффективность системы можно определить так:

$$\mathcal{E} = \frac{P(A) - L - P_p}{P(A)},$$

где  $P(A)$  — вероятность ПС;  $L$  — вероятность ложного действия системы;  $P_p$  — вероятность пропуска ПС.

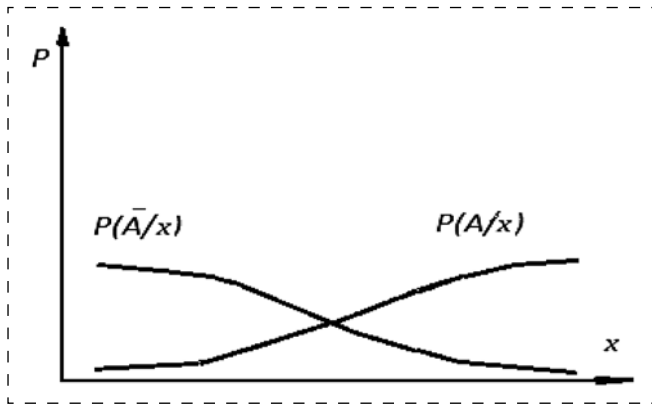


Рис. 1. "Нахлест" пожаробезопасных и пожароопасных режимов:

$P(\bar{A}/x)$  — вероятность пожаробезопасных режимов;  $P(A/x)$  — вероятность пожароопасных режимов;  $x$  — фактор ПС;  $\bar{A}$ ,  $A$  — поля пожаробезопасных и пожароопасных состояний контролируемого объекта

С учетом изложенного выше существует оптимальное пороговое значение фактора низкой стадийности, при котором эффективность  $\mathcal{E}$  максимальна. Зависимость эффективности  $\mathcal{E}$  от величины порога имеет форму, представленную на рис. 2, т. е. значение  $\mathcal{E}$  даже в максимуме не превосходит 23...24 %, а с учетом того, что она весьма критична к порогу, фактическая величина  $\mathcal{E}$  гораздо ниже, что подтверждается статистикой правильных и неправильных действий подобных систем.

Сказанное выше применительно к регистрации факторов низкой стадийности (к регистрации ПС) равным образом относится к регистрации факторов высокой стадийности (к регистрации

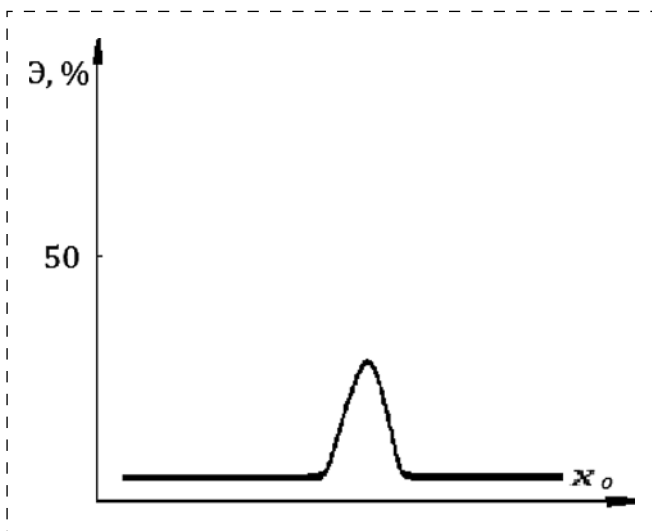


Рис. 2. Зависимость эффективности обнаружения ПС традиционными системами от пороговой уставки регистрируемого фактора  $x_0$

собственно пожара): то же влияние величины порога на вероятность ложного действия и пропуска пожара, тот же характер зависимости величины  $\mathcal{E}$  от величины порога и т. п.

Для простоты рассуждений допустим, что найдены методы и средства устранения ущерба описанных систем и они работают со 100 %-ной эффективностью  $\mathcal{E}$ . Это означает, что система, построенная на регистрации фактора, сопутствующего некоторой стадии, со 100 %-ной вероятностью обнаруживает именно данную стадию развития пожароопасного процесса. Но, как отмечалось ранее, чем ниже стадийность фактора, тем менее вероятно, что зафиксированное состояние действительно пожароопасно: действительно ли из него разовьется пожар?

Поэтому чрезвычайно важно определить оптимальную стадию пожароопасного процесса и, соответственно, оптимальный фактор. Последний определяется, в частности, и характером объекта, и условиями регистрации.

Там, где ценность контролируемого объекта и особенности его эксплуатации допускают профилактико-диагностические процедуры анализа решений систем автоматического контроля ПС, по-видимому, допустимо использование факторов низкой стадийности, особенно если характер объекта предполагает необходимость качественного контроля параметров его состояния из соображений производственной санитарии (когда сам регистрируемый фактор является одновременно и вредным производственным фактором, например, некоторые продукты термодеструкции материалов).

Если объект (например, летательный аппарат) необитаем, то осуществление профилактико-диагностических процедур сопряжено со значительными трудностями. Эти же трудности легко предвидеть и в случае обитаемого объекта: при использовании фактора весьма низкой стадийности (горючие газы утечек из газовых магистралей, начальные газовые продукты термодеструкции, температуры перегревов, ИК-излучение, дымы) процедура анализа решений системы обнаружения ПС может занять значительное место в работе персонала. Это едва ли приемлемо: реальная ПС — исключительная, маловероятная ситуация, и значительные издержки на указанные процедуры едва ли оправданны.

Таким образом, упомянутые процедуры необходимо переводить на вычислительную технику, в алгоритм работы которой должны быть включены обращения к дополнительной информации (для анализа решения системы), которую должен был бы получить оператор при осмотре места локализации предполагаемой ПС. В алгоритме

должна быть, по-видимому, отражена и возможность оценки качества развития ситуации после фиксации предполагаемой ПС.

Как видно, использование факторов низкой стадийности влечет за собой усложнение систем обнаружения ПС, которые также не всегда могут быть приемлемы.

Можно сказать, что технический прогресс позволяет реализовать естественную тенденцию к использованию факторов низкой стадийности, причем каждому этапу развития преобразовательной техники соответствует оптимальный фактор или группа факторов.

Ретроспективный взгляд на развитие средств пожаробнаружения и сигнализации в целом подтверждает изложенную трактовку направления их развития.

Достаточно сказать, что первые пожарные датчики, извещатели о пожаре строились на элементах, чувствительных к фактору поздних стадий — к повышению температуры контролируемой среды (легкоплавкие сплавы, биметаллические пластины и т. п.). С развитием полупроводниковых приемников оптического излучения появились датчики, реагирующие на свечение пламени. Развитие средств газоаналитического приборостроения поставило в повестку дня использование газоанализаторов  $\text{CO}_2$ . В настоящее время интенсивно осваивается "очередная" стадия развития ПС — стадия дымообразования. Известны также примеры построения или попытки построения систем обнаружения ПС на основе регистрации факторов второй стадии развития пожара: относительно небольших перегревов, увеличение интенсивности ИК-излучения, поступление в атмосферу небольших концентраций газов термодеструкции.

Принципы построения, конструкции и характеристики элементов, чувствительных к разным факторам, устройств и систем обнаружения пожара и ПС описаны в большом числе источников [2—8].

Для специфических объектов транспорта, таких как летательные аппараты (ЛА), регистрация пожара неприемлема: слишком запоздалой будет регистрация заметного повышения температуры среды, наличия значительных количеств  $\text{CO}_2$ , пламени, светящегося очага. Надежная же регистрация дымов, субмикронного аэрозоля или газов термодеструкционного происхождения, ненормального возрастания температур и тепловой радиации на отдельных участках оборудования и аппаратуры означает, как отмечалось выше, обнаружение ПС, в которой пожароопасный процесс еще управляем.

В указанном спектре факторов дым, будучи фактором ПС, расположенным ближе других ранних стадий к пожару, более определенно связан с ним. С учетом изложенного выше использование фактора дыма предполагает наименьший, по сравнению с другими факторами, объем дополнительных профилактико-диагностических процедур и уже потому представляется предпочтительным из всех факторов низкой стадийности. Кроме того, фактор дыма применительно к ЛА обладает существенным достоинством: его можно регистрировать относительно небольшим числом датчиков, поскольку дым циркулирует по всему объему ЛА в вентиляционном потоке (как и аэрозоли и газы термодеструкции). Для контроля же радиации и температур поверхностей и аппаратуры, даже на самых ответственных участках, требуется неизмеримо большее число температурных и радиационных датчиков.

Изложенный материал предопределяет преимущественный интерес к регистрации дымов как основе построения устройств надежного обнаружения ПС.

#### **О некоторых результатах исследований и разработок в области раннего обнаружения ПС за рубежом в 2002—2013 гг.**

Изложенная логика построения систем обнаружения ПС, предопределенная, в сущности, работами, подобными работе [1], сохраняется до настоящего времени. Так, в работах [9, 10] представляются описания устройств раннего обнаружения ПС по признакам второй стадии развития ПС (повышение температуры и интенсивности ИК-излучения в месте потенциального очага возгорания), в работах [11—15] — по признаку третьей стадии развития ПС (дымы). Впрочем, в отдельных случаях термин "раннее обнаружение пожара" применяется и в отношении систем, построенных на основе регистрации признаков более поздних стадий развития пожара: в работах [16—18] "раннее обнаружение пожара" основывается на устройствах обнаружения открытого пламени, например, по характеристикам мерцания и перемещения пламени [17], в работе [19] — на основе регистрации содержания  $\text{CO}$  в контролируемой среде. В работе [20] обсуждается разработанный в Японии алмазный датчик для регистрации ультрафиолетового излучения из потенциального очага пожара до того, как огонь и дым достигнут опасных уровней.

В работе [21] сообщается о системах обнаружения пожара, в которых после регистрации



задымленности интеллектуальные системы управления работой инженерного оборудования в автоматическом режиме оповещают противопожарную службу, в которой обнаружение пламени производится с использованием замкнутой телевизионной (ТВ) системы с последующей передачей изображения на диспетчерский пункт противопожарной службы. Эти мероприятия можно рассматривать как упомянутые профилактико-диагностические процедуры, позволяющие уточнить последующую траекторию развития ПС.

В работе [22] предложен многоуровневый подход к разработке автоматизированной системы пожарной сигнализации на основе технологии обработки ТВ-изображений. В ходе высокоскоростного сканирования контролируемого пространства выделяются сначала области, с высокой вероятностью содержащие изображение горящих объектов. Затем отслеживаются области с колориметрическими характеристиками, соответствующими красному цвету. Применением нейтронной сети обеспечивается выделение горящих и негорящих областей.

Вместе с тем все явственнее обозначается тенденция использования в устройствах сигнализации обнаружения пожара комплекса его признаков — и ранних, и поздних стадий развития. Использование признаков поздних стадий призвано снять известную неопределенность в дальнейшем развитии пожара после того, как обнаружены признаки ранних стадий, например повышение температуры или задымленность.

Так, в 2004 г. в работе [23] дается обзор всего спектра систем сигнализации о пожаре начиная с систем на основе регистрации одной из начальных стадий, например стадии дымообразования, заканчивая обнаружителями пламени по ИК- и УФ-излучениям, а также системами с использованием комплексной информации и наделенными интеллектуальными функциями. Подобные интеллектуальные системы для раннего обнаружения пожара представлены в работах [24–27]. При всей сложности техники процедур слияния разнотипной информации и учета информационно-статистических характеристик процесса развития пожара использование комплексной информации о пожаре в любом случае должно способствовать повышению надежности обнаружения пожара.

При всем этом — при попытках раннего обнаружения ПС по регистрации ее признаков поздних стадий или при последовательной индикации признаков сначала ранних, затем поздних стадий, и последующем слиянии разнотипной информации — практически всегда остается вопрос: какой

признак должен быть "запальным", начинающим всю цепочку событий по индикации последовательности признаков все более поздних стадий развития ПС — вплоть до слияния разнотипной информации и формирования интегрированного решения о пожаре? Иными словами, какой признак из стадий должен пониматься как оптимальный: газы начальной термодеструкции электроизоляционных и других материалов, температура, тепловое (ИК) излучение, задымленность, наличие следов монооксида углерода или, как в работе [22], под таким начинающим признаком следует понимать обнаруживаемые (на основе технологии ТВ-изображений) области контролируемого пространства, содержащие движущиеся изображения?

Анализ более трех десятков статей, упомянутых выше и посвященных системам раннего обнаружения пожара, по комплексу признаков показывает, что наиболее часто в качестве "запального" называется признак дымообразования. А в сочетании с признаком дымообразования в комплексных системах упоминаются результаты обработки ТВ-изображений дымовых потоков или движущегося пламени.

Таким образом, в настоящее время в качестве наиболее подходящего признака пожара для идентификации ПС и пожара утверждается признак дымообразования — в том числе и для систем, строящихся на основе индикации и ранних, и поздних стадий пожара с последующим слиянием разнотипной информации и формированием интегрированного решения о ПС контролируемого объекта.

### Заключение

1. Пожароопасный процесс — от рабочего режима объекта до пожара — развивается в несколько стадий.
2. Каждой стадии соответствует совокупность физико-химических явлений или факторов (признаков) пожароопасного состояния, характеризующая набором определенных параметров.
3. Регистрация факторов высокой стадийности означает, как правило, регистрацию пожара, низкой — ПС.
4. Понижение стадийности регистрируемого фактора приводит к необходимости построения в сущности противопожарных профилактико-диагностических систем: решения систем по факторам низкой стадийности должны анализироваться дополнительно, поскольку чем ниже регистрируемая стадия, тем неопределеннее связь факта ее обнаружения с пожаром.



5. Обнаружение самих ПС как ситуаций, описываемых определенными наборами физико-химических параметров, традиционными системами осуществляется малоэффективно.

6. С развитием техники стадийность факторов, используемых для обнаружения ПС, в целом, понижается.

7. По многим характеристикам оптимальным признаком (фактором) пожара для идентификации ПС, в частности, для ЛА является дым.

8. Анализ исследований и разработок систем обнаружения ПС и пожара, выполненных за рубежом в 2002—2013 гг., показывает, что наиболее подходящим начальным ("запальным") признаком для обнаружения ПС и пожара по комплексу признаков пожара является дым.

