

ФИЛИАЛ МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА  
ИМ. М.В. ЛОМОНОСОВА В Г. СЕВАСТОПОЛЕ  
ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
РОССИЙСКОЕ ХИМИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО ИМ. Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА  
ТУЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РОССИЙСКОГО ХИМИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА  
ИМ. Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА  
ТООО НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И МОДЕЛИ  
В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ,  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ, ОБРАЗОВАНИИ И ЭКОЛОГИИ**

**ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ  
XI ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ  
КОНФЕРЕНЦИИ**

Издательство «Инновационные технологии»

Тула 2013

**Информационные системы и модели в научных исследованиях, промышленности, образовании и экологии:** тезисы докладов XI всероссийской научн.-техн. конф.; под общ. ред. В.М. Панарина. - Тула: Изд-во «Инновационные технологии», 2013. – 55 с.

Рассмотрены теоретические и прикладные вопросы разработки моделей и информационных систем в научных исследованиях, экологии и промышленности. Предложены современные технологии моделирования и исследования различных процессов и объектов. Описаны методы поиска данных и документов в информационных системах, методы компьютерной диагностики визуализации. Изложены аспекты экологии, охраны окружающей среды, безопасности жизнедеятельности и медицины.

Материал предназначен для научных сотрудников, инженерно-технических работников, студентов и аспирантов, занимающихся проблемами моделирования и применения информационных технологий в различных областях научной и производственной деятельности.

#### **Редакционная коллегия**

Академик РАН С.М. Алдошин, член-корр. РАН В.П. Мешалкин, д.м.н. проф. М.Э. Соколов, академик НАН Украины В.А. Иванов, д.т.н., проф. В.М. Панарин, к.и.н. Г.А. Голубев, к.т.н. А.А. Горюнкова.

Техническая редакция Жукова Н.Н., Путилина Л.П.

ISBN 978-5-905762-04-8

© Авторы докладов, 2013

© Издательство «Инновационные технологии»,  
2013

## **ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ КАНАЛОВ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В СИСТЕМЕ МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ПРИ АВАРИЯХ НА ГАЗОПРОВОДНЫХ МАГИСТРАЛЯХ**

А.А. Горюноква<sup>1</sup>, М.И. Дли<sup>2</sup>, Р.А. Кантюков<sup>3</sup>, И.Э. Файзуллин<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Тульский государственный университет,  
г. Тула

<sup>2</sup> ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ»  
в г. Смоленске,  
г. Смоленск,

<sup>3</sup> ООО «Газпром трансгаз Казань»,  
г. Казань

<sup>4</sup> ГУП «Татинвестгражданпроект»,  
г. Казань

Для решения задачи мониторинга загрязнения атмосферы при авариях на газопроводных системах наиболее эффективно применение сети GSM для организации каналов передачи данных. Это позволит создать единую информационно-измерительную и управляющую систему с обоснованием загруженности каналов передачи информации, что обеспечит надежную работы системы в целом. Такое решение обеспечивает сбор и хранение информации о местоположении и состоянии потенциально опасных объектов с помощью GPS/ГЛОНАСС и передачу ее с заданной периодичностью с помощью GSM сети в центр информационной системы. Вся информация, отображенная на электронных картах города, области или страны, поступает от всех устройств контроля, которые встроены на объекте.

Информационно-измерительные и управляющие системы на основе сети GSM для различных областей применения можно классифицировать по способу передачи информации между центром управления и блоками GSM, установленными на территориально удаленных объектах. Способы передачи могут быть следующими: VoiceDATA, SMS, GPRS[1].

1. Способ передачи информации VoiceDATA. Это режим передачи голосовой информации в цифровом виде. В этом режиме технологическая информации передается по соединению «точка-точка».

Достоинство способа состоит в предоставлении наивысшего приоритета данному режиму, отсутствию ограничений в длительности посылок, надежной передачи информации в информационно-измерительной и управляющей системе.

Недостаток способа состоит в низкой пропускной способности каналов связи, отсутствии возможности одновременного опроса нескольких удаленных объектов.

Применение данного способа в информационно-измерительных и управляющих системах требует серьезной теоретической проработки и обоснования загруженности каналов передачи информации. Иначе при каких-либо нарушениях технологических параметров работы контролируемого оборудования возможна их перегрузка из-за резкого возрастания потока информации вплоть до полного нарушения работы информационно-измерительной и управляющей системы в целом при возникновении нештатных ситуаций на контролируемом оборудовании.

2. Способ передачи информации SMS. Это режим передачи коротких сообщений в виде последовательности байтов информации. В этом режиме информации с контролируемых объектов передается сначала на базовые станции и затем на приемник центра управления.

Достоинство способа состоит в возможности одновременных посылок коротких сообщений от нескольких или всех контролируемых объектов информационно-измерительной и управляющей системы. При этом условием передачи информации является наличие сотовой связи и регистрация передатчика в сети.

Недостаток способа состоит в ограничении длительности посылок, каждая посылка не может превышать 160 байт, что для целей построения информационно-измерительной и управляющей системы явно недостаточно. Кроме того, недостатком является низкая пропускная способность каналов связи, невысокая скорость передачи информации, отсутствие возможности одновременного приема коротких сообщений от нескольких удаленных объектов информационно-измерительной и управляющей системы.

Применение данного способа в информационно-измерительных и управляющих системах также требует серьезной теоретической проработки и обоснования загруженности каналов передачи информации короткими сообщениями. Имеется опасность при резком возрастании потока коротких сообщений, что характерно для случаев каких-либо нарушений технологических параметров работы контролируемого оборудования, нарушение работоспособности информационно-измерительной и управляющей системы в целом.

3. Способ передачи информации GPRS. Это режим передачи данных по IP адресам в сети Интернет. В этом режиме информации с контролируемых объектов передается непосредственно в глобальную сеть Интернет и с использованием протоколов этой сети направляется на приемник центра управления информационно-измерительной и управляющей системы. Приемник центра управления должен иметь фиксированный IP адрес и постоянно находиться в сети Интернет.

Достоинство способа состоит в возможности одновременных посылок информации от нескольких или всех контролируемых объектов

информационно-измерительной и управляющей системы. При этом условием передачи информации является наличие сотовой связи, регистрация передатчика и нахождение в сети Интернет.

Недостаток способа состоит в проявлении частых потерь сети Интернет в реальных условиях, что снижает надежность информационно-измерительной и управляющей системы. Кроме того, тарифный план передачи в этом режиме в настоящее время достаточно высок и объем тарификации составляет 100 кБ.

Применение данного способа в информационно-измерительных и управляющих системах также требует серьезной теоретической проработки и обоснования загруженности каналов передачи информации и оценки вероятности потери связи в сети Интернет. Имеется опасность при резком возрастании потока информации, что характерно для случаев каких-либо нарушений технологических параметров работы контролируемого оборудования, нарушение работоспособности информационно-измерительной и управляющей системы в целом.

Выбор того или иного способа передачи информации в информационно-измерительной и управляющей системе экологического мониторинга зависит от конкретных условий проектирования информационной системы, надежности приема сигналов в сети GSM, загруженности базовых станций на данной конкретной территории расположения контролируемых объектов [1].

Во всех случаях необходимо проводить обоснованную оценку загруженности каналов до подключения информационно-измерительной и управляющей системы к сети GSM. На основе этой оценки проводить теоретические исследования и моделирование возможных потоков запросов в штатном и аварийном режимах удаленных объектов на предмет обеспечения своевременной их обработки для обеспечения надежной работы системы в реальном масштабе времени [2].

### Список литературы

1. Панарин М.В., Панарин В.М., Пушилина Ю.Н. *Инновационные системы контроля и управления промышленными объектами с использованием спутниковых и мобильных средств связи.* / Тезисы докл. Международного науч.-практич. симпозиума 7-13 ноября 2009 г./ Под общ. ред. чл.-корр. РАН В.П. Мешалкина. – М.-Тула; Изд-во ТулГУ, 2009. - С. 87-89.

2. Панарин М.В., Панарин В.М., Пушилина Ю.Н. и др. *Системы спутникового мониторинга и навигации автотранспорта/ Тезисы докл. Международного науч.-практич. симпозиума 7-13 ноября 2009 г./ Под общ. ред. чл.-корр. РАН В.П. Мешалкина. – М.-Тула; Изд-во ТулГУ, 2009. - С. 93-97.*

## **ПОДХОДЫ И МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИ АВАРИЯХ НА ОБЪЕКТАХ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ**

В.Н. Ахметова<sup>1</sup>, Д.Д. Галиева<sup>4</sup>, А.А. Горюноква<sup>2</sup>, Р.А. Кантюков<sup>1</sup>,  
И.Э. Файзуллин<sup>3</sup>, С.М. Ходченко<sup>4</sup>

<sup>1</sup> ООО «Газпром трансгаз Казань»,  
г. Казань

<sup>2</sup> Тульский государственный университет,  
г. Тула

<sup>3</sup> ГУП «Татинвестгражданпроект»,  
г. Казань

<sup>4</sup> ФГБОУ ВО РХТУ им. Д.И. Менделеева

Согласно статистике современных аварий, катастроф и несчастных случаев с людьми наибольший техногенный ущерб людским, материальным и природным ресурсам наносится пожарами, транспортными происшествиями, взрывами и разрушениями зданий. Большинство же техногенных происшествий обусловлено неконтролируемым высвобождением кинетической энергии движущихся машин и механизмов, а также потенциальной или химической энергией, накопленной в сосудах высокого давления и топливовоздушных смесях, конденсированных вредных веществ, ядовитых жидкостях и других вредных веществах.

Конечной целью анализа и моделирования процесса распространения энергии и вредного вещества служит построение полей пространственно-временного распределения плотности их потоков или концентрации, а также зон возможного поражения.

Детальное рассмотрение техногенных происшествий следует проводить после декомпозиции всего процесса формирования поражающих факторов, наносящих ущерб человеческим и материальным ресурсам.

Можно выделить следующие четыре этапа или стадии:

1) высвобождение накопленной в человеко-машинной системе энергии или запасов вредного вещества вследствие возникшей там аварии;

2) неконтролируемое распространение (трансляция) их потоков в новую для них среду и перемещение в ней;

3) их дальнейшее физико-химическое превращение (трансформация) с дополнительным энерговыделением и переходом в новое агрегатное или фазовое состояние;

4) разрушительное воздействие (адсорбция) первичных потоков и/или наведенных ими поражающих факторов на не защищенные от них объекты [1].

Рассмотрим эти этапы подробнее. Параметры, характеризующие тот или иной этап, должны учитываться в моделях, положенных в основу информационно-измерительной и управляющей системы экологического мониторинга.

Характеристика первого этапа, т. е. процесса высвобождения аварийно-опасных энергии и вещества, накопленных в объектах техносферы, складывается из ответов на следующие вопросы:

- а) что высвобождается;
- б) откуда или из чего оно истекает;
- в) каким образом это случилось или происходит.

При этом основное внимание при ответе на каждый из них будет уделено со ответственно физико-химическим свойствам вещества или энергии, их высвобождающемуся количеству и динамике (изменению во времени) рассматриваемого процесса.

Возможны такие основные варианты ответа на эти вопросы:

- а) твердое тело или вещество — газообразное, жидкое, газокапельное или порошкообразное, которое может быть инертным и неинертным или меняющим и не меняющим свое агрегатное состояние после высвобождения, а также энергия — в форме движущихся тел или потока невидимых частиц-волн;
- б) из генератора (компрессора, насоса, источника энергии) или аккумулятора (емкости) — через образовавшуюся в них трещину либо отверстие;
- в) практически мгновенно (залповый выброс), непрерывно — с постоянным или переменным расходом и эпизодически — регулярно или случайным образом.

Целью анализа и моделирования этой стадии может служить прогнозирование таких ее параметров, как количество внезапно или постепенно высвободившегося вредного вещества, интенсивность и продолжительность его истечения, а также плотность потока тел либо частиц и напряженность электромагнитных полей или ионизирующих излучений.

Особенности протекания второго этапа рассматриваемого процесса, т.е. распространение опасных потоков, обусловлены как перечисленными только что факторами, так и спецификой пространства, заполняемого веществом или находящегося между источником энергии и подверженным ее воздействию объектом. Чаще всего это пространство может быть трехмерным (атмосфера, водоем, почва), иметь заполнение — неоднородное или однородное, неподвижное или подвижное (несущую среду), обладать фактически бесконечными размерами или ограничиваться другой средой, способной поглощать или отражать потоки энергии или вещества.

С учетом данного обстоятельства возможны различные сочетания существенных для процессов энергомассообмена и потокообразования факторов, приводящих к различным сценариям, начиная с растекания жидких веществ по твердой поверхности и завершая заполнением всего пространства смесью аэрозоли, газа и/или жидкости.

Рассмотрим, например, сценарии, связанные с распространением химических веществ в воздушной среде. Сложность модели здесь может быть различна, и это во многом зависит от принятых допущений. В частности, возможны следующие варианты постановки задачи.

1) Принимается допущение о неподвижности атмосферы. В этом случае можно выделить основные особенности распространения газообразных веществ. Они проявляются обычно в образовании либо облака (для залпового выброса газов), либо шлейфа (для их непрерывного истечения), которые затем ведут себя соответственно следующим образом:

а) стелются над поверхностью или постепенно приближаются к ней (тяжелые газы);

б) касаются земли или распространяются параллельно поверхности (газы, плотность которых близка к плотности воздуха);

в) поднимаются в виде гриба или расширяющегося конуса, поперечные сечения которых называются «термиками» («термик» - интенсивно перемешиваемое образование с поднимающимися легкими потоками внутри и опускающимися из-за охлаждения более плотными окружающими газами (легкие газы).

2) Учитывается подвижность атмосферы как несущей среды и характер подстилающей ее поверхности.

Подвижность атмосферы характеризуется скоростью ветра  $u_x$ , скоростью переноса  $v_x$ , вертикальной устойчивостью.

Характер подстилающей поверхности обусловлен рельефом местности, шероховатостью поверхности [1-2].

Этих факторы слегка видоизменяют процесс распространения облака. Обычно это приводит к дрейфу шлейфа или облака атмосфере с постепенным изменением их высоты и формы примерно так, как это показано на рис. 1. Причины тому — действие архимедовых и сил, а также размыв поверхности этих образований за счет трения о поверхность земли и турбулентного рассеяния газов в процессе так называемой атмосферной диффузии (турбулентная диффузия).

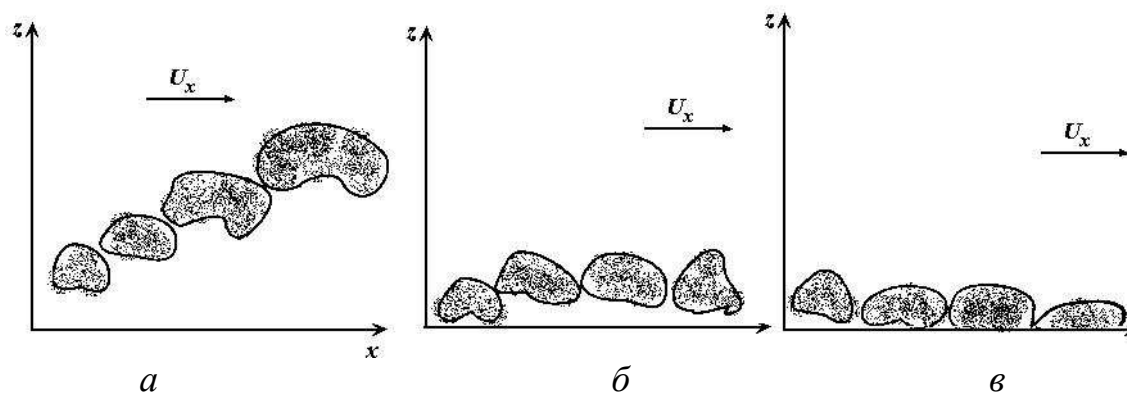
Величина трения о земную поверхность обычно зависит от размеров зданий, оврагов, деревьев, кустов и других естественных шероховатостей.

Влияние атмосферы определяется направлением и скоростью циркулирующих в ней потоков, в том числе потока тепловой энергии.

В качестве других исходных данных применяются различные сценарии и факторы, а также количественные характеристики, полученные при исследовании первого этапа процесса формирования поражающих факторов.

Третий этап. Трансформация аварийно высвободившихся потоков энергии и запасов вредного вещества зависит от большого числа указанных выше факторов и их вероятных сочетаний. Однако доминирующее положение среди них занимают те физико-химические свойства распространившихся в новой среде продуктов выброса, которые характеризуют их взаимную инертность. В противном случае в образовавшихся или изменившихся под их воздействием объемах пространства возможны не только различные фазовые переходы типа «кипение — испарение» но и химические превращения в форме горения или взрыва, сопровождающиеся большим выделением энергии.





