

РОССИЙСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМ. Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА  
ФГБОУ ВПО «ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
РОССИЙСКОЕ ХИМИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО ИМ. Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА  
ТУЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РОССИЙСКОГО ХИМИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА  
ИМ. Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА  
СОЮЗ НАУЧНЫХ И ИНЖЕНЕРНЫХ ОБЩЕСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ  
ТУЛЬСКИЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР  
УЧРЕЖДЕНИЕ "ТУЛЬСКИЙ ДНТ РОССНИО"

## **РЕШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ПРОМЫШЛЕННОГО РЕГИОНА**

**ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ  
КОНФЕРЕНЦИИ**

Издательство «Инновационные технологии»  
Тула 2012

РЕШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ПРОМЫШЛЕННОГО РЕГИОНА: тезисы докладов всероссийской научн.-техн. конф.; под общ. ред. В.М. Панарина. - Тула: Изд-во «Инновационные технологии», 2012. – 128 с.

Настоящие материалы подготовлены к публикации по докладам участников Всероссийской научно-технической конференции «Решение экологических проблем промышленного региона». В них освещаются научно-теоретические, методические и прикладные аспекты многочисленных экологических проблем. Рассматриваются вопросы создания систем мониторинга природной среды, в том числе вопросы мониторинга загрязнения атмосферы, гидросферы, биосферы, вопросы современного состояния окружающей среды, работы по ее оздоровлению, практические задачи экологической реабилитации, прогрессивные технологические решения. Отдельное внимание уделено проблемам переработки углей, промышленных и бытовых отходов. Представлены экологически чистые технологии и информационные технологии в экологии.

Материал предназначен для научных сотрудников, инженерно-технических работников, студентов и аспирантов, занимающихся широким кругом современных проблем развития науки и технологий.

#### **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 978-5-905762-08-5 © Авторы докладов, 2012

© Издательство «Инновационные технологии»,  
2012

## **МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРЫ**

### **СИСТЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ПРОМЫШЛЕННО РАЗВИТОГО РЕГИОНА**

В.М. Панарин, В.Ю. Анцев, А.А. Горюнкова, Н.А. Копылова  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

Наиболее распространенным фактором антропогенного воздействия, приводящего к отрицательным последствиям, является загрязнение окружающей среды, в частности – атмосферного воздуха. В настоящее время наблюдается повышение степени загрязненности атмосферы, связанное с выбросами предприятий, оказывающих влияние на состояние атмосферного воздуха как промышленных зон, так и территории жилых микрорайонов.

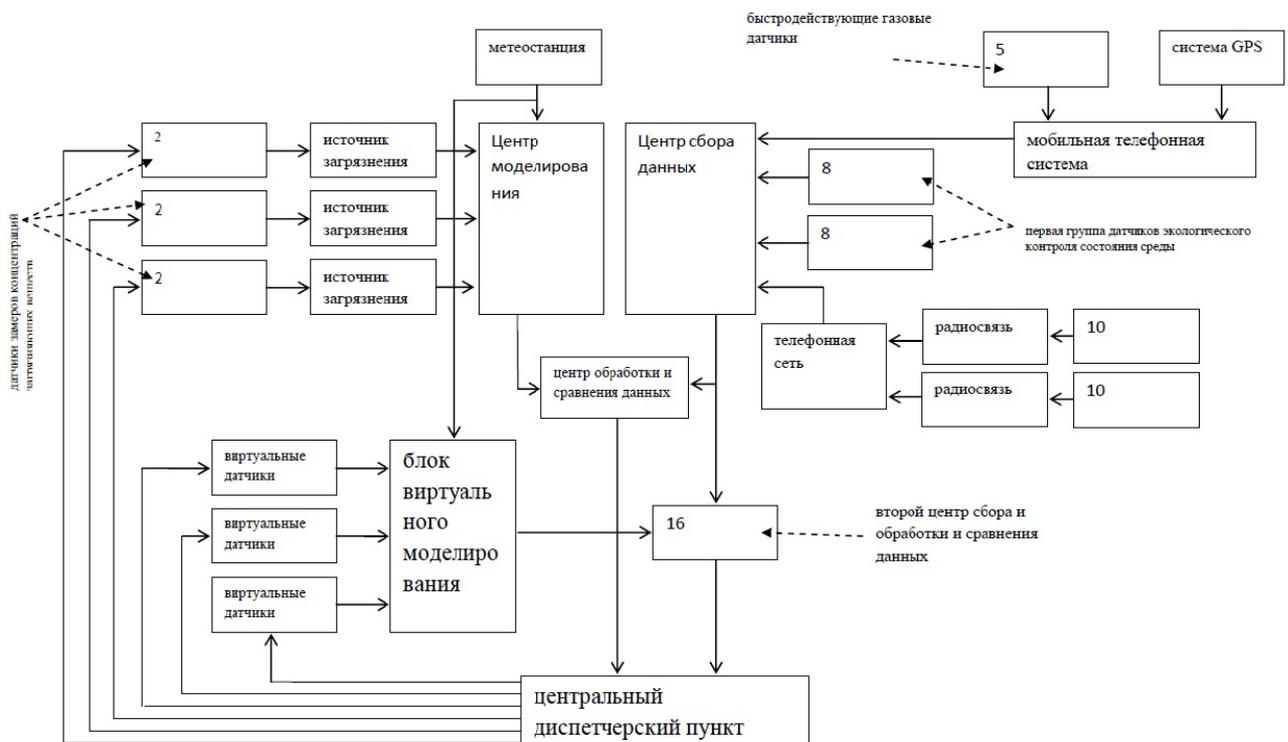
Разнообразие факторов, определяющих экологическую ситуацию в том или ином регионе, и их межрегиональная зависимость ставят на повестку дня поиск новых эффективных и экономически выгодных методов мониторинга, последующего анализа и принятия соответствующих управленческих решений для минимизации последствий хозяйственной деятельности на экологическую обстановку региона. Интенсивное воздействие человека на природу, негативные, часто необратимые последствия этого воздействия обуславливают необходимость глубокого и всестороннего анализа проблемы взаимодействия общества и природы. Для выявления изменений состояния биосферы под влиянием деятельности человека и для регулирования выбросов вредных веществ необходимо своевременно получать достоверную информацию о состоянии загрязненности атмосферного воздуха.

Существующие математические модели, используемые в современных автоматизированных системах мониторинга состояния загрязнения воздуха, позволяют по точечным замерам концентраций восстанавливать текущую картину распределения вредных веществ в атмосфере и на основе этих данных установить взаимосвязь между параметрами технологического процесса и состоянием территории, над которой распространяется выброс, что в будущем может быть использовано для принятия решений. Однако существующие информационно-измерительные системы контроля за состоянием атмосферного воздуха не всегда отвечают современным требованиям, имеют большую погрешность измерений и не дают достаточной картины для принятия управленческих решений по данному направлению охраны окружающей среды.

Разработанная информационно-измерительная система экологического мониторинга атмосферного воздуха промышленно развитого региона [1] относится к экологическим системам сбора информации, диагностики состояния атмосферы промышленного региона и предназначена для использования в системе атмосфероохранных мероприятий для оперативного выявления источников загрязнения атмосферы с текущим нормативно-несанкционированным уровнем выбросов вредных веществ.

Система (рисунок), работает следующим образом:

Метеорологические данные и данные о концентрации загрязняющих веществ с источников передаются в центр моделирования, где с помощью специального программно-технического комплекса строятся карты полей концентрации загрязняющих веществ. Смоделированные карты поступают в первый блок обработки и сравнения данных. Система GPS, установленная на каждую электротранспортную единицу с быстродействующими газовыми датчики экологического контроля состояния атмосферы, позволяет отслеживать координаты движения электротранспортной единицы с точностью до нескольких метров. Информация с быстродействующих газовых датчиков и координаты движения от системы GPS передаются посредством мобильной телефонной системы в центр сбора данных. Параллельно для мониторинга атмосферы датчики экологического контроля состояния среды первой и второй групп измеряют концентрацию вредных веществ, пространственные, временные и вероятностные параметры зон загрязнения, характеристики источников загрязнения и формируют типовое сообщение.



Структурная схема информационно-измерительной системы экологического мониторинга атмосферного воздуха промышленно развитого региона

Типовое сообщение датчиков экологического контроля состояния среды непосредственного и датчиков экологического контроля состояния среды дистанционного экологического мониторинга передается по проводным (кабельным) линиям связи в центр сбора данных.

При удалении места расположения второй группы датчиков экологического контроля состояния среды в месте дислокации центра сбора данных на наличие абонентского пункта аппаратуры городской телефонной сети в месте расположения второй группы датчиков экологического контроля состояния среды позволяет передать типовое сообщение с использованием аппаратуры городской телефонной сети в центр сбора данных [2].

При мониторинге мест, удаленных от аппаратуры городской телефонной сети, с помощью второй группы датчиков экологического контроля состояния среды непосредственного экологического мониторинга атмосферы передача типового сообщения от этих датчиков осуществляется по маломощным средствам радиосвязи.

Информация из центра моделирования и центра сбора данных поступает в первый блок обработки и сравнения данных. Кроме того информация из центра сбора данных поступает и во второй блок обработки и сравнения данных.

Центральный диспетчерский пункт собирает информацию об экологическом состоянии города (региона), регистрирует ее и представляет с помощью технических средств как в автоматическом, так и в диалоговом режимах, а также передает информацию об экологическом состоянии региона (города) в вышестоящие и смежные системы экологического мониторинга.

Если полученная с помощью моделированная экологическая обстановка в регионе не соответствует норме, то с центрального диспетчерского пункта на виртуальные датчики концентрации загрязняющих веществ подается сигнал.

Виртуальные датчики позволяют вводить значения концентраций загрязняющих веществ, которые вместе с метеорологическими данными, полученными с метеостанции, отправляются в блок виртуального моделирования, где с помощью специального программно-технического комплекса строятся карты виртуальных полей концентрации загрязняющих веществ. Полученные данные виртуального моделирования процессов поступают во второй блок обработки и сравнения данных. Информация собирается в центральном диспетчерском пункте. Если полученная с помощью виртуального моделирования экологическая обстановка в регионе станет удовлетворительной, то на источники загрязнения передается управляющий сигнал о необходимости уменьшения выбросов загрязняющих веществ в соответствии с подобранными значениями на виртуальных датчиках концентрации загрязняющих веществ.

### **Список литературы**

*1. Заявка на изобретение № 2012115043 от 16.04.2012 г. «Система экологического контроля атмосферного воздуха промышленного региона»*

*Грязев М.В., Чеботарев А.Л., Панарин В.М., Дорохина А.Е., Телегина Н.А., Ивановская Е.Н., Дабдина О.А.*

*2. Патент РФ № 2380729. «Система экологического мониторинга атмосферного воздуха промышленного региона» МПК6 G08C 19/01 27.01.2010.*

## **ОСНОВНЫЕ МОДЕЛИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ**

В.М. Панарин, В.Ю. Анцев, А.А. Горюнкова, Н.А. Копылова  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

Количество и характер моделей определяют, с одной стороны, кругом задач, стоящих перед экологическими службами, а с другой – требованиями к точности моделирования [2]. Разнообразие требований к характеру оценок загрязнения и высокая специфичность распространения выбросов примесей в различных метеоусловиях приводят к необходимости использования тех моделей, которые перечислены ниже.

1. Штатные модели служб ГО. Стандартная методика основана на эмпирических моделях и позволяет определить максимально возможную зону поражения при выбросах ядовитых веществ. Модель указывает не реальное положение облака выбросов в тот или иной момент времени, а обозначает границы, в пределах которых концентрация ядовитых веществ может достичь опасных для здоровья человека значений при неблагоприятных метеоусловиях. Модель проста и быстро работает.

2. Стандартные модели загрязнения атмосферы стационарными источниками, основанные на модели ОНД-86. Модели могут быть использованы для анализа квазистационарных процессов, когда характерные времена выбросов токсичных веществ превышают характерные времена перемещения воздушных масс в экспертируемой области пространства (например, случаи пожаров или утечек на продуктопроводах). Модель эмпирическая и позволяет рассчитать установившееся распределение концентраций токсиканта при заданном ветре и максимально неблагоприятном с точки зрения рассеяния примесей состоянии атмосферы.

3. Модели МАГАТЭ (международный стандарт) для расчетов загрязнений атмосферы, создаваемых стационарными источниками примесей. Это наиболее полные из существующих в настоящее время эмпирических моделей. Характер их детализации позволяет учитывать особенности местных метеорологических условий и производить расчеты распределений концентрации примесей в текущих метеоусловиях. Модели требуют значительных работ по привязке к местным условиям. Время вычислений по моделям 2 и 3 практически одинаково.

4. Простейшие нестационарные модели для расчета распространения облака загрязняющих веществ, предназначенные для экстресс-прогноза. Модели

строятся на основе методик и моделей МАГАТЭ и позволяют рассчитать траекторию и время движения облака выбросов до потери токсичности или в интересующей области в текущих метеоусловиях. Установившихся стандартов на такие модели нет.

5. Нестационарные модели загрязнения, учитывающие неоднородность подстилающей поверхности. Квазитрехмерные модели, основанные на использовании полуэмпирических моделей МАГАТЭ с решением уравнения переноса-диффузии примесей в приземном слое. Для повышения скорости и точности вычислений использованы высокоэффективные численные методы и учтена специфика решаемой задачи. Используются в случаях, когда необходимо учесть неоднородность подстилающей поверхности, а вычислительные ресурсы и/или недостаток информации не позволяют использовать модели 6.

6. Наиболее полные и совершенные нестационарные модели распространения загрязняющих веществ в атмосфере, в которые включены расчеты мезометеорологических характеристик атмосферы с учетом орографии (рельеф местности). Модели основаны на решении задач мезометеорологического прогноза и решении трехмерного уравнения переноса диффузии примеси. Требуют значительных вычислительных ресурсов и подробного задания больших объемов входной и начальной информации. Использование моделей этого класса оправдано, когда от результатов экспертизы зависят жизнь и судьбы людей, а специфика метеоусловий и орография местности таковы, что перечисленные выше модели неприменимы. Это случаи крупных аварий, имевших тяжелые последствия, или экспертиза проектов с прогнозом возможных событий, чреватых такими последствиями.

7. Модели, позволяющие прогнозировать загрязнение при штилевых условиях разных типов. Характеристики распространения и диффузии примесей в штилевых условиях и во время ветра различаются настолько, что для их описания требуются разные модели. Характер распространения загрязнения во время штиля существенно зависит от состояния атмосферы, орографии местности и начальных условий.

8. Блок моделей, позволяющих учесть процессы химической трансформации примесей. В случае необходимости его подключают к моделям 4–7. Используется в тех случаях, когда для анализа события существенным является учет химических реакций, протекающих в облаке выбросов, например, в случаях возможности значительного повышения или уменьшения токсичности. Подключение блока может значительно, в несколько раз, замедлить время работы расчетной модели.

9. Специальные модели для районирования территорий по вероятности аварий и по степени угрозы промышленным объектам и населению, которые строят на основе среднестатистических моделей с использованием информации о розе ветров данной местности. Существенным моментом при построении моделей этого класса является необходимость учета реакции объекта, подвергающегося воздействию облака выбросов. Характер реакции объекта зависит от его свойств, типа и концентрации токсичного вещества и

продолжительности его воздействия. Объектом может быть и человек и промышленное предприятие. Модели для оценки загрязнения территории или объектов строятся на основе моделей 1–8. Выбор модели определяется характером необходимой оценки. Например, для оценки влияния на здоровье населения в случае выброса ядовитых газов можно использовать модель 1, в случае безвредных примесей вообще не требуется расчетов, а промежуточные случаи как всегда сложны для моделирования.

10. Комплекс синоптико-статистических моделей и автоматизированного прогнозирования неблагоприятных метеорологических условий (НМУ), предназначенный для оценки и прогнозирования уровней загрязнения атмосферного воздуха, а также принятия решения по атмосфероохранной деятельности как в краткосрочном, так и в долгосрочном аспектах. Для получения методик с высоким качеством прогнозирования необходимы исследования по диагностике погодных процессов синоптического масштаба, приводящих к реализации НМУ, и на основе этих исследований создание классификации синоптических процессов. Разработка расчетных моделей базируется на многомерном статистическом аппарате. Построение прогностических зависимостей основано на теории решения некорректных задач, что позволяет получать устойчивые решения при наличии коррелированности параметров, описывающих синоптическую ситуацию. Прогностическая система включает в себя: прием и обработку метеорологической информации из каналов связи, контроль и корректировку данных, архивирование и собственно прогноз.

### Список литературы

1. Замай С.С., Якубайлик О.Э. Модели оценки и прогноза загрязнения атмосферы промышленными выбросами в информационно-аналитической системе природоохранных служб крупного города: учеб. пособие / Краснояр. гос. ун-т. Красноярск, 1998. - 109 с.

## НОРМАТИВЫ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ

В.М. Панарин, В.Ю. Анцев, А.А. Горюнкова, Н.А. Копылова  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

В природоресурсном законодательстве и науке экологического права выделяется ряд классификаций видов природопользования. Наиболее общей является классификация, критерием которой является объект природы.

Правда, в юридической литературе о пользовании атмосферным воздухом говорится реже и меньше, чем о пользовании другими природными ресурсами. В этой сфере более остро стоят вопросы, связанные с охраной атмосферного воздуха, а не регулированием его использования. Название соответствующего

Закона - об охране атмосферного воздуха, хотя предшествующий Закон в данной сфере (1982 г.)<sup>1</sup> предусматривал также регулирование потребления атмосферного воздуха для производственных нужд (ст. 41). Видом использования атмосферы является выброс загрязняющих веществ в атмосферу.

Специфические виды использования атмосферы, регулируемые Законом об охране атмосферного воздуха, — потребление атмосферного воздуха для производственных нужд и удаление загрязняющих веществ в процессе функционирования общества.

Одним из важнейших понятий, связанных с экологической информацией, ее получением, является экологический мониторинг. Согласно классическому определению, экологический мониторинг — информационная система наблюдений, оценки и прогноза изменений в состоянии окружающей среды, созданная с целью выделения антропогенной составляющей на фоне природных процессов. Эти три составляющих – наблюдение, оценка, прогноз – составляют основу практически любого определения мониторинга. В некоторых из этих определений особо отмечается то, что результаты мониторинга предназначены для принятия решений на их основе. В функции различных российских ведомств, определенные нормативными документами, входит целый ряд видов мониторинга. Это, например, мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды, мониторинг источников антропогенного воздействия, животного и растительного мира, социально-гигиенический мониторинг. Предметом последнего является состояние здоровья населения, воздействующие на него факторы состояния окружающей среды и социально-экономическая обстановка. В каждом из этих случаев подразумеваются систематические наблюдения, оценка фактического и прогноз будущего состояния соответствующего объекта. С 1993 г. в России предпринимаются усилия по созданию Единой государственной системы экологического мониторинга (ЕГСЭМ), которая призвана объединить деятельность всех ведомственных служб, занимающихся мониторингом, в рамках единой информационной системы (см. приложение 2). На международном уровне действует Глобальная система мониторинга окружающей среды (ГСМОС), которая координирует усилия национальных организаций, прежде всего, в области мониторинга загрязнений. В рамках ГСМОС выделяют импактный (значительные воздействия на локальном уровне), региональный и глобальный (фоновый) уровни экологического мониторинга.

С целью повышения эффективности работ по сохранению и улучшению состояния окружающей среды постановлением Правительства РФ от 24 ноября 1993 г. создана Единая государственная система экологического мониторинга. В ней участвуют все специально уполномоченные государственные органы в области охраны окружающей среды и использования природных ресурсов.

Наиболее солидной базой мониторинга обладает Росгидромет, являющийся специально уполномоченным государственным органом в данной сфере. Так, в 1998 г. наблюдения за состоянием атмосферы проводились регулярно на 602 стационарных постах в 238 городах и поселках России.

В большинстве городов измеряются концентрации от 5 до 25 веществ.

По действующему экологическому законодательству нормативы качества окружающей среды устанавливаются в форме нормативов предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ, а также вредных микроорганизмов и других биологических веществ, загрязняющих атмосферный воздух, воды и почву, и нормативов предельно допустимых уровней (ПДУ) вредных физических воздействий на окружающую среду.

Нормативы качества окружающей среды выполняют ряд функций. Прежде всего они устанавливают предельные величины вредных химических, физических и биологических воздействий на природную среду. К примеру, предельно допустимая концентрация двуокиси азота (NO<sub>2</sub>) (максимальная разовая и среднесуточная) в атмосферном воздухе не должна превышать 0,085 мг/м<sup>3</sup>; свинца и его соединений - 0,0007 мг/м<sup>3</sup>; сернистого ангидрида - 0,5 (максимальная разовая) и 0,05 (среднесуточная) мг/м<sup>3</sup>; соляной кислоты - 0,2 мг/м<sup>3</sup>.