### Список литературы

1. **Leworthy L. R.** Automatic fire detection // *Workes Engineering and factory service*. Part 1, 1970, В,65, 766. P. 20—21. Part 2, 1970, В,65, 767, P. 35—39. Part 3, 1970, В,65, 768, P. 34—36.
2. **Ильинская Л. А.** Элементы противопожарной автоматики. — М.: Энергия, 1969. — 72 с.
3. **Герловин Ю. Н., Иванов Е. Н., Климов Г. В.** и др. Автоматические средства обнаружения и тушения пожаров. — М.: Стройизд., 1975. — С. 42—84.
4. **Бубыр Н. Ф.** Пожарная автоматика. — М.: Редакционно-издательский отдел, 1977. — С. 30—65.
5. **Шаровар Ф. И.** Устройства и системы пожарной сигнализации. — М.: Стройиздат, 1979. — С. 22—170.
6. **Шаровар Ф. И.** Принципы построения устройств и систем автоматической пожарной сигнализации. — М.: Стройиздат, 1983. — С. 47—194.
7. **Членов А. Н.** и др. Новые методы и технические средства обнаружения пожара: Монография. — М.: Академия ГПС МЧС России, 2007. — 175 с.
8. **Федоров А. В., Членов А. Н., Лукьянченко А. А., Буцынская Т. А., Денехин В. Ф.** Системы и технические средства раннего обнаружения пожара: Монография. — М.: Академия ГПС МЧС России, 2009. — 160 с.
9. **Zhuiykov S.** Novel sensor-actuator device for early detection of fire // *Sens. and Actuators. A.* — 2008. — V. 141. — N. 1. — P. 89—96.
10. **Technical article** // *IEN: Ind. Eng. News-Eur.* — 2010. — V. 36, N. 12. — P. 16.
11. **Bomse D. S., Hovde D. Sh., Chen Shin-Juh, Silver J. A.** Early fire sensing using near-IR diode laser spectroscopy // *Proc. SPIE.* — 2002. — V. 4817. — P. 73—81.
12. **Wiseberg A.** Keeping a close eye on fire // *Fire.* — 2003. — V. 96. — N. 1182. — P. 34—35.
13. **Caught on camera** // *Fire Prev. and Fire Eng. J.* — 2004. Aug. — P. 36—37.
14. **Johnson P. F.** Fire Detection in Computer Facilities: 25 Years On // *Fire Technol.* — 2010. — Vol. 46. — N. 4. — P. 803—820.
15. **Jones M.** Saving the tunnel customer // *Tunnels and Tunnel. Int.* — 2010. Oct. — P. 36—40.
16. **Engelhaupt D., Reardon P., Blackwell L., Warden L., Ramsey B.** Autonomous long-range open area fire detection and reporting // *Proc. SPIE.* — 2005. — V. 5782. — P. 164—175.
17. **Sadok M., Zakrzewski R., Zeliff B.** Video-based cargo fire verification system with fuzzy inference engine for commercial aircraft // *Proc. SPIE.* — 2005. — V. 5679. — P. 99—107.
18. **Cowlard A., Jahn W., Abecassis-Empis C., Rein G., Torero José L.** Sensor Assisted Fire Fighting // *Fire Technol.* — 2010. — V. 46. — N. 3. — P. 719—741.
19. **Zhang R., Du Ji.** Fuzzy clustering algorithm of early fire based on process characteristic // *Key Eng. Mater.* — 2010. — N. 437. — P. 339—343.
20. **Diamond U. V.** Sensor used in fire detection system // *Ind. Diamond Rev.* — 2006. — N. 2. — P. 8.
21. **Jones C.** Intelligent design // *Fire Risk Manag.* — 2010. — Aug.-Sept. — P. 24—28.
22. **Kang M., Tung Truong X., Kim J.-M.** Efficient video-equipped fire detection approach for automatic fire alarm systems // *Opt. Eng.* — 2013. — V. 52. — No 1. — P. 17002.
23. **Scorfield S.** Advanced views // *Fire Prev. and Fire Eng. J.* — 2004. — Aug. — P. 28—31.
24. **Luo R. C., Su Kuo L.** Autonomous fire-detection system using adaptive sensory fusion for intelligent security robot // *IEEE/ASME Trans. Mechatron.* — 2007. — V. 12. — N. 3. — P. 274—281.
25. **Fireproof** measure in electric systems // *IEEE Trans. Power. Deliv.* — 2008. — V. 23. — N. 2. — P. 625.
26. **Wang Sh.-J., Jeng D.-L., Tsai M.-T.** Early fire detection method in video for vessels // *J. Syst. and Software.* — 2009. — V. 82. — N. 4. — P. 656—667.
27. **Cheng C., Sun F., Zhou X.** One fire detection method using neural networks // *Tsinghua Sci. and Technol.* — 2011. — V. 16. — N. 1. — P. 31—35.

**A. G. Dashkovskii**, Associate Professor, **V. F. Panin**, Professor, e-mail: vfpd@tpu.ru, **A. V. Shmoilov**, Associate Professor, National Research Tomsk Polytechnic University

## Optimum Fire Factors for Creation of Detection Systems of the Fire-Dangerous Situation

*The analysis of development of the fire showed that it develops, generally, during seven stages. To each of them corresponds the set of phenomena (factors, signs) of a fire-dangerous state characterized by a set of certain parameters. Registration of factors of high staging (high environment temperature, existence of CO<sub>2</sub>, etc.) means the registration of the fire, while low staging (gases of thermal destruction of materials, smokes, etc.) means the registration of the fire-dangerous situation.*



Decrease of staging of the registered factor leads to creation of fire-preventive diagnostic systems. The lower the registered stage is, the less certain is the fact of its detection with the fire.

Solutions of such systems have to be analysed additionally, because the detection of fire-dangerous situations as the situations described by certain sets of physical and chemical parameters is ineffective using traditional systems.

With development of electronic equipment staging of the factors used for detection of fire-dangerous situations, in general, goes down. The choice (identification) of an optimum factor is necessary for each object of the control. In particular, according to many characteristics, optimum factors for aircrafts are smokes and their screen-images.

**Keywords:** fire, fire-dangerous situation, fire development stages, factors of fire and fire/dangerous situation, optimum factors, pyrolysis smokes, screen images, preventive diagnostic systems

## References

1. **Leworthy L. R.** Automatic fire detection. *Workes Engineering and factory service*. Part 1, 1970, B,65, 766, P. 20—21; Part 2, 1970, B,65, 767, P. 35—39; Part 3, 1970, B,65, 768, P. 34—36.
2. **И'инская Л. А.** Jelementy protivopozharnoj avtomatiki. — M.: Jenergija, 1969. 72 p.
3. **Gerlovin Ju.N., Ivanov E. N., Klimov G. V.** i dr. Avtomaticheskie sredstva obnaruzhenija i tushenija pozharov. M.: Strojizdat, 1975. P. 42—84.
4. **Bubyr' N. F.** Pozharnaja avtomatika. M.: Redakcionno-izdatel'skij otdel, 1977. P. 30—65.
5. **Sharovar F. I.** Ustrojstva i sistemy pozharnoj signalizacii. M.: Strojizdat, 1979. P. 22—170.
6. **Sharovar F. I.** Principy postroenija ustrojstv i sistem avtomaticheskoj pozharnoj signalizacii. M.: Strojizdat, 1983. P. 47—194.
7. **Chlenov A. N.** i dr. Novye metody i tehnicheckie sredstva obnaruzhenija pozhara: Monografija. — M.: Akademiya GPS MChS Rossii, 2007. 175 p.
8. **Fedorov A. V., Chlenov A. N., Luk'janenko A. A., Bucynskaja T. A., Denehin V. F.** Sistemy i tehnicheckie sredstva rannego obnaruzhenija pozhara: Monografija. M.: Akademiya GPS MChS Rossii, 2009. 160 p.
9. **Zhuiykov S.** Novel sensor—actuator device for early detection of fire. *Sens. and Actuators. A*. 2008. V. 141, N. 1. P. 89—96.
10. **Technical article // IEN: Ind. Eng. News-Eur.** 2010. V. 36, N. 12. P. 16.
11. **Bomse D. S., Hovde D.Sh., Chen Shin-Juh, Silver J. A.** Early fire sensing using near-IR diode laser spectroscopy. *Proc. SPIE*. 2002. V. 4817. P. 73—81.
12. **Wiseberg A.** Keeping a close eye on fire. *Fire*. 2003. V. 96, N. 1182. P. 34—35.
13. **Caught on camera.** *Fire Prev. and Fire Eng. J.* 2004. Aug. P. 36—37.
14. **Johnson P. F.** Fire Detection in Computer Facilities: 25 Years On. *Fire Technol.* 2010. V. 46, N. 4. P. 803—820.
15. **Jones M.** Saving the tunnel customer. *Tunnels and Tunnel. Int.* 2010. Oct. P. 36—40.
16. **Engelhaupt D., Reardon P., Blackwell L., Warden L., Ramsey B.** Autonomous long-range open area fire detection and reporting. *Proc. SPIE*. 2005. V. 5782. P. 164—175.
17. **Sadok M., Zakrzewski R., Zelif B.** Video-based cargo fire verification system with fuzzy inference engine for commercial aircraft. *Proc. SPIE*. 2005. V. 5679. P. 99—107.
18. **Cowlard A., Jahn W., Abecassis-Empis C., Rein G., Torero José L.** Sensor Assisted Fire Fighting. *Fire Technol.* 2010. V. 46, N. 3. P. 719—741.
19. **Zhang R., Du Ji.** Fuzzy clustering algorithm of early fire based on process characteristic. *Key Eng. Mater.* 2010. N. 437. P. 339—343.
20. **Diamond U. V.** Sensor used in fire detection system. *Ind. Diamond Rev.* 2006. N. 2. P. 8.
21. **Jones C.** Intelligent design. *Fire Risk Manag.* 2010. Aug.—Sept. P. 24—28.
22. **Kang M., Tung Truong X., Kim J.-M.** Efficient video-equipped fire detection approach for automatic fire alarm systems. *Opt. Eng.* 2013. V. 52, N. 1. P. 17002.
23. **Scorfield S.** Advanced views. *Fire Prev. and Fire Eng. J.* 2004. Aug. P. 28—31.
24. **Luo R. C., Su Kuo L.** Autonomous fire-detection system using adaptive sensory fusion for intelligent security robot. *IEEE/ASME Trans. Mechatron.* 2007. V. 12, N. 3. P. 274—281.
25. **Fireproof** measure in electric systems. *IEEE Trans. Power. Deliv.* 2008. V. 23, N. 2. P. 625.
26. **Wang Sh.-J., Jeng D.-L., Tsai M.-T.** Early fire detection method in video for vessels. *J. Syst. and Software.* 2009. V. 82, N. 4. P. 656—667.
27. **Cheng C., Sun F., Zhou X.** One fire detection method using neural networks. *Tsinghua Sci. and Technol.* 2011. V. 16, N. 1. P. 31—35.

*Анонс!*

В следующем номере журнала № 10—2015 в этом разделе будет опубликована статья авторов **Удилова Т. В.** "Системный подход к защите населенных пунктов от лесных пожаров".

УДК 378

**В. С. Ванаев**, канд. техн. наук, доц. кафедры, e-mail: vvanaev@mail.ru,  
МГТУ им. Н. Э. Баумана

## Сто пятьдесят лет вместе

*Продолжение публикаций "Безопасность жизнедеятельности", № 10, 2008, № 3, 5, 9, 10, 2009, № 2, 4, 7, 8, 2010 и № 10, 2014, по истории кафедры "Экология и промышленная безопасность" МГТУ им. Н. Э. Баумана. Приведены новые исторические сведения, связанные с местом кафедры в истории факультета "Энергомашиностроение". Исследованы связи между специфическими кафедральными предметами "Безопасность жизнедеятельности" и "Гидравлика" с 1868 года.*

**Ключевые слова:** безопасность жизнедеятельности, кафедра, факультет, техника безопасности, охрана труда, экология, энергомашиностроение, гидравлика, очистка воды, водопользование

На протяжении нескольких лет журнал "Безопасность жизнедеятельности" любезно предоставляет свои страницы в рубрике "Образование" публикациям, посвященным истории кафедры "Экология и промышленная безопасность" МГТУ им. Н. Э. Баумана. По инициативе С. В. Белова, бывшего заведующего этой кафедрой и первого главного редактора журнала, с 2008 г. началась публикация серии исторических очерков о кафедре [1—10]. Одним из аспектов, в котором кафедра еще не рассматривалась, это ее место в истории факультета "Энергомашиностроение" и в истории МГТУ им. Н. Э. Баумана [11].

Целесообразность рассмотрения такого исторического аспекта была определена в связи с предстоящим 150-летним юбилеем факультета "Энергомашиностроение" МГТУ им. Н. Э. Баумана. Рассмотрим, как история кафедры "Экология и промышленная безопасность" связана в этом контексте с историей факультета "Энергомашиностроение".

Известно, что кафедра "Охрана труда" была переведена на факультет "Энергомашиностроение" в 1970 г. До этого, с 1959 г., кафедра "Техника безопасности" входила в состав факультета "Автоматизация и механизация производства" МВТУ им. Н. Э. Баумана. Кроме того, в архиве было обнаружено, что кафедра "Техника безопасности" была утверждена в высшем механико-машиностроительном училище (ВММУ) как общеучилищная в сентябре 1930 г. История кафедры до 1930 г. в настоящее время трактуется в форме предпосылок становления дисциплины "Техника безопасности".

В связи с этим возникло желание рассмотреть структуру вуза и перечень дисциплин, преподававшихся в нем, со дня основания Императорского

московского технического училища (ИМТУ), в первую очередь, имеющих отношение к специфике кафедры "Экология и промышленная безопасность".

### Что было в 1868 году

В 1868 г. в ИМТУ не было факультетов, а были отделения, возможно аналоги современных факультетов. Таких отделений было три: а) механико-строительное; б) инженерно-механическое; в) инженерно-технологическое. Ранжирование студентов по отделениям (факультетам) осуществлялось только в специальных классах. Всего же классов было три: подготовительные, общие и специальные. Какие же дисциплины изначально преподавались в ИМТУ и как они связаны с теми специальностями, которые преподаются в настоящее время на кафедре "Экология и промышленная безопасность" и на факультете "Энергомашиностроение".

**ИМТУ с 1 июня 1868 г. имело три отделения: механико-строительное, инженерно-механическое, инженерно-технологическое.**

Названия предметов, планировавшихся к преподаванию во вновь образованном вузе для подготовительных, общих и специальных классов, приведены в Уставе ИМТУ. Каждый класс предполагал три года обучения.

Программа специальных классов ИМТУ, в которых происходило деление слушателей по отделениям, за 1869 г. позволяет выяснить, программы каких предметов скрывались за названиями учебных дисциплин. Наиболее специфическим профессионально-инженерным курсом среди общеобразовательных дисциплин можно считать курс "Практическая механика", который читался



во 2-м и 3-м классах инженерно-механического и механико-строительного отделений. Курс содержал теоретические и практические аспекты дисциплин, которые можно отнести к тематике современных предметов "Гидравлика" и "Теплофизика".

Особо хочется обратить внимание на дисциплину "Устройство и расчет водоподъемных и воздуходувных машин", программа которой содержала, в частности, следующие вопросы: "Пожарные трубы. Машины для снабжения городов водою. Фильтры. Водопроводы", а также на дисциплину "Химическая технология", которая читалась в 3-м специальном классе для инженеров-механиков и инженеров-технологов, и программа ее, в частности, включала в себя такую тему: "Вода. Содержание в разных водах растворимых тел; жесткая и мягкая вода, определение степени жесткости. Годность воды в пищу и для питья. Очищение воды, устройство разных фильтров, больших и малых. Перегонка воды". Фактически здесь идет речь о человекозащитных и природоохранных проблемах, имеющих прямое отношение к тематике современной кафедры "Экология и промышленная безопасность". О подобных проблемах речь шла в публикации "Вода на кафедре" [12]. В настоящее время одним из основных научно-исследовательских подразделений кафедры "Экология и промышленная безопасность" является "Лаборатория по защите водной среды". Есть предположение, что вопросы, связанные с водопользованием, водоподготовкой, очисткой воды и природопользованием, преподавались в ИМТУ со дня его основания.

В 1869 г. впервые начали читать курсы по Гидравлике и Теплотехнике в рамках Практической механики. Это курсы, которые лежат в основе преподавания некоторых кафедр современного факультета "Энергомашиностроение", а именно кафедры Э-9 "Экология и промышленная безопасность" и кафедры Э-10 "Гидромеханика, гидромашин и гидропневмоавтоматика". Вопросы водопользования в самом широком смысле рассматривались в рамках предмета "Гидравлика" в двух основных аспектах. 1) вода как предмет потребления и продукт жизнедеятельности человека; 2) вода как рабочее тело, которое утилизируется с целью производства, перемещения и трансформации энергии.

Есть основание считать, что дисциплины, характеризующие становление техносферы, соседствуют с дисциплиной, исследующей безопасность в техносфере, со дня основания ИМТУ.

Тематическая преемственность учебных подразделений ИМТУ в 1868—1869 гг. и МГТУ в 2014—2015 гг. приведена в таблице.