Распространение облака АХОВ в атмосфере (а – легкий газ, б – газ равный по плотности воздуху, в – тяжелый газ)

Здесь следует особо выделить два случая:

- большие проливы аварийно химических опасных веществ,
- заполнения их парами сравнительно небольших объемов воздушного пространства.

И в том и в другом случае могут создаваться топливовоздушные смеси, способные к трансформации в одной или нескольких из упомянутых выше форм («кипение - испарение», «горение/взрыв»). Например, залповый выброс значительного количества сжиженного углеводородного газа сопровождается практически мгновенным испарением с образованием смеси, способной затем (после контакта с открытым огнем) взорваться или интенсивно сгореть.

Целью анализа и моделирования данной стадии рассматриваемого процесса служит прогнозирование не только характера трансформации вредных веществ, рассеянных в результате аварии, но и поражающих факторов, обусловленных последующим превращением в новой для них среде.

Четвертой стадией и конечной целью всего исследования процесса причинения техногенного ущерба является изучение поражающего воздействия первичных и вторичных продуктов аварийного выброса на незащищенные от них людские, материальные и природные ресурсы (собственно нанесение ущерба). Основными используемыми при этом исходными данными являются параметры:

а) поражающих факторов (перепад давления во фронте воздушной ударной волны, концентрация токсичных веществ, интенсивность тепловых и ионизирующих излучений, плотность потока и кинетическая энергия движущихся осколков),

б) потенциальных жертв (стойкость и живучесть конкретных объектов, с учетом частоты или длительно вредного воздействия на них и качества аварийно-спасательных работ).

Сам же ущерб от такого воздействия целесообразно делить на два вида:

а) прямой или непосредственный ущерб, обусловленный утратой целостности или полезных свойств конкретного объекта, и

б) косвенный, вызванный разрушением связей между ним и другими объектами.

Несмотря на определенную условность и нечеткость, приведенная классификация помогает убедиться как в многогранности проявления техногенного ущерба, так и в его зависимости от большого числа перечисленных факторов. Это позволяет привлечь для исследования самые разнообразные модели и методы.

Современная концепция обеспечения безопасности рассматривает потенциально опасные объекты (ПОО) как единую интегрированную систему. Информационно-измерительная и управляющая система экологического мониторинга в данном случае должна выполнять как информационные функции (сбор и обработка информации и ее представление персоналу в удобной форме), так и управляющие функции (безопасность, автоматическое управление и регулирование, блокировка, дистанционное управление во всех режимах работы ПОО) [2].

Как правило, чрезвычайные ситуации возникают неожиданно. Это происходит в результате внезапного выхода из строя деталей, механизмов, машин и агрегатов и может сопровождаться серьезными нарушениями производственного процесса, взрывами, катастрофическими затоплениями, образованием очагов пожара, радиоактивным, химическим заражением местности и т.д.

Исходным действием, с которого начинается управление, обычно считают выработку и принятие решения. Это действие предполагает:

- определение цели управления;
- оценку обстановки и исходного состояния, в котором находится объект управления;
- прогнозирование развития ситуации;
- определение и оценку последовательности действий, которые в совокупности должны привести к достижению цели управления;
- принятие наиболее рациональной (по предварительным оценкам) последовательности действий в качестве управленческого решения.

При оценке выбираемого решения основную роль играет определение ресурсных возможностей реализации этого решения, к которым относятся силы и средства, финансовые затраты, объем затрат, а также их распределение.

В процессе управления руководителем принимается огромное количество самых разнообразных решений, обладающих различными характеристиками. Тем не менее, существуют некоторые общие признаки, позволяющие это множество определенным образом просчитать и выбрать наиболее верное решение. Насколько правильным будет выбор, зависит от качества данных, используемых при описании ситуаций, в которых принимается решение.

Используя все возможные варианты решения проблемы, можно сформулировать «поле альтернатив». Однако на практике руководитель редко располагает достаточными знаниями или временем, чтобы сформулировать и оценить каждую альтернативу, поэтому он, как правило, ограничивает число вариантов сравнения всего несколькими альтернативами, которые представляются наиболее подходящими [3].

Процесс принятия решений может принадлежать к одному из трех возможных условий:

1. Принятие решений в условиях определенности, когда данные известны точно.

2. Принятие решения в условиях риска, когда данные можно описать с помощью вероятностных распределений.

3. Принятие решений в условиях неопределенности, когда данным нельзя приписать относительные веса, которые показывали бы степень их значимости в процессе принятия решений.

Для поэтапного моделирования на примере исследования возникновения и процесса развития чрезвычайной ситуации, связанной с выбросом аварийно химически опасных веществ, необходимо разработать комплекс смысловых и знаковых моделей, позволяющих установить основные закономерности возникновения чрезвычайных ситуаций и количественно оценить меру возможности их появления. Это можно сделать, используя модифицированные сети Петри.

Модели должны [1, 4]:

а) выявлять условия появления и предупреждения происшествий;

б) вычислять вероятность их появления.

Исходные данные: параметры химически опасного объекта (X), людских ресурсов (L), сил и средств ликвидации ЧС (С), вероятность аналогичных ЧС ( $Q(t)$ ).

Исходные гипотезы и предпосылки относительно моделируемого явления:

а) чрезвычайная ситуация может быть описана в соответствии с канонами теории случайных процессов в сложных системах;

б) объектом моделирования должен быть случайный процесс, возникающий на химически опасном объекте и завершающийся появлением происшествий (аварий или чрезвычайных ситуаций);

в) поток таких происшествий допустимо считать простейшим, т. е. удовлетворяющим условиям стационарности, ординарности и отсутствия последействия;

г) каждое происшествие может возникать при выполнении конкретных технологических операций, из-за случайно возникших ошибок персонала, отказов техники и нерасчетных внешних воздействий.

С учетом вышеизложенного можно сформулировать концептуальную постановку задачи моделирования следующим образом:

а) представить процесс развития чрезвычайной ситуации в виде процесса просеивания потока заявок  $\omega(t)$  на конкретные химически опасные объекты в выходной поток случайных происшествий с вероятностью  $Q(t)$  их появления в момент времени  $t$ ;

б) изобразить данный процесс в виде потоков (графа, интерпретирующего возникновение причинной цепи происшествий из отдельных предпосылок).

Формулировка задачи моделирования в виде системы алгебраических уравнений и проверка корректности математических соотношений, с учетом гипотезы о простейшем характере потока требований на функционирование химически опасного объекта и использованием свойства его инвариантности после разрежения за счет исключения событий для получения зависимостей может быть представлена в следующем виде:

$$Q(t) = f(X, L, C, T, t).$$

Далее разрабатывается процедура априорной оценки каждого из параметров аналитической модели и проверяется корректность всех полученных математических соотношений с применением всех соответствующих правил.

Задачами управления в режиме чрезвычайной ситуации являются оперативное реагирование на ситуацию и выработка действий по уменьшению или полной ликвидации последствий чрезвычайной ситуации. Алгоритм отбора комбинаций ликвидационных мероприятий позволяет:

- оптимизировать сценарий ликвидации чрезвычайной ситуации;
- эффективно и обоснованно выбирать план ликвидации на основе полученных прогнозных оценок и потерь;
- управлять оптимальным размещением сил и средств для ликвидации поражающих факторов чрезвычайной ситуации;
- моделировать причинно-следственные связи между возникающими поражающими факторами и др.

При этом в нормальном режиме работы ситуационным центром должны осуществляться следующие мероприятия:

- сбор информации для прогнозирования возможного развития чрезвычайной ситуации и ее последствий;
- построение модели на основании собранной информации;
- проведение нескольких циклов моделирования;
- разработка на основании проведенного моделирования различных превентивных планов, позволяющих эффективно реагировать на возникающие проблемы.

Кроме того, следует накапливать сведения о ресурсах, необходимых для ликвидации проблем.

Благодаря методу моделирования возникновения неисправности на ПОО и процесса устранения неисправности, основанному на использовании сетей Петри, процесс моделирования программного и аппаратного обеспечения будет являться эффективным и наглядным.

Поскольку алгоритм функционирования сети Петри может быть легко формализован, существуют и продолжают разрабатываться различные программы ЭВМ, моделирующие функционирование сетей Петри.

## Список литературы

1. *Лекции по системному анализу и моделированию в чрезвычайных ситуациях // 4044F\_lekcii\_po\_sistemnomu\_analizu\_i\_modelirovaniyu\_v\_chs* (дата обращения: 15.06.2013).

2. *Моделирование интегрированных систем комплексной безопасности потенциально опасных объектов/ Н.Г. Топольский, А.В.Фирсов, А.Т. Рвачёв, А.В. Слабченко //Пятнадцатая научно-техническая конференция «Системы безопасности» - СБ-2006*<http://www.agps-2006.narod.ru/konf/2007/sb-2007/sec-1-07/30.1.07.pdf>.

3. *Принятие управленческих решений в условиях определенности Н.М. Мамедов, Е.И. Сухорукова // vestnik.igps.ru/wp-content/uploads/V3/5.pdf* (дата обращения: 15.06.2013).

4. *Системная динамическая модель управления процессом ликвидации кризисных ситуаций с использованием сетей Петри/ Колесников Д.А., Симанков В.С.// Программные продукты и системы. - №1, 2010 г.*

## ОПАСНОСТЬ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ ИСКУССТВЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ НА ЖИВЫЕ ОРГАНИЗМЫ

Н.Н. Афанасьева, Т.Н. Козлова  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

В настоящее время проблема электромагнитной безопасности и защиты окружающей природной среды от воздействия электромагнитного поля (ЭМП) приобрела большую актуальность и социальную значимость, в том числе на международном уровне.

Интенсивное использование электромагнитной и электрической энергии в современном информационном обществе привело к тому, что в последней трети XX века сформировался новый значимый фактор загрязнения окружающей среды – электромагнитный. К его появлению привело развитие современных технологий передачи информации и энергии, дистанционного контроля и наблюдения, некоторых видов транспорта, а также развитие ряда технологических процессов. В ближайшем будущем можно ожидать только еще большее нарастание использования технических средств, генерирующих электромагнитную энергию в окружающую среду.

Уже сейчас мировой общественностью признано, что **ЭМП искусственного происхождения** является важным значимым экологическим фактором с высокой биологической активностью.

Живые организмы в процессе эволюции приспособились к определенному уровню ЭМП, но его резкое значительное повышение (в историческом аспекте) вызывает напряжение адаптационно-компенсаторных возможностей организма; долговременное воздействие этого фактора может

привести к их истощению, что, по прогнозам, повлечет необратимые последствия на системном уровне.

За все время существования планеты ни биосфера, ни человек не знали искусственных электромагнитных волн. Особенно тревожным является факт нарастания уровня электромагнитного фона в среде жизнедеятельности человека.

Среда обитания человека до предела насыщена вредными излучениями, среди которых лишь небольшая часть приходится на магнитные поля промышленной частоты (50 Гц). Ученые многих развитых стран пришли к выводу считать вредным для здоровья человека интенсивность магнитного поля, превышающую 0,2 мкТл. Однако ежедневно на бытовом уровне приходится сталкиваться с гораздо большими величинами этой интенсивности.

Например, среднее значение полевой магнитной напряженности в пригородных электропоездах составляет 20, в трамваях и троллейбусах – 30 мкТл, а в вагонах городской подземки зашкаливает за 150-200 мкТл. Это означает, что человеку приходится сталкиваться с превышением допустимого уровня облучения до 1000 раз и более!

Воздействие электромагнитного излучения бытовой техники тоже далеко не безобидно. Так, генерируемое телевизором магнитное поле достигает 2 мкТл, которое постепенно затухает с удалением от прибора. Величина полевой магнитной напряженности на расстоянии 20-30 см от передней панели кухонной плиты составляет 1-3 мкТл. Плотность магнитных потоков на расстоянии 30 см от дверцы СВЧ-печи - около 8 мкТл. Интенсивность электромагнитного излучения пылесоса достигает 100 мкТл.

Рекорд же по части невидимых вредных выбросов промышленной частоты принадлежит электробритвам и фенам. Интенсивность магнитного поля бритв может достигать до 1500 мкТл на расстоянии 3 см, а фенов – до 2000 мкТл!

Влияние этих излучений способно нарушить биоэнергетическое равновесие человеческого организма. Развивается синдром хронической усталости, появляются сонливость и тревожные состояния. Весьма болезненно реагируют на излучения люди с ослабленным иммунитетом, заболеваниями сердечно-сосудистой системы, гормональной и центральной нервной системы, аллергии. Особую опасность оно представляет для детей и беременных.

Проведенное шведскими учеными исследование показало, что люди, особенно дети, живущие в условиях постоянного воздействия магнитного поля (более 0,1 мкТл!), в 3 раза чаще других болеют лейкемией. Это подтверждают и британские ученые, обнаружившие связь между воздействием электромагнитных излучений и возникновением лейкозов у детей. В Международной научной программе Всемирной Организации здравоохранения по биологическому действию электромагнитных полей (1996-2000 гг.) особо подчеркивается, что медицинские последствия, такие как заболевания раком, изменения в поведении, потеря памяти, болезни Паркинсона и Альцгеймера и ряд других являются результатом воздействия электромагнитных полей.

Технологическое развитие информационного общества привело к тому, что в условиях постоянного воздействия ЭМП находится значительная часть экосистем не только в условиях городов, но и на прилегающих к городам территориях, а также локально в практически незаселенных человеком местах, но заполненных представителями флоры и фауны.

Множество опубликованных экспериментальных работ показывают, что ЭМП является весьма чувствительным фактором для всех элементов экосистем от человека до простейших.

Подавляющее число исследований обнаруживает высокую чувствительность различных микроорганизмов к достаточно слабым полям. Воздействие ЭМП на насекомых свидетельствует о том, что этот фактор может вызывать изменения в поведении, действуя на уровне информационных отношений между особями, оказывать влияние на некоторые физиологические характеристики (обмен веществ, рост и развитие). Особо следует отметить, что значительная часть представителей фауны, в отличие от человека, обладает прямыми рецепторами ЭМП и использует естественные ЭМП для поддержания нормальной жизнедеятельности. Такие виды являются наиболее уязвимыми в ситуации электромагнитного загрязнения.

Как слабые, так и сильные ЭМП оказывают достаточно выраженное влияние на морфологические, физиологические, биохимические и биофизические характеристики многих растений. Влияют на рост, развитие и размножение растительных объектов. Что же касается истинно генетических последствий, то однозначного ответа специалисты пока не дают.

Решение проблемы электромагнитного загрязнения окружающей среды является комплексной задачей, затрагивающей социальные и экономические интересы различных отраслей и ведомств, требующей междисциплинарных подходов и привлечения специалистов разного профиля. Предполагается, что основное внимание должно быть уделено изменению структурных особенностей электромагнитных полей и достижению их гармонии с живыми организмами. Поэтому в основе проектирования технических систем должен лежать принцип соответствия полей искусственных систем полям природных систем.

### **Список литературы**

1. *Влияние бытовых приборов на здоровье человека / Копылова М.Ю., Литикина М.В., Никулина Т.В. и др. // Окружающая природная среда и экологическое образование и воспитание: 6 всерос. науч.-практ. конф., 17-18 февр. 2005 г.: сб.ст. Пенза: Приволж. Дом знаний, 2006. С.130-133.*

2. *Паньков И.В. Электромагнитное загрязнение окружающей среды // Современные проблемы технических наук: сб. тез. докл. Новосиб. межвуз. науч. студ. конф. «Интеллектуальный потенциал Сибири», Новосибирск, 19-20 мая 2004 г. Ч.2. Новосибирск: ИГАСУ, 2004. С. 73.*

3. Удалова Д.А., Арбузов В.В. *Магнитные поля – угроза здоровью* // *Мед. экология: V междунар. науч.-практ. конф., 29-30 июня 2006 г.: сб. ст. Пенза: Приволж. Дом знаний, 2006.*

4. Шарохина А.В. *Электромагнитное поле в быту* // *Материалы докладов первой Всерос. молодежной науч. конф. «Тинчуринские чтения» / Под общ. ред. д-ра физ.-мат. наук, проф. Ю.Я. Петрушенко. В 2 т. Т. 2. Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2006. С. 161-163.*

## **БИОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭКОСИСТЕМ КРУПНЫХ ВОДОЕМОВ НОВОМОСКОВСКОГО РАЙОНА**

Е.И. Вакунин, И.О. Секарова  
Тульский Государственный университет,  
г. Тула

Разработка методов и способов прогнозирования возможных изменений в экосистемах представляет собой особую задачу, решение которой может быть получено только при использовании для этих целей фундаментальных знаний о сложных биотических и абиотических процессах, протекающих в экосистемах.