Такие нормативы служат также для оценки состояния атмосферного воздуха, вод, почв по химическим, физическим и биологическим характеристикам. Это означает, что если в атмосферном воздухе, воде или почве содержание, например, химического вещества не превышает соответствующий норматив предельно допустимой его концентрации, то состояние воздуха, воды или почвы является благоприятным, т.е. не представляющим опасности для здоровья человека и для других живых организмов. Установленные в соответствии с требованиями законодательства нормативы качества окружающей среды служат одним из юридических критериев определения благоприятного состояния окружающей среды. На практике это важно иметь в виду в случае необходимости, к примеру, защиты права граждан на благоприятную окружающую среду. Состояние вод, почв, атмосферного воздуха, соответствующее нормативам качества, т.е. благоприятное, свидетельствует либо об отсутствии антропогенной нагрузки на природу, либо о высокой эффективности действия механизма по охране окружающей среды. И наоборот.

Нормативы качества окружающей среды учитываются также при оценке воздействия планируемой хозяйственной деятельности, реализация которой будет связана с отрицательным воздействием на природу, при развитии городов и иных населенных пунктов. Соблюдение этих нормативов и других экологических требований при разработке природоохранных мер при проектировании предприятий и иных объектов может рассматриваться как критерий экологической обоснованности соответствующих проектных решений.

Рассматриваемые нормативы качества образуют основу для регулирования охраны окружающей среды от химических, физических и биологических воздействий на природную среду отдельными источниками — предприятиями, транспортными средствами и т.п.

К настоящему времени установлен значительный массив нормативов ПДК вредных веществ в окружающей среде: для атмосферного воздуха — ПДК

более 500 вредных веществ.

Обладание экологической информацией имеет первостепенное значение для последовательного и эффективного решения задач обеспечения рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды всеми субъектами, участвующими в этом процессе.

Прежде всего такая информация необходима при подготовке и принятии хозяйственных, управленческих и иных решений, реализация которых связана с отрицательным воздействием на состояние окружающей среды. Экологическая информация необходима гражданам для защиты своих экологических прав с целью вмешательства в природоохранительную деятельность государства, предпринимательских структур, когда те не выполняют возложенных на них законодательством задач.

### **Список литературы**

1. Бринчук М.М. *Экологическое право (право окружающей среды): Учебник для высших юридических учебных заведений.* - М.:Юристъ, 1998.-688с.

## **ОРГАНИЗАЦИЯ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА УРОВНЕМ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ**

В.М. Панарин, В.Ю. Анцев, А.А. Горюнкова, Н.А. Копылова  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

В последние десятилетия особенно значительными стали техногенные изменения окружающей среды. Для изучения и оценки последствий техногенного воздействия создаются системы мониторинга состояния окружающей среды.

Сброс загрязняющих веществ может осуществляться в различные среды: атмосферу, воду, почву. Выбросы в атмосферу являются основными источниками последующего загрязнения вод и почв в региональном масштабе, а в ряде случаев и в глобальном [1].

Промышленные источники загрязнения атмосферного воздуха подразделяются на источники выделения и источники выбросов. К первым относятся технологические устройства (аппараты установки и т.п.), в процессе эксплуатации которых выделяются примеси. Ко вторым - трубы, вентиляционные шахты, аэрационные фонари и другие устройства, с помощью которых примесь поступает в атмосферу.

Промышленные выбросы подразделяются на организованные и неорганизованные. Организованный промышленный выброс поступает в атмосферу через специально сооруженные газоходы, воздухопроводы и трубы, что позволяет применять для очистки от загрязняющих веществ соответствующие установки. Неорганизованный промышленный выброс поступает в атмосферу в виде ненаправленных потоков газа в результате нарушений герметичности

оборудования, отсутствия или неудовлетворительной работы оборудования по отсосу газа в местах загрузки, выгрузки или хранения продукта. Неорганизованные выбросы характерны для очистных сооружений, хвостохранилищ, золоотвалов, участков погрузочно-разгрузочных работ, сливно-наливных эстакад, резервуаров и других объектов.

Тульская область является одним из промышленных центров России. В области насчитывается более 9,5 тыс. предприятий и организаций, имеющих выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. В настоящее время основными видами промышленного производства являются: машиностроение (включая оборонный комплекс), химическое производство, черная металлургия, добыча бурого угля, производство стройматериалов. По степени суммарной техногенной нагрузки область уступает в Центральном федеральном округе только Московской области. Общее состояние природной среды и принятие мер по ее оздоровлению требует постоянного внимания со стороны органов государственной власти области.

В атмосферный воздух Тульской области выбрасывается 188 наименований вредных веществ [2]. Основными источниками загрязнения атмосферы являются выбросы промышленных предприятий, выбросы от автотранспорта, процессы испарения и сжигания топлива.

Основной вклад в выбросы от стационарных источников вносят предприятия черной металлургии, электроэнергетики, химической и н/химической промышленности, ЖКХ. Наибольшее количество промышленных предприятий, дающих около 96 % всех выбросов расположено в Алексинском, Суворовском, Ефремовском, Новомосковском, Узловском, Щекинском районах и в г. Туле.

Для каждого вещества установлено два норматива: Максимально разовая предельно допустимая концентрация (ПДК<sub>мр</sub>) (осредненная за 20-30 мин) с целью предупреждения рефлекторных реакций у человека и среднесуточная предельно допустимая концентрация (ПДК<sub>сс</sub>) с целью предупреждения общетоксического, мутагенного, канцерогенного и другого действия при неограниченно длительном дыхании.

В местах, где расположены курорты, на территориях санаториев, домов отдыха и в зонах отдыха городов с населением более 200 тыс. человек. концентрации примесей, загрязняющих атмосферный воздух, не должны превышать 0,8 ПДК.

Может создаться ситуация, когда в воздухе одновременно находятся вещества, обладающие суммированным (аддитивным) действием. В таком случае сумма их концентраций (С), нормированная на ПДК, не должна превышать единицы согласно выражению (1):

$$\frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + \frac{C_n}{ПДК_n} \leq 1 \quad (1)$$

Вместе с тем многие вещества при одновременном присутствии в атмосферном воздухе не обладают суммацией действия, т.е. предельно допустимые значения концентраций сохраняются для каждого вещества в отдельности.

В том случае, когда отсутствуют значения ПДК, для оценки гигиенической опасности вещества можно пользоваться показателем ориентировочно-безопасного максимального разового уровня загрязнения воздуха (ОБУВ).

Организация наблюдений за уровнем загрязнения атмосферы в городах и населенных пунктах осуществляется в соответствии с ГОСТ 17.2.3.01 - 86 «Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов» [3]. Наблюдения за уровнем загрязнения атмосферы производятся на посту, представляющем собой заранее выбранное для этой цели место (точку местности), на котором размещается павильон или автомобиль, оборудованный соответствующими приборами.

Посты наблюдений устанавливаются трех категорий:

- Стационарный пост предназначен для обеспечения непрерывной регистрации содержания загрязняющих веществ или регулярного отбора проб воздуха для последующего анализа. Из числа стационарных постов выделяются опорные стационарные посты, которые предназначены для выявления долговременных измерений содержания основных и наиболее распространенных специфических загрязняющих веществ.

- Маршрутный пост предназначен для регулярного отбора проб воздуха в том случае, когда невозможно (нецелесообразно) установить пост или необходимо более детально изучить состояние загрязнения воздуха в отдельных районах, например в новых жилых районах.

- Передвижной (подфакельный) пост служит для отбора проб под дымовым (газовым) факелом с целью выявления зоны влияния данного источника промышленных выбросов.

Каждый пост независимо от категории размещается на открытой, проветриваемой со всех сторон площадке (на асфальте, твердом грунте, газоне).

Регулярные наблюдения на стационарных постах проводятся по одной из четырех программ наблюдений:

1. Полная программа наблюдений предназначена для получения информации о разовых и среднесуточных концентрациях. Наблюдения в этом случае выполняются ежедневно путем непрерывной регистрации с помощью автоматических устройств или дискретно, через равные промежутки времени, не менее четырех раз при обязательном отборе проб в 1, 7, 13 и 19 ч по местному декретному времени.

2. По неполной программе наблюдения проводятся с целью получения информации о разовых концентрациях ежедневно в 7, 13 и 19 ч местного декретного времени.

3. По сокращенной программе наблюдения проводятся с целью получения информации только о разовых концентрациях ежедневно в 7 и 13 ч местного декретного времени. Наблюдения по сокращенной программе допускается проводить при температуре воздуха ниже 45 °С и в местах, где среднемесячные концентрации ниже 1/20 максимальной разовой ПДК или меньше нижнего предела диапазона измерений концентрации примеси используемым методом.

4. Суточная программа отбора проб предназначена для получения

информации о среднесуточной концентрации. В отличие от полной программы наблюдения в этом случае проводятся путем непрерывного суточного отбора проб, при этом исключается получение разовых значений концентрации. Все программы наблюдений позволяют получать информацию о среднемесечных, среднегодовых и средних концентрациях за более длительный период.

### Список литературы

1. Афанасьева Н.А., Шантарин В.Д. МУ по курсу "Экологический мониторинг". [Электронный ресурс]. URL: <http://promeco.h1.ru/lek/monitoring.shtml#part5>.

2. Государственный контроль в области охраны атмосферного воздуха: [Электронный ресурс] // Управление Росприроднадзора по Тульской области, 2011. URL: [http://www.priroda-tula.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=15&Itemid=17](http://www.priroda-tula.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=15&Itemid=17).

3. Мониторинг атмосферного воздуха. Организация мониторинга атмосферного воздуха. [Электронный ресурс]. URL: <http://ekologobr.ru/lekczii-ekologicheskij-monitoring/313-monitoring-atmosfernogo-vozduha-organizacija-2.html>.

## ОРГАНИЗАЦИЯ МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

В.М. Панарин, В.Ю. Анцев, А.А. Горюнкова, Н.А. Копылова  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

Для выявления изменений состояния атмосферы под влиянием деятельности человека необходима система наблюдений. Таковую систему в настоящее время общепринято называть мониторингом.

Наблюдения за уровнем загрязнения атмосферы производятся на посту, представляющем собой заранее выбранное для этой цели место (точку местности), на котором размещается павильон или автомобиль, оборудованный соответствующими приборами.

Посты наблюдений устанавливаются трех категорий: стационарные, маршрутные и передвижные (подфакельные).

Стационарный пост наблюдений представляет собой специально оборудованный павильон, в котором размещена аппаратура, необходимая для регистрации концентраций загрязняющих веществ и метеорологических параметров по установленной программе.

Перед установкой поста следует проанализировать: расчетные поля концентраций по всем ингредиентам от совокупности выбросов всех стационарных и передвижных источников; особенности застройки и рельефа местности; перспективы развития жилой застройки и расширения предприятий промышленности, энергетики, коммунального хозяйства, транспорта и других отраслей городского хозяйства; функциональные особенности выбранной зоны;

плотность населения; метеорологические условия данной местности и др. Пост должен находиться вне аэродинамической тени зданий и зоны зеленых насаждений, его территория должна хорошо проветриваться, не подвергаться влиянию близкорасположенных низких источников загрязнения (стоянок автомашин, мелких предприятий с низкими выбросами и т.п.). Количество стационарных постов в каком-либо городе (населенном пункте) определяется численностью населения, рельефом местности, особенностями промышленности, функциональной структурой (жилая, промышленная, зеленая зона и т.д.), пространственной и временной изменчивостью полей концентраций вредных веществ.

Для населенных пунктов со сложным рельефом и большим числом источников загрязнения рекомендуется устанавливать один пост через каждые 5... 10 км.

С целью получения информации о загрязнении воздуха с учетом особенностей города рекомендуется ставить посты наблюдений в разных функциональных зонах (жилой, промышленной и др.). В городах с большой интенсивностью движения автотранспорта посты должны устанавливаться также вблизи автомагистралей.

Наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха и метеорологическими параметрами на стационарных постах должны проводиться круглогодично, во все сезоны, независимо от погодных условий.

Маршрутный пост организуется для регулярного сбора проб, когда нецелесообразно устанавливать стационарный пост. Он устанавливается, когда нужно детально исследовать состояние воздуха в отдельных районах, например в новостройках.

Маршрутный пост наблюдений — это место на определенном маршруте в городе. Он предназначен для регулярного отбора проб воздуха в фиксированной точке местности при наблюдениях, которые проводятся с помощью передвижной аппаратуры. Маршрутные наблюдения осуществляются на маршрутных постах с помощью автолабораторий, серийно выпускаемых промышленностью. Такая передвижная лаборатория имеет производительность около 5000 отборов проб в год, при этом в день на такой машине может производиться 8... 10 отборов проб воздуха. Порядок объезда маршрутных постов ежемесячно меняется таким образом, чтобы отбор проб воздуха на каждом пункте проводился в разное время суток. Например, в первый месяц машина объезжает посты в порядке возрастания номеров, во второй — в порядке их убывания, а в третий — с середины маршрута к концу и от начала к середине и т. д.

Передвижной (подфакельный) пост предназначен для отбора проб под дымовым (газовым) факелом с целью выявления зоны влияния данного источника. Подфакельные наблюдения осуществляются за специфическими загрязняющими веществами, характерными для выбросов данного предприятия, по специально разработываемым программам и маршрутам. Места отбора проб при подфакельных наблюдениях выбирают на разных расстояниях от источника загрязнения с учетом закономерностей

распространения загрязняющих веществ в атмосфере. Отбор проб воздуха производится по направлению ветра, последовательно, на расстояниях 0,2...0,5; 1; 2; 3; 4; 6; 8; 10; 15 и 20 км от стационарного источника выброса, а также с наветренной стороны источника. Под факелом проводятся наблюдения за типичными для данного пред-приятия ингредиентами с учетом объема выбросов и их токсичности. В зоне максимального загрязнения (по данным расчетов и экспериментальных замеров) отбирается не менее 60 проб воздуха, а в других зонах — не менее 25. Отбор проб воздуха при проведении подфакельных наблюдений производится на высоте 1,5 м от поверхности земли в течение 20...30 мин, не менее чем в трех точках одновременно.

### Список литературы

1. Афанасьева Н.А., Шантарин В.Д. МУ по курсу "Экологический мониторинг". [Электронный ресурс]. URL: <http://promeco.h1.ru/lek/monitoring.shtml#part5>.

3. Мониторинг атмосферного воздуха. Организация мониторинга атмосферного воздуха. [Электронный ресурс]. URL: <http://ekologobr.ru/lekczii-ekologicheskij-monitoring/313-monitoring-atmosfernogo-vozduha-organizacija-2.html>.

## ОРГАНИЗАЦИЯ ПЫЛЕВОГО МОНИТОРИНГА В УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ ПЫЛЕВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

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

Использование действенного мониторинга процессов, которые способны создать условия для развития аварии природного или техногенного характера, является обязательным условием обеспечения безопасности угольной шахты. ГОСТ Р 22.1.02-95 [1] толкует мониторинг окружающей среды как «систему наблюдений и контроля, производимых регулярно, по определенной программе для оценки состояния окружающей среды, анализа происходящих в ней процессов и своевременного выявления тенденций ее изменения». Основной функцией мониторинга безопасности является контроль окружающей среды, то есть «сопоставление полученных данных о состоянии окружающей среды с установленными критериями и нормами техногенного воздействия или фоновыми параметрами с целью оценки их соответствия» [2].

Мониторинг безопасности, проводимый в атмосфере горных выработок угольных шахт, иначе называют аэрогазовым контролем (АГК). Основная цель АГК своевременно обнаруживать угрозы, такие как взрыв, пожар, выброс угля и газа и другие угрозы, по их проявлениям в рудничной атмосфере.

Мониторинг безопасности атмосферы или АГК является одной из функций системы обеспечения безопасности угольных шахт средствами и методами аэрогазового контроля (системы АГК). Согласно определению, приведенному в нормативном документе [1], система АГК «предназначена для непрерывного автоматического контроля параметров рудничной атмосферы, передачи информации на диспетчерский пункт для ее отображения, хранения и анализа в целях обеспечения безопасности горных работ и управления установками и оборудованием для поддержания безопасного аэрогазового режима в горных выработках».

Так как система АГК помимо собственно АГК выполняет целый ряд других функций (автоматическую газовую защиту, автоматический контроль и управление работой главных вентиляторных установок, автоматический контроль и управление работой вентиляторов местного проветривания, автоматический контроль положения дверей вентиляционных шлюзов), то ее следует классифицировать как автоматизированную систему управления (АСУ) сложной технической системой (какой является угольная шахта) с информационной подсистемой АГК (рисунок) [2].

Среди опасностей горного производства наиболее тяжелыми по своим последствиям являются аварии, связанные с воспламенением метана и угольной пыли, которые в большинстве случаев носят характер катастроф. Они сопровождаются значительными человеческими жертвами, приводят к крупным материальным потерям, наносят повреждения подземным коммуникациям и оборудованию, и нередко разрушают их или выводят из строя. Поэтому, среди мероприятий, направленных на профилактику взрывов пыли, важная роль отводится контролю пылевзрывоопасности горных выработок угольных шахт [3].



Функциональная схема системы аэрогазового контроля в угольной шахте

Анализ последних достижений и публикаций показывает, что в настоящее время созданы и интенсивно внедряются на шахтах различные системы и приборы пылевзрывобезопасности с датчиками измерения содержания метана, оксида углерода и кислорода. Среди них особое значение отводится стационарным газоанализаторам, которые объединяются в специальные системы контроля [4].

Одним из примеров достижений в области развития и совершенствования оборудования для контроля пылевзрывобезопасности является аппаратура контроля состава и параметров шахтной атмосферы АКСП. Аппаратура АКСП предназначена для одновременного автоматического контроля и измерения в атмосфере шахт метана, окиси углерода, температуры, скорости и направления воздушной струи, выдачи световой, звуковой сигнализации, управления технологическими объектами при достижении предельно допустимых значений контролируемых параметров, передачи информации на ПВМ диспетчера для отображения и хранения.

Аппаратура АКСП позволяет подключать различные наборы датчиков в зависимости от технологической потребности шахты, а также другие типы датчиков с унифицированным выходом (таблица) [5].

Диапазоны измерений датчиков в АКСП

Метан, % об. доли	от 0 до 100
Окись углерода, ppm	от 0 до 100
Температура, °С	от -40 до 150
Скорость воздушной струи, м/с	от 0 до 8

Развитие способов диагностики измерительных каналов АГК на угольных шахтах, связанных с использованием дополнительной информации от нескольких источников, дополнительных связей между параметрами аэрогазовой среды, а также с использованием современных методов индивидуального прогнозирования изменений метрологических и точностных характеристик весьма перспективно для повышения надежности (достоверности) аэрогазового контроля [2].

Результаты контроля пылеотложения на основе информации о концентрации пыли и параметрах пылевоздушной среды могут служить информационной базой для оценки взрывоопасности выработки только при условии высокого уровня технологической дисциплины и неукоснительного выполнения мероприятий, направленных на предупреждение взрывов угольной пыли (например, связывание или уборка отложившейся пыли при срабатывании сигнализации о превышении допустимой величины пылеотложений). Однако при низком уровне технологической дисциплины, некачественном и несвоевременном проведении указанных мероприятий, введении недостоверной информации об их проведении в этом случае возможно возникновение чрезвычайно опасных ситуации [5]. Для безопасного проведения работ человек должен иметь возможность выполнения своей производственной функции. Эта возможность, в свою очередь, должна быть

обеспечена его квалификацией, взаимосвязанными и четко регламентированными должностными функциями и его личностными особенностями [6].

Таким образом, для создания надежной единой системы управления безопасностью работ в угольных шахтах на основе данных аэрогазового контроля необходимо учитывать вклад человеческого фактора в создании аварийности. Мотивация руководителей и рабочих к соблюдению правил безопасности и повышению достоверности получаемой информации на основе датчиков автоматических систем контроля является первоочередной задачей в повышении качества мониторинга атмосферы в угольных шахтах.

### Список литературы

1. ГОСТ Р 22.1.02 – 95. *Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование. Термины и определения.*
2. Азбель М.Д. *О метрологическом обеспечении аэрогазового контроля в угольных шахтах* // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2011. – Т. 6. – № 12. – с. 369 – 380.
3. Н.Р. Шевцов. *Взрывозащита горных выработок при их строительстве (конспект лекций): Учебное пособие.* – Донецк: Новый мир, 1998. – 329 с
4. Кашуба О.И., Медведев В.Н. *Повышение эффективности мониторинга рудничной атмосферы* // Науковий вісник УкрНДІП. – 2010. – № 1. – с. 34 – 38.
5. [http://promsouz.com/OAO\\_KM/OAO\\_KM\\_AKSP.html](http://promsouz.com/OAO_KM/OAO_KM_AKSP.html).
6. Кудряшов В.В. *Проблемы пылевого мониторинга в угольных шахтах.* // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2011. – Т. 1. – № 12. – С. 254 – 269.

## МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Ю.Н. Пушилина  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

Одним из ведущих факторов внешней среды, определяющих условия проживания населения, является состояние атмосферного воздуха.