#### Тематическая преемственность учебных подразделений ИМТУ

1868—1869 гг.	2014—2015 гг.
Отделение "Инженерно-механическое" Преподаваемые предметы	Факультет "Энергомашиностроение" Кафедры
1. Химическая технология: Вода Годность воды в пищу и для питья Очищение воды, устройство разных фильтров, больших и малых Пожарные трубы Машины для снабжения городов водою Фильтры. Водопроводы	Э-9 Экология и промышленная безопасность
2. Практическая механика: Гидравлика Теория и построение водяных двигателей Устройство и расчет водоподъемных и воздуходувных машин	Э-10 Гидромеханика, гидромашин и гидропневмоавтоматика

Дальнейшее развитие учебно-предметной структуры вуза сопровождается следующими изменениями. По данным за 1892 г., в ИМТУ число отделений сократилось до двух: механическое и химическое. Число классов осталось прежним. Разумеется, предметное наполнение их также претерпело изменения. Появляются такие дисциплины, как "Водоснабжение и канализация" (промышленная экология), "Насосы и водяные двигатели" (гидравлика).

**ИМТУ с 6 июня 1894 г. (возможно, ранее) имеет два отделения: механическое и химическое.**

В связи с сокращением числа отделений в 1894 г. встал вопрос о преобразовании Технического Училища и утверждении нового Положения. Этим Положением Училищу ставилась цель "доставлять учащимся в нем высшее образование по специальностям механической и химической". Два отделения сохранились в ИМТУ до 1917 г., когда было изменено название вуза на Московское высшее техническое училище (МВТУ), а также его структура и программа преподаваемых предметов. Все это время параллельно преподавались дисциплины "Водоснабжение и канализация" (промышленная экология) и "Насосы и водяные двигатели" (гидравлика).

**МВТУ с марта 1917 г. имело четыре отделения (факультета): механическое, химическое, электротехническое и инженерно-строительное.**

Такая структура просуществовала до 1930 г. На каждом из четырех факультетов имелись дисциплины и даже отделы (кафедры), в той или иной степени перекликающиеся с тематикой кафедр "Экология и промышленная безопасность",

"Гидромеханика, гидромашины и гидропневмоавтоматика" и других кафедр факультета "Энергомашиностроение". В первую очередь это относится к *Механическому факультету*, где из шести отделов, по крайней мере, пять, включая "общеобязательные предметы", можно считать родственными сегодняшней тематике. Особо хочется отметить факт чтения среди общеобязательных предметов курса "Основы технического надзора". Эта дисциплина преподавалась еще до 1917 г. и по 1930 г. В части "Правовые и организационные основы" ее можно считать предшественницей дисциплин "Техника безопасности", "Охрана труда" и "Безопасность жизнедеятельности".

Профессиональная специфика *Химического факультета* включала в разделе "Общеобязательные предметы" такие дисциплины, как "Технология воды", "Топки и печи", "Технология топлива" и т. д. Кроме того, программа курса машиноведения для инженерно-химического подотдела химического факультета включала в себя четвертым пунктом такую информацию: "Важнейшие для техники источники энергии: мускульная энергия животных, вода, морские волны, прилив и отлив, ветер, солнечные испускания, атмосферное электричество, химическая энергия, преимущественно в виде процессов горения". Этот пункт программы 1930-х гг. перекликается с современной проблематикой нетрадиционных способов получения энергии (ветровая энергия, геотермальная, тепловая энергия океана, энергия приливов и отливов, энергия морских течений, энергия Солнца, водородная энергетика). Эти проблемы напрямую связаны с технологической безопасностью и тематикой кафедры "Газотурбинные и нетрадиционные энергоустановки" факультета "Энергомашиностроение".

На *Электротехническом факультете* появляются новые дисциплины. "Техника безопасности" в отделе "Общеобязательные предметы", "Автоматическая блокировка" на специальности "Сигнализация, централизация и блокировка".

*Инженерно-строительный факультет* включает в себя пять отделов, каждый из которых содержит большое число предметов, имеющих прямое отношение к тематике современной кафедры "Экология и промышленная безопасность". Особо хочется отметить появление дисциплины "Акустика зданий" в Архитектурном отделе (кафедре) факультета [1, 11, 12].

Среди предметов энергетической направленности на всех отделах Инженерно-строительного факультета МВТУ присутствуют такие курсы, как: гидравлика, гидрология, гидрометрия, гидротехнические сооружения. Основной проблемой

Инженерно-строительного факультета МВТУ является проблема использования воды как источника энергии.

Период в истории МВТУ с 1918 по 1929 г. характеризуется многочисленными реформами высшего технического образования, направленными на повышение эффективности подготовки инженерных кадров. В марте 1930 г. МВТУ переименовано в Высшее механико-машиностроительное училище (ВММУ).

**С 20 марта 1930 г. в ВММУ осталось 11 специальностей.**

Проводимые в жизнь реформы внесли существенные изменения в тематику преподаваемых предметов, да и в название МВТУ. В соответствии с Приказом по ВСНХ СССР № 1053 от 20 марта 1930 г. МВТУ было разделено на пять самостоятельных Училищ, каждое из которых было организовано на базе одного из его факультетов:

- Высшее механико-машиностроительное училище (ВММУ).
- Высшее аэромеханическое училище.
- Высшее инженерно-строительное училище.
- Высшее энергетическое училище.
- Высшее химико-технологическое училище.

ВММУ было передано в подчинение машиностроительной отрасли. Из четырех факультетов, бывших в МВТУ, остался фактически, да и то частично, только Механический факультет, который и составил основу нового училища. К маю 1930 г. в ВММУ осталось 11 специальностей, из которых к воде, с большой натяжкой, можно отнести паровозы, турбины, насосы. Но такая ситуация продолжалась только до сентября того же 1930 г.

**С 10 сентября 1930 г. в ВММУ утверждено 27 общеучилищных кафедр.**

В ряд общеучилищных наряду с другими включены и кафедры "Гидравлика и гидравлические машины (общий курс)" и "Техника безопасности".

**С 22 сентября 1930 г. в ВММУ утверждено 12 специальностей (факультетов).**

В перечне 12 факультетов вторую позицию занимает факультет "Гидравлические турбины и насосные установки" с двенадцатью кафедрами.

В октябре 1930 г. ВММУ переименовывается в Московский механико-машиностроительный институт (МММИ) имени Н. Э. Баумана. Из перечня специальностей (факультетов), утвержденных в сентябре 1930 г., тематика половины специальностей имела прямое отношение к тематике энергетического машиностроения. Кафедра "Техника безопасности" оставалась общеучилищной с прямым подчинением ректору.



### **МММИ им. Н. Э. Баумана с сентября 1938 г.**

В 1938 г. Постановлением Совнаркома СССР МММИ им. Н. Э. Баумана был передан из ведения Наркомата тяжелой промышленности в Наркомат вооружений. В соответствии с новыми задачами изменились структура и число факультетов. В составе института теперь имеются шесть факультетов, в том числе факультет "Тепловых и гидравлических машин".

В июне 1941 г. МММИ им. Н. Э. Баумана был эвакуирован в г. Ижевск, а весной 1942 г. был возвращен из эвакуации.

### **МВТУ им. Н. Э. Баумана с 22 мая 1943 г.**

В мае 1943 г. механико-машиностроительный Институт им. Н. Э. Баумана был переименован в Московское высшее техническое училище имени Н. Э. Баумана Наркомата Вооружений (МВТУ НКВ). После преобразования МММИ в МВТУ им. Н. Э. Баумана был принят новый Устав, в соответствии с которым в училище были утверждены те же шесть факультетов, что имели место в 1938 г. При этом гидравлическая тематика читалась на факультете Тепловых и гидравлических машин.

Кафедра "Техника безопасности" продолжала существовать, но внимание к вопросам промышленной безопасности несколько снизилось. И это понятно, в военные годы в стенах вуза в первую очередь уделялось внимание дисциплинам, связанным непосредственно с оборонной промышленностью. Только после войны кафедра "Техника безопасности" снова начала полноценно функционировать и с 1 сентября 1959 г. была выведена из прямого подчинения ректора и включена в состав факультета "Автоматизация и механизация производства". А с 1970 г. кафедра "Охрана труда", переименованная в 1966 г., была переведена на факультет "Энергомашиностроение", получив новое обозначение Э-9. Здесь снова, как и в 1868 г., встретились в рамках одного факультета две кафедры: с тематикой промышленной безопасности Э-9 и гидравлики Э-10.

Наиболее тонким хронологическим нюансом является дата рождения названия факультета — "Энергомашиностроение". Дата утверждения названия факультета неизвестна [13, 14]. Условная дата — примерно 1960 г.

### **МВТУ им. Н. Э. Баумана с 1960 г.**

Таким образом, по имеющейся информации, к началу 1960-х годов подготовка специалистов

по дневной форме обучения стала осуществляться в МВТУ на пяти факультетах: АМ — Автоматизации и механизации; К — Конструкторско-механический; М — Машиностроительный; П — Приборостроительный; Э — Энергомашиностроительный. Последний факультет имел в своем составе девять кафедр: двигателестроение, комбинированные двигатели, турбостроение, криогенная техника и кондиционирование, компрессорные и вакуумные машины, термодинамика и теплопередача, энергетические машины и установки, плазменные энергетические установки, охрана труда.

Недостаточная репрезентативность этой информации заключается в том, что в приведенном перечне кафедр отсутствует кафедра по гидравлике. Кроме того, в перечне приведена кафедра "Охрана труда", которая вошла в состав факультета в 1970 г., и отсутствует кафедра "Ядерные реакторы и установки", которая образовалась на факультете в 1961 г.

В данной статье сделана попытка проследить путь развития преподавания в ИМТУ начиная с 1868 г. двух направлений. Одно из них рассматривает проблему потребления и утилизации воды с человекозащитной и природоохранной позиции (безопасность). Другое направление включает в себя широкий круг вопросов, связанных с рассмотрением воды как источника энергии (гидравлика). По мнению автора, именно эти дисциплины являются основополагающими при исследовании ретроспективы научно-педагогической деятельности факультета "Энергомашиностроение". Будучи сотрудником кафедры "Экология и промышленная безопасность", автор не мог не обратить внимание на один важный факт. Факультет "Энергомашиностроение", как и все факультеты аналогичного научно-технического направления, включает в себя кафедры, которые представляют отрасли промышленности, создающие и формирующие техносферу [15]. Как известно, техносфера — это среда обитания, возникшая с помощью прямого или косвенного воздействия людей и технических средств на природную среду в целях наилучшего соответствия среды социально-экономическим потребностям человека. Безопасность жизнедеятельности человека в техносфере обеспечивается и гарантируется интегральной системой обеспечения безопасности людей, которая решает задачу комплексного обеспечения безопасности в системе "человек — среда обитания" для техногенных условий бытия. Профессор С. В. Белов, один из основоположников дисциплины "Безопасность жизнедеятельности", постоянно акцентировал внимание на том, что

под безопасностью жизнедеятельности как научно-педагогической дисциплины следует в первую очередь иметь в виду безопасность жизнедеятельности в техносфере.

Все кафедры факультета "Энергомашиностроение" принимают участие в формировании техносферы, и только "Экология и промышленная безопасность" занимается вопросами техносферной безопасности. Такой научно-педагогический симбиоз, показанный на примере одной научно-педагогической пары в рамках одного факультета, продолжается уже на протяжении почти 150 лет.

### Список литературы

1. Павлихин Г. П., Базанчук Г. А., Ванаев В. С., Козьяков А. Ф. История кафедры "Экология и промышленная безопасность" МГТУ им. Н. Э. Баумана. Синев Петр Иванович (1872—1946) // Безопасность жизнедеятельности. — 2008. — № 10. — С. 41—49.
2. Павлихин Г. П., Ванаев В. С., Козьяков А. Ф. История кафедры "Экология и промышленная безопасность" МГТУ им. Н. Э. Баумана в период 1946—1953 годы. Скороходов Николай Иосифович (1911—1953) // Безопасность жизнедеятельности. — 2009. — № 3. — С. 38—43.
3. Павлихин Г. П., Ванаев В. С., Козьяков А. Ф. История кафедры "Экология и промышленная безопасность" МГТУ им. Н. Э. Баумана в период 1953—1959 годы. Кушвид Петр Григорьевич (1898 — 19\_?) // Безопасность жизнедеятельности. — 2009. — № 5. — С. 40—45.
4. Павлихин Г. П., Ванаев В. С., Козьяков А. Ф. История кафедры "Экология и промышленная безопасность" МГТУ им. Н. Э. Баумана в период 1959—1967 годы. Гладких Петр Андреевич (1906—1980) // Безопасность жизнедеятельности. — 2009. — № 9. — С. 44—51.
5. Павлихин Г. П., Ванаев В. С., Козьяков А. Ф. История кафедры "Экология и промышленная безопасность" МГТУ им. Н. Э. Баумана в период 1967—1976 годы. Юдин Евгений Яковлевич (1914—1992) // Безопасность жизнедеятельности. — 2009. — № 10. — С. 39—45.
6. Павлихин Г. П., Ванаев В. С., Козьяков А. Ф. История кафедры "Экология и промышленная безопасность" МГТУ им. Н. Э. Баумана в период 1976—2007 годы. Белов Сергей Викторович // Безопасность жизнедеятельности. — 2010. — № 2. — С. 46—54.
7. Павлихин Г. П., Ванаев В. С., Козьяков А. Ф. История кафедры "Экология и промышленная безопасность" МГТУ им. Н. Э. Баумана в период 2007—2008 годы. Смирнов Сергей Георгиевич // Безопасность жизнедеятельности. — 2010. — № 4. — С. 49—52.
8. Ванаев В. С., Козьяков А. Ф. История кафедры "Экология и промышленная безопасность" МГТУ им. Н. Э. Баумана в период с 2009 года. Павлихин Геннадий Петрович // Безопасность жизнедеятельности. — 2010. — № 7. — С. 45—49.
9. Павлихин Г. П., Ванаев В. С., Козьяков А. Ф. Кафедре Э-9 "Экология и промышленная безопасность" МГТУ им. Н. Э. Баумана — 80 лет // Безопасность жизнедеятельности. — 2010. — № 8. — С. 53—56.
10. Ванаев В. С., Пышкина Э. П. История кафедры "Экология и промышленная безопасность" МГТУ им. Н. Э. Баумана с 2012 года. Александров Анатолий Александрович // Безопасность жизнедеятельности. — 2014. — № 10. — С. 65—71.
11. Ванаев В. С., Ванаева Н. С., Козьяков А. Ф., Павлихин Г. П. Кафедра "Экология и промышленная безопасность" МГТУ им. Н. Э. Баумана: прошлое, настоящее, будущее. 1930—2010 / Под ред. Г. П. Павлихина. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010. — 238 с.
12. Ванаев В. С. Вода на кафедре / Экологическое образование и охрана окружающей среды. Технические университеты в формировании единого научно-технологического и образовательного пространства СНГ. Сборник статей. Часть II / Под ред. А. А. Александрова — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014 — 256 с.
13. Федоров И. Б., Павлихин Г. П. Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана. 175 лет. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005. — 352 с.
14. Анцупова Г. Н. МГТУ глазами историка / Сост. Г. А. Базанчук, В. Г. Полежаев. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005. — 232 с.
15. Белов С. В., Ванаев В. С., Козьяков А. Ф. Безопасность жизнедеятельности. Терминология: Учеб. пособие / Под ред. С. В. Белова. — М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2007. — 304 с.