Проведенная нами систематизация методик по оценке ущерба водным биоресурсам выявила, что их современное состояние нельзя признать удовлетворительным, так как не создано единой концепции экологического ущерба, способной к многофакторности и многовариантности воздействия на водную экосистему.

Объектом нашего исследования являлись водные экосистемы Новомосковского района Тульской области (рис. 1). Шатское, Любовское, Пронское водохранилища являются крупнейшими искусственными водоемами Тульской области по площади и объемам накопления воды. Водоохранилища являются водоемами комплексного использования для нужд промышленности, сельского хозяйства и населения. Аккумулируемая в них вода используется для орошения сельскохозяйственных угодий, технических и бытовых нужд. Изучаемые нами водоемы являются рыбохозяйственными, но они постоянно подвергаются антропогенному воздействию и использоваться по своему основному назначению не могут, поскольку в основном используются как источники промышленного водоснабжения предприятий и приемники производственных сточных вод

Для оценки ущерба биоресурсам водохранилищ, нами собирался материал по морфометрическому, гидрохимическому режиму каждого водного объекта, а также по динамике этих показателей в период с 2008 по 2012 гг. Одновременно осуществлялся сбор данных по состоянию биоты водных экосистем. В первую очередь это касалось данных по ихтиофауне и рыбной части сообществ исследуемых объектов (состав и структура, соотношение экологических групп рыб), а также концентрации загрязняющих веществ в воде



водоемов. Рыба как биологический объект является составной частью водных экосистем, причем занимает в них высшие звенья трофических цепей и поэтому зачастую оказывается одним из наиболее уязвимых компонентов биоценоза.

Совместно с лабораторией ТУЛЬСКИЙ ФГУЧ «ЦЛАТИ», а также лабораторией предприятия ОАО «Оргсинтез» города Новомосковска нами отбирались пробы воды в изучаемых водохранилищах. В таблице 1 представляем вам усредненные данные по концентрациям загрязняющих веществ за 2012 год.



Рис. 1. Карты-схемы районов исследования

1 – Шатское водохранилище; 2 – Любовское водохранилище; 3 – Пронское водохранилище

Рыбная часть сообщества водохранилищ испытывает влияние одного, как нам кажется, основного фактора: антропогенного воздействия на биоразнообразии водоемов.

Совместно с ихтиологами Тульского отдела ФГУ «Центррыбвод» проводился сбор ихтиологического материала в водохранилищах. Изучались биологические показатели наиболее массовых видов рыб в водоемах. Определялось соотношение видов рыб в контрольных уловах ставных сетей и рыболовов-любителей. Для оценки состояния рыбной части сообщества был собран материал по абсолютным уловам, размерно-весовым характеристикам и возрастному соотношению рыб в уловах.

В таблице 2 представлены усредненные показатели численности видов рыб водохранилищ, полученные методом вылова ставными сетями с различным шагом ячеи (от 25 мм до 50 мм).

Таблица 1

Анализ воды в Шатском, Любовском и Пронском водохранилищах за 2012 г.

Наименование определяемого ингредиента мг/дм <sup>3</sup>	Шатское в-ще	Любовское в-ще	Пронское в-ще
Ион аммония, мг/дм <sup>3</sup>	1,74	1,16	0,45
АПАВ, мг/дм <sup>3</sup>	0,132	0,126	0,049
БПК <sub>полн</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	6,8	3,42	1,15
Взвешенные в-ва, мг/дм <sup>3</sup>	36	25	5
Водородный показатель, ед.рН	8,67	8,11	7,43
Железо, мг/дм <sup>3</sup>	0,45	0,72	0,26
Нефтепродукты, мг/дм <sup>3</sup>	0,198	0,067	0,047
Нитрат-ион, мг/дм <sup>3</sup>	38,6	н/о	н/о
Нитрит-ион, мг/дм <sup>3</sup>	0,39	0,48	0,24
Раств-ный кислород, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	10,15	8,36	8,44
Сульфат-ион, мг/дм <sup>3</sup>	312	350	61
Сухой остаток, мг/дм <sup>3</sup>	980	950	320
Фосфат-ион, мг/дм <sup>3</sup>	0,94	н/о	0,29
Хлорид-ион, мг/дм <sup>3</sup>	191	159	15
ХПК, мг/дм <sup>3</sup>	86,3	45,6	23,4

Таблица 2

Средние уловы на 1 стандартную ставную сеть за сутки, экз/кг  
(усредненный показатель)

Виды рыб	Шатское водохранилище	Любовское водохранилище	Пронское водохранилище
	кол-во, экз.	кол-во экз.	кол-во экз.
Плотва	30	32	10
Окунь	14	8	4
Карась	20	9	14
Уклея	18	3	-
Сазан	-	3	-
Щука	-	-	1
Лещ	39	-	6
Ерш	8	-	-
Густера	-	-	1
Карп	3	5	-
Толстолобик	1	1	1

Данные по уловам ставных сетей пересчитывались нами на 1 стандартную сеть за сутки. Учитывали встречаемость видов рыб в составе уловов по численности и по массе (в %).

Прогноз ориентировочно-допустимого уровня водных биоресурсов (ОДУ ВБР) в водоемах Новомосковского района проводили методом экспертной оценки (таб. 3). Для прогноза биоресурсов использовались данные многолетней статистики уловов рыболовов-любителей, показатели уловов рыбы на промысловое усилие, соотношения видов в уловах, многолетняя динамика основных биологических показателей, включая изменения темпа роста и полового созревания.

При обработке материала изучалась динамика темпа роста, определялись численность и ихтиомасса и оценивались ориентировочно допустимый уровень. Численность наиболее массовых видов рыб рассчитывалась нами по методу площадей. Абсолютная численность рыб по результатам плавного лова определялась по формуле:

$$N = \frac{S_{oz.} \cdot Y \cdot 10^4}{l \cdot V \cdot T \cdot q},$$

где  $N$  – абсолютная численность рыб, шт.;  $S_{oz.}$  – площадь участка водоема, га;  $Y$  – улов рыбы сетями за все сплавы, шт.;  $l$  – длина сети в работе, м;  $V$  – скорость траления, м/ч;  $T$  – продолжительность всех сплавов, ч;  $q$  – коэффициент абсолютной уловистости плавной сети.

Таблица 3

Ориентировочно допустимый улов водных биоресурсов водоемов на 2012 год, тонн

Видовой состав	Водохранилища		
	Любовское	Шатское	Пронское
Лещ	-	6,9	9,3
Плотва	1,5	4,7	4,7
Карась	4,1	17,6	7,0
Щука	-		4,7
Окунь	1,5	3,9	5,6
Густера	-	-	1,4
Толстолобик	66	33,8	42,8
Карп	0,5	0,9	
Прочие	0,9	1,2	1,9
Всего:	74,5	68,1	77,3

Расчет общей ихтиомассы рыб проводился по формуле:  $B = \frac{N \cdot P_i}{1000}$ ,

где  $B$  – общая ихтиомасса рыб, т;  $N$  – численность рыб, тыс. шт.;  $P_i$  – средняя масса 1 экземпляра, г.

Наряду с абиотическими факторами внешней среды на рыб оказывают огромное влияние биотические факторы. К биотическим факторам внешней среды рыб относится пища, представленная в водоемах различными кормовыми организмами. Кормовая база формируется за счёт растительных (микро- и макро-фиты) и животных (зоопланктон, зообентос, нектон) объектов

водоёмов, органических остатков (детрит), а также растений и животных, попадающих в воду с суши.

Гидробиологическая составляющая биоты исследуемых водохранилищ представлена основными таксонами, характерными для озерного типа. Большинство видов зоопланктона по способу питания представляют собой второй трофический уровень, включающий фильтраторов (ветвистоусые рачки, некоторые веслоногие) и седиментаторы (коловратки). Третий трофический уровень составляют хищники - циклопы (веслоногие). По степени развития зоопланктона эти водоемы относятся к мезотрофным. Летний зоопланктон Шатского, Любовского и Пронского водохранилищ, представлен 4 группами организмов: Rotatoria, Copepoda, единично в пробах представлены Cladocera, личинки комаров-звонцов и стрекоз (табл. 4). Наибольшее видовое разнообразие отмечено в пробах Пронского водохранилища. В пробах Любовского и Шатского водохранилищ видовой состав наиболее беден. Донная фауна водохранилищ представлена обычным комплексом пресноводных форм. В основном она состоит из олигохет, моллюсков и хирономид. Сезонные изменения бентоса на основных биотопах сходны: летом биомасса его низкая, осенью она повышается за счет увеличения численности и веса хирономид.

В этой связи изучение состояния планктона и бентоса, которые испытывают значительные изменения при активной антропогенной нагрузке на водоемы в виде загрязненных стоков является актуальным, поскольку рыбопродуктивность водохранилищ на прямую зависит от качества и объемов кормовой базы.

Таблица 4

Средние показатели численности и биомассы зоопланктона водохранилищ в летний период, численность (тыс. экз/м<sup>3</sup>)/биомасса(г/м<sup>3</sup>)

Таксономические группы	Название станции			Доминирующие виды
	Пронское в-ще	Шатское в-ще	Любовское в-ще	
Rotatoria	<u>258</u> 0,4	<u>94,7</u> 0,25	<u>3,82</u> 0,1	Brachionus sp.
Cladocera	<u>12,2</u> 0,7	<u>0,5</u> 0,4	<u>16,9</u> 0,26	
Copepoda	<u>527,8</u> 9,9	<u>295,4</u> 23,4	<u>292,13</u> 13,4	Cyclops sp.
Всего:	<u>798,0</u> 11,0	<u>390,6</u> 24,1	<u>313,7</u> 13,8	

Таким образом, необходим такой модифицированный вариант методики оценки ущерба водным биоресурсам, который одновременно мог бы учитывать

сразу несколько критериев, использование которых могло бы с достоверной и с достаточной точностью оценивать степень нарушенности водной экосистемы.

### Список литературы

1. Решетова И.О. (Секарова И.О). Оценка биологического состояния Шатского водохранилища/ Тульский экологический бюллетень – 2008. Выпуск II. – Тула: Гриф и К, 2008. – 162.
2. Вакунин Е.И. Секарова И.О. Закономерности процесса антропогенной деградации Шатского водохранилища /Экология и безопасность: Пятая международная студенческая научно-техническая Интернет-конференция: Сб. материалов конф./ под. Ред. А.В. Волкова. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2009.

## АЛГОРИТМ ФОРМИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ И УПРАВЛЯЮЩЕЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ

В.М. Панарин, А.А. Горюнкова, А.А. Белоусов  
ФГБОУ ВПО «Тульский государственный университет»,  
г. Тула

Технологический процесс с учетом экологических параметров можно представить, как взаимодействие подсистемы сбора экологической информации и самого технологического процесса, выступающего в роли объекта управления. Сотрудники экологической службы, входящие в подсистему сбора экологической информации с помощью замеров контролируют выбросы предприятия, затем анализируют полученную информацию и предоставляют ее инженерам контролирующим техпроцесс. Т.к. концепция воздухоохранной деятельности основана на понятиях предельно-допустимой концентрации (ПДК) и предельно-допустимого выброса (ПДВ). ПДВ устанавливается для каждого природопользователя и для каждого источника выброса загрязняющих веществ в атмосферу (ЗВ) в атмосферу. ПДВ устанавливается так, чтобы на границе СЗЗ концентрации ЗВ не превышали ПДК. При превышении допустимой доли выброса инженеры меняют параметры техпроцесса с помощью системы управления технологическим процессом, что приводит к уменьшению выброса вредных веществ. Структура системы представлена на рис.1.

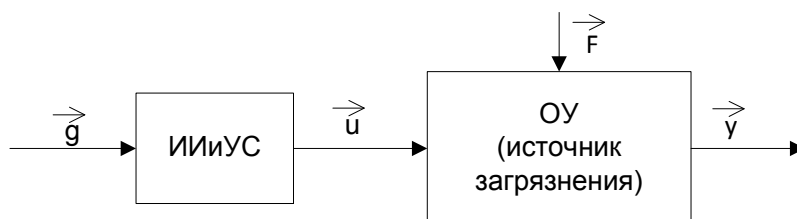


Рис.1. Структура системы управления технологическим процессом

где ИР – измеритель рассогласования, представлен информационно-измерительной и управляющей системой, подсистема сбора и анализа экологической информации;  $\vec{g}(t)$  – задающее воздействие в виде стандартов и нормативов, где указаны ПДК и ПДВ измеряемые системой мониторинга веществ и  $g(t) = const$ ;  $\vec{y}(t)$  – регулируемая величина, результат техпроцесса (фактический выброс);  $\vec{u}(t)$  – управляющее воздействие;  $\vec{F}(t)$  – возмущающее воздействие.

Как видно из структуры система работает по принципу отрицательной обратной связи, т.е.

$$\vec{e}(t) = \vec{g}(t) - \vec{y}(t) . \quad (1)$$

При изменении возмущающего или задающего воздействия начинается переходный процесс, при котором возрастает рассогласование.

Существующая информационно-измерительная и управляющая система экологического мониторинга не позволяет оперативно получать и анализировать информацию, т.к. время измерений  $T_{изм}$  много больше времени переходного процесса  $\tau$  ( $T_{изм} \gg \tau$ ). Поэтому, чтобы своевременно контролировать экологические параметры техпроцесса необходимо осуществлять непрерывный сбор и анализ экологической информации, а это возможно только при использовании информационно-измерительной и управляющей системы с пунктами автоматического сбора информации.

В информационно-измерительной и управляющей системе мониторинга загрязнения атмосферы можно выделить следующие элементы:

- экологические данные (замеры концентрации вредных веществ);
- метеорологические данные (температура воздуха, скорость и направление ветра, давление, влажность);
- данные о предприятии;
- датчики для осуществления замеров;
- метеостанции;
- сетевое и оконечное оборудование;
- пункт сбора данных;
- подсистема обработки информации;
- карта или схема местности;
- данные о выбросах;
- оператор или лицо, принимающее решение.

Экологические, метеорологические и данные о предприятии являются входными данными.

Данные, о выбросах отображенные на карте или схеме местности являются выходными данными.

В информационно-измерительной и управляющей системе постоянно идет процесс преобразования, в ходе которого элементы изменяют свое

состояние, т.е. входные элементы трансформируются в выходные. При этом ценность и полезность входных элементов увеличивается, что и наблюдается при использовании информационно-измерительных и управляющих систем мониторинга, когда информация по замерам преобразуется в более удобную и наглядную форму представления для человека.

В разрабатываемой системе процесс преобразования информации организуется с привлечением определенных правил, методик и алгоритмов, которые состоят из совместимых элементов, объединенных для достижения поставленной цели.

Еще одним важным понятием является окружающая среда системы, которая в информационно-измерительной и управляющей системе экологического мониторинга представлена как среда обитания человека. Среда обитания тесно взаимодействует с системой мониторинга. Параметры среды поступают в систему в виде входных элементов.

Система получает специфическое назначение, или наделяются функцией, когда вступает во взаимоотношения с другими подсистемами в рамках большой системы. Функция системы – непрерывное предоставление актуальной информации лицу, принимающему решения.

При проектировании систем первостепенное значение имеет определение их задач и целей.

Целью работы информационно-измерительной и управляющей системы мониторинга загрязнения атмосферы является обеспечение экологических служб информацией о загрязнении воздуха и поддержка в принятии управленческих решений по улучшению экологической обстановки.

Алгоритм формирования информационно-измерительной и управляющей системы также можно определить как схему (рис.2), указывающую зависимости между различными формами деятельности информационно-измерительной и управляющей системы в соответствии с их функциями и целями, для выполнения которых они предназначены [1].

К основным задачам информационно-измерительной и управляющей системы экологического мониторинга относят:

- непрерывный сбор экологической и метеоинформации;
- запись и хранение информации;
- преобразование информации в вид, наиболее удобный для анализа;
- формирование рекомендаций для принятия управленческих решений.

Согласно проведенному анализу подсистему сбора и анализа экологической информации информационно-измерительной и управляющей системы мониторинга можно представить в виде схемы, изображенной на рис.3 [2].