В 2011 году в рамках государственного надзора, осуществляемого Управлением Росприроднадзора по Тульской области, за состоянием атмосферного воздуха населенных мест из 4107 отобранных проб воздуха было выявлено с превышением ПДК 21 проба или 0,51 % (в 2010г. соответственно 183 пробы - 1,5 %). В городских поселениях области наиболее значимые превышения ПДК в атмосферном воздухе регистрируются по следующим загрязняющим веществам: взвешенные вещества, углерода оксид, азота диоксид, формальдегид. В 2011 году также как и в 2010 году проб с

содержанием загрязняющих веществ в концентрациях выше 5ПДК не выявлено.

Из 3655 проб атмосферного воздуха в городских поселениях обнаружено превышение ПДК в 0,5 % проб (в 2010г. – 1,6 %), в том числе из отобранных проб по взвешенным веществам 1 % (в 2010г. – 2,7 %), по содержанию углерода оксида в 0,9 % проб (в 2010г. – 5 %), по диоксиду азота в 0,88 % проб (в 2010г. – 1 %), по формальдегиду в 2,3 % проб (в 2010г. – 3,2 %). В сельских поселениях исследовано 452 пробы атмосферного воздуха, превышение ПДК выявлено в одной пробе по содержанию диоксида азота.

Из 2832 исследованных проб атмосферного воздуха в зоне влияния промышленных объектов и производств число проб с превышением ПДК в 2011 году составило 0,1 % (в 2010г. – 1,3 %), в том числе по взвешенным веществам и соединениям хлора.

На автомагистралях в зоне жилой застройки из 791 пробы превышения ПДК были установлены в 2,2 % проб (в 2010г. – 2,9 %), в том числе из отобранных проб по содержанию углерода оксида в 4,8 % проб (в 2010г. – 8,4 %), по диоксиду азота в 4,8 % проб (в 2010г. – 4,5%), по формальдегиду в 4,2% проб (в 2010г. – 7,4 %).

За последние годы из пределов санитарно-защитных зон промышленных предприятий было переселено более 280 человек, в том числе переселение осуществлялось из санитарно-защитных зон городских очистных сооружений МУП «ВКХ» г. Алексин, ОАО «НАК «АЗОТ», ОАО ГПК «Ефремовский». По имеющимся данным в настоящее время всего в пределах санитарно-защитных зон проживает около 1500 человек, в том числе в пределах санитарно-защитной зоны ОАО «Косогорский металлургический завод» проживают более 400 человек, ООО «Акционерная компания «Синтвита»» пос. Шварцевский Киреевского района - около 400 человек, Богородицкое ПАТП филиала ООО «Тулаавтотранс» - 150 человек, ФГУП «Алексинский опытный механический завод» - 173 человека.

Учитывая комплексное загрязнение атмосферного воздуха химическими веществами и физическими факторами, работу по установлению санитарно-защитных зон групп промышленных объектов необходимо осуществить в Пролетарском районе г. Тулы (ОАО «Тулачермет», ОАО «Ванадий-Тула», ОАО «Полема» и др.), в Зареченском районе г. Тулы - на промплощадке бывших заводов «Зенит» и «Сантехника», а также на территории Скуратовского промузла Центрального района, Лихвинского промузла, в промышленной зоне г. Алексина, где расположены Алексинская ТЭЦ, ЗАО «Алексинская картонно-бумажная фабрика», ФГУП «Алексинский химкомбинат» и другие предприятия, в северной промзоне г. Новомосковска, где расположены ООО «Аэрозоль-Новомосковск», ООО «Полимерконтейнер», ОАО «НАК «Азот» и ОАО «Новомосковская ГРЭС», а также промзонах группы промышленных объектов в г. Ефремове, где расположены ОАО «Ефремовский завод СК», Ефремовская ТЭЦ, ООО «Зернопродукт» и другие предприятия.

В целях создания благоприятных условий проживания населения Тульской области, в том числе связанных с состоянием атмосферного воздуха, необходимо:

- организовать мониторинг за качеством атмосферного воздуха на границах санитарно-защитных зон и территории жилой застройки, особенно в районах области с крупными промышленными зонами;
- создать современно оборудованный мобильный лабораторный центр по контролю качества атмосферного воздуха;
- развить систему постоянно действующих стационарных постов контроля качества атмосферного воздуха;
- создание и ведение картографического электронного реестра баз данных санитарно-защитных зон промышленных объектов и производств с информацией об ориентировочных и установленных санитарно-защитных зонах;
- при вводе объектов и производств в эксплуатацию и выдаче соответствующих разрешений, в обязательном порядке требовать предоставления документов, утверждающих размеры санитарно-защитной зоны;
- в соответствии с Градостроительным Кодексом РФ в проектных материалах на строительство новых, реконструкцию или техническое перевооружение действующих промышленных объектов, производств и сооружений должны быть предусмотрены мероприятия и средства на организацию санитарно-защитных зон, включая отселение жителей в случае необходимости.

Мониторинг загрязнения атмосферного воздуха в Тульской области проводится ФГБУ «Тульский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» на 10 стационарных постах наблюдений за загрязнением атмосферы (ПНЗ): 5 ПНЗ в г. Туле, 3 ПНЗ в г. Новомосковске и 2 ПНЗ на территории музея-усадьбы «Ясная Поляна». Контроль ведётся по следующим показателям: взвешенные вещества, диоксид серы, оксид углерода, диоксид и оксид азота, сероводород, фенол, аммиак, формальдегид, метанол, бенз(а)пирен, тяжелые металлы (свинец, никель, медь, железо, марганец, хром, цинк).

Степень загрязнения атмосферного воздуха в Тульской области за 2011 год характеризуется:

- в г. Туле как повышенная и определяется концентрациями формальдегида, бенз/а/пирена, аммиака, диоксида азота, оксида углерода;
- на территории музея-усадьбы Л.Н. Толстого «Ясная Поляна» как очень высокая и определяется концентрациями формальдегида, метанола, диоксида азота, бенз/а/пирена, взвешенных веществ;
- в г. Новомосковске как повышенная и определяется концентрациями формальдегида, бенз/а/пирена, аммиака, фенола, диоксида азота.

Карты рассеивания загрязняющих веществ, полученные на территории музея-усадьбы Л.Н. Толстого «Ясная Поляна» представлены на рис. 1-4.

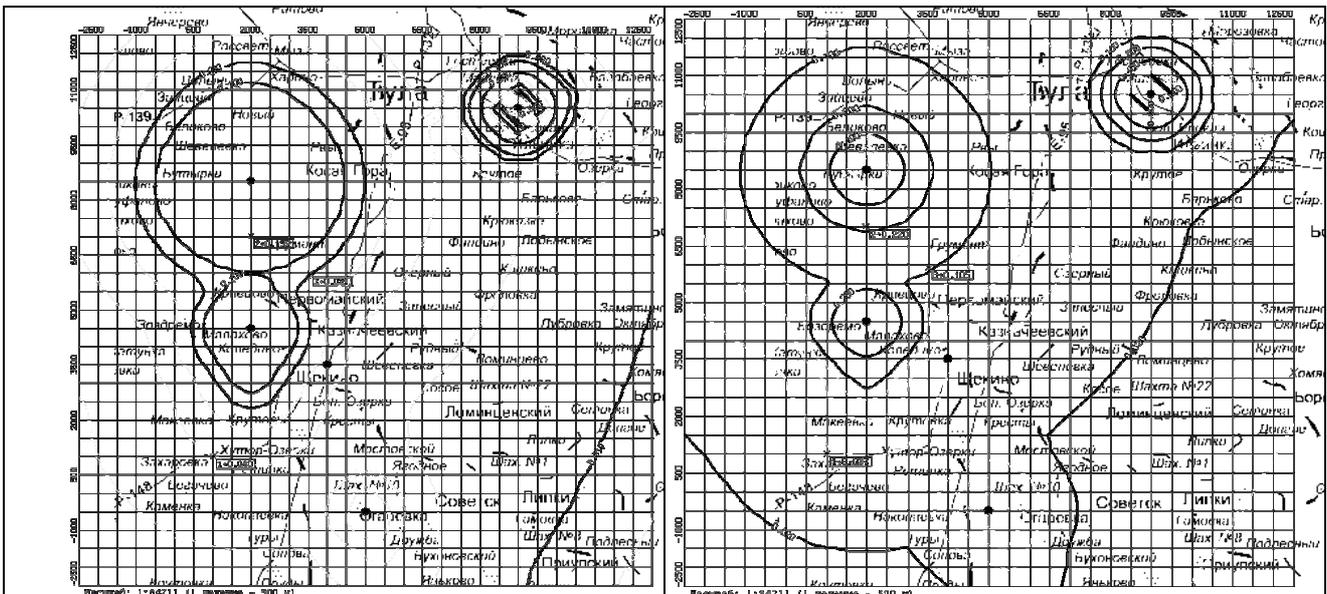


Рис.1. Карта рассеивания диоксида азота

Рис.2. Карта рассеивания формальдегида

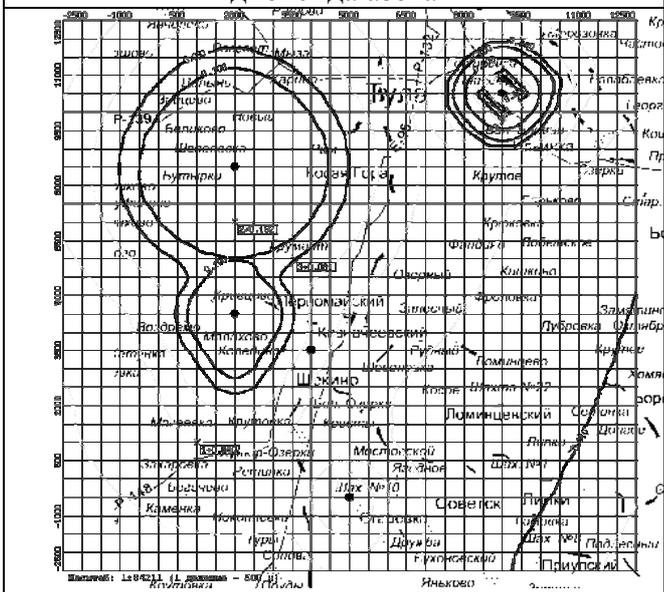


Рис.3. Карта рассеивания метанола

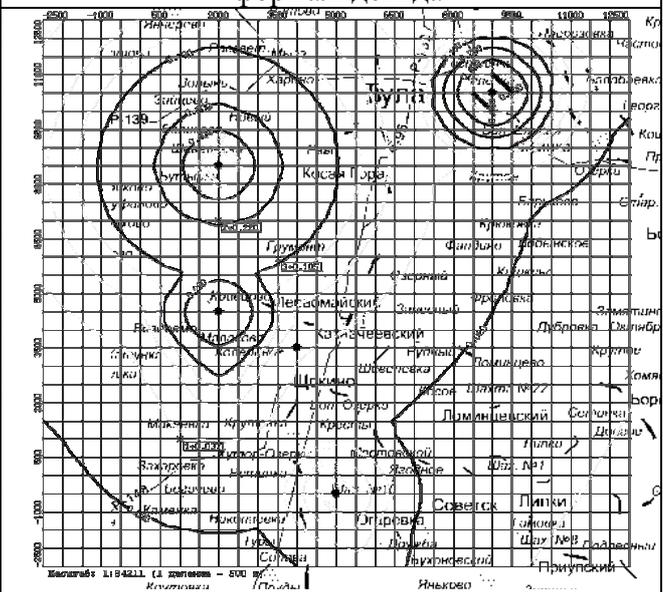


Рис.4. Карта рассеивания аммиака

Данные стационарных постов наблюдений за загрязнением атмосферы представлены в таблице.

Выбросы в атмосферу загрязняющих веществ от стационарных источников за 2011 год составили 183,5 тыс.тонн/год, что на 29,5 тыс. тонн больше, чем в 2010 году. Увеличение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу связано с увеличением выбросов от Филиала ОАО "ОГК-3" "Черепетская ГРЭС им. Д.Г. Жимерина" (Суворовский район).

Характеристики загрязнения атмосферного воздуха по Тульской области  
за 2011 год

Номер поста наблюдения	Наименование вещества	Исследовано проб (абс.)				
		Всего	В том числе			
			До 1 ПДКм.р.	1.1-5.0 ПДКм.р.	5.1-10.0 ПДКм.р.	>10.0 ПДКм.р.
1	2	3	4	5	6	7
г. Тула						
ПНЗ №1	Взвешенные вещества	914	914	-	-	-
	Диоксид серы	914	914	-	-	-
	Оксид углерода	914	914	-	-	-
	Диоксид азота	914	914	-	-	-
	Оксид азота	914	912	-	-	-
	Аммиак	914	914	-	-	-
	Бенз/а/пирен	12	4	8	-	-
ПНЗ №5	Взвешенные вещества	104	104	-	-	-
	Оксид углерода	915	915	-	-	-
	Диоксид азота	915	915	-	-	-
	Формальдегид	915	772	143	-	-
ПНЗ №9	Взвешенные вещества	913	913	3	-	-
	Оксид углерода	894	894	-	-	-
	Диоксид азота	913	912	1	-	-
	Сероводород	913	912	1	-	-
	Аммиак	913	913	-	-	-
	Формальдегид	913	903	10	-	-
	Бенз/а/пирен	12	5	7	-	-
Музей-усадьба «Ясная Поляна»						
ПНЗ №1	Взвешенные вещества	728	727	1*	-	-
	Диоксид серы	1079	1079	-	-	-
	Оксид углерода	2159	2159	10	-	-
	Диоксид азота	2159	2016	143	2	-
	Сероводород	1079	1079	-	-	-
	Аммиак	2159	2154	4	-	-
	Формальдегид	2159	900	1259	128	11
ПНЗ №2	Взвешенные вещества	728	728	-	-	-
	Диоксид серы	1416	1416	-	-	-
	Оксид углерода	2912	2912	-	-	-
	Диоксид азота	2830	2772	58	-	-
	Оксид азота	1062	1060	2	-	-
	Сероводород	2830	2830	-	-	-
	Аммиак	2830	2825	5	-	-
	Формальдегид	2830	1779	1051	89	10
	Метанол	726	642	84	5	-

Продолжение таблицы						
г. Новомосковск						
ПНЗ№2	Взвешенные вещества	915	915	-	-	-
	Оксид углерода	915	915	-	-	-
	Диоксид азота	915	915	-	-	-
	Фенол	915	910	5	-	-
	Формальдегид	915	910	5	-	-
	Бенз/а/пирен	12	5	7	-	-

Используя современные достижения науки и техники, а также опираясь на новое политическое видение экологической проблем, открывающиеся структурно-управленческие и экономические возможности, необходимо организовать системный и комплексный подход к решению экологических проблем атмосферного воздуха Тульской области.

### Список литературы

1. <http://tularegion.ru/>
2. Пушилина Ю.Н. Применение современных информационных технологий в экологии // Журнал «Автоматизация и современные технологии». Научно-техническое издание «Машиностроение». 2011. - Вып. №7. - С.28-30.

## 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.

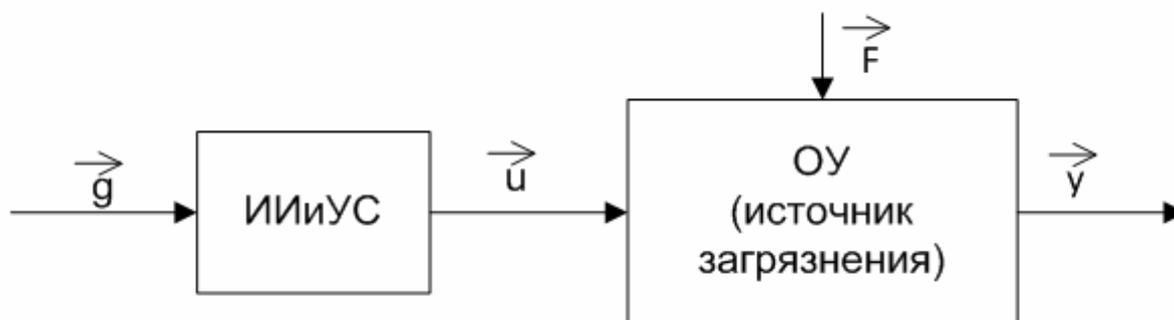


Рис.1. Структура системы управления технологическим процессом

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].

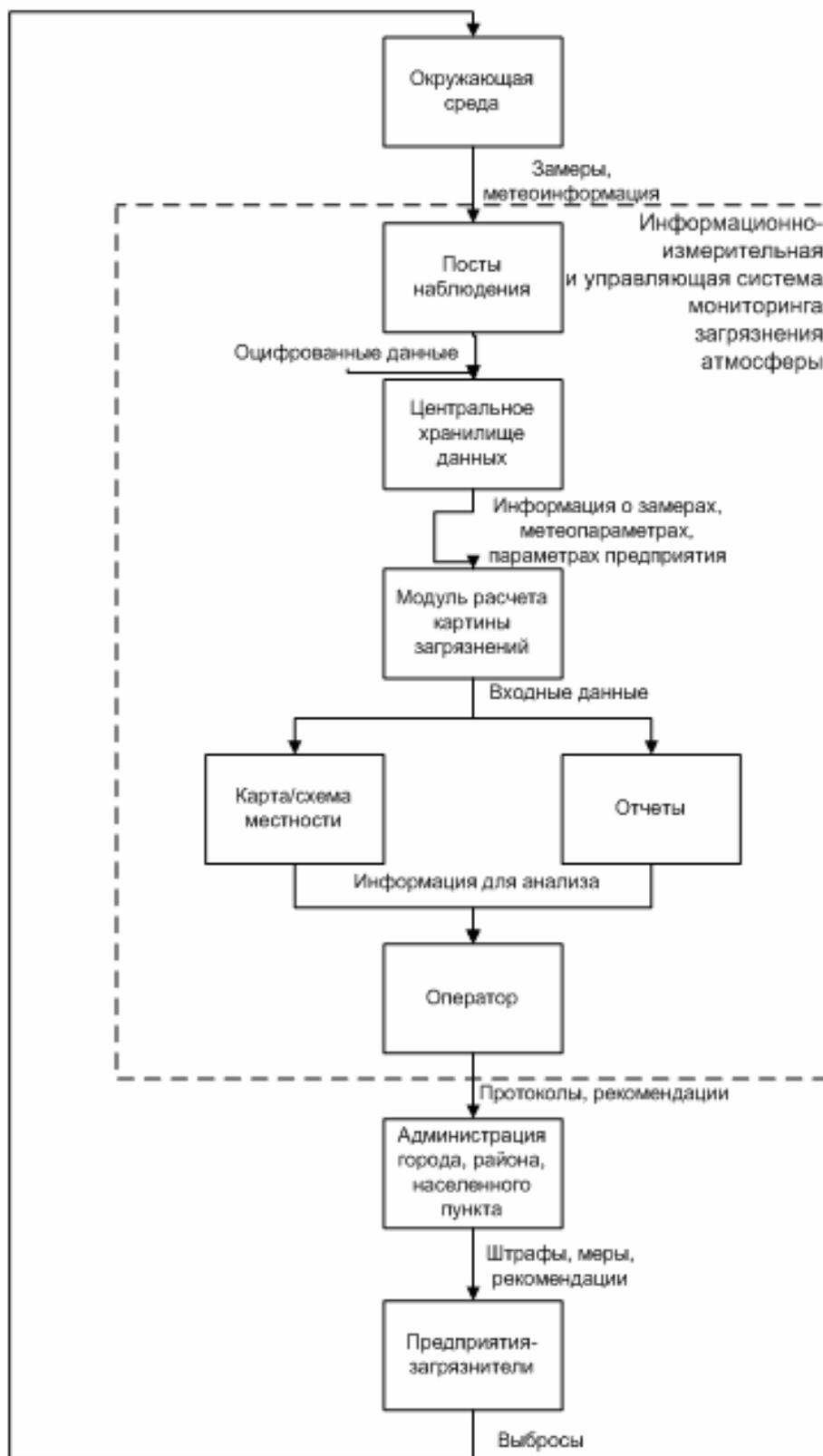


Рис.2. Алгоритм формирования информационно-измерительной и управляющей системы мониторинга загрязнения атмосферы

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].