V. S. Vanaev, Associate Professor, e-mail: vvanaev@mail.ru, Bauman Moscow State Technical University

## One Hundred Fifty Years Together

*There are the continuations of the articles from "Life Safety" № 10, 2008, № 3, 5, 9, 10, 2009, № 2, 4, 7, 8, 2010 и № 10 about the chair's history "Ecology and Industrial safety" MSTU of name N. E. Bauman. New history information about the place of chair in history of Power Engineering Faculty is given. The tie between specific chair topics of "Life Safety" and "Hydraulics" since 1868 is investigated.*

**Keywords:** life safety of activity, chair, faculty, safety (laws), protection of labour, ecology, power engineering, hydraulics, water purification, water use



## References

1. **Pavlikhin G. P., Bazanchuk G. A., Vanaev V. S., Koz'yakov A. F.** Istoriya kafedry "Ehkologiya i promyshlennaya bezopasnost'" MGТУ im. N. Eh. Baumana. Sinev Petr Ivanovich (1872—1946). *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2008. N. 10. P. 41—49.
2. **Pavlikhin G. P., Vanaev V. S., Koz'yakov A. F.** Istoriya kafedry "Ehkologiya i promyshlennaya bezopasnost'" MGТУ im. N. Eh. Baumana v period 1946—1953 gody. Skorokhodov Nikolaj Iosifovich (1911—1953). *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2009. N. 3. P. 38—43.
3. **Pavlikhin G. P., Vanaev V. S., Koz'yakov A. F.** Istoriya kafedry "Ehkologiya i promyshlennaya bezopasnost'" MGТУ im. N. Eh. Baumana v period 1953—1959 gody. Kushvid Petr Grigor'evich (1898—19?). *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2009. N. 5.— P. 40—45.
4. **Pavlikhin G. P., Vanaev V. S., Koz'yakov A. F.** Istoriya kafedry "Ehkologiya i promyshlennaya bezopasnost'" MGТУ im. N. Eh. Baumana v period 1959—1967 gody. Gladkikh Petr Andreevich (1906—1980). *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2009. N. 9. P. 44—51.
5. **Pavlikhin G. P., Vanaev V. S., Koz'yakov A. F.** Istoriya kafedry "Ehkologiya i promyshlennaya bezopasnost'" MGТУ im. N. Eh. Baumana v period 1967—1976 gody. Yudin Evgenij YAKovlevich (1914—1992). *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2009. N. 10. P. 39—45.
6. **Pavlikhin G. P., Vanaev V. S., Koz'yakov A. F.** Istoriya kafedry "Ehkologiya i promyshlennaya bezopasnost'" MGТУ im. N. Eh. Baumana v period 1976—2007 gody. Belov Sergej Viktorovich. *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2010. N. 2. P. 46—54.
7. **Pavlikhin G. P., Vanaev V. S., Koz'yakov A. F.** Istoriya kafedry "Ehkologiya i promyshlennaya bezopasnost'" MGТУ im. N. Eh. Baumana v period 2007—2008 gody. Smirnov Sergej Georgievich. *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2010. N. 4. P. 49—52.
8. **Vanaev V. S., Koz'yakov A. F.** Istoriya kafedry "Ehkologiya i promyshlennaya bezopasnost'" MGТУ im. N. Eh. Baumana v period s 2009 goda. Pavlikhin Gennadij Petrovich. *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2010. N. 7. P. 45—49.
9. **Pavlikhin G. P., Vanaev V. S., Koz'yakov A. F.** Kafedre EH-9 "Ehkologiya i promyshlennaya bezopasnost'" MGТУ im. N. Eh. Baumana — 80 let. *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2010. N. 8. P. 53—56.
10. **Vanaev V. S., Pyshkina EH. P.** Istoriya kafedry "Ehkologiya i promyshlennaya bezopasnost'" MGТУ im. N. Eh. Baumana s 2012 goda. Aleksandrov Anatolij Aleksandrovich. *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2014. N. 10. P. 65—71.
11. **Vanaev V. S., Vanaeva N. S., Koz'yakov A. F., Pavlikhin G. P.** Kafedra "Ehkologiya i promyshlennaya bezopasnost'" MGТУ im. N. Eh. Baumana: proshloe, nastoyashhee, budushhee. 1930—2010 / Pod red. G. P. Pavlikhina. M.: Izd-vo MGТУ im. N. Eh. Baumana, 2010. 238 p.
12. **Vanaev V. S.** Voda na kafedre. *Ehkologicheskoe obrazovanie i okhrana okruzhayushhej sredy. Tekhnicheskie universitety v formirovanii edinogo nauchno-tekhnologicheskogo i obrazovatel'nogo prostranstva SNG. Sbornik statej. CHast' II* / Pod red. A. A. Aleksandrova. M.: Izd-vo MGТУ im. N. Eh. Baumana, 2014. 256 p.
13. **Fedorov I. B., Pavlikhin G. P.** Moskovskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet imeni N. Eh. Baumana. 175 let. M.: Izd-vo MGТУ im. N. Eh. Baumana, 2005. 352 p.
14. **Antsupova G. N.** MGТУ glazami istorika / Sost. G. A. Bazanchuk, V. G. Polezhaj. 2-e izd., ispr. i dop. M.: Izd-vo MGТУ im. N. Eh. Baumana, 2005. 232 p.
15. **Belov S. V., Vanaev V. S., Koz'yakov A. F.** Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti. Terminologiya: Ucheb. posobie / Pod red. S. V. Belova. M.: Izd-vo MGТУ im. Baumana, 2007. 304 p.

УДК 378

**К. Е. Панкин**, канд. хим. наук, доц., e-mail: texmexium@mail.ru,  
**А. В. Хизов**, канд. техн. наук, доц., **О. В. Кабанов**, канд. техн. наук, доц.,  
Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова

## Разработка учебной программы по дисциплине "История пожарной охраны"

*Приведен опыт разработки учебной программы по дисциплине "История пожарной охраны" для студентов направления 280700 — "Техносферная безопасность", профиль подготовки "Пожарная безопасность".*

**Ключевые слова:** пожар, пожарная охрана, пожарный инструмент, тушение пожаров

### Введение

Пожарная охрана в России в 2015 г. отметила 366-ю годовщину со дня своего основания — 30 апреля 1649 года. Это достаточно долгий срок, в течение которого можно накопить традиции и

исторический опыт, а также осмыслить место и роль пожарной охраны в различных исторических периодах России. Именно поэтому в 2009 г. в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению подготовки



280700.62 "Техносферная безопасность" в учебные планы была введена новая, ранее не читаемая дисциплина "История пожарной охраны", которая обязана дать представление студентам, как будущим сотрудникам подразделений Государственной противопожарной службы или добровольных пожарных формирований (дружин), о становлении, этапах исторического развития, традициях, славных страницах истории пожарной охраны в России, без которых невозможно воспитать людей, душой и телом преданных своему трудному и опасному делу — борьбе с огненной стихией, спасению людей, материальных и культурных ценностей.

Борьба с пожарами была актуальна на заре становления Российского государства, свою важность она не потеряла и сейчас. Статистика пожаров в России и во всем мире свидетельствует о необходимости объединения людей для борьбы с огненной стихией, так как каждый год на Земле возникает более 7 млн пожаров, которые уносят более 70 тыс. жизней людей. В России ежегодно происходит более 250 тыс. пожаров, в которых погибает свыше 15 тыс. человек [1].

Без учета прошлого опыта человечество будет обречено на ведение постоянной борьбы с таким разрушительным и все уничтожающим на своем пути явлением, как пожары. Борьба человека с огнем длится уже многие сотни лет, однако в последние годы пожары стали приобретать угрожающие масштабы. Поэтому введение дисциплины в учебные планы должно в какой-то мере исправить сложившуюся ситуацию, а разработка учебной программы по данной дисциплине должна дать будущим преподавателям четкое представление о наборе изучаемых тем, а также логичной последовательности изложения материала. Этому и посвящена данная работа.

### **Местоположение дисциплины в учебном процессе**

В соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению подготовки 280700.62 "Техносферная безопасность" дисциплина "История пожарной охраны" входит в вариативную часть профессионального цикла и является одной из дисциплин, формирующей знания и навыки, характерные для бакалавра по профилю подготовки "Пожарная безопасность". Изучение дисциплины позволяет анализировать и обобщать информацию об этапах исторического развития пожарной охраны в России и за рубежом, формирования мировоззрения, основанного на познании вопросов истории, интересов личности.

Дисциплина "История пожарной охраны" формирует у студентов знания о первых способах и средствах борьбы с неконтролируемым огнем, включает в себя развитие технических средств пожаротушения, практических навыков и умений в повседневной жизни, знакомит с основными классами машин и оборудования для тушения пожаров, теоретическими основами развития пожарной техники.

### **Дисциплины, опирающиеся на дисциплину "История пожарной охраны"**

Дисциплина "История пожарной охраны" является базовой для изучения дисциплин "Базовые шасси пожарных автомобилей", "Пожарная техника", "Пожарная тактика":

— для дисциплины "Базовые шасси пожарных автомобилей" будут полезны сведения о начале создания автомобилей в России, технической сложности и функционировании взаимодействующих друг с другом составных элементов автомобиля и пожарного автомобиля, развития базовых шасси и пожарной надстройки за советский период истории России при создании и совершенствовании пожарного автомобиля;

— для дисциплины "Пожарная техника" будут полезны сведения о создании первых пожарных насосов, пожарных лестниц, огнетушителей, водопроводов, пожарной сигнализации, организации и передачи сигналов о пожарах, технических системах тушения пожаров, типажах и размерных рядах пожарных автомобилей, компоновке, технических решениях создаваемой пожарной техники, о совершенствовании пожарных и специальных пожарных автомобилей от начала разработки и до наших дней;

— для дисциплины "Пожарная тактика" будут полезны сведения о способах ведения борьбы с огнем в древности, о создании пожарных команд, о первых тактических приемах тушения пожаров, о создании профессиональной и добровольной пожарной охраны, о развитии тактики тушения пожаров и приемов борьбы с огнем.

### **Компетенции дисциплины**

При освоении дисциплины "История пожарной охраны" предусматривается формирование у обучающихся следующих компетенций:

*общекультурные компетенции:*

- способность работать самостоятельно (ОК-8);
- способность принимать решения в пределах своих полномочий (ОК-9);
- способностью к познавательной деятельности (ОК-10);



Таблица 1

## Критерии порогового и повышенного уровней оценки

Пороговый	Повышенный
<b>Знает</b>	
Этапы развития пожарной охраны	Этапы и историю развития пожарной охраны
Правила пожарной безопасности	Основные методы применения пожарной безопасности в повседневной жизни
Организацию тушения пожаров	Способы тушения пожаров в повседневной жизни
Этапы совершенствования технических средств пожаротушения	Идентификацию модельных рядов и типажей пожарных
<b>Понимает</b>	
Необходимость изучения истории развития профессиональной деятельности	Исторические этапы роли и развития пожарной охраны в России
Важность учета исторического опыта борьбы с пожарами	Историческую взаимосвязь и характер влияния событий на роль и развитие пожарной охраны
<b>Способен</b>	
Воспроизвести исторические события, приведшие к созданию пожарной охраны	Привести конкретные примеры реализации традиций пожарной охраны на практике
Дать оценку роли пожарной охраны в конкретный период истории страны	Анализировать историческое развитие пожарной охраны в России и тем самым спрогнозировать роль и место пожарной охраны в будущем
<b>Умеет</b>	
Анализировать историю развития пожарной охраны	Ориентироваться в основных проблемах техносферной безопасности
Действовать при тушении пожара	Разрабатывать мероприятия по совершенствованию организации тушения пожаров
<b>Владеет</b>	
Методами описания пожаров	Аргументированным изложением этапов развития пожарной охраны

*профессиональные компетенции:*

— способность ориентироваться в основных проблемах техносферной безопасности (ПК-19).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**знать:** этапы и историю развития пожарной охраны; совершенствование технических средств пожаротушения; типаж и модельные ряды пожарных автомобилей.

**уметь:** применять правила пожарной безопасности в повседневной жизни; пользоваться противопожарным оборудованием; умело действовать при тушении пожара.

**владеть:** методами описания; методами изложения этапов развития пожарной охраны.

Для дисциплины "История пожарной охраны" определены "**пороговый**" и "**повышенный**" уровни усвоения и выделены критерии оценки достижения этого уровня ("знает", "понимает", "способен", "умеет", "владеет") (табл 1).

**Содержание дисциплины**

Дисциплину "История пожарной охраны", по мнению авторов, необходимо изучать на первом курсе, параллельно с изучением истории России. Изучать дисциплину необходимо в течение одного семестра. Для усвоения дисциплины выделено 2 зачетные единицы (72 часа), при этом для аудиторных занятий отводится 28 часов — на лекционные и практические занятия, и на самостоятельную работу — 44 часа (табл. 2). Итоговый контроль — зачет.

**Комментарии к содержанию дисциплины**

Предметная область дисциплины, обеспечивающая достижение поставленных целей и реализацию компетенций, должна включать изучение этапов исторического развития пожарной охраны России, средств пожаротушения, типажей пожарных машин.

При разработке учебной программы по дисциплине "История пожарной охраны" весь материал был разделен на два модуля.

1. Первые приемы борьбы с пожарами на Руси.
2. Современное развитие пожарного вооружения и техники.

Каждый содержательный учебно-образовательный модуль ориентирован на достижение совокупности регламентированных стандартом и программой компетенций, приобретение определенных знаний, умений и навыков в области развития пожарной охраны.

Таблица 2

Структура и содержание дисциплины

№ п/п	Тема занятия. Содержание	Неделя семестра	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Вид занятия	Форма проведения	Количество часов	Количество часов
1	<b>Предмет и его задачи</b> Содержание дисциплины и порядок ее изучения. Развитие пожарной охраны на Руси (X—XVII века) Этапы развития пожарного дела	1	Л	Т	2	2
2	Первые разработанные средства борьбы с пожарами	2	ПЗ	Т	2	2
3	<b>Реформы Петра I</b> Создание профессиональной пожарной охраны Преобразовательная деятельность Петра I Новые изобретения по пожарному делу Рождение пожарной охраны	3	Л	В	2	2
4	Совершенствование технических средств пожаротушения	4	ПЗ	Т	2	4
5	<b>Основы пожарной науки</b> Совершенствование пожаротушения Пожарные команды. Добровольческое движение Съезд пожарных деятелей России	5	Л	Т	2	2
6	Научно-техническая политика государства в области пожарной безопасности	6	ПЗ	Т	2	4
7	Исторические закономерности развития пожарной охраны	7	ПЗ	Т	2	4
8	<b>Технические средства борьбы с пожарами, применяемые в России в XVIII — начале XX века</b> Первые водопроводы, появившиеся в России Изобретение паровых машин, двигателей	8	Л	В	2	2
9	Роль пожарной охраны в военные годы и дальнейшее развитие системы пожарной безопасности	9	ПЗ	Т	2	4
10	<b>Эволюция и производство пожарных автомобилей в СССР</b> Типажи и модельные ряды Специальные пожарные автомобили	10	Л	Т	2	2
11	Базовые шасси для пожарных автомобилей	11	ПЗ	М	2	4
12	<b>Особенности конструкции и оригинальные технические решения пожарных автомобилей в СССР</b> Изобретательский период. Инженерный период Дизайнерский период	12	Л	Т	2	2
13	Становление отрасли пожарного машиностроения в России	13	ПЗ	Т	2	2
14	Нормативная база создания пожарных автомобилей в современной России	14	ПЗ	Т	2	8
<b>Итого:</b>					28	44

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



## Оценочные средства для проведения контроля усвоения знаний

Обязательной составляющей любой дисциплины являются оценочные средства, главным из которых является список вопросов, на которые студенты должны дать ответы, для определения преподавателем уровня усвоения компетенций.

*Вопросы, рассматриваемые на аудиторных занятиях*

1. Первый период (X—XIV века) развития пожарного дела на Руси, его особенности.

2. Второй период (середина XIV — середина XVI веков) развития пожарного дела на Руси.

3. Третий период (середина XVI — начало XVIII веков) развития пожарного дела на Руси.

4. Четвертый период (XVIII — первая четверть XIX веков) развития пожарного дела в России.

5. Пятый период (XIX век — до 1917 года) развития пожарного дела в России.

6. Шестой период (с 1917 года — по настоящее время) развития пожарного дела в СССР и России.

7. Пожарный инструмент, применявшийся на Руси для тушения пожаров в XV—XVII веках. Тактические приемы борьбы с огнем в XV—XVII веках.

8. Документы, касающиеся пожарного дела, принимаемые в середине XVII века. Ответственность за пожарную безопасность в этот период.