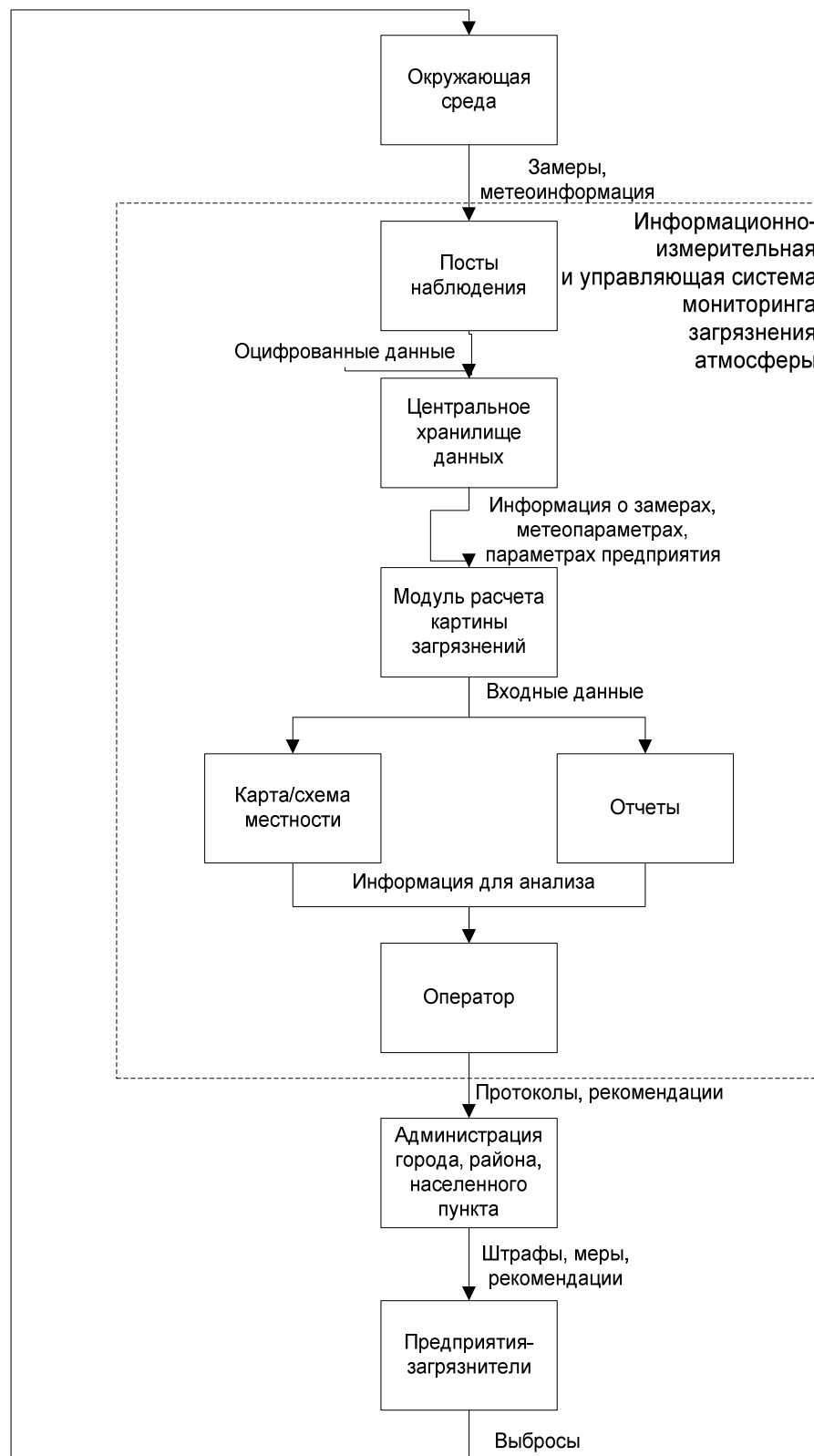


Рис.2. Алгоритм формирования информационно-измерительной и управляющей системы мониторинга загрязнения атмосферы



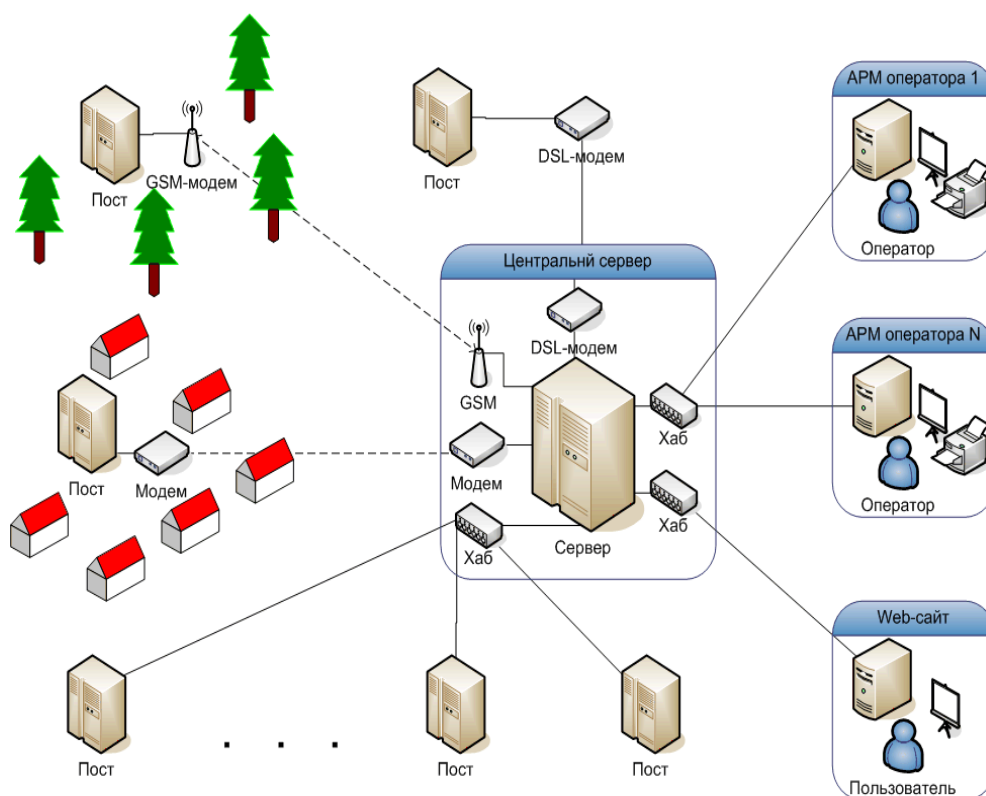


Рис.3. Структура подсистемы сбора и анализа экологической информации

Как видно из схемы накопление экологических данных на сервере осуществляется с помощью стационарных постов соединенных с сервером по различным каналам связи. Кроме того, в системе имеется дополнительное программное обеспечение установленное на компьютерах пользователя, которое позволяет операторам видеть актуальную экологическую информацию.

### Список литературы

1. Зуйкова А.А. Автоматизированная система экологического мониторинга атмосферы при выбросах вредных веществ / Э.М. Соколов, В.М. Панарин, А.А. Зуйкова, А.В. Бизикин // «Информационные технологии». №4, 2008. – С. 58-62.

2. Зуйкова А.А. Система сбора и отображения информации о чрезвычайных ситуациях на объектах химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности / Э.М. Соколов, В.М. Панарин, А.А. Зуйкова / Информационные системы и модели в научных исследованиях, промышленности и экологии: Всероссийская научн. техн. конф. / Под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. Панарина В.М. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2007 – С. 64-69.

# ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ И УПРАВЛЯЮЩЕЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ

В.М. Панарин, А.А. Горюнкова, Л.В. Котлеревская, А.А. Белоусов  
ФГБОУ ВПО «Тульский государственный университет»,  
г. Тула

Информационно-измерительная и управляющая система экологического мониторинга представляет собой совокупность математических методов, методов программирования и технических средств (ЭВМ, средств связи, устройств отображения информации, передачи данных и т.д.), обеспечивающих рациональное управление сложным объектом (например, предприятием, технологическим процессом). Наиболее важная цель построения информационно-измерительной и управляющей системы – резкое повышение эффективности управления объектом на основе роста производительности управленческого труда и совершенствования методов принятия управленческих решений.

Разработка информационно-измерительной и управляющей системы экологического мониторинга, порядок ее создания и направления эффективного использования базировались на следующих принципах [1]:

1) принцип новых задач, это задачи оптимального управления, которые можно решать, используя возможности вычислительной техники;

2) принцип комплексного, или системного подхода при разработке ИИиУС, в соответствии с которым необходимо комплексно решать вопросы технического, экономического и организационного характера;

3) принцип первого руководителя предполагает, что разработка информационно-измерительных и управляющих систем должна проводиться при участии и под руководством директора предприятия или руководителей функциональных служб;

4) принцип непрерывного развития системы, в соответствии с которым количество решаемых задач непрерывно увеличивается, причем новые задачи не заменяют уже внедренные;

5) принцип модульности и типизации, заключающийся в выделении и разработке независимых частей системы и использовании их в различных подсистемах;

6) принцип согласованности пропускных способностей отдельных частей системы, для обеспечения максимальной производительности системы в целом;

7) принцип автоматизации документооборота и единой информационной базы.

Обобщенная структурная схема информационно-измерительной и управляющей системы экологического мониторинга представлена на рис.1.

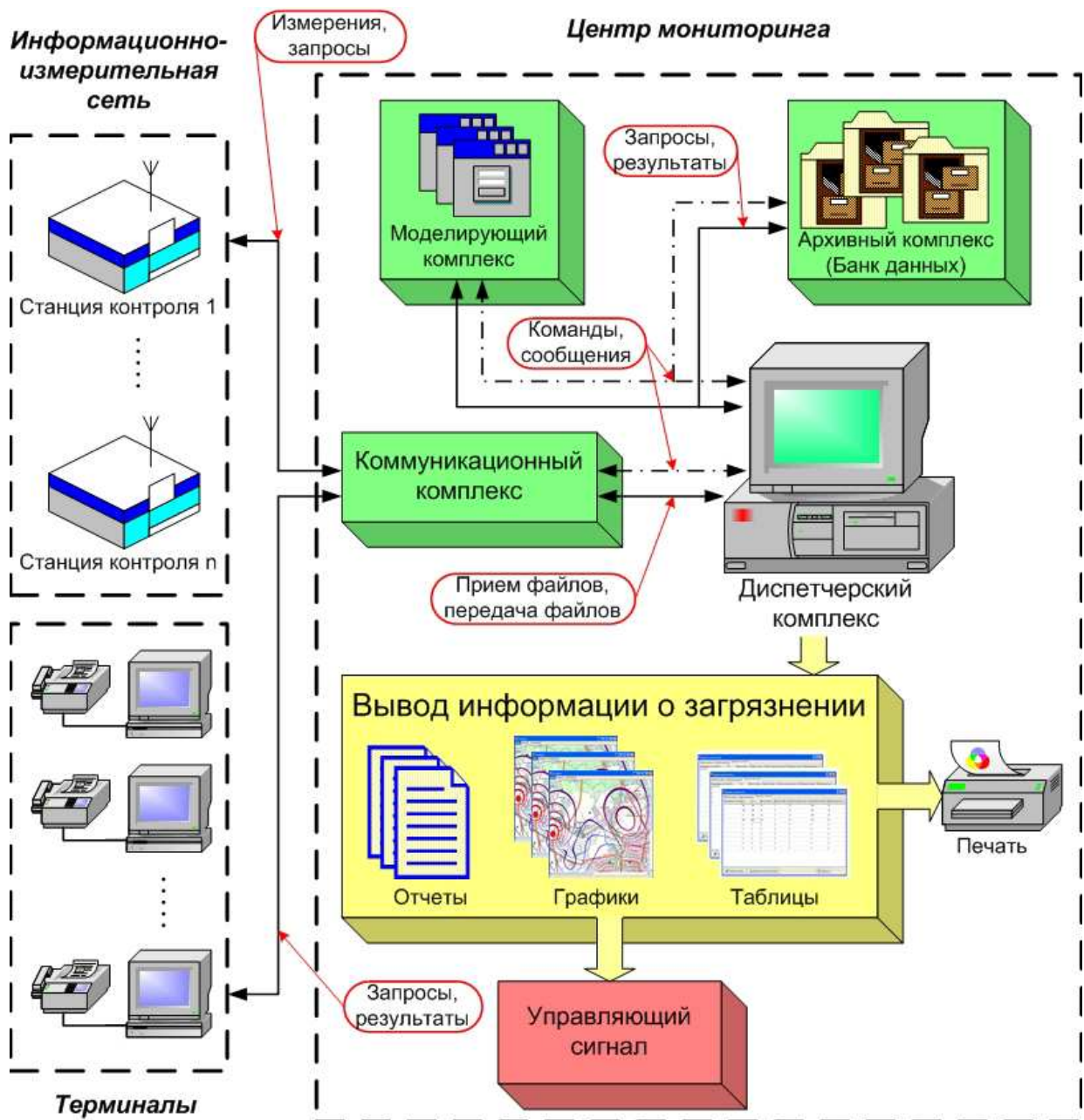


Рис.1. Структурная схема информационно-измерительной и управляющей системы

Информационно-измерительная и управляющая система экологического мониторинга состоит из основы и функциональной части. Основу составляют информационная база, техническая база, математическое обеспечение, организационно-экономическая база. Основа – общая часть для всех задач, решаемых информационно-измерительными и управляющими системами [2,3].

Информационная база информационно-измерительной и управляющей системы экологического мониторинга, размещенная на машинных носителях информации – совокупность всех данных, необходимых для автоматизации управления объектом или процессом.

Техническая база информационно-измерительных и управляющих систем включает средства обработки, сбора и регистрации, отображения и передачи данных, а также исполнительные механизмы, непосредственно

воздействующие на объекты управления (например, автоматические регуляторы, датчики и т.д.), обеспечивающие сбор, хранение и переработку информации, а также выработку регулирующих сигналов во всех контурах автоматизированного управления производством. Основные элементы технической базы – ЭВМ, которые обеспечивают накопление, хранение и обработку данных, циркулирующих в информационно-измерительных и управляющих системах. ЭВМ позволяют оптимизировать параметры управления, моделировать производство, подготавливать предложения для принятия решения. Обычно выделяют два класса ЭВМ, используемых в информационно-измерительных и управляющих системах: информационно-расчётные и учётно-регулирующие.

Средства сбора и регистрации данных при участии человека включают различные регистраторы производства, с помощью которых осуществляются сбор и регистрация данных непосредственно на рабочих местах.

Средства отображения информации предназначены для представления результатов обработки информации в удобном для практического использования виде. К ним относятся различные печатающие устройства, пишущие машины, терминалы, экраны, табло, графопостроители, индикаторы и т.п. Эти устройства, как правило, непосредственно связаны с ЭВМ или с регистраторами производства и выдают либо регулярную (регламентную), либо эпизодическую (по запросу или в случае аварийной ситуации) справочную, директивную или предупредительную информацию.

Аппаратура передачи данных осуществляет обмен информацией между различными элементами информационно-измерительных и управляющих систем.

К технической базе информационно-измерительной и управляющей системы экологического мониторинга относят также средства оргтехники (копировально-множительную технику, картотеки, диктофоны и т.д.), а также вспомогательные и контрольно-измерительные средства, обеспечивающие нормальное функционирование основных технических средств в требуемых режимах.

Математическое обеспечение информационно-измерительной и управляющей системы представляет собой комплекс программ регулярного применения, управляющих работой технических средств и функционированием информационных баз и обеспечивающих взаимодействие человека с техническими средствами информационно-измерительных и управляющих систем. Пакеты типовых прикладных модулей могут использоваться в различных комбинациях при решении той или иной функциональной задачи.

Функциональная часть информационно-измерительной и управляющей системы экологического мониторинга состоит из набора взаимосвязанных программ для реализации конкретных функций управления. Все задачи функциональной части базируются на общих для данной информационно-измерительной и управляющей системы информационных массивах и на общих технических средствах. Включение в систему новых задач не влияет на

структуру основы и осуществляется посредством типового для информационно-измерительных и управляющих систем информационного формата и процедурной схемы. Функциональную часть информационно-измерительных и управляющих систем поделена на подсистемы в соответствии с основными функциями управления объектом. Подсистемы в свою очередь делят на комплексы, содержащие наборы программ для решения конкретных задач управления в соответствии с общей концепцией системы.

Принципы построения информационно-измерительных и управляющих систем мониторинга зависят от потребностей и условий конкретной организации. Информационно-измерительная и управляющая система экологического мониторинга обладает следующими свойствами:

- всесторонность – мониторинг должен быть всесторонним, основываться на простых и сводных измерениях, фокусируясь на исключениях;
- соответствие – мониторинг должен соответствовать миссии, видению, целям и стратегии предприятия;
- приемлемость – эффективный метод мониторинга должен быть приемлем для его объектов, необходимо уважать их личное пространство и не вторгаться в повседневные обязанности;
- своевременность – данные мониторинга должны быть доступны, позволяя выявлять отклонения, о которых надо немедленно сообщить для принятия верных и оперативных решений;
- доказательность – информация, полученная в ходе мониторинга, должна поддаваться проверке другими средствами, то есть быть точной и, по возможности, основанной на фактах;
- динамичность – любая форма мониторинга должна допускать оперативные корректирующие меры;
- гибкость (адаптируемость) – система мониторинга должна легко адаптироваться, обеспечивая точную, значимую и своевременную информацию в изменяющихся обстоятельствах.