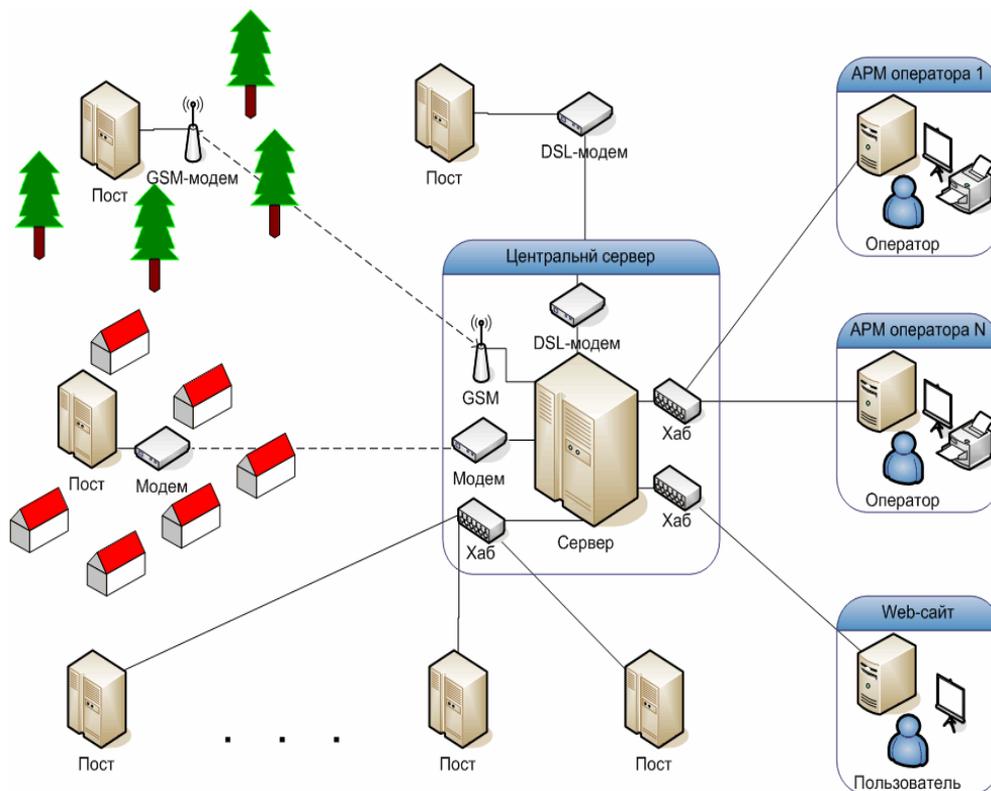


Рис.3. Структура подсистемы сбора и анализа экологической информации

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;

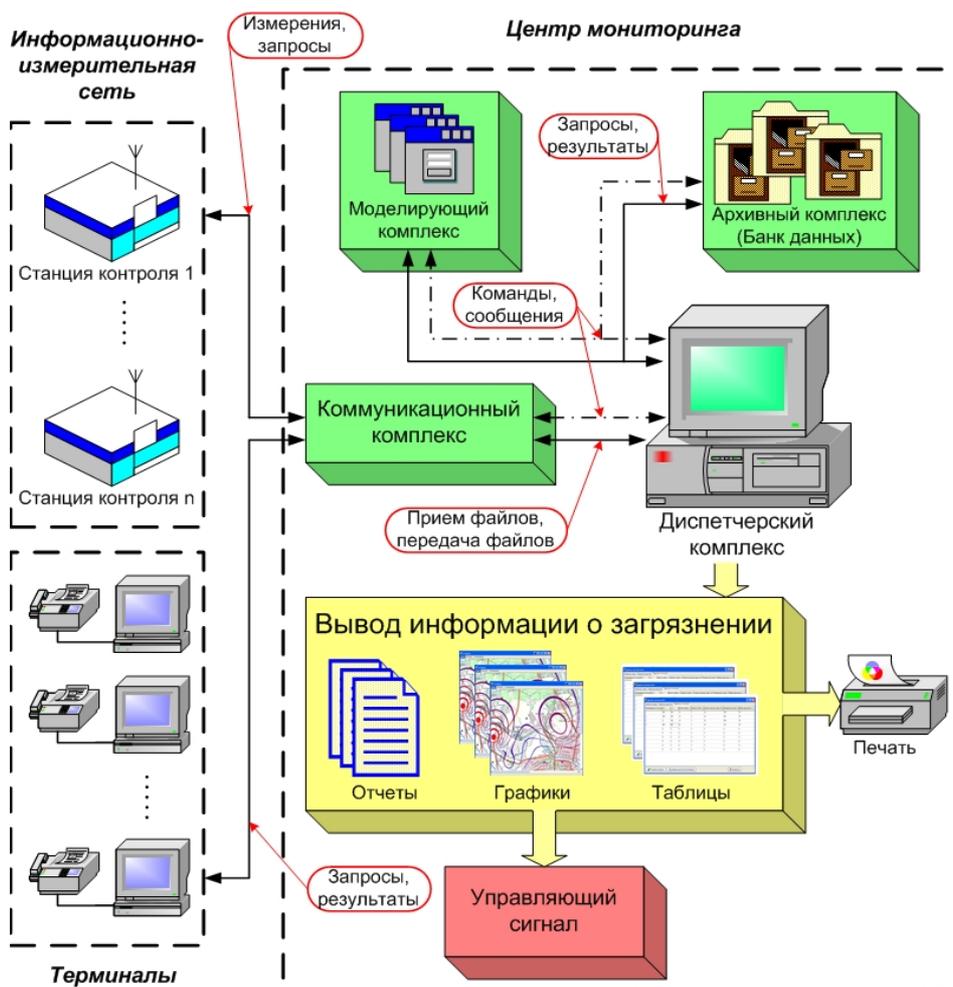
4) принцип непрерывного развития системы, в соответствии с которым количество решаемых задач непрерывно увеличивается, причем новые задачи не заменяют уже внедренные;

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 рисунке.



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*

## МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ГИДРОСФЕРЫ

### ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОБРАЩЕНИИ С НЕФТЕПРОДУКТАМИ НА ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Ю.Г. Подрезова, С.И. Нифталиев

Воронежский государственный университет инженерных технологий,  
г. Воронеж

В России нефть и нефтепродукты являются одними из наиболее распространенных загрязнителей. Поверхностные воды суши – реки и озера в России в той или иной степени загрязнены нефтепродуктами повсеместно. Нефтепродукты обнаруживаются практически в любом водоеме (даже в Байкале). Концентрация нефти и нефтепродуктов является параметром, который измеряется как на постах Росгидромета (в поверхностных водах), так и Роспотребнадзором (в водоемах 1 и 2 категории и в источниках питьевой воды).

Непереработанная нефть попадает в водоемы в основном в процессе добычи, транспортировки и перегрузки, в первую очередь – в результате утечек из нефтепроводов. Именно этим путем в России в водоемы попадает наибольшая часть нефти.

Практически все нефтяные компании в том или ином виде сообщают населению о порывах, произошедших на эксплуатируемых ими нефтепроводах и об объемах утечки нефти. Однако, в целом (за исключением ОАО «Роснефть»), данные о количестве порывов нефтепроводов в материалах компаний или не представлены или представлены в форме, не дающей возможности оценить общее состояние дел с порывами и провести сравнение с другими компаниями. В отношении объемов разлитой нефти, ситуация еще хуже.

Для ликвидации тонких радужных пленок и скопления нефти в недоступных для НМС или скиммеров местах, используются методы «второго эшелона» – физико-химические и биологические. В основу этих методов положены процессы разрушения пленок нефти с помощью СПАВ (диспергирования), сорбции пленочной и эмульгированной нефти природными и синтетическими сорбентами [1], разрушения углеводородов нефти нефтеокисляющими микроорганизмами.

Потери нефти и ее разливы на поверхность в России в последние годы, вероятнее всего, составляют несколько миллионов тонн в год. При этом не наблюдается явных признаков сокращения этого объема. Большая часть утечек нефти связана со старостью трубопроводов, что усугубляется попытками нефтяных компаний сэкономить на замене нефтепроводов. Количество порывов нефтепроводов в год (с экологическими последствиями) существенно превышает 10 тысяч и в последние годы не убывает, а, скорее всего, растет.

### Список литературы

1. Подрезова Ю.Г., Нифталиев С.И., Перегудов Ю.С. Ферромагнитный сорбент для сбора нефти сводной поверхности// Экология и промышленность России. 2012 г. Октябрь.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АНАТОМО-МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОДНЫХ РАСТЕНИЙ ДЛЯ БИОИНДИКАЦИИ КАЧЕСТВА ВОДНОЙ СРЕДЫ

М.Н. Кислицина, Г.Г. Борисова  
Уральский федеральный университет  
им. первого Президента России Б.Н. Ельцина,  
г. Екатеринбург

В настоящее время мониторинг водных объектов осуществляется с применением химико-аналитических методов и базируется на нормативах качества и предельно допустимых воздействий на водную среду.

Наряду с этим, получили распространение биоиндикационные методы, основанные на учете реакции живых организмов на загрязнение среды их обитания. Для оценки качества воды в роли биоиндикаторов чаще всего используются макробентосные беспозвоночные животные [1]. В то же время, возможности использования водных макрофитов для биондикации состояния гидрэкосистем изучены недостаточно.

В связи с этим, целью данной работы было выявление изменений параметров мезоструктуры листа водных растений (на примере *Elodea densa* Planch.) при выращивании в среде с повышенным содержанием органических и неорганических поллютантов. Побеги *E. densa* выращивали в течение 60 дней на 5 %-й среде Хогланда-Арнона (контроль). В опытные сосуды были добавлены резорцин (в концентрациях 0,1; 1; 10 мг/л), никель (в концентрации 0,05 мг/л) и их комбинации. Новые побеги, сформированные за время инкубации, были зафиксированы в 3,5 % глутаровом альдегиде в фосфатном буфере (рН=7,2) для последующего определения анатомических показателей листа (параметров мезоструктуры) согласно методике [2].

Проведенные исследования показали, что листья *E. densa*, инкубированные в присутствии органических и неорганических поллютантов, отличались по анатомо-морфологическим параметрам.

Наибольший прирост побегов *E. densa* наблюдался в вариантах с максимальной концентрацией резорцина (10 мг/л) как в комбинации с никелем, так и без него. Однако при инкубировании побегов в среде, содержащей только никель, прирост был минимальным и общее состояние побегов было наихудшим по сравнению с контролем и остальными вариантами опыта.

Площадь поверхности и объем клеток *E. densa*, инкубированной в среде с никелем, были меньше на 21 % и 23 % по сравнению с контролем. Резорцин в различных концентрациях, в том числе в комбинациях с никелем, напротив,

вызывал увеличение площади поверхности на 11–50 % и объема клеток на 17–92 % по сравнению с контролем.

Сравнительный анализ мезоструктуры фотосинтетического аппарата *E. densa* показал, что количество хлоропластов в клетках во всех вариантах опыта, где присутствовал резорцин или комбинация резорцина с никелем, было больше на 13–70 % по сравнению с контролем. Но при инкубировании растений в среде, содержащей только никель, происходило существенное снижение количества хлоропластов по сравнению с контролем и другими вариантами опыта.

Таким образом, показано, что в присутствии резорцина наблюдалось увеличение прироста побегов, площади поверхности, объема клеток и количества хлоропластов по сравнению с контролем. Комбинации резорцина с никелем не оказывали противоположного эффекта на исследованные показатели у элодеи. Однако в среде, содержащей только никель, наблюдался обратный эффект: все характеристики снижались по сравнению с другими вариантами. Полученные данные позволяют сделать заключение о том, что наиболее токсичным из исследованных поллютантов является никель, но в комбинации с резорцином его токсичность снижается. Параметры мезоструктуры достаточно чувствительны к действию поллютантов, а значит, могут быть использованы в биоиндикационных методах при комплексном анализе качества водной среды.

### Список литературы

1. Изотов А.А. Использование высших водных растений как индикаторов состояния окружающей среды: автореф. дисс. ... канд. биол. наук / А.А. Изотов. – Калуга, 2003. – 31 с.

2. Мокроносков А.Т. Методика количественной оценки и функциональной активности фотосинтезирующих тканей и органов / А.Т. Мокроносков, Р.А. Борзенкова // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции ВНИИ растениеводства, 1978. – Т. 61. - Вып. 3. – С. 119–133.

## 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. Водохранилища 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 биоразнообразие водоемов.

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

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).

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.

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

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:

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

где  $N$  – абсолютная численность рыб, шт.;  $S_{оз.}$  – 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.

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.

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

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 напрямую зависит от качества и объемов кормовой базы.

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.

## МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ БИОСФЕРЫ

### ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПАХОТНЫХ ПОЧВАХ УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.А. Терехина, В.Н. Горбачев, Е.А. Климентова, Л.Н. Лукичева  
Ульяновский государственный университет,  
г. Ульяновск

Металлы в низких концентрациях являются важнейшим компонентом почв, их содержание обусловлено нахождением химических элементов в материнской породе и определяется геологическими и почвообразующими условиями. Ряд металлов (Cu, Zn, Ni и др.) неотъемлемы для протекания почвенных процессов и поддержания жизнеспособности растений. Значительная часть техногенно – рассеянных в атмосфере металлов осаждаются на почвенном покрове – природном буфере. Привнесение человечеством «дополнительной дозы» металлов в почвенные слои в результате осуществления хозяйственной деятельности сильно меняет природную среду, что пагубно отражается на продукции растениеводства и животноводства [1]. Самоочищение почв протекает длительное время путем выщелачивания, эрозии, дефляции, потребления растениями. Период полуудаления тяжелых металлов из почвы составляет в зависимости от типа почвы для: цинка - 70 – 510 лет; кадмия - 13 - 110 лет; меди - 310 – 1500 лет; свинца - 740 – 5900 лет [2].

В связи с этим мониторинг загрязнения почв тяжелыми металлами приобретает большую значимость в системе длительных наблюдений за компонентами биосферы.

Были рассмотрены и проанализированы результаты агрохимических обследований пахотных почв за период с 1995 по 2011 гг, проведенные специалистами ФГУЧ "САС "УЛЬЯНОВСКАЯ". На протяжении указанного временного отрезка контролировались показатели свинца, кадмия, цинка, меди, никеля в 21 административном районе Ульяновской области.

Среднее значение средневзвешенных валовых концентраций свинца превосходит в 2 раза содержание его в литосфере, но не выходит за пороговые значения, установленные для почв России [3]. Во всех административных районах области содержание свинца не превышает ПДК. Исключением стал Сенгилеевский район, в котором в 1999 г. было зафиксировано повышенное содержание свинца (в среднем 33,96 мг/кг) на 0,3 % земель от обследованных территорий. Средняя концентрация свинца в почвенном слое Сенгилеевского района составила примерно 32,98175 мг/кг, что доказывает что в целом загрязненность ТМ района невелика. Сравнительный анализ концентраций показал, что в Радищевском, Старокулаткинском, Старомайском, Ульяновском районах средневзвешенное количество свинца несколько выше, чем в остальных.

В большинстве обследованных почвах содержание кадмия незначительно больше его содержания в литосфере, но в нескольких районах были выявлены загрязненные участки (рис.1). В Карсунском, Майнском, Мелекесском, Николаевском, Сенгилеевском, Старокулаткинском, Сурском районах концентрация Cd оказалась выше предельно допустимой на территориях от 0,4 до 5 %. Подсчет средневзвешенного значения содержания кадмия показал, что в наибольшей степени загрязнены Павловский, Сенгилеевский, Старокулаткинский районы области. Соединения кадмия в 100 раз более растворимы, чем соединения свинца, поэтому превышение фоновых концентраций свидетельствует об антропогенном загрязнении пахотного слоя почвы.

Соединения свинца и кадмия довольно активно связываются с органическим веществом почвы. Это подтверждается их положительной корреляцией с гумусом, примером чего могут стать Карсунский, Радищевский, Сенгилеевский, Сурский, Ульяновский районы.

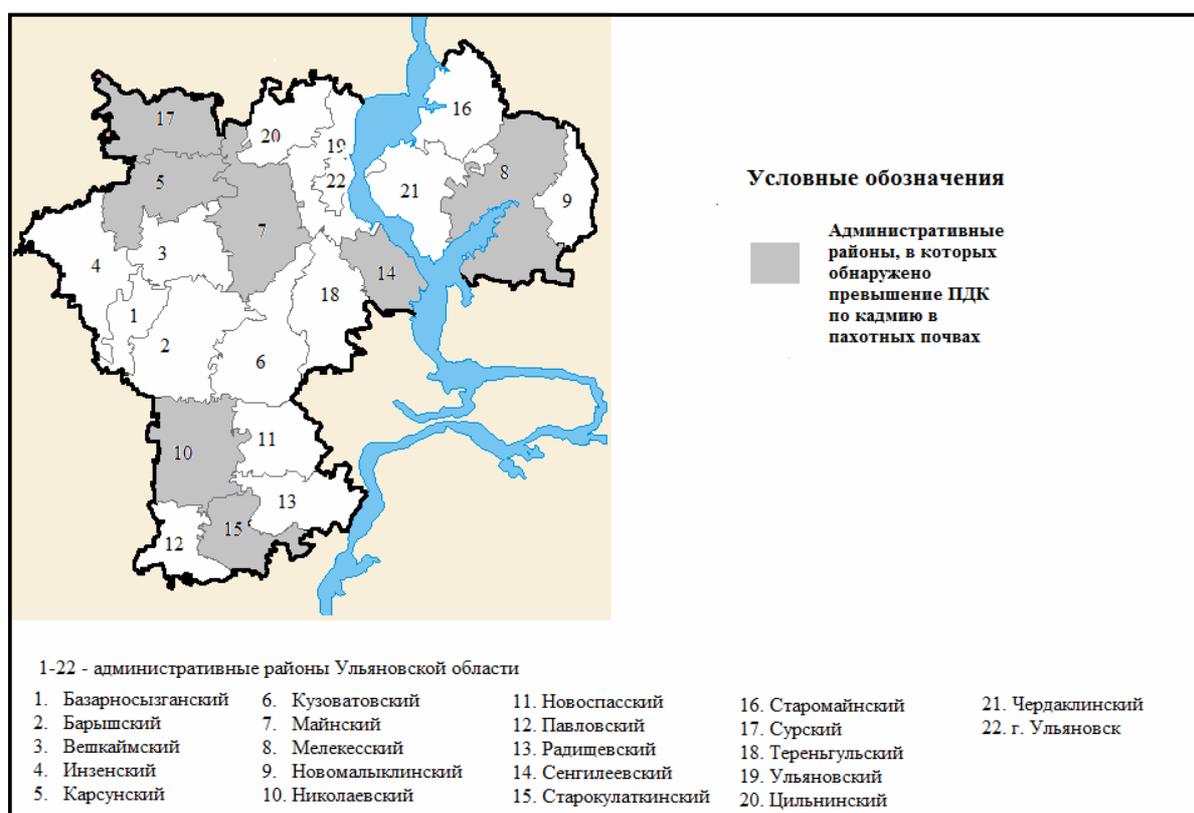


Рис.1. Административные районы, в пахотных почвах которых обнаружено превышение ПДК по кадмию

Превышение предельно допустимых концентраций по цинку и меди не было установлено ни в одном районе Ульяновской области. Максимальная средняя концентрация цинка, равная примерно 56,6 мг/кг, зафиксирована в Цильнинском районе, а в Мелекесском, Новоспасском, Чердаклинском - несколько ниже. Пахотные почвы Тереньгульского и Цильнинского районов содержат соединений меди больше по сравнению с землями других районов, а

Цильнинский район отличается еще и максимальной по области концентрацией цинка.

Превышение предельно допустимой концентрации по никелю было зафиксировано на территории Инзенского, Кузоватовского, Мелекесского, Новоспасского, Сурского, Чердаклинского районах (рис.2). Отмечено, что в Кузоватовском районе наибольшая средняя средневзвешенная концентрация данного элемента.

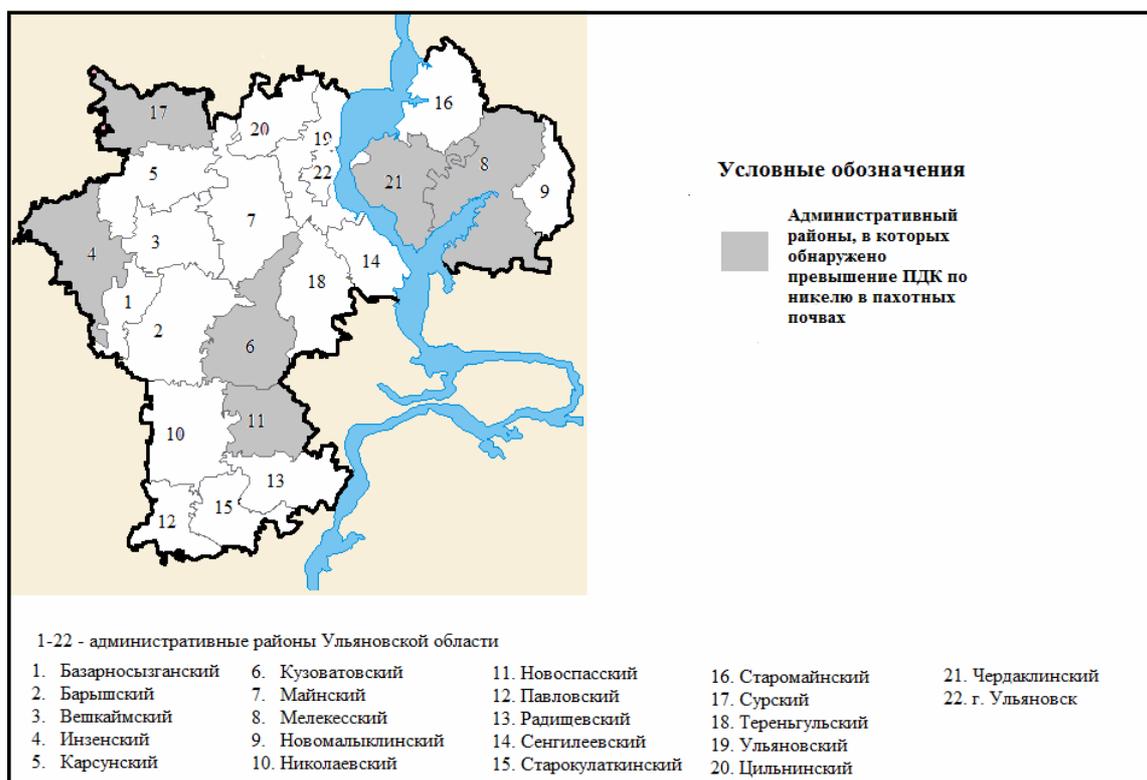


Рис. 2. Административные районы, в пахотных почвах которых отмечено превышение ПДК по никелю

Самыми благополучными в отношении ТМ можно считать Базарносызганский и Барышский районы. В пахотных почвах на их территории с 1995 по 2011 гг. концентрация ТМ оставалась самой низкой.