9. Законодательные акты в области пожарной безопасности, принятые на Руси в 1649 году на Земском соборе.

10. Итоги реформ пожарного дела на Руси XV—XVII веков.

11. Реформы Петра I в области пожарной охраны.

12. Ответственность и должностные обязанности за обеспечение пожарной безопасности во времена Петра I.

13. Изобретения по пожарному делу в XVII веке П. Дальгрена, И. Лобова, горного инженера К. Д. Фролова.

14. Производство пожарного инструмента предпринимателем Е. Шапошниковым и механиком А. Нартовым.

15. Особенности в развитии пожарной охраны России во времена правления Екатерины II (1762—1796 гг.).

16. Новый шаг в развитии пожарного дела России при императоре Александре I (1801 — 1825 гг.).

17. Изменения, произошедшие в пожарной охране России после Отечественной войны 1812 года.

18. Совершенствование технических средств пожаротушения в XIX веке в России.

19. Изобретения русских инженеров в начале XIX века А. Шпаковского, К. Соболева и архитектора Р. Гесте.

20. Первый пожарный автомобиль, построенный в России.

21. Изобретения русского инженера Н. П. Зимины, способствующие повышению эффективности пожаротушения для пожарной охраны России.

22. Особенности изобретений, сделанных по улучшению пожарного дела Д. Ляпуновым, А. Вермишевым и А. Лораном в XIX веке в России.

23. Причины увеличения числа пожаров в России в 60—80-х годах XIX века.

24. Применение пароконного хода при тушении пожаров в конце XIX века.

25. Особенности пожарного вооружения городской пожарной команды конца XIX века. Противопожарный шлем, изобретенный инженером А. Кенигом.

26. Силы и средства пожарной охраны России начала XX века.

27. Использование пожарной линейки при выезде пожарной команды в конце XIX — начале XX веков.

28. Пожарные выставки, организуемые в России в конце XIX века.

29. Изобретение парового насоса для эффективной борьбы с пожарами.

30. Паровые машины — их использование по борьбе с пожарами в России.

31. Изобретение пожарных лестниц в конце XIX века. Применение лестниц зарубежного производства.

32. Первый русский автомобиль с двигателем внутреннего сгорания.

33. Основное вооружение пожарных частей в России в период Первой мировой войны.

34. Виды пожарных паровых труб, применяемые в России для тушения пожаров.

35. Виды ручных заливных труб и пожарных повозок, применяемые в XIX—XX веках в России для тушения пожаров.

36. Группы автоцистерн, применяемые в России для тушения пожаров в начале XX века.

37. История советского автомобилестроения.

38. Базовые шасси, используемые для создания пожарных автомобилей в СССР.

39. Специальные пожарные автомобили, выпускаемые в 40-е годы XX столетия в СССР.

40. Технические решения по совершенствованию конструкции выпускаемых пожарных автомобилей в 1930—1940-х годах в СССР.

41. Пожарные лестницы, применявшиеся пожарной охраной СССР в 1930—1940 годы.

42. Типаж специальных пожарных автомобилей, принятый в СССР в 1930—1940 годы.

43. Пожарно-техническое оснащение пожарных катеров и судов в 1930—1940-е годы.

44. Героическая борьба пожарных с огненной стихией в годы Великой Отечественной войны.

45. Вклад Прилукского завода противопожарного оборудования в оснащение пожарной охраны СССР.

46. Пожарные автомобили и противопожарное оборудование Варгашинского завода второй половины XX века.

47. Особенности конструкций и модельного ряда пожарной техники и оборудования Торжокского машиностроительного завода.

48. Изобретательский период развития пожарных автомобилей в СССР.

49. Инженерный период развития пожарных автомобилей в СССР.

50. Дизайнерский поиск оптимальной компоновки пожарных автомобилей в СССР.

51. Технические решения, используемые в современных пожарных автомобилях.

52. Применение в середине XX века в СССР автоприцепов для подвоза противопожарного оборудования.

53. Героическая борьба пожарных с огнем при ликвидации катастрофы на Чернобыльской АЭС (1986 г.).

54. Особенности пожарного автомобиля газодыяного тушения АГВТ-100, разработанного в 1960-х годах в СССР.

55. Особенности пожарного автомобиля порошкового тушения АП-2, разработанного в 1970-х годах в СССР.

56. Применение специальной пожарной техники на базе двухзвенного болотохода ДТ-10П в России.

#### *Вопросы для самостоятельного изучения*

1. Основные положения Декрета "Об организации государственных мер борьбы с огнем" (1918 год).

2. Необходимость создания пожарно-страхового отдела в России в 1919 г.

3. Особенности несения службы пожарными в начале XX века в России.

4. История создания, техническая характеристика и роль паровой машины фирмы Шанд-Мейсон в тушении пожаров в России в XIX веке.

6. Специальные требования, предъявляемые к пожарной технике, предназначенной для тушения пожара при ликвидации аварий на АЭС.

7. Многофункциональная установка пожаротушения на базе танка Т-55.

8. Подвижной пункт управления "Иртыш" на базе танка Т-62.

9. Главные параметры пожарных автомобилей различного назначения.

10. Особенности системы обозначения пожарных автомобилей.

11. Области применения пожарных автомобилей.

12. Ранг значимости шасси пожарных автомобилей.

13. Приоритетные направления развития парка пожарных автомобилей в России.

14. Развитие типажа пожарных автомобилей в России.

#### **Источники литературы**

Согласно требованиям Федеральных государственных образовательных стандартов 3-го поколения (ФГОС), учебная и учебно-методическая литература, приводимая в качестве основной в учебных программах дисциплин для технических и естественнонаучных специальностей должна быть издана не позднее 10 лет назад. Анализ ассортимента учебной литературы, выпускаемой крупнейшими издательствами, показал фактическое отсутствие книг и пособий, напрямую посвященных вопросам, рассматриваемым в данной дисциплине. Но для реализации учебной программы были подобраны те источники литературы, которые в полном объеме удовлетворяли бы требованиям настоящего времени и примерной рабочей программы. В разделе "Список литературы" представлены ссылки [1–5] для основного списка литературы учебной программы и [6–17] для дополнительного списка литературы.

#### **Выводы**

В статье представлена учебная программа по дисциплине "История пожарной охраны" в соответствии с учебным планом подготовки бакалавров по направлению 280700.62 "Техносферная безопасность" профиль подготовки "Пожарная безопасность", распределены учебные часы для изучения дисциплины, рассмотрены виды и формы проведения занятий.

#### **Список литературы**

1. **Слюсаренко В. В.** История развития пожарной техники и оборудования: Учебник. — Саратов: "КУБиК", 2014. — 210 с.
2. **Абрамов В. А.** История пожарной охраны: Учебник в 2 ч. Ч. 1. — М.: Академия ГПС МЧС России, 2005. — 285 с.
3. **Ильин В. В.** История пожарной охраны России: Учебник. — М.: Академия ГПС МЧС России, 2003. — 348 с.
4. **Яковенко Ю. Ф.** Россия: пожарная охрана на рубеже веков. — Тверь: Сивер, 2004. — 208 с.
5. **Гражданская оборона и пожарная безопасность** / Под ред. М. П. Фадеева. — М.: Институт риска и безопасности, 2004. — 504 с.
6. **Ардашев В. М.** История пожарного дела в Санкт-Петербурге в XVIII веке. — СПб., 1993. — 318 с.
7. **Воробьев Ю. Л.** Пути создания Государственной пожарно-спасательной службы // Пожарное дело. — 2002. — № 10. — С. 2–4.



8. **Вызываем огонь на себя.** Сборник воспоминаний, рассказов и очерков об истории современной пожарной службы г. Москвы. — М.: Робин, 1998. — 623 с.
9. **История России:** Учебное пособие для втузов, а также колледжей, лицеев, гимназий и школ: в 2-х т. / Горинов М. М. [и др.]. — М.: ВЛАДОС, 1995. — 217 с.
10. **Микеев А. К.** Добровольная пожарная охрана. — М.: Стройиздат, 1987. — 287 с.
11. **Микеев А. К.** Пожар. Социальные, экономические, экологические проблемы. — М.: Пожнаука, 1994. — 314 с.
12. **Щаблов Н. Н.** Крещенные военным огнем. СПб.: С.-Петербург. ун-т МВД России, 2001. — 179 с.
13. **Щаблов Н. Н.** Укрощение огня. — СПб.: С.-Петерб. ун-т МВД России, 2002. — 185 с.
14. **Требезов Н. П.** Пожарная тактика. — М.: изд. Народного комиссариата внутренних дел РСФСР, 1928. — 256 с.
15. **Логинов Ф. А.** Ленинградское пожарно-техническое училище 1906—1986. Исторические очерки. — Л.: изд. Института МВД, 1992. — 514 с.
16. **Обухов Ф. В.** Советская пожарная охрана. — М.: Россельхозиздат, 1979. — 387 с.
17. **Пожарно-техническая энциклопедия.** — Екатеринбург: Издательский дом "Калан", 2002. — 1087 с.

**К. Е. Pankin**, Associated Professor, e-mail: texmexium@mail.ru,  
**A. V. Hizov**, Associated Professor, **O. V. Kabanov**, Associated Professor,  
Saratov State Agrarian University Named After N. I. Vavilov

## The Development of a Training Programme for the Discipline "History of Fire Protection"

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

**Keywords:** fire, fire protection, fire safety history in Russia, tools for firefighting, suppression of fires, history of fire-engine vehicle producing, competencies, discipline content, methods of education (including active learning methods), distribution of education time, recommended references

### References

1. **Sljusarenko V. V.** Istorija razvitiya pozharnoj tehniki i oborudovaniya: uchebnik. Saratov: KUBiK, 2014. 210 p.
2. **Abramov V. A.** Istorija pozharnoj ohrany. Uchebnik v 2 ch. Ch. 1. Akademiya GPS MChS Rossii. 2005. 285 p.
3. **П'ин V. V.** Istorija pozharnoj ohrany Rossii: uchebnik. M.: Akademiya GPS MChS Rossii, 2003. 348 p.
4. **Jakovenko Ju. F.** Rossija: pozharnaja ohrana na rubezhe vekov. Tver': Siver, 2004. 208 p.
5. **Grazhdanskaja oborona i pozharnaja bezopasnost' /** Pod red. M. P. Fadeeva. M.: Institut riska i bezopasnosti. 2004. 504 p.
6. **Ardashev V. M.** Istorija pozharnogo dela v Sankt-Peterburge v XVIII veke. SPb., 1993. 318 p.
7. **Vorob'ev Ju. L.** Puti sozdaniya Gosudarstvennoj pozharno-spasatel'noj sluzhby. *Pozharnoe delo*. 2002. N. 10. P. 2—4.
8. **Vyzyvaem ogon' na sebja.** Sbornik vospominanij, rasskazov i ocherkov ob istorii sovremennoj pozharnoj sluzhby g. Moskvy. M.: Robin, 1998. 623 p.
9. **Istorija Rossii:** Uchebnoe posobie dlja vtuzov, a takzhe kolledzhej, liceev, gimnazij i shkol: v 2-h t. / Gorinov M. M. [i dr.]. M.: VLADOS, 1995. 217 p.
10. **Mikeev A. K.** Dobrovol'naja pozharnaja ohrana. M.: Strojizdat, 1987. 287 p.
11. **Mikeev A. K.** Pozhar. Social'nye, jekonomicheskie, jekologicheskie problemy. M.: Pozhnauka. 1994. 314 p.
12. **Shhablov N. N.** Kreshhennye voennym ognem. SPb.: S.-Peterb. un-t MVD Rossii, 2001. 179 p.
13. **Shhablov N. N.** Ukroshhenie ognja. SPb.: S.-Peterb. un-t MVD Rossii, 2002. 185 p.
14. **Trebezov N. P.** Pozharnaja taktika. M.: izd-vo Narodnogo komissariata vnutrennih del RSFSR, 1928. 256 p.
15. **Loginov F. A.** Leningradskoe pozharno-tehnicheskoe uchilishhe 1906—1986. Istoricheskie ocherki. L.: izd-vo Instituta MVD, 1992. 514 p.
16. **Obuhov F. V.** Sovetskaja pozharnaja ohrana. M.: Rossel'hozizdat, 1979. 387 p.
17. **Pozharno-tehnicheskaja jenciklopedija.** Ekaterinburg: Izdatel'skij dom «Kalan», 2002. 1087 p.

**А. Ф. Козьяков**, канд. техн. наук, проф., **О. В. Кирикова**, ст. препод.,  
e-mail: ovkirikova@gmail.com, **Н. А. Гапонюк**, доц.,  
Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

## Из опыта подготовки бакалавров по дисциплине "Безопасность жизнедеятельности"

*Приведены рекомендации по проведению семинара в рамках первого модуля "Правовые и организационные основы БЖД" подготовки бакалавров по дисциплине БЖД на тему "Прогнозирование уровня производственного травматизма". Обобщается имеющийся опыт проведения такого рода семинара как в теоретической, так и в практической его части. В качестве математической основы прогнозирования характеристик производственного травматизма используется метод наименьших квадратов — один из основных методов математической статистики.*

**Ключевые слова:** безопасность труда, производственный травматизм, статистический метод анализа травматизма, показатель частоты травматизма, прогнозирование травматизма, математическая аппроксимация, метод наименьших квадратов, экстраполяция

В связи с переходом вузов на подготовку бакалавров возникли естественные трудности, связанные с реализацией соответствующих программ обучения, которые предполагают реализацию блочно-модульного метода изучения соответствующих дисциплин. Применительно к БЖД программа МГТУ им. Н. Э. Баумана включает в себя до 34 часов лекций, 17 часов семинарских занятий и 17 часов (в зависимости от факультета) лабораторных работ. При этом данный модуль включает в себя два семинара, с определением тематики которых во многих технических вузах возникают определенные трудности. Как правило, эти семинары становятся продолжением лекций и не предусматривают решения со студентами каких-либо задач, что обычно предполагается делать на семинарах с целью углубления знаний.

На кафедре "Экология и промышленная безопасность" МГТУ им. Н. Э. Баумана программа такого семинара была разработана на базе лабораторной работы для специалистов по БЖД, выпускавшихся на протяжении последних пятнадцати лет, посвященная прогнозированию уровня производственного травматизма [1]. Указанная работа прошла многолетнюю апробацию и полностью себя оправдала. Программа рекомендуемого семинара включает в себя теоретическую часть и самостоятельную работу студентов по индивидуальным заданиям преподавателя.

В первой части отмечается, что **профилактика травматизма** — важнейшее направление социальной политики в вопросах производственной безопасности. Она позволяет одновременно решать две задачи: первая — сохранение жизни и здоровья работающих, вторая — снижение экономических потерь от

производственного травматизма. Подчеркивается, что последнее связано не только с экономическими потерями на оплату больничных листов при временной нетрудоспособности. Высокий уровень травматизма приводит к значительному увеличению для организаций страховых тарифов по обязательному страхованию от несчастных случаев и профессиональных заболеваний, к затратам, связанным с объявлением в СМИ о приеме на работу новых сотрудников, затратам на их обучение, к экономическим потерям вследствие уменьшения производительности труда по сравнению с более опытными предшественниками.

Согласно **Трудовому Кодексу РФ** [2] обеспечение безопасности работающих — одна из главных обязанностей работодателя. Уровень производственного травматизма — один из главных критериев эффективности систем управления охраной труда в организациях [3]. Кроме того, это один из главных показателей при сертификации работ по охране труда. Существующий порядок работ по расследованию несчастных случаев на производстве [4] и последующий анализ результатов позволяет выявить наиболее травмоопасные участки производства и виды оборудования, виды работ, наиболее подверженный контингент работающих (по возрасту, полу, стажу работы), наиболее травмоопасные дни и время работы. Это является основой при планировании мероприятий по профилактике травматизма, соответствующей политики по подготовке кадров, выработке оптимальных режимов труда и отдыха. Выявленные причины производственного травматизма позволяют обоснованно направлять инвестиции в производство. Важнейшим условием эффективности систем управления производством



является прогнозирование рисков и в том числе производственного травматизма.