Характер и механизм обобщения информации об экологической обстановке при её движении по иерархическим уровням системы экологического мониторинга определяются с помощью понятия информационного портрета экологической обстановки. Последний представляет собой совокупность графически представленных пространственно распределённых данных, характеризующих экологическую обстановку на определённой территории, совместно с картоосновой местности.

### **Список литературы**

*1. Панарин М.В., Панарин В.М., Пушилина Ю.Н. и др. Инновационные системы контроля и управления промышленными объектами с использованием спутниковых и мобильных средств связи. / Тезисы докл. Международного науч.-практич. симпозиума 7-13 ноября 2009 г./ Под общ. ред. чл.-корр. РАН В.П. Мешалкина. – М.-Тула; Изд-во ТулГУ, 2009. -С. 87-89.*

2. Панарин М.В. Информационно-измерительная система мобильных объектов. /Вестник ТулГУ. Серия. Проблемы управления электротехническими объектами. Выпуск 5. Тула: Изд. ТулГУ. – 2010. - С. 117 – 123.

3. Панарин В.М. Решение проблемы сбора и анализа экологической информации о загрязнении атмосферного воздуха/В.М. Панарин [и др.]// Информационные системы и модели в научных исследованиях, промышленности, образовании и экологии: доклады X всероссийской науч.-техн. конф. – Тула: Издательство «Инновационные технологии» , 2012. – С. 74-76

## **ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГА ПО КЛАССИФИКАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ**

К.В. Гришаков, В.М. Панарин  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

Специалисту экологу часто приходится встречаться с необходимостью поиска информации по веществам. Для упрощения работы со сведениями по тяжелым металлам была разработана данная программа.

Программа является актуальной как для отдельных специалистов, занимающихся экологической безопасностью, так и для крупных металлургических предприятий, которым приходится иметь дело с тяжелыми металлами в промышленных масштабах.

Данная система предназначена для быстрого поиска данных по тяжелым металлам.

В информационный ресурс программы входят следующие сведения:

- общая характеристика вещества;
- физические свойства вещества;
- химические свойства вещества;
- токсические и эко токсические свойства вещества;
- возможные среды, содержащие данное вещество;
- ПДК, класс опасности (для среды);
- источники поступления в окружающую среду;
- методы очистки;
- методы определения тяжелых металлов в среде;
- пути превращения в окружающей среде.

Так же в данной программе представлены источники на предоставляемую информацию.

Информационная система предназначена для работы на персональном компьютере с минимальными системными требованиями: Pentium III 800MHz, Win 98/XP/Vista/7, 256 Ram. Перед использованием программа не требует предварительной подготовки.

Разработанную систему информационного обеспечения эколога по классификации тяжелых металлов отличают простота внедрения, доступность и недорогое использование.

### **Список литературы**

*1. Гришаков К.В. Информационное обеспечение экологических технологий / В.М. Панарин, - Информационные системы и модели в научных исследованиях, промышленности, образовании и экологии, 2012. - 108 с.*

## **ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННО – ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ**

В.М. Панарин, О.А. Дабдина  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

Целесообразность проведения научной работы определяется тем, что в Российской Федерации затраты на производство и передачу тепловой энергии в жилищно – коммунальном хозяйстве превышают аналогичные показатели в развитых зарубежных странах почти в 2 раза.

Актуальность подтверждается принятием Федерального закона Российской Федерации от 23 ноября 2009г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», в котором ставятся задачи о значительном снижении удельных затрат на производство и транспортировку тепловой энергии.

В излагаемом ниже исследовании предлагается способ адаптации концепции «наилучших доступных технологий» в России и рационализации использования природных ресурсов при работе объектов теплоснабжения.

Практическая значимость заключается в применении полученных результатов для разработки мероприятий по повышению энергоэффективности объектов теплоснабжения г. Тулы и Тульской области.

Проведенный обзор способов управления объектами теплоснабжения показал, что в странах Европейского Союза используется механизм управления на основе Директивы 2008/1/ЕС.

Директива 2008/1/ЕС нацелена на рациональное использование природных ресурсов. И минимизацию выбросов загрязняющих веществ в атмосферу

Ключевым понятием Директивы 2008/1/ЕС является понятие «наилучшей доступной технологии» (НДТ).

Понятие НДТ

- «технологии» включают в себя как используемые технологии, так и способ которым объект спроектирован, построен, обслуживается, эксплуатируется и выводится из эксплуатации;
- под «доступными» понимаются технологии, уровень развития которых делает возможным их внедрение в соответствующей отрасли промышленности с учетом экономической и технической целесообразности, а также затрат и выгод, независимо от того, используются и производятся ли эти технологии внутри данного государства-члена, если они могут обоснованно считаться доступными для оператора;
- под «наилучшими» понимаются технологии, наиболее действенные в отношении обеспечения общего высокого уровня охраны окружающей среды в целом.

НДТ показывает количество ресурсов в данном случае газа необходимое для выработки тепловой энергии и максимальное значение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

На рисунке 1 представлен метод оценки соответствия реального объекта теплоснабжения требованиям концепции «наилучших доступных технологий».

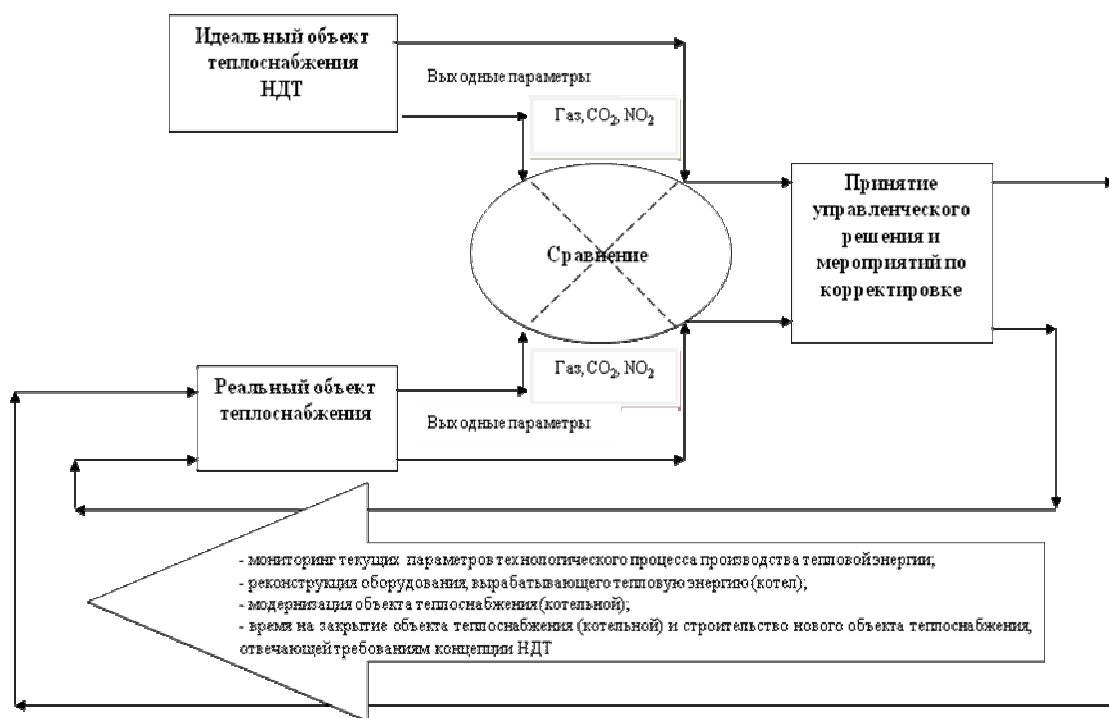


Рис. 1. Оценка соответствия реального объекта теплоснабжения требованиям концепции «наилучших доступных технологий»

Предполагается, что есть некий идеальный объект теплоснабжения, который характеризуется затратами ресурсов в данном случае газ на производство тепловой энергии и экологическими параметрами: загрязняющими веществами выбрасываемыми в атмосферу. Данные параметры прописаны в концепции НДТ. Существует реальный объект теплоснабжения, которые также характеризуется своими затратами ресурсов на производство



тепловой энергии и загрязняющими веществами выбрасываемыми в атмосферу. Два этих объекта сравниваются. По результатам сравнения принимается управленческое решение и мероприятия по корректировке необходимые реальному объекту теплоснабжения.

Итак, существует четыре варианта развития ситуации сравнения реального и идеального объекта теплоснабжения:

1. Если затраты газа на производство тепловой энергии и выбросы загрязняющих веществ в атмосферу близки к НДТ, то предлагается дальнейший мониторинг текущих параметров технологического процесса производства тепловой энергии для предотвращения роста этих затрат и выбросов загрязняющих веществ в атмосферу

2. Если разница затрат газа на производство тепловой энергии и выбросы загрязняющих веществ в атмосферу не значительно отличаются от НДТ то предлагается реконструкция оборудования, вырабатывающего тепловую энергию (котел);

3. Если разница затрат газа на производство тепловой энергии и выбросы загрязняющих веществ в атмосферу значительно отличаются от НДТ то предлагается модернизация объекта теплоснабжения (котельной).

4. Если разница затрат газа на производство тепловой энергии и выбросы загрязняющих веществ в атмосферу кардинально отличаются от НДТ то дается время на закрытие объекта теплоснабжения (котельной) и строительство нового объекта теплоснабжения, отвечающей требованиям концепции НДТ.

Согласно основным положениям (Концепции) технической политики в электроэнергетике России на период до 2030 года на объектах теплоснабжения должна быть создана информационно – аналитическая база данных и организован мониторинг всех действующих систем теплоснабжения для определения реальных затрат энергоресурсов, расходуемых на теплоснабжение.

Для более точной оценки энергоэффективности работы объекта теплоснабжения (котельной) необходимо внедрение информационно – измерительной системы оптимизации производства тепловой энергии.

Информационно – измерительная система подразумевает централизованный сбор и обработку информации о текущих параметрах технологического процесса производства тепловой от целого ряда объектов теплоснабжения (5 – 10 котельных) с целью повышения их эффективности в соответствии с концепцией «наилучших доступных технологий». Данные поступают в диспетчерский пункт в автоматическом режиме в реальном масштабе времени (по каналу GSM), что позволит по результатам мониторинга текущих параметров технологического процесса производства тепловой энергии, для каждого объекта теплоснабжения, из ряда обслуживаемых предлагаемой системой, принимать управленческие решения по выбору оптимальных параметров удельных затрат на производство тепловой энергии.

Суть предлагаемой информационно – измерительной системы состоит в следующем:

1. Нужно знать энергозатраты объекта теплоснабжения при производстве тепловой энергии значит, необходим мониторинг данного объекта теплоснабжения.

2. Важно повысить энергоэффективность работы объекта теплоснабжения при производстве тепловой энергии для этого необходимо управлять производством тепловой энергии.

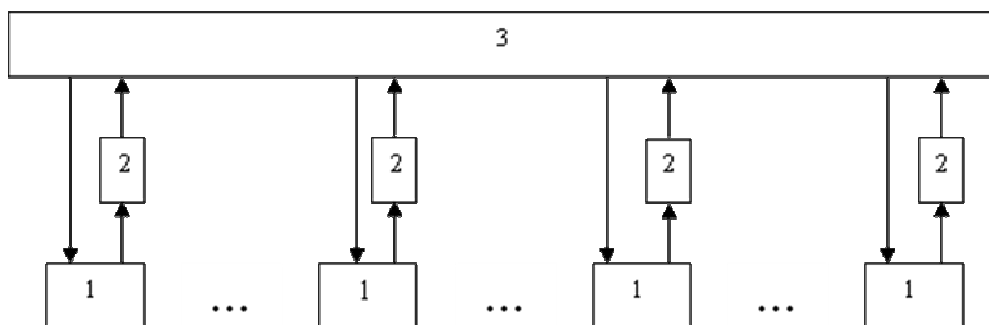


Рис. 2. Принципиальная схема информационно – измерительной системы оптимизации производства тепловой энергии:

1 – объект теплоснабжения; 2 – многоканальный микропроцессорный блок контроля энергосбережения при производстве тепловой энергии; 3 – диспетчерский центр приема информации

Информационно – измерительная система работает следующим образом:

На каждом распределительном объекте теплоснабжения устанавливается многоканальный микропроцессорный блок контроля энергосбережения при производстве тепловой энергии, включающий в себя встроенное устройство связи с объектом, микропроцессор обработки данных и GSM-модуль для передачи информации по GSM-связи. Так же многоканальный микропроцессорный блок включает в себя аккумуляторную батарею для обеспечения бесперебойной работы, в случае пропадания сетевого напряжения. Предлагаемый многоканальный микропроцессорный блок производит индивидуальные измерения технологических параметров каждого объекта теплоснабжения, из ряда обслуживаемых предлагаемой в проекте системой, путем снятия их с датчика расхода газа, датчика температуры воздуха, датчика расхода воздуха, датчика температуры сбросных газов, датчика температуры в прямом трубопроводе первого контура, датчика температуры в обратном трубопроводе второго контура, датчика давления в прямом трубопроводе второго контура, счетчика производимой тепловой энергии по отдельным каналам в реальном масштабе времени и передает собранные данные на диспетчерский пункт приема информации по каналу GSM для обработки.

Обработка представляет собой следующее - из полученных данных формируется обобщенный интегральный показатель для выявления мест наименьшей эффективности процесса производства тепловой энергии (узких мест). Этот показатель характеризует эффективность работы оборудования, производящего тепловую энергию, котлов, котельных и т.д. Обобщенный интегральный показатель эффективности сравнивается с технологическими

затратами предусмотренных концепцией «наилучших доступных технологий» производства тепловой энергии (наилучшая существующая технология – технология, основанная на последних достижениях науки и техники, которая направлена на снижение негативного воздействия на природу). По результатам этого сравнения по соответствующим методикам принимается необходимое решение для управления технологическим процессом производства тепловой энергии для каждого объекта теплоснабжения. Управленческое решение при помощи узла управления процессом горения в котле передается на регулятор подачи газа и вентилятор, задавая оптимальные параметры удельных затрат на производство тепловой энергии

При работе в штатном режиме информацию с многоканального микропроцессорного блока контроля энергосбережения ежедневно передают в диспетчерский центр прием информации. Наряду с этим, в предлагаемом многоканальном микропроцессорном блоке контроля энергосбережения предусмотрена возможность заносить снятые с соответствующих расходомеров данные в блок памяти и в дальнейшем воспроизводить их на персональном компьютере для ведения баз данных и проведения более полной оценки ресурса и энергозатрат.

Во время нештатных ситуаций вырабатывается звуковой сигнал, и информация централизованно поступает на диспетчерский пункт приема информации для оперативного принятия решения по ликвидации данной ситуации.

В результате такого регулирования осуществляется управление целым рядом распределенных объектов теплоснабжения (10 – 20 котельных), а также автоматизированный дистанционный контроль за технологическими параметрами производства тепловой энергии, что позволяет оптимизировать процесс производства тепловой энергии на распределенных объектах теплоснабжения и повысить энергоэффективности работы представленных объектов.

В качестве потенциальных потребителей данной системы выступает сектор жилищно – коммунального хозяйства (ЖКХ) Российской Федерации и, в частности, управляющие компании, частные и государственные организации, в ведомстве которых находятся объекты теплоснабжения.

### **Список литературы**

1. *Справочный документ по наилучшим доступным технологиям. Директива 96/61/ЕС «О комплексном предупреждении и контроле загрязнения» BREF Economic & Cross Media Effects, 1996.*

2. *О.А. Дабдина. Директива 2008/1/ЕС как инструмент развития энергоэффективного производства и потребления тепловой энергии/ В.М. Панарин, О.А. Дабдина, А.Г.Даниленко // VI молодёжная научно – практическая конференция Тульского государственного университета «Молодежные инновации»: сборник докладов под общей редакцией д-ра техн. наук, проф. Е.А. Ядыкина. В 2 ч. Тула: Изд-во ТулГУ, Ч.1, 2012 - с.83-84.*

3. О.А. Дабдина. Одна из приоритетных задач социального развития России – энергоэффективность и энергосбережение./В.М. Панарин, О.А.Дабдина// Информационные системы и модели в научных исследованиях, промышленности, образовании и экологии: доклады VIII Всероссийской науч.-техн. конф.- Тула: Издательство «Инновационные технологии», 2011. – С.82-84.

## ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, УВЕЛИЧИВАЮЩИЕ РИСК РАЗВИТИЯ ТУБЕРКУЛЕЗА

Е.А. Машинцов, Е.Н. Ивановская  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

В начале 60-х годов XX века ВОЗ сформулировала программу искоренения туберкулеза. Однако уже через 10 лет стало ясно, что эта задача в глобальном масштабе не может быть решена в ближайшем будущем. Более трети населения планеты инфицированы микобактериями туберкулеза, в мире ежегодно регистрируется свыше 9 миллионов новых случаев заболеваний туберкулезом. В России также сложилась неблагоприятная ситуация с распространенностью заболевания. Об этом свидетельствует значительный рост показателя смертности населения от туберкулеза, который за период с 1990 до 2005г. увеличился почти в 3 раза. Туберкулез приобретает лидирующую позицию по величине смертности среди инфекционных заболеваний, его доля достигает 80-86 %.

**О возбудителе болезни.** Туберкулёз (tuberculosis) - инфекционное заболевание, вызываемое микобактериями туберкулёза (*Mycobacterium tuberculosis*) и характеризующееся образованием специфических гранулём в различных органах и тканях (в лёгких, почках, лимфатических узлах, костях, суставах и др.), а также полиморфной клинической картиной. Род *Mycobacterium* насчитывает свыше 100 видов, большинство из которых являются сапрофитными микроорганизмами, широко распространенными в окружающей среде [1]. В отличие от других микробов, микобактерия очень устойчива во внешней среде: способна сохранять свои свойства в земле, в снегу, во льду, устойчива к воздействию спиртом, кислотой и щелочью. В то же время она погибает под длительным воздействием прямых солнечных лучей, высоких температур, хлорсодержащих веществ.

Основным источником МБТ является больной туберкулезом человек, распространяющий МБТ (бацилловыделитель), или животное (чаще крупный рогатый скот). Очаг туберкулезной инфекции становится опасным в тех случаях, когда больные страдают открытой формой туберкулеза, т.е. выделяют туберкулезные микобактерии. У инфицированного МБТ индивида, как правило, не происходит немедленного развития болезни и инфекция переходит в

латентную стадию (вероятность этого события варьируют от 85% до 95%) [2]. В организме носителя латентной инфекции продолжает существовать некоторое количество жизнеспособных возбудителей туберкулеза, находящихся в равновесии с иммунной системой, и имеет место определенный вялотекущий процесс, но сами носители не проявляют никаких симптомов болезни. В результате ослабления иммунитета латентная туберкулезная инфекция может выйти из равновесия с иммунной системой хозяина и привести к развитию клинических форм туберкулеза (эндогенная активация). Большая же их часть остается инфицированными до конца своей жизни. Другими механизмами развития заболевания являются быстрое (прямое) прогрессирование болезни вскоре после первичного инфицирования индивида (в случае, когда иммунная система неспособна сдержать размножение микобактерий) и экзогенное суперинфицирование (когда спусковым механизмом болезни является повторное инфицирование носителя латентной инфекции).

**Факторы развития заболевания.** Огромное количество исследований (большинство из них проведено во второй половине XX века) посвящено анализу эндогенных и экзогенных факторов или их комбинаций, повышающих риск заболевания туберкулёзом. Методика и идеология этих исследований столь несхожи, а полученные результаты столь разноречивы (а порой и диаметрально противоположны), что в настоящее время с достаточной степенью определённости можно говорить только о наличии трёх основных групп факторов, определяющих повышенный риск заболевания туберкулёзом:

- наличие тесного контакта с больными, являющимся бактериовыделителем;
- социально-экономические, бытовые, экологические (климатические и антропогенные), производственные условия, условия медицинского обслуживания;
- сопутствующие заболевания и состояния, ухудшающие иммунную систему организма.

Основные проявления социальной обусловленности туберкулёза изучены достаточно широко и разносторонне [3,4]. Выявлена обратная зависимость между благоустройством жилья, полноценностью питания, уровнем доходов и образования людей и заболеваемостью туберкулёзом [5]. Способствуют развитию туберкулеза и тяжелому его течению плохое питание и прежде всего недостаток в пище полноценных животных белков и витаминов, в частности, аскорбиновой кислоты (витамина С). По этой причине заболевания туберкулёзом значительно учащаются во время войны, голода и безработицы, экономических кризисов.

Установлена прямая взаимосвязь [6,7] между интенсивностью миграционных потоков, асоциальностью больных и количеством новых случаев заболевания и рецидивов туберкулёза. Доказано, что более тяжёлое течение туберкулёза у социально дезадаптированных больных [8] связано с наличием у них иммунодепрессии, авитаминозов, различных фоновых заболеваний и неадекватного отношения к лечению. Получение достоверной информации об уровне заболеваемости социально дезадаптированных больных (лиц БОМЖ,

иммигрантов, беженцев) затрудняется сложностью их учёта, регистрации и проведения профилактических осмотров. Поэтому наряду с выделением этой группы риска необходима также и разработка межведомственных мероприятий по привлечению её к обследованию.

В последние годы стали проводиться научные исследования по изучению отрицательного влияния неблагоприятной экологической обстановки на течение туберкулеза [9,10]. Загрязнение окружающей среды повышает уровень заболеваемости населения примерно на 20–30 % . Длительное воздействие даже небольших концентраций вредных веществ вызывает функциональные, а затем и морфологические изменения в организме. Это способствует нарушению репарационных процессов и влияет на особенности туберкулезного процесса с тенденцией к затяжному, хроническому течению [11].

Присутствие в загрязнителях атмосферного воздуха углекислого газа, пыли, оксида азота и кремния, солей металлов [12,13] отрицательно сказывается на заболеваемости туберкулёзом. В основе этого влияния [14,15] лежит иммуносупрессивное, провоспалительное, остеолитическое и токсическое действие загрязняющих веществ, а также их стресс-индукторное воздействие на организм человека.

Дорошенкова А.Е. [16] выявила корреляционную связь между показателями пестицидного загрязнения и данными заболеваемости, болезненности туберкулезом легких, частотой бактериовыделения и формированием деструктивного туберкулеза. Число больных тяжелым фиброзно-кавернозным туберкулезом в экологически неблагоприятных районах превышает таковое в относительно благополучных.

Неблагоприятно отражаются на общем состоянии организма человека некомфортные природно-климатические условия, резкие колебания температуры, барометрического давления, особенно весной и осенью, когда туберкулез возникает чаще. К самому суровому району (по степени дискомфорта из-за воздействия холода и ветра) отнесены побережье Северного Ледовитого океана, Чукотки и Камчатки, а также Азово-Черноморская и Прикаспийская низменности. Максимальный уровень комфортности климата в России определен А.С.Мартыновым и В.Г. Виноградовым. Он принадлежит районам Предкавказья (комфортность оценена по температурный баланс, длительность зимы, частота зимних ветров и др.).

В большой мере подвержены воздействию природно-климатических условий физически ослабленные и психически не устойчивые люди, новорожденные, дети раннего возраста, подростки старики. Для этого имеются достаточные основания. У маленьких детей еще не развиты защитно-приспособительные механизмы. У подростков в период их полового созревания в неустойчивом состоянии находятся нервная система и органы внутренней секреции. В преклонном возрасте также нарушается нормальная деятельность этих органов и обмен веществ. Кроме того, у пожилых людей часты различные болезни легких, сердечно-сосудистой системы, желудочно-кишечного тракта.

По этой причине снижается сопротивляемость их организма и создаются условия для возникновения туберкулеза.

Снижают устойчивость к туберкулезу некоторые предшествующие или сопутствующие болезни. Известно отрицательное влияние сахарного диабета, при котором нарушается нормальная деятельность желез внутренней секреции и печени, повреждаются нервная и другие системы организма; острых и хронических инфекционных заболеваний, таких, например, как корь, коклюш, грипп, сифилис. Население с ВИЧ-инфекцией подвержены наибольшему риску развития туберкула. Исследование А.Г. Хоменко показало, что около 40% ВИЧ-инфицированных больных с остро прогрессирующими процессами выделяют антибиотико-чувствительную специфическую флору [17]. В.Ю. Мишин (2002) выявил первичную лекарственную устойчивость только у 51,9 % больных с казеозной пневмонией без сопутствующей ВИЧ-инфекции. По данным Н.М. Корецкой и С.В. Горло [18], О.Б. Нечаевой и соавт. [19], первичная лекарственная устойчивость определяется лишь у 2,8 — 21,3 % умерших от прогрессирования заболевания вновь выявленных больных туберкулёзом, не являвшихся носителями ВИЧ. Л.Б. Худзик и соавт. установили, что основной предпосылкой для развития туберкулёза по остро прогрессирующему типу является социальная дезадаптация больных.

Лица, страдающие алкоголизмом, заболевают туберкулезом легких в 4 - 6 раз чаще остального населения [20]. Обусловленность частого сочетания алкоголизма и туберкулеза, остается неясной. Одни авторы полагают, что в основе подобного патологического состояния лежат нарушение обмена веществ, депрессивные состояния, часто наблюдаемые при алкоголизме, психическое угнетение, антисанитарные условия жизни. Другие полагают, что помимо сложных социально-психологических факторов между ними существует нейрогенетическое родство.

### Список литературы

1. Кошечкин В.А. Туберкулёз / В.А.Кошечкин, З.А. Иванова - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. - 304с.
2. Авилов К.К. Математические модели распространения и контроля туберкулеза / К.К. Авилов, А.А. Романюха // Математическая биология и биоинформатика. – 2007. – Т. 2. - №2. - С. 188-318.
3. Зоркальцева Е.Ю. Факторы риска инфицирования и заболевания туберкулезом детей в Иркутской области / Е.Ю. Зоркальцева // Бюл. Вост.-Сиб. науч. центра СО РАМН. - 2004 - № 3. - С. 112-116.
4. Литвинов В.И. Влияние социальных факторов на смертность от туберкулеза, эффективность мер медико-социальной защиты в Москве в XX столетии / В.И. Литвинов, П.П. Сельцовский, Л.В. Слогоцкая // Пробл. туберкулеза и болезней легких. - 2004 - № 2. - С. 11-16.
5. Филиппова Т.П. Современные тенденции эпидемиологической ситуации по туберкулезу в России / Т.П. Филиппова [и др.]. // Сибирский медицинский журнал. – 2009 - № 7. - С.13-16.

6. Ряхина Н.А. Факторы риска развития туберкулеза у взрослого населения юга Тюменской области / Н.А. Ряхина // *Материалы 40 Юбилейной научной конференции студентов и молодых ученых «Актуальные проблемы теоретической, экспериментальной и клинической медицины»*, Тюмень - 2006. - С.103-104.
7. Худушина Т.А. Причины рецидивов туберкулеза легких по данным длительного диспансерного наблюдения / Т.А. Худушина [и др.]. // *Рос. мед. журнал.* - 2003 - № 6. - С. 19-21.
8. Скворцова Е.С. Психоактивные вещества: проблемы и научные исследования в развитых странах / Е.С. Скворцова, К.П. Шаховский // *Наркология.* - 2003. - № 3. - С. 25-29.
9. Мамаев И.А. Влияние экологических факторов на распространение туберкулеза: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. М., 2005.
10. Стрельцова Е.Н. Влияние неблагоприятных экологических факторов на органы дыхания / Е. Н. Стрельцова // *Проблемы туберкулеза и болезней легких* - 2007 - № 3. - С. 3-7.
11. Казимирова Н.Е. Эпидемиология и особенности течения туберкулеза в регионах с разной степенью экологического неблагополучия: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 2000. – 34 с.
12. Глумная Т.В. Влияние сезонных и экологических факторов на заболеваемость туберкулезом / Т.В. Глумная, М.В. Шилова // *Пробл. туберкулёза и болезней лёгких.* - 2004. - №2. - С.17-22.
13. Мустаев Р.З. Влияние загрязнения атмосферного воздуха промышленного города на заболеваемость туберкулезом / Р.З. Мустаев, Е.А. Жданова, М.М. Жданов // *Теоретические основы и практические решения проблем санитарной охраны атмосферного воздуха: сб. ст.* - Уфа, 2007. - С.129-131.
14. Грицова Н.А. Влияние экологических факторов на состояние иммунологической реактивности детей, инфицированных микобактериями туберкулеза / Н.А. Грицова // *Проблемы туберкулеза и болезней легких.* -2005. - № 9. - С. 27-31.
15. Парахонский А.П. Влияние экологических факторов на иммунную систему / А.П. Парахонский, С.С. Цыганок // *Современные наукоемкие технологии.* - 2006. - № 6. - С. 39.
16. Дорошенкова А.Е. 5-й Национальный конгресс по болезням органов дыхания. - М. -1995. - № 1402.
17. Хоменко А.Г. Диагностика, клиника и тактика лечения остро прогрессирующих форм туберкулёза лёгких в современных эпидемиологических условиях / А.Г. Хоменко [и др.] // *Пробл. Туберкулёза.* - 1999. - №1. - С. 22-27.
18. Корецкая Н.М. Причины смерти больных туберкулёзом / Н.М. Корецкая, С.В. Горло // *Пробл. туберкулёза* — 2001 - № 2. - С. 43-49.



19. Нечаева О.Б. Туберкулёз и ВИЧ-инфекция в Свердловской области / О.Б. Нечаева, Н.В. Эйсмонт, А.С. Подымова // Пробл. туберкулёз. - 2005. - № 10. — С.40-43.

20. Король О.Э. Фтизиатрия: справочник / О.Э. Король, М. Э. Лезовская, Ф.П. Пак // СПб: Питер, 2010. – 272 с.

## **ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ**

О.Н. Павпертова  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

Информационно-измерительная система (ИИС) - комплекс измерительных устройств и вычислительных средств, а также соответствующего математического обеспечения для автоматического получения необходимой информации непосредственно от контролируемого объекта, визуализации, регистрации выходных данных и обработки этой информации на ЭВМ [1]. Объекты измерения часто имеют весьма сложное устройство и в них могут происходить многогранные процессы и явления, поэтому отдельные измерительные устройства, воспринимающие лишь один параметр сложного процесса, обычно не могут обеспечить получение достаточной информации об объекте, особенно когда нужно одновременно знать ряд его параметров. Отличительными особенностями ИИС являются: одновременное измерение многих параметров объекта (т. е. многоканальность) и передача измерительной информации в единый центр; представление полученных данных (в том числе их унификация) в виде, наиболее удобном для последующей обработки получателем [2].

При построении ИИС опасных и вредных производственных факторов можно решить проблему достоверности оценки условий труда на рабочих местах. Существующая методика аттестации рабочих мест не позволяет судить об изменении параметров ОВПФ, а соответственно, и об изменении условий труда в период между плановыми аттестациями. Сроки проведения аттестации устанавливаются организацией исходя из изменения условий характера труда, но не реже одного раза в пять лет с момента проведения последних измерений. При переоснащении рабочего места новым оборудованием аттестация рабочего места производится повторно. Величины же ОВПФ могут существенно меняться даже при неизменном технологическом процессе.

Приборы контроля в большинстве своем требуют ручного переключения диапазона, либо характера измерений, что затрудняет автоматизацию измерений. В Настоящее время процесс измерений различных ОВПФ требует участия нескольких высококвалифицированных специалистов в конкретной области измерений [3].

Создание ИИС связано с решением чисто "системных" вопросов: метрологическая унификация средств измерений (датчиков, преобразователей, указателей) независимо от вида измеряемых величин; оптимизация распределения погрешностей между различными средствами измерений, входящими в ИИС; наиболее целесообразное размещение указателей перед оператором, например указатели важнейших, определяющих параметров делают наглядными и размещают в центре щита или панели управления, а указатели менее важные — в поле бокового зрения оператора. Это необходимо потому, что человек-оператор не может одновременно воспринимать показания даже двух приборов. Он делает это последовательно во времени, поочередно переключая своё внимание с одного указателя на другой. Структурная схема любой ИИС может быть представлена так, как это показано на (рис. 1). Датчики воспринимают различные параметры объекта измерения, унифицирующие преобразователи унифицируют и передают по каналам связи сигналы датчиков в единый пункт сбора данных. Программное устройство воспринимает информацию датчиков и передаёт её получателю информации.