Динамика изменения содержания тяжелых металлов в пахотных почвах Ульяновской области не стремительная. Довольно резких скачков показателей не наблюдалось, что говорит о том, что концентрации ТМ обусловлена природными факторами. При этом влияние антропогенной нагрузки на окружающую среду не исключается, а лишь отражается на локальных участках. Средневзвешенные концентрации содержания тяжелых металлов в пахотных почвах районов не значительно превосходят фоновые, однако это не является аргументом для снятия проблем загрязнения почв ТМ и поиска способов очищения пахотных почв.

### Список литературы

1. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в агроландшафте.- СПб.: ПИЯФ РАН, 2008. – 216 с.
2. Котова Д.Л. Методы контроля качества почв / Т.А. Девятова, Т.А. Крысанова, Н.К.Бабенко, В.А. Крысанов. – Воронеж, 2007. – 106 с.
3. Ягодин Б.А. Агрохимия / Ю.П. Жуков, В.И.Кобзаренко. – М.: Колос, 2002. – 583 с.

## ХОРОЛОГИЧЕСКОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЫТКОЙ ЯЩЕРИЦЫ ТРАНСФОРМИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ (*LACERTA AGILIS* LINNAEUS, 1758)

Д.И. Галицын  
Уральский федеральный университет  
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина,  
г. Екатеринбург

Прыткая ящерица, как типичный представитель лацертидных ящериц, исторически является популярным объектом исследований. Биология этого вида изучена едва ли не наиболее полно среди рептилий [2]. Также разработан ряд признаков-маркеров, позволяющих выделить особенности определенных территориальных групп, входящих в состав природных сообществ. *L. agilis* – широкоареальный вид, населяющий разнообразные биотопы лесостепной и степной зоны, в том числе, урбанизированные территории с разной степенью техногенной трансформации.

Известно, что по территории Среднего Урала проходит северная граница распространения *L. agilis*. Это крупный центр развития промышленных предприятий. Кроме того, в настоящее время наблюдается тенденция к расселению *L. agilis* за пределы своего прежнего ареала, благодаря наличию зон тепловых аномалий вдоль коммуникаций [1]. Это определяет интерес изучения популяций *L. agilis* как потенциального объекта для использования в системе мониторинга состояния сообществ трансформированных территорий. Сведений о характере территориального распределения *L. agilis* на Среднем Урале немного – чаще всего это данные, включенные в общие труды по фауне позвоночных животных Урала [1].

В связи с этим цель данной работы заключалась в изучении особенностей хорологического распределения *L. agilis* на территориях с разной степенью техногенной трансформации.

Сбор данных осуществляли в 2011-2012 гг. во время полевых экскурсий. Также использовали материал коллекции Института экологии растений и животных УрО РАН.

При изучении пространственных группировок прыткой ящерицы трансформированных территорий, были выбраны участки постоянного обитания данного вида, составляющие градиент техногенной трансформации:

1. Зона многоэтажной застройки г. Каменска-Уральского;
2. Окрестности ж/д станции Кунавино Каменского района;
3. Окрестности п. Новый Бугалыш Красноуфимского района.

Оценивали плотность населения *L. agilis* (особей на гектар) методом маршрутных учетов [2]. Ширина учетной полосы составляла 2 м. Средняя длина маршрута составляла 2 км. Общая протяженность учетных маршрутов составила около 65 км. Также анализировали частоту встречаемости особей с автотомированными хвостами для косвенной оценки пресса хищников [3]. Определяли соотношение полов среди таких животных. На основании территориальности *L. agilis* определяли характер распределения особей в местообитаниях.

По результатам учета пространственного распределения установлено, что наибольшая плотность населения *L. agilis* характерна для остепненных склонов поймы р. Исеть в черте г. Каменска-Уральского. Это открытые, хорошо прогреваемые участки в зоне многоэтажной застройки, где в среднем отмечалось 152 ос/га. Для других локалитетов характерны более низкие показатели: в окрестностях п. Новый Бугалыш и ст. Кунавино 84 и 38 ос/га соответственно.

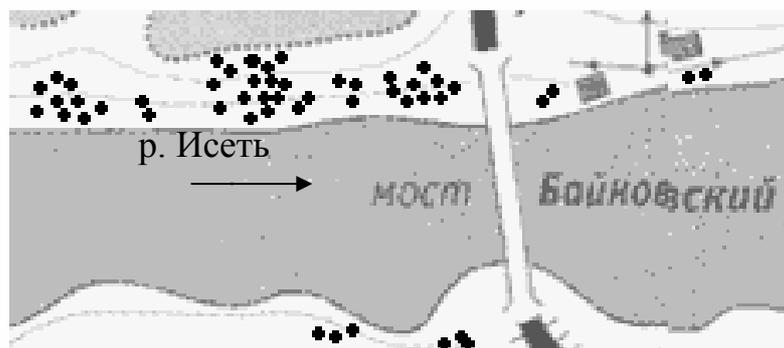
Повышенная плотность населения прыткой ящерицы в зоне многоэтажной застройки свидетельствует о высокой адаптивности этого вида. Данный характер техногенной трансформации не ведет к угнетению популяции, в особенности, если сохраняются или вновь создаются подходящие местообитания.

Что касается процента травмированных особей то то в зоне малоэтажной застройки, окрестностях ст. Кунавино и п. Новый Бугалыш частота травматизма составила 26, 8 и 3 % соответственно. Т.е. наблюдается тенденция к росту этого показателя в градиенте техногенной трансформации ландшафта. Вероятно, это обусловлено повышенным прессом хищников при сокращении численности других видов-жертв. Таким образом, роль *L. agilis* как кормового объекта для более высоких трофических уровней в условиях техногенной нагрузки возрастает. Среди травмированных особей доля самок составляла от 58 до 89 %, что можно объяснить их численным превосходством в данных группах.

Относительно хорологического распределения особей *L. agilis* можно отметить его неоднородность: мелкие группы особей в пределах биотопов распределены неравномерно. Чаще всего они образуют мозаичный узор (рисунок). Реже группы разделяются пространствами, не имеющими постоянного населения.

Полученные данные свидетельствуют о парцеллярном характере поселения *L. agilis* на трансформированных территориях. Особенно ярко это выражается при высокой плотности населения. Известно, что характерной особенностью образа жизни *L. agilis* является территориальность (в особенности, это касается самцов). Даже во время репродуктивного периода животные не уходят за пределы своей территории. Радиус их индивидуальной активности даже на протяжении нескольких сезонов остается малым (в среднем

не превышает 6–8 м). Молодые животные чаще всего селятся на уже занятом участке биотопа.



Распределение прыткой ящерицы в черте г. Каменска-Уральского (территории отдельных особей показаны точками)

Если считать парцеллярный характер распределения прыткой ящерицы за исходный, то при сопоставлении полученных данных с литературными [2, 4, 5] можно заключить, что в более мелком масштабе отдельные парцеллы могут объединяться в более крупные группы с выраженными центрами плотности. Если принять во внимание малые радиусы индивидуальной активности животных, то эти центры плотности могут оказаться изолированными друг от друга в высокой степени. В особенности это касается фрагментированных ландшафтов с выраженной техногенной нагрузкой.

Все вышесказанное позволяет заключить, что наличие и характерные особенности прыткой ящерицы в зонах антропогенной трансформации делают её не только важным компонентом техногенных ландшафтов, но и определяют интерес её изучения как тест-объекта при диагностике состояния сообществ данных территорий.

### Список литературы

1. Вершинин В.Л. Амфибии и рептилии Урала / В.Л. Вершинин – Екатеринбург: УрО РАН, 2007. – 170 с.
2. Даревский И.С. Систематика и внутривидовая структура / И.С. Даревский // Прыткая ящерица. М., 1976. - С. 53–92.
3. Тертышников М.Ф. Среда обитания / М.Ф. Тертышников // Прыткая ящерица. – М.: Наука, 1976. - С. 162–178.
4. Хабибуллин В.Ф. Иерархический подход в изучении пространственного размещения прыткой ящерицы *Lacerta agilis* в фрагментированном ландшафте / В.Ф. Хабибуллин // Вопросы герпетологии: матер. IV съезда Герпетол. общ-ва им. А.М. Никольского. – СПб, 2011. - С. 288–293.
5. Хайрутдинов И.З. К изучению половой структуры популяций прыткой ящерицы (*Lacerta agilis*) трансформированных территорий / И.З. Хайрутдинов // Ученые записки Казанского государственного университета. Естественные науки. 2009. - Т. 151. - кн. 2. - С. 156–161.

## 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 туберкулезом. 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 туберкулезом, не являвшихся носителями ВИЧ. Л.Б. Худзик и соавт. установили, что основной предпосылкой для развития туберкулеза по остропрогрессирующему 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. Казмирова 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 остропрогрессирующих 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.

## АНАЛИЗ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ТУБЕРКУЛЕЗОМ В ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

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

За последние несколько лет ситуация с заболеваемостью туберкулезом в России осложнилась [1]. В целом по Российской Федерации этот показатель с 1991 г. (34,0 на 100 000 населения) увеличился на 5,3 %. В числе основных причин роста заболеваемости туберкулезом - социально-экономическая нестабильность в России, усиление миграционных процессов из территорий стран СНГ, неблагополучных по туберкулезу и из зон национальных конфликтов.

В Тульской области несмотря на то, что за последние 15 лет заболеваемость населения несколько снизилась, эпидемиологическая ситуация характеризуется как напряженная (рис.1).

На эпидемиологическую ситуацию продолжают оказывать неблагоприятное влияние социально-экономические факторы: рост безработицы, числа лиц, находящихся за чертой бедности, хронические стрессовые состояния. Свою роль играет увеличившаяся миграция населения, возрастание числа лиц БОМЖ и прибывших из мест лишения свободы, где уровень заболеваемости в десятки раз выше, чем среди всего населения. Самые высокие показатели заболеваемости туберкулезом постоянного населения были зарегистрированы в 2004 году (78,4 на 100 тысяч населения) [2].

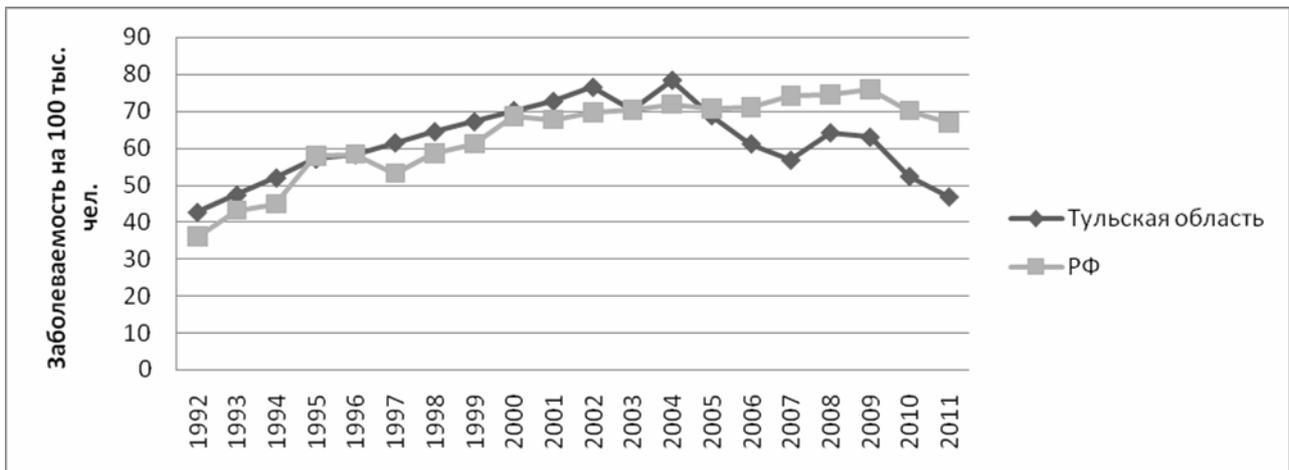


Рис. 1. Динамика заболеваемости туберкулезом населения Тульской области в сравнении с Российской Федерацией за период с 1992 по 2011 гг. [4,5,6]

В Тульской области ежегодно врачи регистрируют примерно 1000 впервые заболевших. В 2008 году - 1290 человек, в 2009 году - 1390, в 2010 - 1077. Существенное влияние на заболеваемость оказывает наличие на территории области исправительных колоний УФСИН РФ и большое число

мигрантов. Так, среди осужденных в 2010 году было выявлено 130 впервые заболевших, а из прибывших в область иностранцев - 62 туберкулезных больных.

В Арсеньевском, Веневском, Заокском, Белевском, Киреевском и Щекинском районах заболеваемость в 1,5 раза выше, чем в среднем по области.

По результатам проверок в 2007 году было выявлено, что только 9 % фтизиатрических стационаров соответствуют санитарно-гигиеническим требованиям.

В 2009 году из-за несоответствия санитарным нормам приостанавливалась деятельность ГУЗ «Тульский областной противотуберкулезный диспансер №4». В 2009 году была заморожена областная целевая программа «Развитие здравоохранения Тульской области на 2009-2010 годы», которая предусматривала выделение 17 миллионов рублей на укрепление материально-технической базы лечебно-профилактических учреждений фтизиатрического профиля.

По г. Тула интенсивный показатель первичного выхода на инвалидность по туберкулезу составил в 2011г. - 1.49. Наиболее распространенными и инвалидизирующими формами туберкулезной инфекции являются: диссеминированный, инфильтративный и фиброзно-кавернозный туберкулез. Формы являются высококонтагиозными, с большим количеством активных форм с бацилловыделением (50,2 %). Из 170 инвалидов с этими формами туберкулеза: ВИЧ - инфицировано – 11,9 % инвалидов. У 30,2 % больных выявлена первичная множественная лекарственная устойчивость (54 % в 2010г.; 60 % в 2009г.) [3].

В 2011 году значительно возросло количество диссеминированных форм туберкулеза, что свидетельствует о некачественных профилактических осмотрах по раннему выявлению туберкулеза, неполном охвате работающего контингента. Диспансеризация с активными формами туберкулеза также проводится недостаточно качественно. В ряде случаев больные туберкулезом злоупотребляют алкоголем, курением, уклоняются от основных курсов лечения, проходят их короткими курсами с нарушением режима, зачастую отказываются от ежегодного санаторного лечения, профилактические курсы проходят нерегулярно. Из общего количества впервые освидетельствованных больных туберкулезом трудоспособного возраста - 173 человека (86,1%) - социально незащищенные лица.

Женщины составляют 22,3 % среди общего количества инвалидов по туберкулезу.

В 2011 году среди постоянных жителей области зарегистрировано 724 случая заболевания туберкулезом, показатель заболеваемости 46,9 на 100 тыс. населения, что ниже уровня 2010 года на 10,9 % (807 случаев, показатель заболеваемости 52,4 на 100 тыс. населения) и ниже уровня РФ (66,7 на 100 тыс. нас.) на 30 % (рисунок 1) [6].

В 15 муниципальных образованиях области показатели заболеваемости превышают среднеобластной: в Алексинском (54,0), Арсеньевском (49,2), Богородицком (50,5), Веневском (65,3), Воловском (51,5), Каменском (73,7),

Киреевском (61,3), Куркинском (83,3), Ленинском (49,1), Суворовском (66,7), Тепло-Огаревском (63,0), Узловском (53,0), Чернском (98,0), Щекинском (54,5), Ясногорском (61,3) районах.

С 2006 года количество случаев туберкулеза у детей до 14 лет практически остается на одном уровне, в 2011 году зарегистрировано 32 случая, показатель на 100 тыс. населения – 15,9.

Среди подростков 15-17 лет зарегистрировано 8 случаев, показатель на 100 тыс. нас. - 15,9 (в 2010 г. – 4 случая, показатель – 7,6), что ниже среднемноголетнего уровня на 31%.

Охват прививками новорожденных в роддоме на протяжении последних 4-х лет остается на низком уровне: в 2011 г. - 85,8 %, 2010 г. – 88,7 %, 2009 г. – 89,6 %, 2008 г. – 82,9 %, 2007 г. - 86,2%. В 89 % причин не проведения прививок в роддоме являются медицинские отводы. Растет уровень естественной инфицированности туберкулезом детей, который в возрасте 7 лет составил – 89,6 %, в 14 лет – 95,6 %, что свидетельствует о неблагоприятной эпидемической ситуации, широкой распространенности туберкулеза среди населения.

Доля больных, выявленных при активном обследовании (всеми методами) 41,7 %. В 2011 году осмотрено на туберкулез 99,2 % подлежащих декретированных контингентов, выявлено 58 больных туберкулезом, из них 34 - при профосмотре (58,6 %).

Представляется интересным рассмотрение экологической обстановки в Тульской области и в Туле в частности как фактора, воздействующего на распространение туберкулеза.

Атмосферный воздух относится к числу приоритетных факторов окружающей среды, оказывающих непосредственное влияние на здоровье населения. Присутствие в загрязнителях атмосферного воздуха углекислого газа, пыли, оксида азота и кремния, солей металлов отрицательно сказывается на заболеваемости туберкулезом. Основными загрязнителями атмосферы города являются предприятия черной металлургии. Среди основных загрязнителей атмосферы Тульской области следует отметить следующие: Черепетская ГРЭС им. Д.Г. Жимерина (г. Суворов), ОАО «Тулачермет» (г. Тула), ОАО «НАК «Азот» (г. Новомосковск), ОАО «Косогорский металлургический завод» (г. Тула), ОАО «Щекиноазот» филиал "Первомайская ТЭЦ" (Щекинский район), ОАО «Квадра - генерирующая компания» филиал «Центральная генерация» ПП "Новомосковская ГРЭС" (г. Новомосковск), ОАО «Ванадий-Тула» (г. Тула), ОАО «Квадра - генерирующая компания» филиал «Центральная генерация» ПП "Алексинская ТЭЦ" (г. Алексин).

В Тульской области наиболее значимые превышения ПДК в атмосферном воздухе регистрируются по следующим загрязняющим веществам: взвешенные вещества, углерода оксид, азота диоксид, формальдегид, соединения тяжелых металлов. В Туле как повышенная и определяется концентрациями формальдегида, бенз/а/пирена, аммиака, диоксида азота, оксида углерода.

Выбросы в атмосферу загрязняющих веществ от стационарных источников за 2011 год составили 183,5 тыс. тонн/год из них:

- твердые частицы – 67,06 тыс. т.;
- диоксид серы – 17,89 тыс. т.;
- оксид углерода – 59,15 тыс. т.;
- оксиды азота – 24,73 тыс. т.;
- углеводороды (без ЛОС) – 7,74 тыс. т.;
- летучие органические соединения – 2,87 тыс. т.;
- прочие жидкие и газообразные вещества – 4,03 тыс. т.

Автотранспорт оказывает существенное влияние на качество атмосферы города: практически на всех селитебных территориях, расположенных в центре города, в результате выбросов от автотранспорта ПДК диоксида азота, а во многих случаях и свинца, превышена. В местах, непосредственно примыкающих к автомагистралям с наибольшей интенсивностью движения, это превышение достигает нескольких раз.

Негативное влияние автотранспорта на окружающую среду возрастает с увеличением количества автомашин в городе. По данным ГИБДД Тульской области за последние 20 лет количество автомобилей в г. Туле возросло более, чем в 6,8 раз (Рис. 2). В таблице приведены основные загрязняющие вещества, выделяемые автотранспортом, а также величина их валового выброса за 2011 г. для Тулы.