В теоретической части семинара подробно разбираются методы производственного травматизма: статистический, монографический, топографический. Дается информация об использовании статистических характеристик травматизма — показателей частоты  $K_{\text{ч}}$  и показателей тяжести  $K_{\text{т}}$ , используемых в рамках первого из них. Подчеркивается, что основой планирования мероприятий по охране труда является прогнозирование травматизма. Оно проводится на базе вероятностной оценки динамики изменения статистических характеристик показателей производственного травматизма с целью выявления неблагоприятных тенденций. Прогнозирование производственного травматизма проводится с использованием метода наименьших квадратов — одного из методов математической статистики [5], позволяющих путем обработки массива значений статистических характеристик травматизма за достаточно длительный период времени получить математические зависимости изменения их во времени с высокой степенью надежности (0,95), что позволяет экстраполировать полученные зависимости на ближайший период времени и получать ожидаемые величины статистических характеристик травматизма.

Обращается внимание, что анализ изменения  $K_{\text{ч}}$  в большинстве отраслей экономики, а также в регионах Российской Федерации [6] дает основание считать, что динамика его изменения может быть аппроксимирована в большинстве случаев по линейному закону. Конечно, в период экономических кризисов такого рода закономерность, как правило, отсутствует, так как происходит закрытие большого количества предприятий, как следствие этого число рабочих сокращается, поэтому может уменьшаться  $K_{\text{ч}}$ .

Порядок математической аппроксимации изменения  $K_{\text{ч}}$  во времени рассматривается на конкретном примере: определим эмпирическую зависимость коэффициента частоты травматизма  $K_{\text{ч}}$  от времени, применив метод наименьших квадратов, используя приведенные ниже значения  $K_{\text{ч}}$  за восемь лет:

$t$ (года)	1	2	3	4	5	6	7	8
$K_{\text{ч}}$	5,3	5,1	5,2	5,0	4,8	4,7	4,6	4,6

Учитывая линейную зависимость изменений  $K_{\text{ч}}$ , можно аппроксимировать ее математическим выражением:

$$K_{\text{ч}} = \alpha + \beta t, \quad (1)$$

где  $t$  — время (порядковый номер года);  $\alpha$  и  $\beta$  — числовые параметры уравнений.

В соответствии с имеющимися значениями  $K_{\text{ч}}$  по годам составим так называемые нормальные условные уравнения по одному на каждый год анализа.

Согласно данным рассматриваемого варианта (см. таблицу) эти условные уравнения будут иметь вид:

$$\alpha + 1\beta = 5,3;$$

$$\alpha + 2\beta = 5,1;$$

$$\alpha + 3\beta = 5,2;$$

$$\alpha + 4\beta = 5,0;$$

$$\alpha + 5\beta = 4,8;$$

$$\alpha + 6\beta = 4,7;$$

$$\alpha + 7\beta = 4,6;$$

$$\alpha + 8\beta = 4,6.$$

Далее составим два так называемых нормальных уравнения.

#### *Первое нормальное уравнение*

Коэффициент при параметре  $\alpha$  в первом нормальном уравнении равен сумме квадратов числовых коэффициентов при  $\alpha$  в условных уравнениях. Указанные выше коэффициенты в рассматриваемом случае равны 1, а сумма их квадратов для написания условных уравнений составит:  $1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 = 8$ .

Коэффициент при параметре  $\beta$  первого нормального уравнения равен сумме произведений числовых коэффициентов при  $\beta$  и  $\alpha$  в условных уравнениях. Коэффициент при  $\beta$  равен порядковому номеру года, а при  $\alpha$  — 1. В рассматриваемом случае эта сумма будет:

$$1 \cdot 1 + 1 \cdot 2 + 1 \cdot 3 + 1 \cdot 4 + 1 \cdot 5 + \\ + 1 \cdot 6 + 1 \cdot 7 + 1 \cdot 8 = 36.$$

Свободный член в первом нормальном уравнении равен сумме восьми произведений числового коэффициента при  $\alpha$  на соответствующий свободный член в условных уравнениях. Учитывая, что числовой коэффициент при  $\alpha$  составляет 1, в рассматриваемом случае эта сумма будет равна сумме свободных членов в условных уравнениях (сумме коэффициентов частоты  $K_{\text{ч}}$  в восьми годах). Ее значение в рассматриваемом случае равно:

$$1 \cdot 5,3 + 1 \cdot 5,1 + 1 \cdot 5,2 + 1 \cdot 5,0 + 1 \cdot 4,8 + 1 \cdot 4,7 + \\ + 1 \cdot 4,6 + 1 \cdot 4,6 = 39,3.$$



Таким образом, первое нормальное уравнений будет иметь вид:

$$8\alpha + 36\beta = 39,3. \quad (2)$$

### Второе нормальное уравнение

Коэффициент при  $\alpha$  во втором нормальном уравнении равен сумме произведений числовых коэффициентов при  $\beta$  на числовые коэффициенты при  $\alpha$  в условных уравнениях. Учитывая, что числовые коэффициенты при  $\alpha$  в рассматриваемом случае равны 1, получаем следующую сумму:

$$1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 + 8 = 36.$$

Коэффициент при  $\beta$  во втором нормальном уравнении равен сумме квадратов числовых коэффициентов при  $\beta$  (сумме квадратов порядковых номеров года) в условных уравнениях. В рассматриваемом случае это:

$$1^2 + 2^2 + 3^2 + 4^2 + 5^2 + 6^2 + 7^2 + 8^2 = 204.$$

Свободный член второго нормального уравнения равен сумме произведений числовых коэффициентов при  $\beta$  на значение свободного члена в соответствующих условных уравнениях ( $K_{ч}$ ). В рассматриваемом случае имеем:

$$1 \cdot 5,3 + 2 \cdot 5,1 + 3 \cdot 5,2 + 4 \cdot 5,0 + 5 \cdot 4,8 + 6 \cdot 4,7 + 7 \cdot 4,6 + 8 \cdot 4,6 = 172,3.$$

Таким образом, второе нормальное уравнение будет иметь вид:

$$36\alpha + 204\beta = 172,3. \quad (3)$$

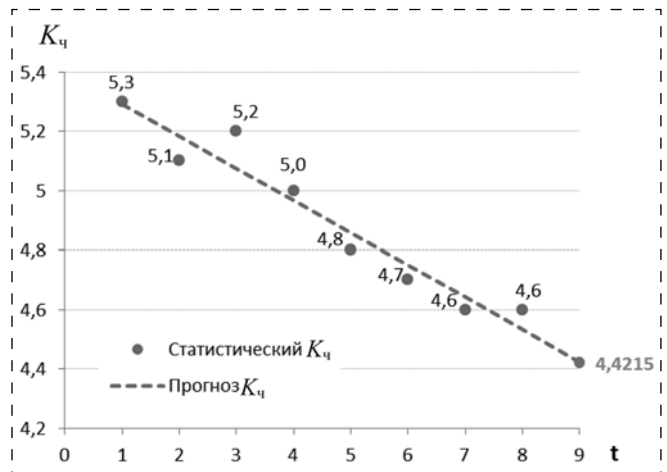
Решая систему из двух уравнений (2) и (3) получаем числовые значения параметров  $\alpha$  и  $\beta$ , которые подставляем в выражение (1) и определяем ожидаемый коэффициент частоты травматизма на ближайший период (девятый год):

$$K_{ч} = 5,398 - 0,1085t.$$

Он составит:  $K_{ч} = 5,398 - 0,1085 \cdot 9 = 4,4215$ .

В результате расчета для наглядности был построен график полученной зависимости (см. далее), экстраполируя который можно получить ожидаемое значение  $K_{ч}$  на ближайший период времени (в рассматриваемом случае в девятом году  $K_{ч} = 4,4215$ ).

В заключительной части семинара необходимо проводить анализ допущенных студентами ошибок.



### Выводы

1. Анализируя имеющийся опыт подготовки бакалавров по дисциплине БЖД, в рамках модуля "Правовые и организационные основы БЖД" рекомендуется проведение семинара на тему "Прогнозирование уровня производственного травматизма".

2. В теоретической части программы семинара следует рассматривать виды последствий производственного травматизма (социальных и экономических), а также роль анализа результатов его расследования.

3. Порядок прогнозирования динамики изменения коэффициента частоты травматизма рекомендуется базировать на методе наименьших квадратов — одном из методов математической статистики.

4. Индивидуальные задания для студентов необходимо разработать с учетом специфики их специальности, используя "Российский статистический ежегодник 2014" [6].

5. В заключительной части семинара следует проводить анализ допущенных студентами ошибок.

Предлагаем продолжить обмен опытом подготовки бакалавров по дисциплине БЖД, начатый данной статьей, учитывая важность и своевременность проблемы.

### Список литературы

1. Анализ и прогнозирование производственного травматизма: Методические указания к лабораторной работе по курсу БЖД. — М.: Изд. МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. — 11 с.
2. Трудовой Кодекс Российской Федерации. Федеральный Закон от 02.12.2001 № 197-ФЗ в редакции ФЗ от 24.07.2002, № 87-ФЗ от 25.09.2002 № 116-ФЗ от 30.06.2003, № 86-ФЗ от 27.04.2004, № 201-ФЗ от 02.05.2005, № 45-ФЗ от 30.06.2006, № 90-ФЗ от 20.09.2008; МЭКСМО 2015.



3. ГОСТ Р 12.0.006—2002 "Общие требования к системе управления охраной труда в организациях".
4. Постановление Минтруда РФ от 24 октября 2002 г. № 73 "Об утверждении форм документов, необходимых для расследования и учета несчастных случаев на производстве, и Положение об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях".
5. Горяинов Б. П., Павлов И. В., Цветкова Г. М. и др. Математическая статистика. Учебник для вузов / Под ред. В. С. Зарубина, А. П. Крищенко. — М.: Изд. МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. — 424 с.
6. Российский статистический ежегодник. Росстат, 2014. — 693 с.

A. F. Koz'akov, Professor, O. V. Kirikova, Senior Lecturer, e-mail: Ovkirikova@gmail.com, N. A. Gaponjuk, Associate Professor, Moscow State Technical University n.a. N. E. Bauman

## Based on the Experience of Bachelors Training on Discipline "Life Safety"

*This article provides recommendations for the seminar as part of the first learning module (legal and organizational principles of life safety) for Bachelor of discipline "Principles of life safety" on "Prediction of occupational injuries." The article generalizes the existing experience of this kind of seminar, both in terms of theoretical and practical part. As a mathematical basis for predicting the characteristics of occupational injuries using the method of least squares — one of the main methods of mathematical statistics.*

**Keywords:** safety, industrial injuries, the statistical method of analysis of injury frequency rate of injuries, injuries forecasting, mathematical approximation, least squares method, the extrapolation

### References

1. Analiz i prognozirovanie proizvodstvennogo travmatizma. Metodicheskie ukazaniya k laboratornoj rabote po kursu BZHD. M.: Izd. MGTU im. N. Je. Baumana, 2008. 11 p.
2. Trudovoj Kodeks Rossijskoj Federacii. Federal'nyj Zakon ot 02.12.2001 N. 197-FZ v redakcii FZ ot 24.07.2002, N. 87-FZ ot 25.97.2002 N. 116-FZ ot 30.06.2003, N. 86-FZ ot 27.04.2004, N. 201-FZ ot 02.05.2005, N. 45-FZ ot 30.06.2006, N. 90-FZ ot 20.09.2008; MJEKSMO 2015.
3. ГОСТ Р 12.0.006—2002 Obshhie trebovaniya k sisteme upravleniya ohranoj truda v organizacijah.
4. Postanovlenie Mintruda RF ot 24 oktjabrja 2002 g. N. 73 "Ob utverzhdenii form dokumentov, neobhodimyh dlja rassledovanija i ucheta neschastnyh sluchaev na proizvodstve, i Polozhenie ob osobennostjah rassledovanija neschastnyh sluchaev na proizvodstve v otdel'nyh otrasljah i organizacijah".
5. Gorjainov B. P., Pavlov I. V., Cvetkova G. M. i dr. Matematicheskaja statistika. Uchebnik dlja vuzov. Pod redakciej V. S. Zarubina, A. P. Krishhenko, M.: Izd. MGTU im. N. Je. Baumana, 2001. 424 p.
6. Rossijskij statisticheskij ezhegodnik. Rosstat, 2014. 693 p.

## РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ REGIONAL PROBLEMS OF SAFETY

УКД 628.16; 631.6

A. M. Пенджиев, д-р сельхоз. наук, доц., e-mail: ampenjiev@rambler.ru, Туркменский государственный архитектурно-строительный институт, Ашхабад

## Экологическая позиция Туркменистана и приоритеты солнечной энергетики

*Рассматривается экологическая позиция Туркменистана, приведены результаты теоретических и практических исследований использования солнечно-энергетических установок для улучшения социально-экономических условий жизнедеятельности в пустынной зоне Каракумы, оказания практической помощи в организации энергообеспечения в аграрном секторе и сокращения вредных выбросов в окружающую среду.*

**Ключевые слова:** экология, солнечная энергия, потенциалы, пустыня Каракумы, жизнедеятельность, энергетические установки, энергоэффективность, Туркменистан

## Введение

В сентябре 2014 г. на 69-й сессии Генеральной Ассамблеи Организации Объединенных Наций (ГА ООН), по поручению Президента Туркменистана Гурбангулы Бердымухамедова туркменская делегация озвучила приоритетные позиции Туркменистана и представила новые инициативы по вопросам глобальной и региональной проблематики, сформулированные в конкретных предложениях по дальнейшему наращиванию конструктивного международного взаимодействия по пяти ключевым направлениям: 1) сохранение и укрепление всеобщего мира; 2) безопасность; 3) сотрудничество в энергетической и транспортной сферах; 4) гуманитарные вопросы и права человека; 5) экология и защита окружающей среды [Газета "Нейтральный Туркменистан" 15.09.2014 г.].

В пятом приоритетном направлении "*Экология и защита окружающей среды*" раскрывается понятие "устойчивое развитие", подразумевающее ряд совокупных факторов, в ряду которых экологической безопасности и охране окружающей среды отводится определяющая роль. Развивая сотрудничество с ООН на этом актуальном направлении, Туркменистан намерен осуществить конкретные шаги, в частности, принять действенные совместные меры по улучшению экологической обстановки в государствах региона Центральной Азии, повышению уровня и качества жизнедеятельности населения за счет реализации новых проектов экономического и социального развития. Международное партнерство в области охраны окружающей среды является одним из ключевых аспектов внешнеполитического курса Туркменистана.

Исходя из экологической позиции Туркменистана на ГА ООН и Саммита "РИО + 20" целью статьи является дать понятие о современном мировоззрении и приоритетах использования местных возобновляемых источников энергии (ВИЭ), в частности солнечной энергии, для улучшения социально-экономических условий жизни населения в пустынной зоне Каракумы, оказания практической помощи в организации энергообеспечения в сельскохозяйственном производстве и сокращения вредных выбросов в окружающую среду.

*Научная новизна* заключается в том, что автор приводит свои результаты теоретических расчетов, практических исследований экономико-экологического потенциала солнечно-энергетических установок и возможности их использования в пустынной зоне Каракумы для решения социально-бытовых условий жизнедеятельности. В данной статье рассмотрены только солнечные энергетические ресурсы и потенциалы.

### Социально-экономические и экологические приоритеты солнечной энергии в Туркменистане

Использование возобновляемых источников энергии, в том числе солнечного излучения,

имеет приоритеты обеспечения и удовлетворения потребностей населения, промышленности и сельского хозяйства в тепловой и электрической энергии. Это позволит решать энергетические и социально-экономические проблемы пастбищных регионов Туркменистана в удаленных от централизованных энергосистем поселках, населенных пунктах, объектах дайханских, фермерских хозяйств, формально находящихся в зонах централизованного энергоснабжения, но территориально труднодоступных.