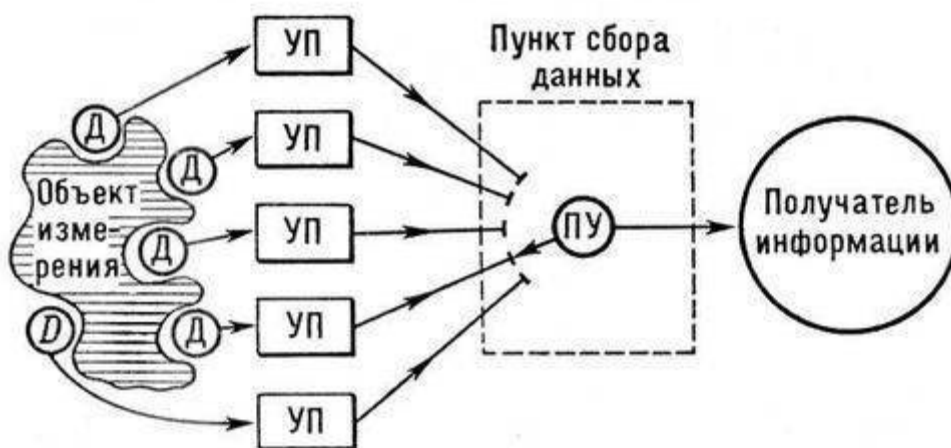


Рис.1. Информационно-измерительная система

Необходимость оценки ОВПФ на аналогичных по характеру выполняемых работ по условиям труда рабочих местах на основании данных полученных при аттестации не менее 20 % таких рабочих мест, делает процесс аттестации весьма грудным и дорогостоящим.

В настоящее время известны более десяти различных методик, как обобщенной оценки качества производственной среды, так и бальных оценок риска по отдельным факторам. Это подтверждает актуальность исследований, направленных на дальнейшее уточнение и обоснование соответствующих методик. Очевидно также, что необходимо оценивать именно условия труда, а не только результаты их негативного воздействия (заболеваемость). Важно указать, что показатели производственного риска в рассмотренных выше методиках отражают не только комплексное взаимодействие факторов, формирующих условия труда, но и работника с этими факторами, то есть

производственные факторы и конечный результат их воздействия соотносятся как причина и следствие.

Производственная среда формируется под влиянием ряда одновременно действующих факторов, имеющих различную материальную природу и особенности действия на организм. В связи с этим, возникла потребность оценки условий труда с учетом всех факторов и сведения частных показателей условий труда к единому обобщающему показателю. Самой большой проблемой количественной оценке условий труда является обоснование шкалы, используемой при расчетах. Чаще всего это абстрактные балы 1,2,3 и т.д.

На рабочем месте на человека воздействуют вредные и опасные производственные факторы, ряд из которых представлен на рис. 2.



Рис.2. Основные факторы производственной среды, присутствующие на рабочем месте

Современное развитие техники позволяет организовать непрерывное наблюдение за условиями труда на определенном рабочем месте. Это требует развитие методики оценки условий труда при использовании системы автоматизированного мониторинга.

В ИИС наиболее перегруженным звеном оказывается человек — получатель информации, который практически не в состоянии одновременно воспринять показания множества приборов. Для облегчения его работы применяют мнемонические схемы, т. е. схематические изображения объекта измерения, на которых приборы заменены условными сигнализаторами. Обычно сигнализаторы показывают уже не абсолютные значения измеряемых величин, а главным образом их отклонения от заранее установленной нормы. При очень большом числе точек контроля приборы заменяют световыми сигнализаторами с условным цветовым кодом. По мере увеличения числа каналов ИИС, как правило, появляется и существенное различие отдельных каналов как по точности измерений и быстрдействию, так и по виду представления информации.

В ИИС необходимы не только получение информации о различных параметрах объекта измерения, но и некоторая предварительная её обработка: сравнение полученных значений параметров со значениями, заданными в качестве минимальных или максимальных (предельно-допустимых значений).

Развитие ИИС, так же как и других информационных систем, идёт по пути их автоматизации. Автоматизация процессов измерения в ИИС заключается в более полной внутренней обработке полученной информации, когда оператору вместо сообщения значений отдельных параметров по каждому каналу выдаётся некоторый обобщённый показатель работы контролируемого объекта, определённый по значениям ряда отдельных параметров.

### **Список литературы**

1. Цапенко М. П., *Измерительные информационные системы*, М., 1974.
2. Шенброт И.М., Гинзбург М.Я., *Расчет точности систем централизованного контроля*, М., 1970.
3. Хаустова О.Н. *Применение автоматизированного мониторинга вредных факторов производственной среды для оценки условий труда на рабочих местах // «Известия Тульского государственного университета» серия «Экология и рациональное природопользование». Материалы сборника – Тула, 2006.*

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ СТОКОВ**

Е.М. Рылеева

Тульский государственный университет,  
г. Тула

Среди различных видов загрязнений окружающей среды, химическое загрязнение природных вод имеет особое значение. Любой водоем или водный источник связан с окружающей его внешней средой. На него оказывают влияние условия формирования поверхностного или подземного водного стока, разнообразные природные явления, индустрия, промышленное и коммунальное строительство, транспорт, хозяйственная и бытовая деятельность человека. Последствием этих влияний является привнесение в водную среду новых, несвойственных ей веществ - загрязнителей, ухудшающих качество воды.

Главными неорганическими (минеральными) загрязнителями являются разнообразные химические соединения, токсичные для обитателей водной среды. Это соединения мышьяка, свинца, кадмия, ртути, хрома, меди, фтора, а также цианистые соединения. Большинство из них попадает в воду в результате человеческой деятельности. Тяжелые металлы поглощаются фитопланктоном, а затем передаются по пищевой цепи более высокоорганизованным организмам.

Хорошо оснащенные гальванические участки, дающие наибольший вклад загрязнителей в виде солей тяжелых металлов, есть почти на всех машиностроительных и металлообрабатывающих заводах России.

Каждый технологический процесс гальванического нанесения металлических покрытий состоит из ряда отдельных операций, которые можно разделить на 3 группы:

1. Подготовительные работы. Их цель - подготовка металла (его поверхности) для нанесения покрытия гальваническим путем. На этой стадии технологического процесса проводится шлифование, обезжиривание и травление.

2. Основной процесс, цель которого заключается в образовании соответствующего металлического покрытия с помощью гальванического метода.

3. Отделочные операции. Они применяются для облагораживания и защиты гальванических покрытий. Наиболее часто для этих целей применяют пассивирование, окраску, лакирование и полирование.

Основные гальванические покрытия многих производств: медные и никелевые. В обычных условиях для меднения применяется электролит такого состава (в г/л):

Хлорид меди	30-40
Соляная кислота	400-550
Уксусная кислота	5-10

При работе с повышенной плотностью тока применяется электролит такого состава (в г/л):

Фторборат меди	400
Борфтористоводородная кислота	30
Борная кислота	15-20

Для никелирования же в стационарных и колокольных ваннах широко применяют электролит следующего состава (в г/л):

Сульфат никеля	240-340
Хлорид никеля	80-85
Борная кислота	30-40

Состав электролита для блестящего никелирования (в г/л):

Сульфат никеля	250-300
Хлорид натрия	10-15
Борная кислота	30-40
Формальдегид	0,01-0,05
Хлорамин Б	20-2,5
Моющее средство «Прогресс»	2-5

Исходя из химического состава электролитов, служащих источником образования сточных вод технологические операции делятся на 4 группы в соответствии с 4 видами сточных вод:

1.Операции, при которых образуются растворы или промывные воды, содержащие цианистые соединения: к ним относятся основные процессы электрохимического выделения металла из их цианистых, а также операции промывки после этих растворов.

2.Операции, при которых растворы или промывные воды содержат соединения хрома: к ним относятся процессы хромирования, хромистой пассивации и операции промывки после этих растворов.

3.Операции, при которых растворы и промывные воды не содержат упомянутых соединений: к ним относятся некоторые вспомогательные работы (обезжиривание, травление), основные процессы и отделочные работы.

4.Операции, при которых образуются растворы или промывные воды, содержащие ионы тяжелых металлов (в частности, ионы никеля и меди): к ним относятся основные процессы электрохимического выделения металла, а также операции промывки после этих растворов.

В настоящее время существует много различных методов очистки образующихся гальванических стоков. Наиболее распространенным из них является реагентная очистка, при которой ионы тяжелых металлов ( $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  и др.) с помощью щелочного реагента переводятся в практически нерастворимые гидроксиды этих металлов и выделяются из водной среды отстаиванием и фильтрованием. В качестве щелочных реагентов, вводимых в очищаемый сток, используются сода (кальцинированная или каустическая) или гашеная известь  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  (известковое молоко).

Стандартная схема канализования и очистки сточных вод цехов гальванических покрытий, основанная на использовании реагентного метода очистки представлена на рисунке 1.

В процессе очистки, как правило, предусматривается отдельное канализование для цианосодержащих, хромсодержащих и кислотощелочных промывных и концентрированных сточных вод. Промывные воды, содержащие циан, хром, кислоту или щелочь, не смешиваются, а по отдельным трубам самотеком поступают в емкости обезвреживания и нейтрализации.

Рассматриваемая технология имеет ряд недостатков. Во-первых, концентрация ионов тяжелых металлов и водородный показатель (рН) в сточных водах постоянно изменяются. Технология корректировки рН весьма инерционна и не может обеспечить своевременное изменение требуемой дозы щелочного реагента. Это обстоятельство приводит к неполному переводу ионов тяжелых металлов в их гидроксиды и проскоку этих ионов за пределы очистных сооружений в составе очищенных сточных вод. Причем концентрации тяжелых металлов при их проскоках в виде ионов могут в десятки раз превышать ПДК. Во-вторых, при применении реагентов возрастает и без того высокое солесодержание очищенных сточных вод, что может служить дополнительным препятствием при повторном их использовании в технологических операциях.

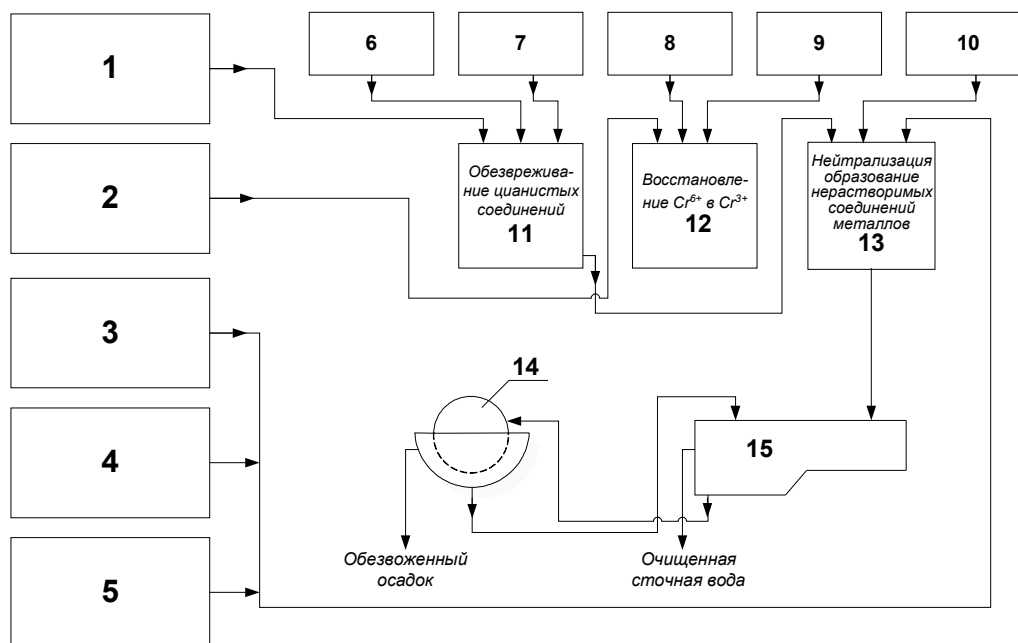


Рис. 1. Схема канализования и очистки сточных вод гальванического производства реagenтным методом

где:

- |  |                           |
|--|---------------------------|
| 1 – цианосодержащие сточные воды;              | 9 – бисульфит натрия;     |
| 2 – хромосодержащие сточные воды;              | 10 – известь;             |
| 3 – кислые сточные воды;                       | 11 – очистка от цианидов; |
| 4 – щелочные сточные воды;                     | 12 – очистка от хроматов; |
| 5 – сточные воды с катионами тяжелых металлов; | 13 – нейтрализация;       |
| 6 – щелочь;                                    | 14 – фильтр-пресс;        |
| 7 – окислитель;                                | 15 – отстойник.           |
| 8 – серная кислота;                            |                           |

Перевод ионов тяжелых металлов в их гидроксиды посредством добавления щелочного реагента с последующим отстаиванием и фильтрованием через обычные песчаные фильтры значительно снижает эффективность и надежность очистки. Эффект очистки от тяжелых металлов этим методом не превышает 80-90 %, т.е. с очищенными таким образом сточными водами в водоемы сбрасывается от 10 до 20 % содержащихся в них тяжелых металлов.

Проблема обеспечения высококачественной очистки сточных вод гальванического производства должна решаться путем упрощения технологической схемы, конструктивного оформления и эксплуатации водоочистных сооружений при одновременном повышении степени очистки, универсальности, надежности, а также экологической безопасности технологического процесса, возможности максимальной и даже полной автоматизации его.

Поэтому, в свете постоянно ужесточающихся норм содержания тяжелых металлов в очищенных стоках наиболее перспективным является замкнутая система водооборота гальванических производств.

В связи с этим на кафедре АОТ и ОС ТулГУ была разработана универсальная технологическая схема очистки сложного, многокомпонентного состава ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Cd}^{3+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ) стоков. Запатентованное автоматизированное устройство реализует эту схему посредством обеспечения замкнутой системы водоочистки с 5 %-ной подпиткой чистой водой, что предотвращает загрязнение как поверхностных, так и подземных вод тяжелыми металлами. Принципиальная технологическая схема устройства для очистки стоков приведена на рисунке 2.

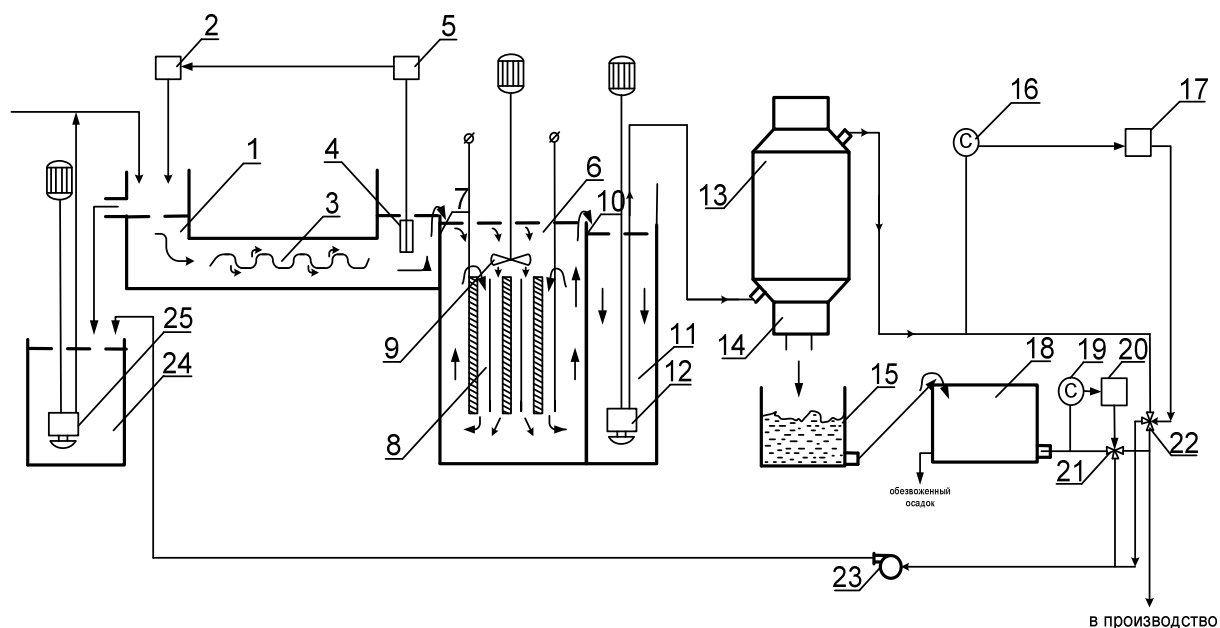


Рис. 2. Технологическая схема очистки стоков

Устройство работает следующим образом: промывная вода от технологической установки подается в приемную камеру (1) и туда же поступает соответствующий реагент, который смешивается с протекающей водой в статическом смесителе (3), далее производится измерение pH в камере (4) с установленным датчиком pH-метра. Приготовленный таким образом раствор попадает в следующую камеру (6), где происходит образование хлопьев, содержащих загрязняющие вещества. Затем образовавшаяся пульпа через верхнюю кромку переливной смежной стенки из камеры (11) насосом высокого давления подается в фильтр непрерывного действия (13), где она освобождается от взвеси. Отделенный от воды осадок из фильтра через устройство удаления сгущенного осадка выводится в приемную емкость для влажного осадка и транспортной лентой подается на пресс-фильтр.