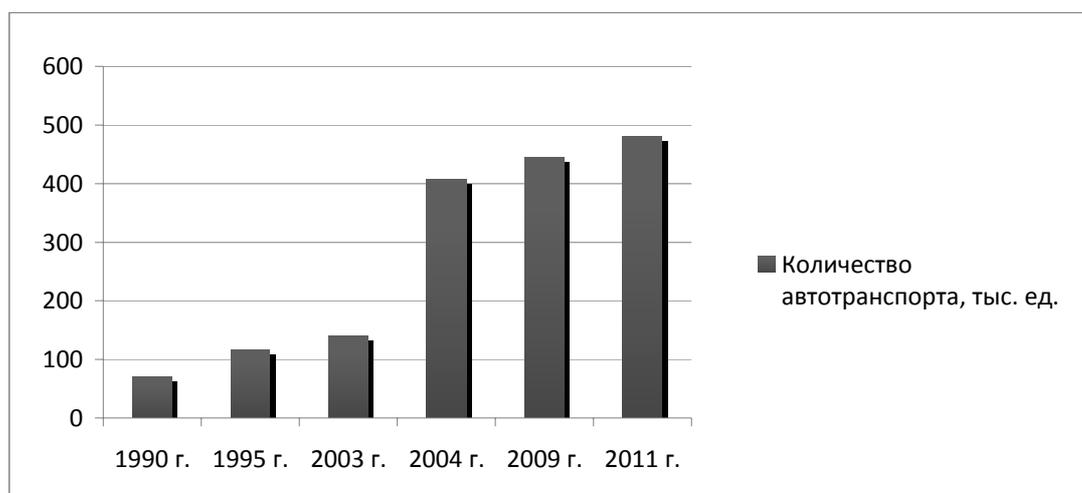


Рис.2. Динамика количества автотранспорта в г. Тула за период с 1990 г. по 2011 г.

#### Валовый выброс от автотранспорта по г. Тула за 2011 г.

Количество АТС, ед.	$SO_2$	$NOx$	ЛОС	$CO$	Сажа	Всего
479651	2,572	42,040	21,978	114,884	0,804	182,278

Основные автомагистрали города: пр-т Ленина, Советская, Красноармейский пр-т, улицы Октябрьская, Пролетарская, Староникитская, Оборонная, Демонстрации, Первомайская, 9 Мая, Ложевая, Металлургов.

В период с середины 90-х гг. на протяжении 10 лет валовый выброс загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников по Тульской

области снижался. Последние же несколько лет количество вредных веществ, поступающих в атмосферу, стало постепенно возрастать. Наибольшая величина валовых выбросов характерна для Тулы, Суворовского, Новомосковского, Щекинского, Ефремовского районов.

Таким образом, можно говорить о значительной антропогенной нагрузке для атмосферного воздуха г. Тулы, в том числе такими веществами, как пыль, углекислый газ, оксиды азота, которые оказывают влияние на заболеваемость туберкулезом. В связи с этим представляет интерес выявление зависимостей между загрязнением атмосферы этими веществами и распространенностью туберкулеза.

### **Список литературы**

1. Хоменко А.Г. Туберкулез. Руководство для врачей / под ред. А.Г. Хоменко - М.: Медицина, 1996. - 496 с.

2. О заболеваемости туберкулезом и мерах профилактики. // Материалы сайта Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Тульской области URL:[http://71.rospotrebnadzor.ru/c/journal/view\\_article\\_content?groupId=10156&articleId=111146&version=1.0](http://71.rospotrebnadzor.ru/c/journal/view_article_content?groupId=10156&articleId=111146&version=1.0).

3. Анализ первичной инвалидности вследствие туберкулезной инфекции за 2011 год // Материалы сайта ФКУ «Главное бюро медико-социальной экспертизы по Тульской области» URL:<http://www.mse71.ru/news/251-23032012->

4. Государственный доклад «О санитарно-эпидемиологической обстановке в Тульской области в 2009 году» / под ред. Шишкиной Л.И. – Тула - 2010. - 172 с.

5. Государственный доклад «О санитарно-эпидемиологической обстановке в Тульской области в 2010 году» / под ред. Данилиной Л.Н. – Тула - 2011. – 172 с.

6. Государственный доклад «О санитарно-эпидемиологической обстановке в Тульской области в 2011 году» / под ред. Данилиной Л.Н. – Тула - 2012. – 193 с.

# ПЕРЕРАБОТКА УГЛЕЙ, ПРОМЫШЛЕННЫХ И БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

## ТЕРМОЛИТИЧЕСКАЯ РЕКУПЕРАЦИЯ УГЛЕВОДОРОДНЫХ КОМПОНЕНТОВ ИЗ НЕФТЯНЫХ ШЛАМОВ

И.П. Широков, Р.И. Кузьмина  
Саратовский государственный университет,  
г. Саратов

Последствием добычи, транспортировки и хранения нефти, а так же производства нефтепродуктов, является скопление нефтешлама в амбарах, емкостях, отстойных прудах. Нефтяные отходы не только негативно воздействуют практически на все компоненты природной среды – они одновременно относятся к вторичным материальным ресурсам и по химическому составу могут быть использованы в промышленности наравне в первичным сырьем.

В ходе исследования моделируется способ переработки нефтяных шламов различного состава с получением ценных углеводородных продуктов в широком фракционном составе.

Исходный образец нефтешлама загружается в реактор, который в свою очередь помещается в муфельную печь, где производится его нагревание в интервале температур  $20 - 650^{\circ}\text{C}$  со скоростью  $2-10$  град/мин в условиях ограничения доступа воздуха в реакционную среду.

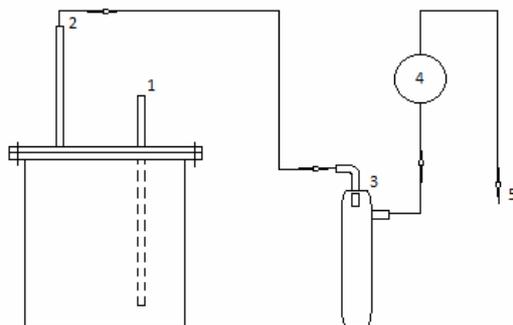


Рис. 1. Схема установки термолитического разложения нефтешлама; где 1 – карман термодатчика, 2 – отводная трубка, 3 – приемник жидкого продукта, 4 – манометр, 5 – линия для сбора газообразных продуктов

До обезвоживания осуществляется этап выделения легких нефтяных фракций в режиме нагрева от температуры перехода нефтешлама в вязкоупругое состояние до температуры начала испарения воды  $90^{\circ}\text{C}$  при скорости нагрева  $1 - 2$  град/мин.

Оставшийся нефтяной шлам без легких фракций подвергается термолитическому разложению с целью обезвоживания в интервале температур от  $90^{\circ}$  до  $120^{\circ}\text{C}$ . В результате остается обезвоженный нефтяной шлам без легких фракций (в смеси

газообразных продуктов хроматографически были выделены алканы ряда  $C_1$ - $C_5$  нормального и изомерного строения, углекислый газ, оксид углерода (II)), из которого путем модифицирования можно получить твердое топливо или композиционное твердое топливо при смешении его с низкосортными видами топлив, такими как сланцы, древесные отходы, бурые угли, торфы и т.д.

Дальнейшая термическая обработка промежуточного продукта может продолжаться далее при температурах от  $120^\circ$  до  $220$ - $250^\circ$  С с целью выделения средних фракций (смесь керосина, лигроина, соляровых фракций, мазута, масел и т.д.), которые путем ступенчатого термостатирования могут быть разделены на ряд более узких фракций.

Остаток с температурой кипения выше  $250^\circ$  С подвергается термообработке с получением смеси продуктов (вазелина, церезина, парафина). При достижении температуры  $450^\circ$  С наблюдается выход и частичная деструкция тяжелых фракций.

Течение всего процесса термолиза сопровождается контролем за скоростью нагревания, что позволяет собрать продукты с максимальным выходом. Оптимальным режимом по скорости нагревания следует принять:

для легких фракций  $v_{н} \leq 2,5$  град/мин, воды –  $2,5$ - $10$  град/мин, средних фракций  $\leq 2,5$  град/мин, тяжелых –  $5$ - $20$  град/мин [1].

Газообразные продукты получены в различных интервалах температур, в том числе и выше  $350^\circ$  С, что позволяет сделать вывод о протекании крекинга высококипящих углеводородов во время термолиза. Хроматографический анализ показал, что в составе газообразных продуктов преобладают метан в количестве до  $28\%$  масс., этан –  $15\%$  масс и пропан – до  $33\%$  масс.

В составе жидких продуктов исследованных образцов нефтешлама преобладает средняя фракция углеводородов ( $150$ - $350^\circ$  С) до  $29\%$  по массе. Тяжелые и остаточные углеводороды представлены в меньшем количестве –  $10,8$  и  $7,9\%$  масс., соответственно.

Специально подобранный режим нагревания для каждой фракции углеводородов дает возможность затрачивать минимально необходимое количество энергии для проведения процесса термолиза, и получать хорошо разделенные фракции продуктов не прибегая к использованию сложного технологического оборудования, как ректификационная колонна.

Процесс был проведен с различными типами нефтешламов, что дает основание расценивать его как универсальный метод переработки любых шламов, а так же других видов тяжелых остатков нефтяной промышленности. Данный метод позволяет получить широкий ассортимент продуктов, способных применяться в качестве различных видов топлива или создания на их основе композиционных материалов.

### Список литературы

1. Патент на изобретение №2193578 от 27 ноября 2002 г. Способ переработки нефтесодержащих шламов. Решетов В.А., Павлов В.Т., Павлов А.Т., Лихачев М.П., Болотский А.Н.

## МАЛООТХОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК СПОСОБ УЛУЧШЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМЫ РАЙОНА

Н.Г. Прокофьева

Тюменский государственный нефтегазовый университет,  
г. Тюмень

Хозяйственная деятельность топливно-энергетического комплекса, развивающегося на территории Западной Сибири, ставит природно-климатические условия под угрозу, препятствуя, тем самым, устойчивому экологическому развитию региона. За время своего существования нефтегазодобывающий комплекс нанес колоссальный ущерб окружающей среде. По оценкам экспертов, в результате аварий на объектах нефтегазодобычи на почвах находится до 4 млн. т нефти. Противоречие между все возрастающим, увеличением промысловой эксплуатации месторождений и исчерпанной возможностью безопасного складирования и хранения отходов на поверхности Земли приводит к проблеме создания эффективных технологий переработки углеродосодержащих отходов. Одним из самых перспективных направлений «борьбы» с нефтешламами с точки зрения, как экологической безопасности, так и получения вторичных полезных продуктов является пиролиз. Он даёт возможность экономически выгодно, экологически чисто, технически относительно просто перерабатывать нефтяные отходы. Наше исследование направлено на модернизацию пиролизного метода утилизации нефтешламов. Суть технологии: без доступа воздуха в реакторе с применением электродугового разряда происходит высокотемпературная пиролизная утилизация нефтешламов. В результате процесса получаем твердый минеральный остаток в виде золы, идущей в отвал, и пиролизный газ. Отличие предлагаемой технологии от существующих – в применении дополнительного электромагнитного насоса-реактора. В компонентном составе газа отмечается большая концентрация водорода и монооксида углерода. Вовлекая их в ресурсооборот за счет конвертации в насосе-реакторе, повышаем потребительские свойства отходов. С помощью модернизации конструкции получаем метанол из синтетического газа, образующегося в результате пиролизной утилизации углеродсодержащих отходов. Малогабаритная, мобильная установка в основе которой лежит малоотходная технология, помогает решать задачу утилизации отходов локально, сокращая расходы, связанные с захоронением нефтешламов и уменьшением экономических затрат на перевозку продукта. Получаемый метанол можно использовать на промыслах в газопроводах для борьбы с гидратообразованием. Предполагается улучшение экологической обстановки в регионах применяемых данную установку, благодаря превращению вредных для окружающей среды соединений в полезные продукты.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ШЛАМОВ ХИМОЧИСТКИ ФИЛИАЛА ОАО «ЖЕЛДОРРЕММАШ»**

Н.А. Прокуда, С.В. Суховерхов, В.Б. Логвинова, Н.В. Полякова  
Институт химии ДВО РАН,  
г. Владивосток

На предприятиях, занимающихся ремонтом подвижного состава железных дорог, образуются отходы различного типа и степени опасности, содержащие нефтепродукты, органические соединения, а также тяжелые металлы. К наиболее опасным относятся шламы из очистных сооружений гальванических участков и машин химической очистки одежды [1]. Большую часть жидких шламов химочистки составляют различные растворители, используемые в процессе чистки (например, перхлорэтилен), а также нефтепродукты и другие загрязняющие компоненты, смываемые в процессе очистки промасленной одежды сотрудников цехов.

Для решения проблем, связанных с охраной окружающей среды на предприятии (размещение и утилизация отходов), а также для оформления соответствующей документации проводится определение компонентного состава отходов.

### **Экспериментальная часть**

#### **1. Образцы**

Для исследования был предоставлен образец отходов - шламов химочистки филиала ОАО «Желдорреммаш». Образцы представляют собой жидкость черно-бурого цвета, маслянистую, с включениями механических примесей.

#### **2. Определение содержания воды**

Содержание воды определяли по ГОСТ 2477-65 [2]. Пробу отходов хорошо перемешали, в дистилляционную колбу ввели 100 см<sup>3</sup> испытуемого продукта и 100 см<sup>3</sup> толуола. Содержимое колбы нагревали до кипения и далее нагревали так, чтобы скорость конденсации дистиллята была от 2 до 5 капель в секунду. Перегонку вели до тех пор, пока объем воды в приемнике-ловушке не увеличивался. Время перегонки не менее 30 и не более 60 мин.

#### **3. Определение содержания перхлорэтилена**

Определение перхлорэтилена проводили методом отгона аналогично определению содержания воды, используя вместо толуола этиленгликоль. Пробу хорошо перемешали, в дистилляционную колбу ввели 50 мл испытуемого продукта и 100 мл этиленгликоля. Содержимое колбы нагревали до кипения и далее нагревали так, чтобы скорость конденсации дистиллята была от 2 до 5 капель в секунду. Перегонку вели до тех пор, пока объем нижнего слоя в приемнике-ловушке не увеличивался. Время перегонки не менее 30 и не более 60 мин. В этой пробе есть четкое разделение между двумя слоями, нижний слой – перхлорэтилен. Для подтверждения идентичности и проверки на чистоту перхлорэтилена использовали метод ГЖХ-МС.

#### 4. Определение содержания механических примесей

Содержание механических примесей в пробах определяли по ГОСТ 6370-83[3]. Пробу хорошо перемешали и поместили в подготовленный стакан, взвесили, разбавили толуолом. Содержимое стакана фильтровали через просушенный при 105 °С и взвешенный бумажный фильтр. Остаток на фильтре промывали толуолом подогретым до 80 °С, затем спирто-толуольной смесью, подогретой до 60 °С. По окончании промывки фильтр с осадком переносили в стаканчик и сушили в сушильном шкафу при температуре 105 °С до постоянной массы.

#### 5. Определение зольности

Зольность определяли ГОСТ 11022-95[4]. Точную навеску пробы взвешивали в тиглях и обугливали на электрической плитке, помещали в муфельную печь при 300 °С и в течение 60 мин. повышали температуру до 650 °С, поддерживали эту температуру в течение 120 мин. После охлаждения в эксикаторе над силикагелем тигли с зольными остатками взвешивали.

#### 6. Энергодисперсионный рентгенофлуоресцентный анализ

Анализ выполняли на энергодисперсионном рентгенофлуоресцентном спектрометре Shimadzu EDX-800-HS. Для получения спектров прессовали таблетки из смеси золы и низкомолекулярного политетрафторэтилена ФОРУМ (на 1 г золы добавляли 0,5 г ФОРУМ).

#### 7. Газо-жидкостная хроматография

Содержание нефтепродуктов в отходах - шламах химочистки определяли методом ГЖХ. ГЖХ-анализ выполняли на газовом хроматографе Shimadzu GC-2010 с пламенно-ионизационным детектором (ПИД) и многофункциональным инжектором ОПТИС-3. Разделение проводили на колонке Ultra ALLOY-5HT (30 м, I.D. 0,25 мм, фаза 0,1 мкм) при программировании температуры от 50 °С (3 мин), затем подъём до 400 °С со скоростью 20 °С/мин., газ-носитель – гелий, линейная скорость 40 см/с. Начальная температура инжектора 100 °С (30 с), затем подъем до 400 °С со скоростью 100 °С/мин, делитель потока 1:40. Температура детектора ПИД 420 °С. Ввод пробы осуществляли автоинжектором Shimadzu AOC-20i. Для анализа точные навески шламов химочистки, образцов топочного мазута и моторного дизельного масла растворяли в четыреххлористом углероде и анализировали ГЖХ. По составу нефтепродукты, содержащиеся в шламах химочистки, более похожи на состав топочного мазута, поэтому по нему и рассчитывали концентрацию нефтепродуктов в отходах.

#### 8. Определение содержания ПАУ

Для определения качественного и количественного состава ПАУ в отходах - шламах химочистки использовали метод ВЭЖХ. Хроматографический анализ ПАУ выполняли на жидкостном хроматографе Shimadzu LC-20A оснащенным спектрофотометрическим детектором Shimadzu SPD-M20A и флуориметрическим детектором Shimadzu RF-10Ax1. Разделение проводили на колонке Shimpack VP-ODS (250 мм, внутренний диаметр 2 мм) в градиенте вода-ацетонитрил, скорость подвижной фазы 0,4 мл/мин. Параметры градиента используемые при анализе: ацетонитрил-вода 60:40 в течение первых

5 минут анализа, линейный градиент до 100 % ацетонитрила от 5 до 27 мин. Время уравнивания колонки начальным элюентом перед каждым анализом – не менее 7 минут.

Навеску шлама химочистки растворяли в ацетонитриле и анализировали ВЭЖХ. Данные по содержанию ПАУ в шламах химочистки приведены в таблице.

### Результаты и обсуждение

При определении содержания воды и перхлорэтилена в обоих случаях наблюдалось четкое разделение слоев. Для подтверждения идентичности и проверки на чистоту перхлорэтилена использовали метод ГЖХ-МС. Содержание воды в шламе составило  $19,8 \pm 0,6$  %. Содержание перхлорэтилена составило 28,0 %.

Массовая доля механических примесей составила  $18,92 \pm 0,12$  %. Содержание золы –  $13,64 \pm 0,24$  %.

Были обнаружены следующие элементы железо - 69,8 г/кг, кремний - 18 г/кг, кальций – 10 г/кг, барий – 5,1 г/кг, алюминий - 5,1 г/кг, натрий – 5,1 г/кг, медь – 3,8 г/кг, цинк – 2,1 г/кг, свинец - 2,1 г/кг, калий – 2,1 г/кг, магний – 2,1 г/кг, титан 0,85 г/кг и олово – 0,6 г/кг.

По составу нефтепродукты, содержащиеся в шламах химочистки, более похожи на состав топочного мазута, при этом содержание нефтепродуктов в отходах составило  $34,0 \pm 0,6$  %.

Основные ПАУ, содержащиеся в шламе - это нафталин (15,3 мг/кг), фенантрен (7,9 мг/кг) и бенз(а)антрацен (19,0 мг/кг). Содержание бенз(а)пирена менее 0,1 мг/кг. Данные по содержанию ПАУ приведены в таблице.

Содержание ПАУ в шламах химочистки

Наименование ПАУ	Концентрация в мг/кг
нафталин	15,3
аценафтен/флуорен	3,1
фенантрен	7,9
антрацен	0,4
флуорантен	2,0
пирен	2,5
бенз(а)антрацен	19,0
хризен	5,8
бензо(к)флуорантен	0,2
бензо(а)пирен	0,2
бензо(q,h,i)перилен	0,4
Сумма ПАУ	56,8

Основными компонентами шламов являются вода, перхлорэтилен, механические примеси и нефтепродукты.

### **Заключение**

Классическими весовыми и современными физико-химическими методами анализа исследован химический состав шламов химочистки филиала ОАО «Желдорреммаш». Установлено, что содержание воды в них составляет 19,8 %, перхлорэтилена – 28,0 % механических примесей – 18,9 %, золы – 13,6 %, а содержание нефтепродуктов – 34,0 %. Основными элементами в отходах (золе) являются железо 69,8 г/кг, кремний 18 г/кг и кальций – 10 г/кг. Кроме этого обнаружены барий, алюминий, натрий, медь, цинк и свинец. Общее содержание ПАУ в шламах химочистки составляет 56,8 мг/кг, содержание бенз(а)пирена - 0,2 мг/кг.

Таким образом, был разработан методический подход к определению состава для оценки потенциальной опасности многокомпонентных отходов (шламов), образующихся на железнодорожных предприятиях. При этом учтена возможность содержания в отходах различных токсичных компонентов, как неорганических (элементный анализ, механические примеси, зольность), так и органических (растворители, нефтепродукты, ПАУ).

### **Список литературы**

1. Клочкова Е.А. *Промышленная, пожарная и экологическая безопасность на железнодорожном транспорте* / Е.А. Клочкова. – М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2007. – 456 с.