Пустыня Каракумы занимает до 80 % обширной территории Туркменистана. Она является одной из самых больших пустынь в мире, занимает всю центральную часть страны и простирается до Казахстана. Существенным приоритетным фактором использования возобновляемых источников энергии является возможность сохранения экологической устойчивости местности и улучшения жизнедеятельности населения [1–8].

*Использование местных возобновляемых энергоресурсов в жизнедеятельности.* Местными называют энергоресурсы, которые находятся в зоне размещения объектов и не относятся к фондам централизованного распределения. Это в основном гидроэнергия малых рек, не осваиваемых "большой" энергетикой, солнечная радиация, биоэнергоресурсы и энергия ветра. Эти ресурсы возобновляемы и являются одними из важнейших средств "зеленой" экономии ископаемого топлива [1, 3–14].

Энергетический потенциал возобновляемых источников энергии на территории Туркменистана огромен и составляет:

- технический потенциал низкопотенциальной энергии Солнца  $4 \cdot 10^{15}$  кДж, или примерный эквивалент  $1,4 \cdot 10^9$  т у.т. в год;
- потенциал энергии ветра —  $640 \cdot 10^9$  кВт·ч в год;
- суммарная теплоэнергетическая производительность термальных вод — 17,5 млн Гкал/год, или 2,5 млн т у.т./год, с дебитом 1,3 млн м<sup>3</sup>/сут.;
- энергия биомассы; энергия малых рек — требуется проведение исследований для получения новейших данных [2, 3–14].

*Солнечные энергетические потенциалы в пустыне Каракумы.* Валовый потенциал солнечной энергии региона — это среднесуточная суммарная солнечная энергия, поступающая на площадь региона в течение одного года.

Регион представляет совокупность участков или зон, в каждой из которых интенсивность поступающего солнечного излучения и альbedo Земли, а также географические, климатические и погодные условия являются однородными по всей площади зоны. Зоны должны иметь линейные размеры около 200 км. Валовый потенциал определяется по соответствующей формуле и методике. Предварительно необходимо получить и создать базу данных по месячному приходу солнечной энергии на горизонтальную поверхность в зависимости от широты местности. При этом целесообразно использовать методику расчетов прихода солнечной



энергии на наклонную поверхность по месяцам года по азимуту.

После проведения расчетов валового потенциала по существующей методике с учетом среднего параметра угла наклона прямого солнечного излучения к нормали, получаем месячный приход прямой солнечной энергии на нормально ориентированную поверхность за 10 часов в сутки (с 7 до 17 ч), равный  $2065,611 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/(\text{м}^2\cdot\text{мес.})$ .

Суммарное поступление солнечной энергии на единицу горизонтальной поверхности в год за 10 часов в сутки (7...17 ч) оказывается равным  $1895,9 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/(\text{м}^2\cdot\text{год})$ , валовый потенциал пустынной территории Каракумы: Юго-восточной  $1895,9 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{год}$ ; Центральной —  $1844,6 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2 \text{ год}$  [3—14].

*Технический потенциал солнечной энергии региона* — это среднеголетняя суммарная энергия, которая может быть получена в регионе от солнечного излучения в течение одного года при современном уровне развития науки и техники и соблюдении экологических норм.

Технический потенциал представляет собой сумму технических потенциалов тепловой энергии и электрической энергии, получаемых соответствующим преобразованием солнечного излучения.

Технический потенциал региона представляет сумму технических потенциалов составляющих его зон. Для каждой зоны пустыни используются следующие данные: технический потенциал тепловой энергии и фотоэлектрических батарей от солнечного излучения; площадь, которая по хозяйственным и экологическим соображениям представляется целесообразной для использования солнечной энергии; среднемесячная температура окружающей среды в дневное время (время работы установок). Результаты расчета технического потенциала преобразования солнечной энергии в тепловую энергию равны  $1256,44 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/(\text{м}^2\cdot\text{год})$ , в электрическую —  $242,43 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/(\text{м}^2\cdot\text{год})$  [3—14]. На рис. 1, наглядно

представлены результаты распределения валового и технического потенциалов солнечной энергии от преобразования в тепловую и электрическую энергию в Каракумах на  $1 \text{ м}^2$  по месяцам года.

*Экономический потенциал солнечной энергии региона* — это величина годовой выработки тепловой и электрической энергии в регионе от солнечного излучения, получение которой экономически оправданно для региона при существующем уровне цен на энергию, получаемую от традиционных источников, и соблюдении экологических норм.

Экономический потенциал солнечной энергии представляет сумму экономических потенциалов территориальных зон.

Для каждой территориальной зоны используются следующие данные: экономический потенциал тепловой энергии от солнечного излучения; экономический потенциал электроэнергии от солнечного излучения; срок окупаемости солнечной энергетической установки; срок службы солнечной энергетической установки; экономический эффект использования солнечных энергетических установок; экономический эффект использования солнечных тепловых коллекторов; экономический эффект использования солнечных фотоэлектрических установок; среднегодовая температура окружающей среды в дневное время (время работы солнечных установок); среднемесячная температура окружающей среды в течение месяца, в дневное время (время работы солнечных установок); удельная стоимость солнечной установки; региональный экологический фактор источника солнечной энергии; региональный экологический фактор традиционного источника энергии; удельная стоимость производства энергии от традиционного источника; региональный фактор стоимости энергии от традиционного источника; годовой дефицит энергии в регионе или годовая дополнительная потребность промышленного производства в энергии; удельная цена потерь от недостатка энергии или удельная стоимость ценностей, производимых промышленностью;

суточная норма потребления горячей воды на одного человека в быту; норма средней электрической мощности на одного человека, необходимой для удовлетворения основных бытовых потребностей [2, 3 7—16].

Экономический потенциал солнечной энергии получается путем суммирования потенциалов тепловой и электрической энергии соответственно  $1256,4 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/(\text{м}^2\cdot\text{год})$  и  $242,4 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/(\text{м}^2\cdot\text{год})$ . Умножая на площадь солнечных тепловых коллекторов площади фотоэлектрических преобразователей можно получить суммарные экономические потенциалы тепловой и электрической энергии.

*Экологический потенциал от преобразования солнечной энергии.* Экологический потенциал ВИЭ — часть технического потенциала, преобразование которого в полезную используемую энергию

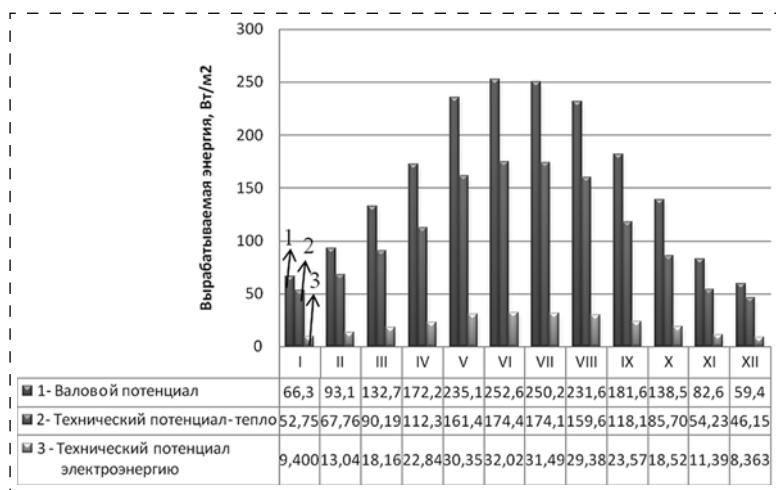


Рис.1. Распределения валового и технического потенциалов солнечной энергии от преобразования в тепловую и электрическую энергию в Каракумах по месяцам года на  $1 \text{ м}^2$

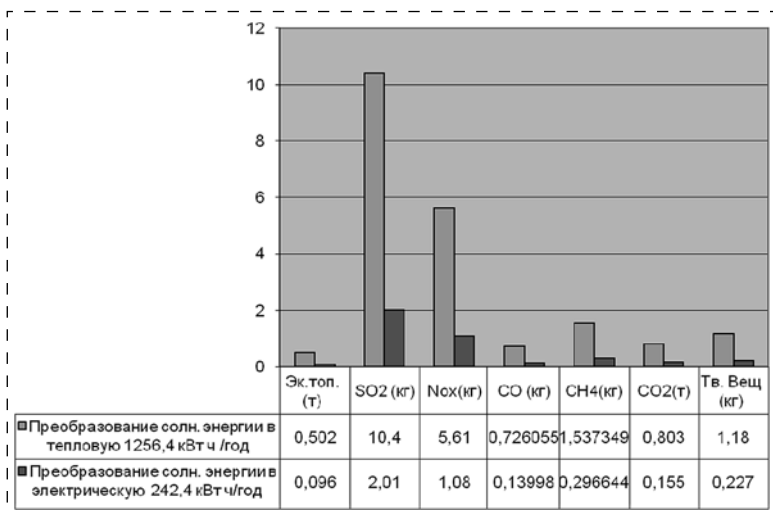


Рис. 2. Экологический потенциал сокращения вредных веществ от преобразования солнечной энергии в тепловую и электрическую энергию в течение года с 1 м<sup>2</sup>

целесообразно при данном уровне сокращения вредных выбросов в окружающую среду от ископаемого, органического топлива при преобразовании тепловой, электрической энергии и других видов энергии от оборудования, установок, станций и транспортных средств и других загрязнителей [3—7, 15—18].

В выражениях, определяющих экономическую эффективность, не учитывается влияние вводимых установок на окружающую природу, на социальные условия жизни и деятельности человека, что в целом определяется как экологические условия, но при рассмотрении в более расширенном виде. Возобновляемые источники энергии по сравнению с традиционными обладают важным приоритетным преимуществом, заключающимся в возможности обеспечения экологической чистоты вводимых установок, а в некоторых случаях — возможности улучшения экологической обстановки.

Экологический потенциал солнечной энергии характеризует сумму экономических потенциалов тепловой и электрической энергии, получаемых соответствующим преобразованием солнечного излучения [2—4, 6—14, 17—19].

Ожидаемые экономические и экологические потенциалы в пустынной зоне Каракумы Туркменистана при использовании солнечной энергии, при годовой выработке электроэнергии с 1 м<sup>2</sup> 242,4 кВт·ч/год экономия расхода органического топлива составит 96,98 кг у.т./год, от преобразования в тепловую энергию 1256,4 кВт·ч/год экономия составит 502,60 кг у.т./год. Результаты расчетов приведены в виде гистограммы на рис. 2 и в таблице.

#### Экологические и экономические потенциалы от использования солнечных установок в Туркменистане

Название установки	Технические показатели	Экономические показатели	Экологические показатели
Гелиосушилки	Для сушки дыни — объем 80 м <sup>3</sup> , удельная производительность по сухой продукции 0,8...1,0 кг/м <sup>2</sup> сушеной дыни за сутки. Для сушки винограда соответственно — 4200 м <sup>3</sup> ; 0,3 кг/м <sup>2</sup>	Использование гелиосушилок для переработки сельскохозяйственной продукции: дыни позволит сэкономить за 20 лет 540 т у.т., ориентировочная стоимость — 7000 долл. США, срок окупаемости 2—4 года; винограда (кишмиша) стоимостью 3000 долл. США, срок окупаемости 3—4 года	Использование гелиосушилок для переработки сельскохозяйственной продукции позволит сэкономить за 20 лет 540 млн т у.т., уменьшить выбросы CO <sub>2</sub> на 1310,7 Тг
Гелиоводонагреватели	Для подогрева воды затрачивается в среднем на одного сельского жителя 0,55 МВт энергии в год, с помощью солнечного коллектора можно получить 85 л горячей воды температурой 60...65 °С без энергозатрат	Использование солнечной энергии для нагрева воды позволит сэкономить за год с 1 м <sup>2</sup> водонагревательной установки 0,15 т у.т., за летний световой день при плотности солнечной радиации 1100 Вт/м <sup>2</sup> . В этих случаях можно обеспечить 80 % годовой тепловой нагрузки, 20 % — за счет теплового дублера	Использование солнечной энергии для нагрева воды позволит сэкономить за год с 1 м <sup>2</sup> водонагревательной установки 0,15 т у.т., уменьшить выбросы CO <sub>2</sub> на 0,364 Мг
Гелиоопреснители	Годовая производительность с 1 м <sup>2</sup> установки при средней глубине заполнения 0,16 м, с предельной концентрацией соли 0,158 кг/л составляет 1,2 м <sup>3</sup> /м <sup>2</sup>	Расход теплоты на опреснение 1 м <sup>3</sup> морской воды составляет 2512 МДж (0,60 Гкал)	Расход теплоты на опреснение 1 м <sup>3</sup> морской воды составляет 2512 МДж (0,60 Гкал), или сокращение выбросов CO <sub>2</sub> на 0,146 Мг
Гелиоустановка биогазовая	Объем выделяющегося газа составляет 340 л/кг сухого вещества; состав выделяемых газов: 60...70 % метана, 20...40 % углекислого газа, 1...3 % серной кислоты, примерно по 1 % на водород, кислород, сульфид водорода, азота и оксид углерода	Внедрение новых технологий для получения биогаза позволит получить теплотворную способность биогаза 20...26 мДж/м <sup>3</sup>	Внедрение новых технологий для получения биогаза позволит уменьшить выбросы метана в атмосферу примерно на 4,4 т CO <sub>2</sub> эквивалента



Название установки	Технические показатели	Экономические показатели	Экологические показатели
Гелио-установка для выращивания микроводорослей (хлореллы, спирулины, сцендесмуса)	Производство 392 установок хлореллы с рабочим объемом 7,2 м <sup>3</sup> и с химическим составом сухого вещества: до 45 % белка, 20...30 % углеводов, 7...10 % жира и до 23 наименований аминокислот, в том числе триптофана и метонина	Экономия топлива на заданный объем производства биомассы хлореллы за счет использования солнечной энергии, по предварительной оценке, составит 30 тыс. т у.т. в год. Расход электрической энергии на производство 1 м <sup>3</sup> кондиционной биомассы в гелиоустановке не превышает 70 кВт·ч, что в 8 раз меньше, чем на обычных установках с искусственным обогревом и освещением	Экономия топлива на заданный объем производства биомассы хлореллы за счет использования солнечной энергии, по предварительной оценке, составит 30 тыс. т у.т. в год, уменьшит выбросы CO <sub>2</sub> на 0,072 Тг

### Эмпирические ресурсы солнечной энергии регионов Туркменистана

Для предварительного расчета можно использовать эмпирическую зависимость определения необходимых параметров для компьютерного программного обеспечения и составления ГИС технологий с учетом местности территории Туркменистана, которая достаточно велика и расположена между 35°0' и 42°48' северной широты и 52°27' и 66°41' восточной долготы. Протяженность с запада на восток — 1100 км, с юга на север — 650 км. Площадь государства — 491,2 тыс. км<sup>2</sup>, естественно, что солнечный радиационный режим в различных областях республики разный. Поэтому были исследованы четыре зоны Каракум: северная, восточная, центральная, западная [1—14, 20].

Преобразование солнечной энергии с помощью фотопреобразователей зависит от валового, технического потенциала солнечной радиации.

В расчетах были использованы метеорологические данные, взятые из справочников по климату. Условно перемещая фотопреобразователь (ФЭП) по регионам страны, получаем прогнозную среднюю мощность ФЭП (Вт/м<sup>2</sup>) с 1 м<sup>2</sup> по месяцам года. Обработку метеорологических данных на ЭВМ проводят, разлагая их в ряды Фурье. В результате получают эмпирические формулы радиационных режимов по различным областям республики [5—12, 15—18, 20, 21].