Обработанная вода контролируется измерителями концентраций примесей тяжелых металлов с дальнейшей подачей сигнала на микропроцессорные контролеры, которые сравнивают текущее содержание загрязняющих веществ с заданным и в соответствии с отклонением формируют команду исполнительному механизму регулирующих клапанов. При этом очищенная вода, не соответствующая заданному качеству подается в резервуар-



накопитель (24) и затем на повторный цикл очистки. Вода требуемого качества возвращается в технологический цикл для повторного использования.

Устройство выполнено по блочно-модульной схеме, которая позволяет посредством изменения ее конфигурации адаптировать систему очистки к конкретному составу промышленных стоков и качеству подземных вод. Это обеспечивает повышение не только экологической безопасности, но и снижение экономических затрат как за счет оптимизации стоимости оборудования, так и за счет исключения платежей за сбросы и загрязнение водных объектов.

### **Список литературы**

1. Волоцков Ф.П. *Очистка и использование сточных вод гальванических производств.* М.: Химия, 1983.

2. Костюк В.Н. *Очистка сточных вод машиностроительных предприятий.* Л.: Химия, 1990.

3. Когановский А.М. *Очистка и использование сточных вод в промышленном водоснабжении.* М.: Химия, 1983.

4. СанПиН 2.1.5.980-00. *Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы.* – Введ. 2001-01-01. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2000.

5. Ягодин Б. А. *Тяжелые металлы и здоровье человека / Б. А. Ягодин // Химия в сельском хозяйстве.* – 1995. - № 4. – С. 18-20.

6. Патент №2005105770/15, МПК С 02 F 1/463, С 02 F 101/20, 2005 г. *Устройство для очистки промышленных стоков.*

## **ВЕРОЯТНОСТЬ ФОРМИРОВАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ И ПАТОЛОГИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ ПРИ МЫШЕЧНОМ ТРУДЕ РЕГИОНАЛЬНОГО ХАРАКТЕРА**

Р.В. Сухов

Тульский государственный университет,

г. Тула

Физический труд с региональными мышечными нагрузками характерен для многих профессий.

Исследования показывают, что факторы трудового процесса, определяющие тяжесть труда существенно различаются в различных профессиональных группах. Так, масса поднимаемого и перемещаемого груза колеблется в различных группах от 0,05 до 11,5 кг, величина статической нагрузки - от 400 до 15000 Н\*с, число движений руками - от 1000 до 56000 за смену.

### ***Влияния основных факторов труда, на функциональное состояние работающих.***

На основании физиологических исследований было выявлено, что глубина и степень утомления работников зависит от количественных значений основных факторов трудового процесса. Например, выносливость мышц кисти к статическому усилию к концу смены снижается на 10-41%.

Комплексное клинико-функциональное обследование выявило тесную зависимость характера и глубины патологических нарушений периферической нервной системы и опорно-двигательного аппарата от величины физических нагрузок. Установлено, что увеличение региональной физической нагрузки приводит к формированию полиморфной профессиональной патологии. Число лиц с профессиональными заболеваниями от функционального перенапряжения составляет в различных профессиональных группах от 0,5 до 31,1%.

Для выявления влияния основных факторов труда, на функциональное состояние работающих был проведен множественный линейный регрессионный анализ, позволяющий получить уравнения линейной регрессии, которое отражает влияние всех изучаемых факторов. Чтобы определить вклад каждого фактора в изменение физиологических и клинических показателей был проведен пошаговый регрессионный анализ.

По результатам анализа установлено что, основной вклад в изменение физиолого-клинических показателей вносит число региональных движений за смену, вклад которого в изменение физиологических показателей составил 45,2-58,0%, а в клинические от 12,6 до 28 %. На втором месте оказывается уровень статической нагрузки (величина вклада от 11,6 до 21,9 %).

Следует отметить, что к числу факторов, в большей степени влияющих на изменение физико-клинических показателей относится среднесменный грузооборот. Для уточнения влияния сменного грузооборота на изменение физиологических и клинических показателей был проведен пошаговый регрессионный анализ. Результаты анализа показали, что при величине грузооборота до 1 т остается только один определяющий фактор - число движений. При величине грузооборота более 1 т определяющих факторов оказалось два - грузооборот и число движений.

#### ***Прогнозирование возникновения патологических заболеваний.***

Если пренебречь комплексным влиянием различных факторов и описать уравнением нелинейной регрессии зависимость влияния числа движений и статической нагрузки на развитие заболеваемости, то такую зависимость лучше всего описывает уравнение логарифмической регрессии вида:

$$y=a*\ln(x)+b, \text{ где}$$

a и b- коэффициенты регрессии,

x- определяющий фактор.

Формула для описания зависимости между числом движений и числом имеет вид:

$$y=17,72*\ln(x)-158,3.$$

У- число случаев патологических нарушений;

Х- числом движений.

Формула для описания зависимости между величиной статической нагрузки и числом случаев патологических нарушений:

$$y=5,8*\ln(x)-43,5.$$

У- число случаев патологических нарушений;

Х- статическая нагрузка.

Вычисление числа случаев патологических нарушений в зависимости от числа движений и статической нагрузки осуществляется с помощью программы, интерфейс которой представлен на рисунке.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПАТОЛОГИИ

Число движений: 48000

Вероятность патологии (по числу движений), %19,02

Статическая нагрузка, Н \* С 10000

Вероятность патологии (по стат. нагрузке), %4,91

Просчитать

Прогнозируемая вероятность (с учетом числа движений и величины стат. нагрузки): % 23,93

Интерфейс программы «Вероятность формирования функциональных и патологических нарушений при мышечном труде регионального характера».

Статическая оценка комплексного воздействия факторов трудового процесса на изменение физико-клинических показателей выявила, что в целом для всех профессиональных групп наибольший вклад в изменение физико-клинических показателей вносят два фактора трудового процесса - число движений (45,2-58%) и статическая нагрузка (12,8-21,9%). Суммарная величина поднимаемого груза за смену влияет на изменение функционального состояния организма только в тех профессиональных группах, в которых ее значение превышает 1т.

### Список литературы

1. Э.Ф. Шардакова, В.В. Елизарова, В.Г. Суворов, В.Г. Ямпольская *Вероятность формирования функциональных и патологических нарушений при мышечном труде регионального характера// Вероятность нарушения здоровья*

*под воздействием неблагоприятных факторов трудового процесса.- Москва-2003- стр. 201-204.*

*2. Э.Ф. Шардакова, В.В. Елизарова, В.Г. Суворов Вероятность формирования функциональных и патологических нарушений при мышечном труде локального характера// Вероятность нарушения здоровья под воздействием неблагоприятных факторов трудового процесса.- Москва- 2003- стр. 199- 201.*

## **ОЦЕНКА ФИЗИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ЗА СМЕНУ И ВАХТУ**

В.Б. Тимофеева

Тульский государственный университет,  
г. Тула

Длительное воздействие производственного фактора на организм работающих приводит к развитию профессионального заболевания, характеризующегося полиморфностью клинической картины.

**Вибрационная болезнь** – заболевание, характеризующееся патологическим процессом опорно-двигательного аппарата, периферических нервов, сосудов и мышц, сердечно-сосудистой, нервной, пищеварительной и эндокринной систем, специфических функций женского и мужского организма

**Шумовая болезнь** – заболевание, характеризующееся специфическим поражением слухового анализатора и неспецифическим поражением нервной, сердечно-сосудистой и эндокринной систем.

Вибрация и шум часто воздействуют на рабочего совместно

При рациональном трудоустройстве в стадию функциональных нарушений и относительно молодом возрасте при воздействии на рабочего: вибрации – возможно выздоровление, шума – частичное выздоровление и стабилизация процесса.

В остальных случаях (нерациональное или позднее трудоустройство больного) при воздействии шума или вибрации заболевание приводит к снижению общей и профессиональной трудоспособности. Острые кардио- и цереброваскулярные нарушения (инфаркты, инсульты) представляют угрозу для жизни больного. В постконтактный период действия локальной и общей вибрации через 5 лет в диагнозе вибрационная болезнь меняется на остаточные явления вибрационной болезни от локальной или от общей вибрации с указанием степени тяжести и синдромов.

Профилактика заключается в применении противошумных вкладышей, наушников, шлемов при воздействии шума. При воздействии вибрации в качестве профилактики используют вибробезопасные инструменты, соблюдают оптимальные режимы труда (во время сменных перерывов рекомендуется самомассаж и обогрев рук (суховоздушные тепловые ванны)). Показаны курсы профилактического лечения (1-2 раза в год).

По приведенным ниже формулам можно определить количество доз и необходимое число дней отдыха, получаемое в результате физического воздействия за смену.

Число доз, полученных в результате физического воздействия на человека за смену:

Число доз, полученных за смену =  $0,9967 \cdot \exp [(уровень \text{ воздействия} + 4,3325 \cdot \ln (\text{время воздействия за смену}) - 8,9935 - \text{ПДУ}) \cdot 0,2304]$

При действии на человека за смену разных уровней шума или вибрации дозы воздействия складываются.

При работе вахтовым методом (сезонные работы, экспедиции, вахты, рейсы и т.д.) определяют число дней отдыха или работы в условиях пониженного уровня фактора после работы в условиях высоких его уровней для исключения кумуляции вредных эффектов:

Число дней работы при дозе не более  $0,5 D_{\text{доп}} = 1,4427 \cdot \ln (\text{превышение дозы за каждый день работы}) \cdot \text{число дней работы в условиях повышенных доз}$

Чтобы посчитать сменную и вахтовую дозы, необходимо знать уровень и время воздействия фактора.

Например, шум уровнем 100 дБ действует на человека в течение 2 часов в смену, тогда за смену, этот человек получит:  $0,9967 \cdot \exp [(100 + 4,3325 \cdot \ln (2) - 8,9935 - 80) \cdot 0,2304] = 0,9967 \cdot \exp [(11,0065 + 4,3325 \cdot 0,6931) \cdot 0,2304] = 0,9967 \cdot \exp [(11,0065 + 3,0029) \cdot 0,2304] = 0,9967 \cdot \exp (14,0094 \cdot 0,2304) = 0,9967 \cdot \exp (3,2278) = 0,9967 \cdot 25,2232 = 25,1400$  (доз).

Например, человек работает 6 дней с двадцатипятикратным превышением предельно-допустимого уровня за каждую смену:

$1,4427 \cdot \ln (25) \cdot 6 = 27,8632$  дней отдыха или работы при дозе не более  $0,5 D_{\text{доп}}$

Эти данные можно получить, используя специально сделанную для этого программу. Полученные результаты можно увидеть на рисунке 1

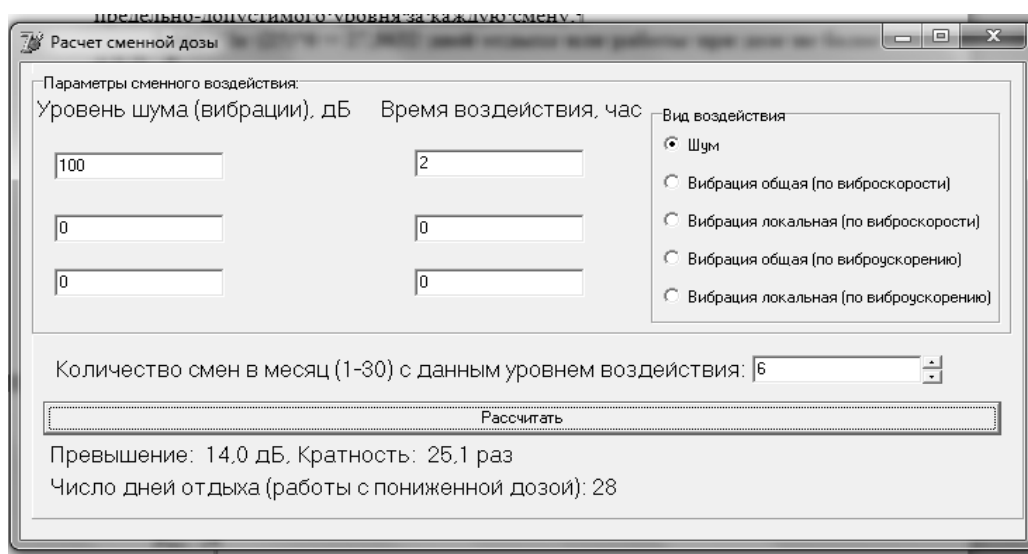


Рис. 1

Так же, как видно из приведенного ниже рисунка 2, мы можем вводить сразу несколько данных для расчета и программа выдаст нам ответ.

Расчет сменной дозы

Параметры сменного воздействия:

Уровень шума (вибрации), дБ	Время воздействия, час	Вид воздействия
<input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="radio"/> Шум
<input type="text" value="98"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="radio"/> Вибрация общая (по виброскорости)
<input type="text" value="106"/>	<input type="text" value="0,25"/>	<input type="radio"/> Вибрация локальная (по виброскорости)
		<input checked="" type="radio"/> Вибрация общая (по виброускорению)
		<input type="radio"/> Вибрация локальная (по виброускорению)

Количество смен в месяц (1-30) с данным уровнем воздействия:

Превышение: 6,4 дБ. Кратность: 4,4 раз  
Число дней отдыха (работы с пониженной дозой): 9

Рис. 2

В то же время, данная программа позволяет производить расчеты не только по уровню шума, но и по различным уровням вибрации (в зависимости от известных нам данных).

### Список литературы

1. Денисов Э. И. Дозная оценка шумов и вибраций//Оценка риска профзаболеваний от воздействия физических факторов. – 2003. – С. 109-111.
2. Денисов Э. И. Оценка шума по суточной дозе//Оценка риска при сочетании профессиональных и непрофессиональных экспозиций. – 2003. – С. 165.
3. Денисов Э. И. Принципы дозной оценки шума//Шум и вибрация (проблема гигиенической оценки и нормирования). – Москва, 1982 – стр. 99-106
4. Денисов Э. И. Доза вибрации и методы ее определения//Гигиена труда. – 1985. - № 2. – С. 19-22.
5. Денисов Э.И., Овакимов В.Г. Гигиеническая оценка производственных шумов и вибраций по экспозиции и дозе//Гигиена труда. – 1988. - № 4. – С. 36-40.
6. Денисов Э. И., Суворов Г. А. Концепция суммарной суточной дозы шума: Материалы II Всесоюзной конференции по комплексным проблемам гигиены. – М., 1982. – С. 120-121.
7. Карагодина И. Л. Борьба с шумом и вибрацией в городах – М.: Медицина, 1979. – С. 160.

## Содержание

Горюноква А.А., Дли М.И., Кантюков Р.А., Файзуллин И.Э. Принципы организации каналов передачи данных в системе мониторинга загрязнения атмосферы при авариях на газопроводных магистралях.....	3
Ахметова В.Н., Галиева Д.Д., Горюноква А.А., Кантюков Р.А., Файзуллин И.Э., Ходченко С.М. Подходы и методы моделирования принятия решений в условиях чрезвычайных ситуаций при авариях на объектах газоснабжения.....	6
Афанасьева Н.Н., Козлова Т.Н. Опасность воздействия электромагнитных полей искусственного происхождения на живые организмы.....	13
Вакунин Е.И., Секарова И.О. Биохимическая оценка экосистем крупных водоемов Новомосковского района.....	16
Панарин В.М., Горюноква А.А., Белоусов А.А. Алгоритм формирования информационно-измерительной и управляющей системы мониторинга загрязнения атмосферы.....	21
Панарин В.М., Горюноква А.А., Котлеревская Л.В., Белоусов А.А. Принципы построения информационно-измерительной и управляющей системы мониторинга загрязнения атмосферы.....	26
Гришаков К.В., Панарин В.М. Информационное обеспечение эколога по классификации тяжелых металлов.....	30
Панарин В.М., Дабдина О.А. Применение информационно – измерительных технологий для оценки энергоэффективности работы распределительных объектов теплоснабжения.....	31
Машинцов Е.А., Ивановская Е.Н. Основные факторы, увеличивающие риск развития туберкулеза.....	36
Павпертова О.Н. Информационно-измерительная система производственных факторов.....	41
Рылеева Е.М. Экологически чистая технология очистки многокомпонентных стоков.....	44
Сухов Р.В. Вероятность формирования функциональных и патологических нарушений при мышечном труде регионального характера.....	49
Тимофеева В.Б. Оценка физического воздействия за смену и вахту.....	52