2. ГОСТ 2477-65. *Нефть и нефтепродукты. Метод определения содержания воды.*

3. ГОСТ 6370-83. *Нефть, нефтепродукты и присадки. Метод определения механических примесей.*

4. ГОСТ 11022-95. *Топливо твердое минеральное. Методы определения зольности.*

## **ОЗОНИРОВАНИЕ, КАК СПОСОБ ВОССТАНОВЛЕНИЯ СОРБЦИОННОЙ ЁМКОСТИ АКТИВИРОВАННЫХ УГЛЕЙ, ЗАГРЯЗНЁННЫХ НЕФТЕПРОДУКТАМИ**

В.И. Гриневич, Н.А. Кувыкин, В.А. Любимов

Ивановский государственный химико-технологический университет,  
г. Иваново

В современном мире экологическое состояние окружающей среды ухудшается вследствие большого количества различного рода промышленных отходов, поступающих в окружающую среду. На многих предприятиях в качестве универсального адсорбента применяются активированные угли (далее АУ). Рост объёмов применения АУ вызывает необходимость повышения эффективности их использования, в т.ч. за счет внедрения и разработки совершенно новых, ресурсосберегающих способов их регенерации.

Целью данной работы являлось исследование возможности восстановления сорбционных свойств отработанных АУ путем обработки их озоном. Объектом исследования был выбран АУ марки БАУ-А. В качестве загрязнителя использовался модельный раствор нефтепродуктов (далее НП). Проведены эксперименты, включающие загрязнение АУ раствором НП и дальнейшую его обработку в реакторе, предназначенном для пропускания озона через слой АУ.

Разработана и собрана экспериментальная установка для регенерации отработанных сорбентов, основным элементом которой служил озонатор неосушенного воздуха Q-0,3, с максимальной производительность по озону не менее – 0,3 г/час.

Было проведено загрязнение АУ модельным раствором НП с концентрацией 33 мг/л (так, что на 1 г угля приходилось 1,275 мг НП). Определена сорбционная ёмкость АУ по НП до и после загрязнения, она составила 14,4 мг/г и 4,7 мг/г соответственно.

Обработка озоном загрязнённого АУ проводилась при следующих параметрах: концентрация озона в пропускаемом воздухе 174,85 мг/л; расход воздуха – 1 л/мин; время обработки - варьировалось от 0 до 300 с. В результате была получена зависимость сорбционной ёмкости АУ по НП от времени обработки в реакторе. На основании полученной зависимости можно сказать, что сорбционная ёмкость АУ по НП плавно возрастала с увеличением времени озонирования и достигла своего максимума – 11,9 мг/г, при времени обработки равном 300 секунд.

Полученные результаты позволяют утверждать, что озонирование загрязнённого НП сорбента даёт значительный эффект, восстанавливая его сорбционную ёмкость по НП, практически до первоначальной (при данном уровне загрязнения). Применение озона для модифицирования сорбционных свойств АУ является перспективным методом создания углеродных адсорбентов с прогнозируемыми свойствами.

## **ОТРАБОТАННЫЙ КАТАЛИЗАТОР ШУРТАНСКОГО ГАЗОХИМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА – ПОТЕНЦИАЛЬНЫЙ ИСТОЧНИК ГЛИНОЗЁМА В КЕРАМИЧЕСКИХ МАССАХ**

Ж.И. Алимжанова, Д.С. Кадырова  
Ташкентский химико-технологический институт,  
г. Ташкент

В инфраструктуре народного хозяйства Узбекистана одно из важных мест занимает керамическая промышленность. Несмотря на прогрессивные тенденции её развития качественные показатели изделий ряда предприятий остаются ещё низкими, где не выдерживаются нормативы сортности готовых изделий, растёт сверхнормативный расход керамического сырья, увеличиваются потери от брака на производствах. Всё это требует проведения

значительных работ по рассмотрению и улучшению сырьевой базы отрасли. Важное значение в этом плане приобретают работы по созданию не только высокоэффективных технологий получения качественных изделий, но также технических разработок направленных на решение экологических проблем. В этом плане применение вторичных минеральных ресурсов на предприятиях позволили не только сократить расход материальных и энергетических ресурсов, но и улучшить качественные характеристики изделий, сократить выход бракованной продукции.

В данной работе была изучена возможность использования алюмосодержащего отхода Шуртанского газохимического комплекса Узбекистана в составах фарфоровых и фаянсовых масс с целью увеличения их качественных характеристик, в частности белизны, а также в составах масс для получения керамических пигментов широкой цветовой гаммы взамен реактивного оксида алюминия.

Алюминийсодержащий отход является отработанным катализатором Шуртанского газохимического комплекса и служит для освобождения полиэтилена от железистых, титановых, ванадиевых солей и летучих кислот. По своему химическому составу отход представляет большой научный и практический интерес в качестве потенциального доступного вторичного сырья. Количество накапливаемого отхода в год составляет 800-860 тн. Отработанный катализатор представляет собой гранулы сферической формы с бледно- и тёмно- коричневыми оттенками, размеры гранул составляют 1-3 мм. Термическая обработка при 1000 °С, меняет цвет гранул на белый, потеря в весе при этом составляет 7-8 %. Удельная поверхность 296 м<sup>2</sup>/г. Насыпная плотность 800 кг/м<sup>3</sup>. Содержание Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в составе данного продукта доходит до 90 %. Содержание щелочных оксидов до 4 %. В процессе обжига при 1000°С из него практически полностью удаляются нежелательные органические компоненты, занесенные в состав в процессе его эксплуатации в качестве катализатора при получении полиэтилена, отработанный исходный катализатор является рентгеноаморфным веществом и представляет собой гидролизированный оксид алюминия. При обжиге при 1000 °С образуется α- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Химический состав глиноземсодержащего отхода Шуртанского газохимического комплекса после термической обработки при 1000°С

Материал	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	п.п.п
Глиноземсодержащий отход Шуртанского газохимического комплекса	-	90,22	5,88	-	0,05	3,32	0,08	-	0,05

При добавлении в состав фарфоровой массы, составленной исключительно из местных сырьевых материалов, термообработанного катализатора массы становятся более тугоплавкими и вероятность кристаллизации заметно растёт. Все свойства оптимальных масс с добавкой отхода значительно превышают требования технических условий.

Было установлено, что фазовый состав фарфора на основе кварц-серицитового камня и алюминий содержащей добавки в основном сложен из муллита -кристобалита,  $\beta$ -кварца.

Введение алюминийсодержащей добавки приводит к увеличению содержания муллита и снижению -кристобалита, изменение соотношения кристаллических фаз в готовом образце оказывает заметное влияние на белизну изделий, которая увеличивается до 68 %. На основе природных сырьевых материалов таких как кварцевый песок, мел, и термообработанный отход.

Нами также разработана технология получения зеленых, синих и коричневых пигментов для фарфоровой промышленности с использованием оксидов переходных элементов, природных сырьевых материалов и отхода Шуртанского газохимического комплекса. Термообработанный отход вводился взамен реактивного оксида алюминия. Использование природных материалов и термообработанного отхода в составах масс для получения керамических пигментов приводят к интенсификации фазовых преобразований при обжиге. При этом интенсивность линий доминирующих минералов на рентгенограммах увеличиваются. Цветовая гамма пигментов остаётся яркой и насыщенной. Химическая и термическая устойчивость пигментов соответствует всем требованиям технических условий.

Полученные керамические пигменты высокой химической стойкости и широкой цветовой гаммы рекомендованы для использования в качестве подглазурных и надглазурных пигментов и цветных тонкокерамических масс. Таким образом использование предварительно обожженного при 1000 °С отработанного катализатора в тонкокерамических массах даёт положительный эффект в отношении их физико-технических свойств, а также способствует расширению сырьевой базы керамической промышленности, и кроме того расширяет экологическую проблему Кашкадарьинского региона Узбекистана.

## **КИНЕТИКА ПЕРЕХОДА ЦИНКА В ГАЗОВУЮ ФАЗУ ИЗ ЦИНКСОДЕРЖАЩИХ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ОТХОДОВ**

П.И. Грудинский, В.Г. Дюбанов, В.А. Брюквин  
Федеральное бюджетное учреждение науки Институт металлургии  
и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук,  
г. Москва

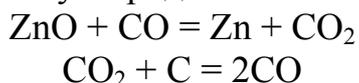
Россия является одним из основных производителей цинка в мире. В нашей стране в качестве сырья для его производства используются естественные полиметаллические руды с содержанием цинка 1-4 %. Вместе с

тем, металлургическая промышленность производит в значительных количествах цинксодержащие отходы, в которых зачастую содержание цинка значительно превышает указанные пределы.

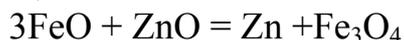
В стране накоплено большое количество различных цинксодержащих отходов металлургического производства в виде пылей, шламов, шлаков и пр. Они существенно различаются по составу, в том числе по содержанию цинка. Наибольшим содержанием цинка отличаются пыли и шламы электродуговых печей (ЭДП) (8-20 %), далее следуют доменные шламы (5-8 %), затем шлаки производства меди (3-5 %), и, наконец, шлаки конвертерного и мартеновского производств, хвосты обогащения предприятий цветной металлургии (от долей процента до 3 %) и отвалы некондиционных руд.

Во многих странах мира создан и внедрен в производство ряд способов утилизации цинксодержащих отходов металлургического производства, в основном, пылей и шламов электродуговой плавки. В России также намечаются перспективы к промышленному внедрению некоторых технологий переработки шламов электросталеплавильного производства [1]. Остальные отходы, содержащие цинк в меньших количествах, чем пыль и шламы ЭДП, представляют собой перспективный резерв сырья для цинковой промышленности, переработка которых одновременно поможет решить и ряд экологических проблем металлургии. Фундаментальной основой создания рациональной технологии переработки цинксодержащих металлургических отходов является знание кинетики процессов восстановления цинка и перехода его в газовую фазу.

В работе [2] подробно изучены процессы восстановления окисью углерода окиси цинка и его силикатов, смесей окиси цинка и железа, феррита цинка, а также взаимодействия окиси цинка и железа, феррита цинка с железом. Показано, что при восстановлении окиси цинка окисью углерода лимитирующим звеном процесса является реакция регенерации окиси углерода при взаимодействии двуокиси с углеродом:



Также изучены процессы восстановления углеродом оксидов железа и цинка и компонентов шлаковой фазы. Восстановление цинка и железа описывается 14-ю реакциями. В восстановительных условиях для шлаков справедлива суммарная реакция:



Кинетика перехода цинка из шлаков и шламов в газовую фазу изучена недостаточно. В настоящей работе кинетику удаления цинка из цинксодержащих техногенных металлургических отходов изучали на материалах, представленных таблице 1, при температурах 1250-1350°C.

Таблица 1.

Химический состав вторичных техногенных материалов и их смесей

Материал	SiO <sub>2</sub>	CaO	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	FeO	FeS	Cu <sub>2</sub> S	CuO	ZnO
Шлак медистой плавки	13,7	2,66	4,5	36	2,04	2,95	-	4,92
Смесь 33% пыли ЭДП и 67% шлака медистой плавки	13,54	4,55	15,64	24,12	1,37	1,98	0,06	10,23
Смесь 67% пыли ЭДП и 33% шлака медистой плавки	13,37	6,50	27,11	11,88	0,67	0,97	0,12	15,70
Пыль ЭДП	13,2	8,39	38,25	-	-	-	0,18	21,01

Для плавки использовали нагревательную ячейку из двух графитовых тиглей, вставленных друг в друга. Во внутренний тигель помещали прессованные брикеты шихтовых материалов (массой 30 г). Ячейку вместе с корундовым чехлом помещали в индуктор, питаемый от ВЧ генератора мощностью 25 кВт. Температуру измеряли с помощью оптического пирометра «Pyropto». После расплавления и фиксации температуры отбирали пробы шлака методом намораживания на вольфрамовый стержень с последующим определением содержания цинка на атомно-абсорбционном спектрофотометре АAnalyst-100 (фирма «Perkin Elmer», США). Погрешности опыта складывались из погрешностей определения первоначального состава шлака и пыли ЭДП, весовых ошибок при приготовлении смесей, точности определения температуры и времени эксперимента, а также погрешности в определении содержания цинка в пробах. Общая относительная погрешность опытов не превышала 30 %.

Была проведена серия из трёх плавки со смесью пыли ЭДП и шлака медеплавильного производства, а также с чистой пылью ЭДП. Результаты представлены на Рис. 1-3. На графиках показано изменение содержания цинка в исследуемой расплавленной шихте при её выдержке при постоянной температуре. Эксперименты позволили оценить порядок реакции удаления цинка из шихты в газовую фазу и на этой основе рассчитать константу её скорости.

Оценка порядка была выполнена с помощью метода полупревращений (Оствальда-Нойеса). Для этого определили времена полупревращений  $\tau'_{1/2}$ ,  $\tau''_{1/2}$ ,  $\tau'''_{1/2}$  при начальных концентрациях  $C'_0$ ,  $C''_0$ ,  $C'''_0$  по графикам (см. Рис. 1-3). Далее определили порядок по формулам для каждой пары значений выбранных начальных концентраций:

$$n' = 1 - \frac{\lg(\tau'_{1/2}/\tau''_{1/2})}{\lg(C'_0/C''_0)}, \quad n'' = 1 - \frac{\lg(\tau''_{1/2}/\tau'''_{1/2})}{\lg(C''_0/C'''_0)}, \quad n''' = 1 - \frac{\lg(\tau'_{1/2}/\tau'''_{1/2})}{\lg(C'_0/C'''_0)}.$$

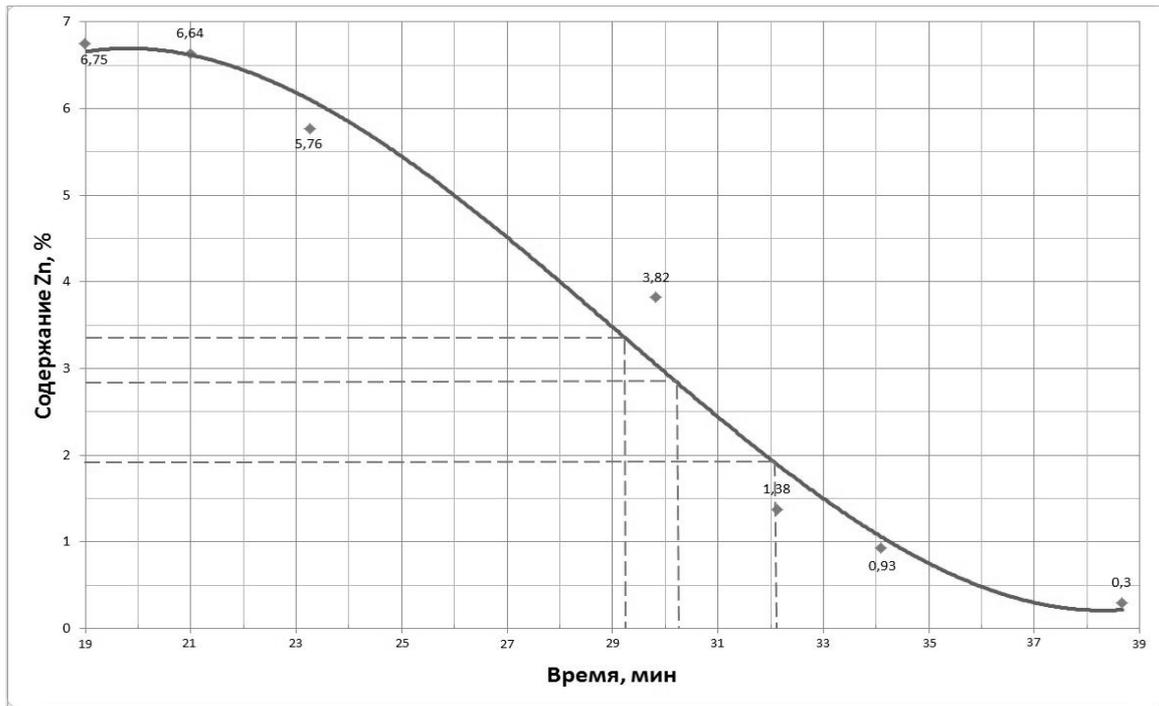


Рис. 1. Зависимость содержания цинка от времени изотермической выдержки в смеси 33 % пыли ЭДП + 67 % шлака медистой плавки,  $t=1305\text{ }^{\circ}\text{C}$

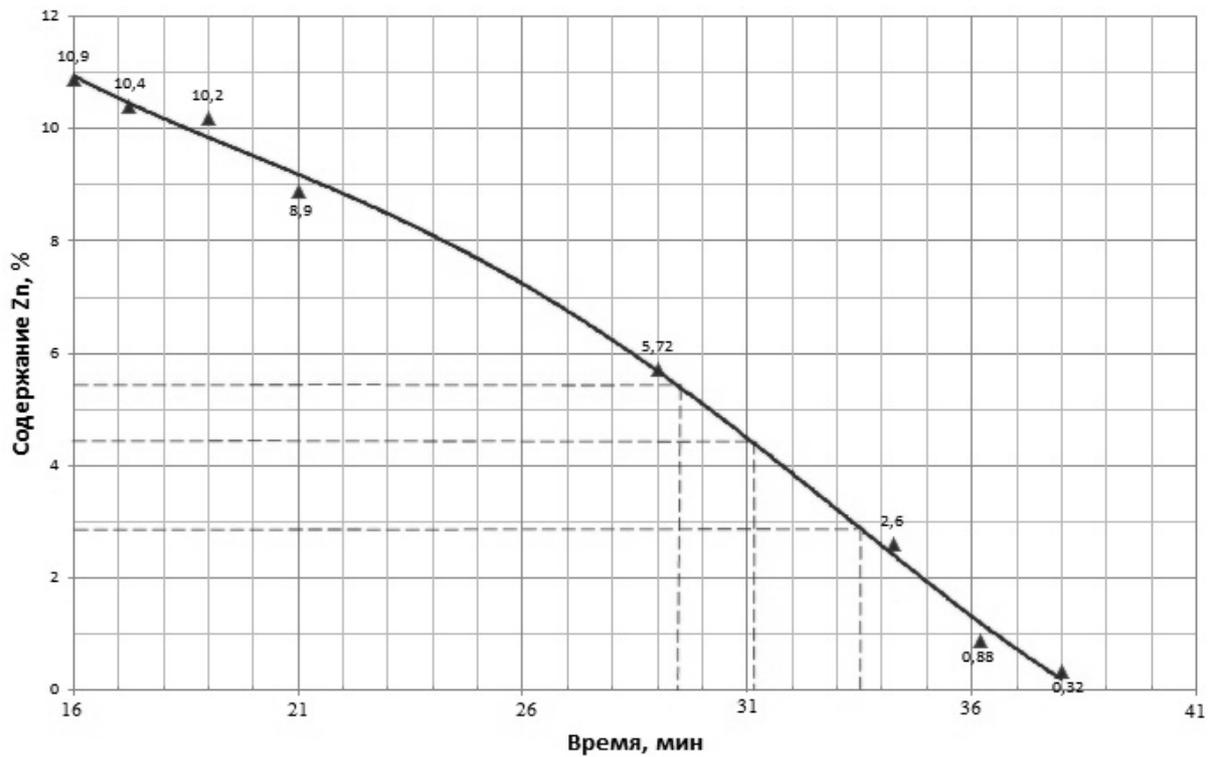


Рис. 2. Зависимость содержания цинка от времени изотермической выдержки в смеси 67 % пыли ЭДП + 33 % шлака медистой плавки,  $t=1295\text{ }^{\circ}\text{C}$

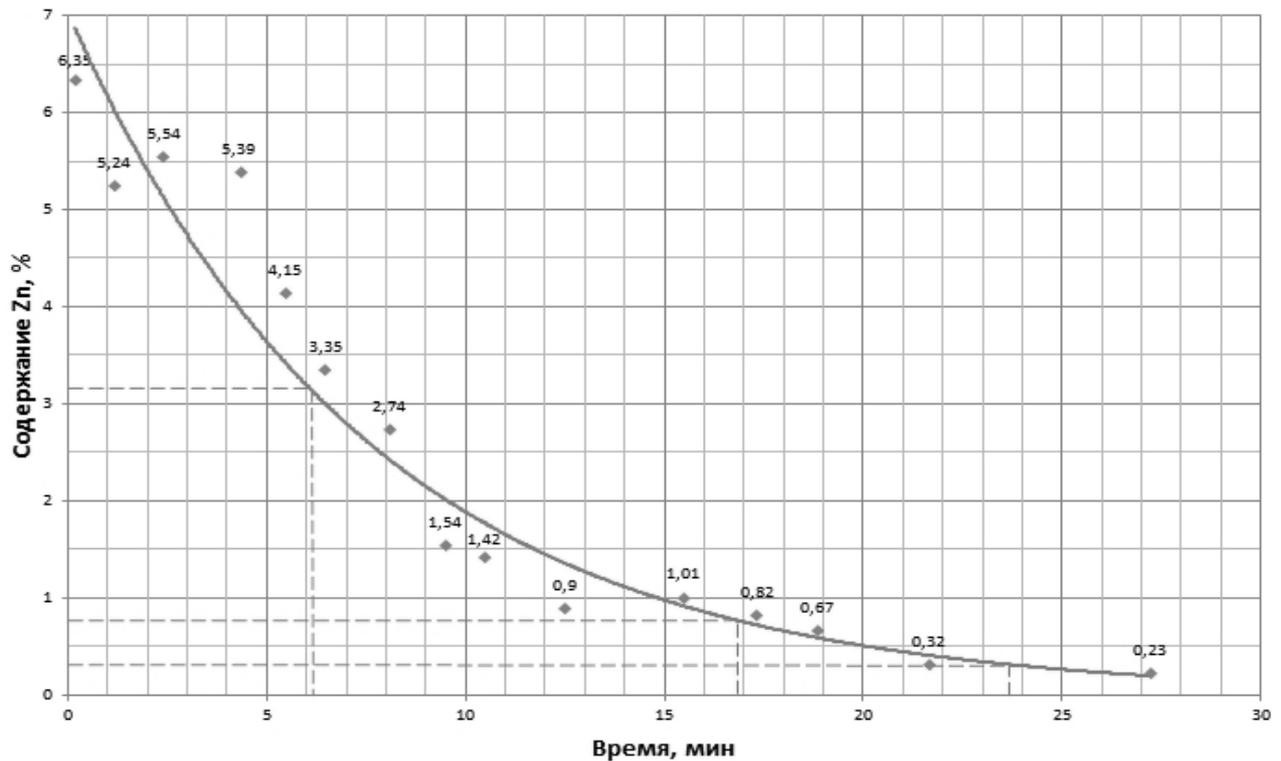


Рис. 3. Зависимость содержания цинка в пыли ЭДП от времени изотермической выдержки,  $t=1340\text{ }^{\circ}\text{C}$

Таблица 2

Значения порядка реакции удаления цинка из шихты в газовую фазу, вычисленные по методу полупревращений

Материал	Значение порядка ( $n$ )
Смесь 33 % пыли ЭДП и 67 % шлака медистой плавки	1,18
Смесь 67 % пыли ЭДП и 33 % шлака медистой плавки	1,18
Пыль ЭДП	1,24

Оценочное значение порядка для каждой плавки является средним арифметическим полученных трёх значений. Результаты оценки порядка по методу полупревращений показаны в таблице 2.