Обработав многолетние данные по солнечной радиации, получили эмпирическое выражение для определения валового потенциала средней солнечной радиации ( $I$ ) в течение года ( $\tau$ ) в виде рядов Фурье.

Для северной зоны:

$$I = 466,25 + 317,8\cos(0,26\tau - 0,058) + 24\cos(0,52\tau + 1,0) + 11,2\cos(0,78\tau - 0,244). \quad (1)$$

Для восточной зоны:

$$I = 478,1 + 317,5\cos(0,26\tau + 0,059) + 23,7\cos(0,52\tau + 0,691) + 11,2\cos(0,78\tau - 1,46). \quad (2)$$

Для центральной зоны:

$$I = 519,1 + 320,3\cos(0,26\tau + 0,05) + 11,8\cos(0,52\tau + 0,938) + 16,0\cos(0,78\tau + 0,402). \quad (3)$$

Для западной зоны:

$$I = 542,57 + 276,8\cos(0,26\tau - 0,066) + 15,9\cos(0,52\tau + 0,586) + 2,9\cos(0,78\tau - 0,08). \quad (4)$$

Если использовать технический потенциал солнечной энергии для фотопреобразователей с КПД = 10...12 % (в среднем 11 %), то эмпирические выражения (1)—(4) получают приведенный ниже вид.

Для северной зоны:

$$I = 51,28 + 34,96\cos(0,26\tau - 0,058) + 2,64\cos(0,52\tau + 1,0) + 1,23\cos(0,78\tau - 0,244). \quad (5)$$

Для восточной зоны:

$$I = 52,59 + 34,92\cos(0,26\tau + 0,059) + 2,61\cos(0,52\tau + 0,691) + 1,23\cos(0,78\tau - 1,46). \quad (6)$$

Для центральной зоны:

$$I = 57,1 + 35,23\cos(0,26\tau + 0,05) + 1,29\cos(0,52\tau + 0,938) + 1,7\cos(0,78\tau + 0,402). \quad (7)$$

Для южной зоны:

$$I = 59,66 + 30,45\cos(0,26\tau - 0,066) + 1,7\cos(0,52\tau + 0,586) + 0,32\cos(0,78\tau - 0,08). \quad (8)$$

В итоге получены эмпирические формулы с учетом валового, технического потенциалов солнечной энергии по регионам Туркменистана, с помощью которых можно прогнозировать энергетический потенциал гелиотехнических установок, оборудования, сооружений и т. д.

Используя технический потенциал солнечной энергии для фотопреобразователей с КПД = 10...12 % (в среднем среднем 11 %) и преобразовав органическое топливо с помощью расчетов в выбросы CO<sub>2</sub> (г/м<sup>2</sup>), получаем эмпирическую зависимость о возможности сокращения выброса CO<sub>2</sub> — эквивалента при преобразовании солнечной энергии в электрическую, и выражения (1)—(4) получают эмпирический вид:

Для северной зоны:

$$I = 512,8 + 349,6\cos(0,26\tau - 0,058) + 26,4\cos(0,52\tau + 1,0) + 12,3\cos(0,78\tau - 0,244). \quad (9)$$

Для восточной зоны:

$$I = 525,9 + 349,2\cos(0,26\tau + 0,059) + 26,1\cos(0,52\tau + 0,691) + 12,3\cos(0,78\tau - 1,46). \quad (10)$$

Для центральной зоны:

$$I = 571 + 352,3\cos(0,26\tau + 0,05) + 12,9\cos(0,52\tau + 0,938) + 17\cos(0,78\tau + 0,402). \quad (11)$$

Для западной зоны:

$$I = 596,6 + 304,5\cos(0,26\tau - 0,066) + 17\cos(0,52\tau + 0,586) + 3,2\cos(0,78\tau - 0,08). \quad (12)$$

В итоге получены эмпирические формулы экономики с учетом валового, технического и экологического потенциалов солнечной энергии по зонам пустыни Каракумы Туркменистана, с помощью которых можно математически описать социально-энергетическую потребность жизнеобеспечения и экологическое прогнозирование. Это позволит прогнозировать обстановку в данном регионе Туркменистана о возможности экономии электроэнергии и сокращения выбросов  $\text{CO}_2$ ,  $\text{г/м}^2$ , в  $\text{CO}_2$ -эквивалент при преобразовании солнечной энергии в электрическую, а также рассчитать социальные нужды, экономии энергетического потенциала геотехнических установок, оборудования, сооружений в условиях Туркменистана, приведенные в таблице [3–14, 16].

### Заключение

Большой международный авторитет Туркменистана в вопросах решения всех пяти перечисленных выше направлений, изложенных в цикле опубликованных по ним комментариев, имеет исключительную важность для глобального развития и позволяет быть уверенным в том, что эти приоритетные позиции, базирующиеся на основных векторах проводимого Туркменистаном конструктивного внешнеполитического курса, безусловно, окажутся в центре внимания мирового сообщества. При их последовательной и неуклонной реализации Туркменистан намерен и далее использовать широкое политико-дипломатическое и экономическое взаимодействие со всеми странами мира и структурами ООН в целях укрепления и развития всестороннего международного диалога во имя мирного и стабильного развития народов и государств в III тысячелетии.

Особенностью современного состояния научно-технических разработок и практического использования ВИЭ является пока еще высокая стоимость получаемой энергии (тепловой и электрической) по сравнению с энергией, получаемой на крупных традиционных электростанциях. Тем не менее из данных приведенных выше аналитически-информационных исследований и научно обоснованных результатов солнечно-технологических установок в Туркменистане имеются обширные районы, где по экономическим, экологическим и социальным условиям приоритетно развитие возобновляемой энергетики.

Из рассмотренного аналитического обзора приоритетной экологической позиции Туркменистана, теоретических, методических и практических расчетных баз данных по использованию солнечной энергии в пустынной зоне Туркменистана для жизнедеятельности можно сделать следующие **выводы**.

Эколого-экономический потенциал солнечно-энергетических установок в Туркменистане, представленный в таблице, позволяет сделать вывод, что

ожидаемый экологический потенциал сокращения выбросов различных вредных веществ в окружающую среду в среднем на территории Туркменистана при использовании солнечной фотоэлектрической станции составит: при годовой выработке с  $1 \text{ м}^2$  248,5 кВт·ч/год экономия расхода топлива 99,4 кг у.т./год, сокращение выбросов: диоксид серы  $\text{SO}_2$  — 2,06; оксид азота  $\text{NO}_x$  — 1,11; оксид углерода  $\text{CO}$  — 0,144; метан  $\text{CH}_4$  — 0,303; двуокись углерода  $\text{CO}_2$  — 0,158; твердых веществ — 0,216 кг/год; от преобразовании тепловой энергии — 1296,8 кВт·ч/год, экономия расхода топлива 518,7 кг у.т./год, сокращение выбросов  $\text{SO}_2$  — 10,78;  $\text{NO}_x$  — 5,8;  $\text{CO}$ —0,754;  $\text{CH}_4$  — 1,58;  $\text{CO}_2$ —829,34; твердых веществ — 1,13 кг/год. На основании теоретических исследований и исследований работ использования солнечно-энергетических установок можно составить проектное предложение для экологического бизнеса по продаже квот углеродному фонду Всемирного банка.

На основании математических преобразований получены эмпирические формулы с учетом валового, технического, экологического потенциалов солнечной энергии по регионам Туркменистана, с помощью которых можно прогнозировать энергетический, экономический и экологический потенциалы геотехнических установок, оборудования, сооружений для составления технологической базы данных для экономики по зонам пустыни Туркменистана для жизнеобеспечения.

### Список литературы

1. **Бердымухамедов Г. М.** Государственное регулирование социально-экономического развития Туркменистана. Том 1. — Ашхабад: Туркменская государственная издательская служба, 2010. — 446 с.
2. **Байрамов Р., Сейткурбанов С.** Опреснение с помощью солнечной энергии / Под ред. В. А. Баума. — Ашхабад: "Ылым", 1977. — 148 с.
3. **Пенджиев А. М.** Экологические проблемы освоения пустынь. Монография. Издатель: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. — 226 с.
4. **Пенджиев А. М.** Изменение климата и возможности уменьшения антропогенных нагрузок: Монография. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. — 168 с.
5. **Пенджиев А. М.** Планирование развития фотоэнергетики в Туркменистане // Экологическое планирование и управление. — 2007. — № 4. — С. 47–51.
6. **Пенджиев А. М.** Ожидаемая эколого-экономическая эффективность использования фотоэлектрической станции в пустынной зоне Туркменистана // Альтернативная энергетика и экология. — 2007. — № 5. — С. 135–137.
7. **Пенджиев А. М.** Экоэнергетические ресурсы солнечной энергии в странах содружества независимых государств // Альтернативная энергетика и экология. — 2013. — № 5. — С. 13–30.
8. **Пенджиев А. М.** Концепция развития возобновляемой энергетики в Туркменистане // Альтернативная энергетика и экология. — 2012. — № 08 (112). — С. 91–102.
9. **Пенджиев А. М., Астанов Н. Г., Пенжиев М. А.** Использование солнечно-энергетических установок в заповедных зонах Туркменистана для улучшения аридной экосистемы // Альтернативная энергетика и экология. — 2011. — № 12 (104). — С. 26–32.
10. **Пенджиев А. М.** Возобновляемая энергетика и экология (обобщение статей) // Альтернативная энергетика и экология. — 2014. — № 08 (148). — С. 45–78.
11. **Пенджиев А. М.** Механизм чистого развития: приоритеты энергоэффективности в Туркменистане // Альтернативная энергетика и экология. — 2009. — № 10 (78). — С. 142–148.
12. **Пенджиев А. М.** Экономический, технический и экологический потенциалы солнечной энергии в пастбищных районах Туркменистана // Труды 7-й Межд. науч.-техн.



- конф. "Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве". — М.: ГНУ ВИЭСХ, 2010. Часть 4. — С. 95—105.
13. **Пенджиев А. М.** Перспективы альтернативной энергетики и ее экологический потенциал в Туркменистане // Альтернативная энергетика и экология. — 2009. — № 9 (77). — С. 131—139.
  14. **Стребков Д. С., Пенджиев А. М., Мамедсахатов Б. Д.** Развитие солнечной энергетики в Туркменистане: Монография. М.: ГНУ ВИЭСХ, 2012.
  15. **Смирнов В. М.** Атмосфера Земли и энергетика. — М.: Знание, 1979. — 76 с.
  16. **Федоров М. П., Романов М. Ф.** Математические основы экологии. — СПб.: Изд-во СПбГТУ, 1999. — 156 с.

17. **Козлов В. Б.** Энергетика и природа. — М.: Мысль, 1982. — 92 с.
18. **Лозановская И. Н., Орлов Д. С., Садовникова Л. К.** Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении. — М., 1998. — 156 с.
19. **Использование солнечной энергии.** Под редакцией профессора Л. Е. Рыбаковой — Ашхабад: Ылым, 1985. — 258 с.
20. **Берштейн Л. С., Целых А. Н.** Гибридная экспертная система с вычислительным модулем для прогноза экологических ситуаций // Труды международного симпозиума "Интеллектуальные системы — ИнСис-96" М., 1996. — 178 с.
21. **Марчук Г. И.** Математическое моделирование в проблемах окружающей среды. — М.: Наука, 1982. — 320 с.

**A. M. Penjiyev**, Associate Professor, e-mail: ampenjiyev@rambler.ru,  
Turkmen State Architecturally-Building Institute, Ashkabad

## Ecological Position and Priorities of Solar Power of Turkmenistan

*In article the ecological position of Turkmenistan is considered, the author results the results of theoretical, practical researches of use of solnechno-power installations for improvement social and economic ability to live conditions in a deserted zone Kara Kum, rendering the practical help of the organisation of power supply in agrarian sector and destructions of harmful emissions in environment.*

**Keywords:** Ecology, a solar energy, potentials, desert Kara Kum, ability to live, power installations, power efficiency, Turkmenistan

### References

1. **Berdymuhamedov G. M.** Of social and economic development of Turkmenistan. Volume I. Ashkhabad: Turkmen state publishing service, 2010. P. 448.
2. **Bayramov R., Sejtukurbanov S.** Oprenenie by means of a solar energy. Under the editorship of V. A. Bauma. Ashkhabad: "Ылым", 1977. 148 p.
3. **Penjiyev A. M.** Environmental problems of development of deserts. The monography, the Publisher: LAP LAMBERT Academic Publishing 2014. 226 p.
4. **Penjiyev A. M.** Change of a climate and possibility of reduction of anthropogenous loadings. The monography. LAMBERT Academic Publishing, 2012. 164 p.
5. **Penjiyev A. M.** Planning of photopower development in Turkmenistan. *Ecological planning and management*. 2007. N. 4. P. 63—69.
6. **Penjiyev A. M.** Expect ekologo-economic efficiency of use of photo-electric station in a deserted zone of Turkmenistan. *Alternative power and ecology*. 2007. N. 5. P. 135—137.
7. **Penjiyev A. M.** Ekoenergetichesky solar energy resources in the countries of commonwealth of the independent states. *Alternative power and ecology*. 2013. N. 5. P. 13—30.
8. **Penjiyev A. M.** Concept of development of renewed power in Turkmenistan. *Alternative power and ecology*. 2012. N. 08 (112). P. 91—102.
9. **Penjiyev A. M., Astanov N. G., Penjiyev M. A.** Use of solnechno-power installations in reserved zones of Turkmenistan for improvement arid ecosystem. *Alternative power and ecology*. 2011. N. 12 (104). P. 26—32.
10. **Penjiyev A. M.** Renewed power and ecology (generalisation of articles). *Alternative power and ecology*. 2014. N. 08 (148). P. 45—78.
11. **Penjiyev A. M.** Mechanism of pure development: priorities энергоэффективности in Turkmenistan. *Alternative power and ecology*. 2009. N. 10 (78). P. 142—148.
12. **Penjiyev A. M.** Economic, technical and ecological potentials of a solar energy in pasturable areas Turkmenistana. *Works of 7th Intern. nauch.-tehn. conf. "Power supply and энергосбережение in agriculture"*. M: GNU VIESH, 2010. Part 4. P. 95—105.
13. **Penjiyev A. M.** Prospect of alternative power and its ecological potential in Turkmenistan. *Alternative power and ecology*. 2009. N. 9 (77). P. 131—139.
14. **Strebkov D. S., Pendzhiev A. M., Mamedsakhmatov B. D.** Development of solar power in Turkmenistan: The monography. M: GNU VIESH, 2012. 596 p.
15. **Smirnov V. M.** Atmosphere of the Earth and power. M: Knowledge, 1979. 76 p.
16. **Fedorov M. P., Romanov M. F.** Mathematical bases of ecology.-SPb.: publishing house SpbGtU, 1999. 156 p.
17. **Kozlov V. B.** Energetika's goats and the nature. Moscow: Thought, 1982, 92 p.
18. **Lozanovskaja I. N., Orlov D. S., Sadovnikova L. K.** Ecology and biosphere protection at chemical pollution. Moscow, 1998. 156 p.
19. **Solar energy use.** Under edition of professor L. E. Rybakovoj. Ashkhabad: YLYM, 1985. 258 p.
20. **Bershteyjn L. S., Celikh A. N.** Hybrid expert system with the computing module for the forecast of ecological situations. *Works of the international symposium "Intellectual systems — InSis-96"*. Moscow, 1996. 215 p.
21. **Marchuk G. I.** Mathematical modelling in environment problems. Moscow: Science, 1982. 320 p.

### Учредитель ООО "Издательство "Новые технологии"

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

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

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

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

Технический редактор *Е. М. Патрушева*. Корректор *З. В. Наумова*

Сдано в набор 02.07.15. Подписано в печать 19.08.15. Формат 60 × 88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная. Заказ ВГ915.

Журнал зарегистрирован в Министерстве Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации ПИ № 77-3762 от 20.06.2000.

Оригинал-макет ООО "Авансед солюшнз".

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