Из таблицы 2 следует, что наиболее вероятен порядок реакции равный  $n=1$ . Для каждой плавки выбрали три участка и рассчитали для каждого участка среднюю константу скорости, а также среднюю константу скорости (см. таблицу 3) по формуле:

$$k = \frac{1}{\tau} \ln \frac{c_0}{c}$$

Таблица 3

Средние значения констант скорости перехода цинка в газовую фазу из вторичных техногенных материалов и их смесей на выбранных участках времени

Материал	Время, мин	Константа скорости, с <sup>-1</sup>
Смесь 33 % пыли ЭДП и 67 % шлака медистой плавки	19-29,83	$1,99 \cdot 10^{-4}$
	29,83-34,1	$6,77 \cdot 10^{-4}$
	34,1-38,66	$1,25 \cdot 10^{-3}$
	<b>19-38,66</b>	<b><math>6,35 \cdot 10^{-4}</math></b>
Смесь 67 % пыли ЭДП и 33 % шлака медистой плавки	16-23,27	$2 \cdot 10^{-4}$
	23,27-34,25	$4,54 \cdot 10^{-4}$
	34,25-38	$1,2 \cdot 10^{-3}$
	<b>16-38</b>	<b><math>6,08 \cdot 10^{-4}</math></b>
Пыль ЭДП	23-32,33	$8,12 \cdot 10^{-4}$
	32,33-40,17	$1,27 \cdot 10^{-3}$
	40,17-50,08	$1,37 \cdot 10^{-3}$
	<b>23-50,08</b>	<b><math>1,08 \cdot 10^{-3}</math></b>

Расчётные константы скорости для выбранных техногенных отходов удовлетворительно согласуются с константами скорости реакции перехода цинка в газовую фазу, полученными в работе [2] при изучении кинетики восстановления окиси цинка в присутствии железа.

Согласование данных может свидетельствовать о схожести механизмов восстановления цинка из его окиси в присутствии железа с восстановлением из техногенных цинкжелезосодержащих отходов металлургической промышленности. Из таблиц 1 и 3 следует также, что скорость удаления цинка из шихты увеличивается с повышением содержания в ней железа. Полученные данные были использованы при разработке промышленной технологии рециклинга цинксоодержащих металлургических отходов.

### Список литературы

1. *Технология переработки пылей электродуговых печей ОАО «Северсталь» в вельц-комплексе ОАО «ЧЦЗ» / А.М. Паньшин, Л.И. Леонтьев, П.А. Козлов и др. // Экология и промышленность России. – 2012. – №11. – С. 4-6.*
2. *Лакерник М.М. Электротермия в металлургии меди, свинца, цинка. – М.: Металлургия, 1964. – 283 с.*

## О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КРАСНЫХ ШЛАМОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СПЕЦИАЛЬНЫХ ЦЕМЕНТОВ

Д.В. Зиновеев, В.П. Корнеев, В.Г. Дюбанов  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова  
Российской академии наук,  
г. Москва

Из-за несовершенства технологических процессов применяемых для переработки рудного сырья к настоящему моменту в России и мире накоплено большое количество различных видов отходов. Основное количество минеральных отходов образуется в результате функционирования горно-металлургического комплекса. В нашей стране на металлургических предприятиях в отвалах и шламохранилищах уже скопилось более миллиарда тонн техногенных отходов и их складирование продолжается.

Одним из видов техногенных отходов являются отходы глиноземного производства – красные шламы. В России накоплено более 100 млн. т. этих токсичных отходов. Складирование красных шламов создает дополнительные экономические и экологические риски не только для промышленных предприятий, но и для населения близлежащих городов. В последние годы, на Николаевском Глиноземном Заводе (Украина), регулярно возникают чрезвычайные ситуации, грозящие масштабным экологическим бедствием: тысячи тонн шламовой пыли разносятся штормовыми ветрами на сотни и тысячи гектаров земли и акваторий лимана, что создает опасность для здоровья и жизни людей и окружающей среды [1]. Поэтому утилизация красных шламов должна быть выгодна как с экологической, так и с экономической точки зрения. В красных шламах содержится много полезных компонентов таких, как  $Fe_2O_3$ ,  $Al_2O_3$ ,  $TiO_2$ , Sc, Y, Zr, Ga, что позволяет рассматривать их как ценное сырье для различных отраслей промышленности.

В настоящее время разработано больше количество способов утилизации красных шламов, использующих как пирометаллургические, так и гидрометаллургические технологии [2]. Однако ни один из них не получил широкого распространения. Это обусловлено особенностями химико-минералогического и гранулометрического составов красных шламов, что не позволяет использовать традиционные способы их рециклинга.

Авторы работы [3] разработали схему обогащения красных шламов Уральского алюминиевого завода железом с целью последующего его извлечения. Схема обогащения включает нескольких последовательных стадий, включающих сложную операцию селективной флокуляции железосодержащих минералов. Разработанная схема оказалась достаточно затратной. Затраты на обогащение красных шламов были сопоставимы с затратами на восстановительную электроплавку.

В работе [4] было показано, что путем пирометаллургической переработки красных шламов наряду с чугуном возможно получение шлаков с

повышенным содержанием алюминия. Такие шлаки могут быть использованы для доизвлечения алюминия гидрометаллургическими технологиями, а остаток утилизирован при производстве портландцемента.

Однако, доизвлечение алюминия после восстановительной плавки экономически нецелесообразно из-за необходимости последовательного проведения высокочатратных операций плавления, выщелачивания, высокотемпературного обжига шлама с высоким расходом энергии и сырьевых материалов. Получаемый после извлечения алюминия остаток загрязнен щелочью, что затрудняет его утилизацию в цементной отрасли.

С точки зрения комплексного использования сырья наиболее эффективной является схема получения цементного клинкера непосредственно на стадии плавления. В этом случае может быть получен клинкер с повышенным содержанием алюминия для производства глиноземистого цемента.

В таблицах 1 и 2 представлен химический состав шлака, полученного в результате восстановительной плавки красного шлама Уральского алюминиевого завода и состав глиноземистого и высокоглиноземистого цементов по ГОСТ 969-91.

Таблица 1

Химический состав полученного шлака

Компонент	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO	Na <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P	S
%, масс.	5,16	18,78	30,43	19,47	7,27	14,56	0,29	0,77

Таблица 2

Состав глиноземистых и высокоглиноземистых цементов по ГОСТ 969-91

Вид цемента	Содержание оксидов элементов, %						
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MgO	SO <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>
	Не более						
ГЦ	35	-	-	-	-	-	-
ВГЦ 1	60	32	1,0	3,0	1,5	2,0	0,05
ВГЦ 2	70	28	1,0	1,5	1,0	2,0	0,05
ВГЦ 3	80	18	0,5	0,5	0,5	0,5	0,05

Из таблиц 1 и 2 следует, что для получения глиноземистого цемента необходимо повысить содержание оксидов алюминия в шлаке минимум в 2 раза.

В настоящее время для производства глиноземистого цемента используют чистые известняки и бокситы. Химический состав бокситов характеризуется следующим предельным содержанием основных компонентов, считая на безводное вещество, %: Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 40—75; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5—30; SiO<sub>2</sub> 2—15; TiO<sub>2</sub> < 3,5.

Основной показатель качества бокситов при изготовлении из них глиноземистого цемента — процентное отношение  $Al_2O_3/SiO_2$  (коэффициент качества). Чем больше этот коэффициент, тем выше качество бокситов. Отношение  $Al_2O_3/SiO_2$  у бокситов удовлетворительного качества не ниже 5-6. Содержание в них более 5—8 % кремнезема нежелательно. В известняках, предназначенных для производства глиноземистого цемента, содержание кремнезема и оксида магния не должно превышать соответственно 1,5 и 2 % [5].

Отношение  $Al_2O_3/SiO_2$  красного шлама Уральского алюминиевого завода (УАЗ) равно 1,28, а содержание кремнезема значительно превышает 8 %. Следовательно, отработанные технологии плавки высококачественных бокситов в доменных печах с получением высокоглиноземистых шлаков не приемлемы для переработки красных шламов. Для повышения содержания оксидов алюминия в получаемом шлаке можно использовать недефицитные глиноземсодержащие материалы, например, некондиционные бокситы.

С целью получения чугуна и шлака близкого по составу к глиноземистому цементу провели экспериментальные плавки красного шлама с добавками CaO и  $Al_2O_3$ . Количество добавок определяли исходя из температуры плавления полученного шлака. В качестве восстановительного агрегата использовали печь Таммана, которая позволяет достигать температуры 1600 °С, что соответствует условиям протекания процессов восстановления железа из красного шлама с образованием жидкого чугуна.

Красный шлам смешивали с углем из расчета полного восстановления оксидов железа, в шихту добавляли известняк, полученную смесь перемешивали и помещали в графитовый тигель. Затем тигель помещали в печь Таммана, нагревали до температуры 1600 °С и, после полного расплавления шихты в расплав добавляли оксид алюминия в виде лабораторного оксида алюминия марки ЧДА. Расплав выдерживали в течение 10 минут. Общее время плавки составляло 36 минут. В результате эксперимента получили металл и шлак. Состав металла и шлака представлен в таблицах 3 и 4 соответственно.

Таблица 3

Химический состав металла после восстановительной плавки красного шлама с добавками CaO и  $Al_2O_3$

Комп.	C	Si	S	P	Ti	Mn
%,масс	3,12	0,93	<0,1	0,91	0,73	0,84

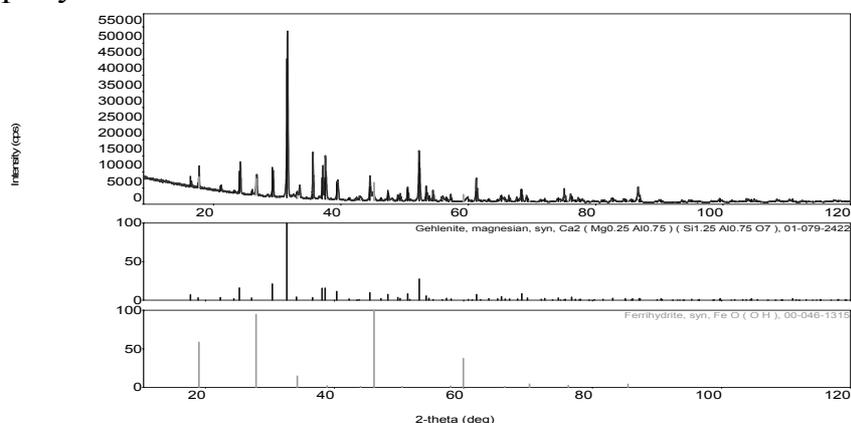
Из таблицы 3 видно, что по химическому составу полученный металл соответствует передельному чугуну. Стоит отметить, что достаточно низкое содержание серы в чугуне обусловлено введением в шихту дополнительного количества извести. Таким образом, целесообразно добавлять известь во время плавки для десульфурации чугуна.

Химический состав шлака, полученного после плавки красного шлама с добавками CaO и Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Комп.	FeO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S	Na <sub>2</sub> O
%,масс	3,66	31,5	15,27	37,01	7,97	0,14	1,36	0,47

Сравнение химического состава полученного шлака (таблица 4) и химического состава глиноземистого цемента (таблица 2) позволяет сделать вывод о том, что полученный шлак близок по своему составу к цементу марки ГЦ.

Для характеристики вяжущей способности цемента необходимо знать его фазовый состав. Рентгенодифракционный спектр шлака полученного после восстановительной плавки красного шлама УАЗ с добавками CaO и Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> приведен на рисунке.



Рентгенодифракционный спектр шлака полученного после восстановительной плавки красного шлама УАЗ с добавками CaO и Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Рентгенофазовый анализ показывает, что алюминий в полученном шлаке содержится в виде гидравлически инертной фазы – геленита. Образование геленита обусловлено повышенным содержанием оксидов кремния в исходной шихте. П.П. Будниковым и Т.А. Рагозиной было установлено, что образование геленита при плавке бокситов с отношением Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/SiO<sub>2</sub> менее трех можно предотвратить путем введения в исходную шихту гипса с образованием соединения 3(CaO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)·CaSO<sub>4</sub>, которое обладает гидравлическими свойствами [6]. Такой цемент из-за повышенного содержания белита называют белитоглиноземистым. Предложено применять для производства такого цемента анортозиты содержащие 30 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и 35-50% SiO<sub>2</sub>, при обжиге в шихту добавляют 10 % гипса и минерализатор – фтористый кальций [7].

Количество оксидов алюминия в шлаке, полученном после извлечения железа из красного шлама с добавками Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и CaO, соответствует их количеству в анортозите, что позволяет предположить возможность использования таких шлаков для производства, как глиноземистых, так и

белитоглиноземистых цементов. Практическое осуществление предложенной схемы позволит комплексно утилизировать красные шламы.

### Список литературы

1. Ю.М. Запорожец *Красный шлам Николаевского Глиноземного Завода: угроза катастрофы или ресурс обновления - реальность в научно-техническом и экономико-правовом аспекте* / Запорожец Ю.М. // *Альтернативная энергетика и экология*, №8. - 2012.
2. *Пиromеталлургическая переработка комплексных руд* / Л.И. Леонтьев, И.А. Ватолин, С.В. Шаврин, И.С. Шумаков, - М.: *Металлургия*, 1997. – 432 с.
3. Г.И. Газалеева / *Перспективные направления обогащения техногенных отходов*. Г. И. Газалеева, С.Л. Орлов, А.Г. Савин, В.Н. Закирничный // *Экология и промышленность России*, №1. - 2013.
4. *Восстановление оксидов железа при пиromеталлургической переработке красных шламов* / Распопов Н.А. Корнеев В.П. Аверин В.В. и др. // *Металлы*, №1. - 2013.
5. А.В. Волженский *Минеральные вяжущие вещества* / А.В. Волженский, - *Стройиздат*, 1986, с изменениями.
6. Кузнецова Т.В. *Химия и технология расширяющихся и напрягающихся цементов* / Кузнецова Т.В. / *Цементная и асбестоцементная промышленность. Реф. инф./ ВНИИЭСМ*, М., 1980.
7. Рояк С.М. *Специальные цементы. Учебное пособие для ВУЗов* / Рояк С.М., Рояк Г.С., – 2е изд., перераб. и доп., М.: *Стройиздат*, 1983.

## СПОСОБ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА КАУЧУКОВ

И.В. Цветкова, К.С. Кочетков  
Тольяттинский государственный университет,  
г. Тольятти

Освобождение промышленных полигонов от отходов каучуков является одновременно экологической и экономической задачей.

Отходы каучуков можно рассматривать как источник углеводов. Существуют различные технологии термохимической переработки с получением жидких синтетических продуктов. Однако переработка в условиях полигона технологически неосуществима, а транспортировка отходов каучуков экономически невыгодна. Рекультивация земель, занятая под эти полигоны невозможна стандартными способами.

На основе промышленного полигона отходов каучука в Омской области (озера «Квадрат» и «Дальнее») изучен состав каучуков и разработан способ их переработки. Образцы с полигона представляют собой эластичную каучуковую массу с неприятным запахом с включениями грязи и воды.

Образец каучука после предварительного водного замачивания был подвергнут водной дегазации при температуре 100 °С в течение 1 часа.

Образовавшиеся пары воды и углеводородов, в виде азеотропа (углеводород-вода), отгонялись, конденсировались в обратном холодильнике и собирались в насадке, где происходило разделение на водный и органический слой, последний в количестве 4 % в пересчете на каучук. Органический слой представлял собой смесь несвязанных мономеров с преобладанием до 55 % альфа- метилстирола, остальное олигомера бутадиена, стирол. Анализ проводился методами газожидкостной хроматографии. Присутствие данных углеводородов было подтверждено методами ИК- спектроскопии.

Анализ водного слоя выявил повышенное содержание ионов трехвалентного железа. Полученные результаты свидетельствуют о том, что на данный полигон были вывезены каучуки после неполной дегазации. Вулканизация стандартных образцов резин на основе данного каучука показала возможность его использования по целевому назначению.

Предложен следующий способ переработки: Сбор и резка отхода каучука → Дегазация каучука → Термомеханическая сушка каучука → Конвекционная сушка → Получение товарного продукта.

Побочные - мономеры могут быть использованы, как добавка дизельному топливу. Технологическая вода после отстаивания от механических примесей может быть использована многократно. Данный способ, может быть, осуществим в условиях полигона при наличии мобильной передвижной парогазовой установки и пресс-фильтров.

Дегазированный и высушенный каучук может использоваться для приготовления сырых резиновых смесей, как в качестве каучука, так и наполнителя для приготовления неотчетственных изделий общего назначения, в качестве герметика, прокладок и в дорожном строительстве.

## **ПЕРЕРАБОТКА НАТУРАЛЬНЫХ СЛАНЦЕВ ВОЛЖСКОГО БАССЕЙНА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ПРОДУКТОВ**

А.В. Кружалов, С.Б. Ромаденкина, В.А. Решетов, С.Х. Таумова, А.С. Снегирев  
Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского,  
г. Саратов

Под термической переработкой (пиролизом) понимают процессы, происходящие при нагревании в отсутствие катализатора. Термическая переработка твердых топлив применяется для получения обогащенных углеродистых твердых материалов, а также для жидких и газообразных продуктов. В зависимости от назначения продуктов исходным сырьем может быть сланец различных месторождений. Как правило, термическую переработку сланца ведут в отсутствие катализаторов и сложные системы рециркуляции, что определяет достаточную простоту аппаратного оформления. В связи с этим удельные капитальные затраты на термическую переработку значительно ниже, чем в любых других процессах переработки сланца/1/.

В тоже время следует учитывать и определённые ограничения из-за экологических показателей, накладываемые на процессы термической переработки сланца. В любых вариантах процесса одновременно получают твёрдые, газообразные и жидкие продукты сложного состава, в большей мере предопределённого элементным составом исходного сланца.

Общие запасы натуральных горючих сланцев в России оцениваются сотнями миллиардов тонн, в том числе в Поволжье - 10млрд т. В России действуют крупные сланцеперерабатывающие предприятия (ООО «Ленинградсланец», ООО «Сызранский сланцехимический завод» и т.д.) по комплексной переработке сланцев с получением тепловой энергии и различных химических продуктов: битума, бензола, тиофена, толуола и ксилола, серы, альбихтола, керогена, зольного остатка /2/.

Разработка новых энергетически выгодных и экологически безопасных технологий комплексной переработки горючих сланцев представляет собой актуальную задачу.

Целью - является получение и изучения продуктов процесса пиролиза сланца.

Натуральный сланец Волжского месторождения подвергался термической переработки с целью получения жидких, газообразных и твердых продуктов.

Процесс пиролиза проводили на установке, которая представлена на рис.1

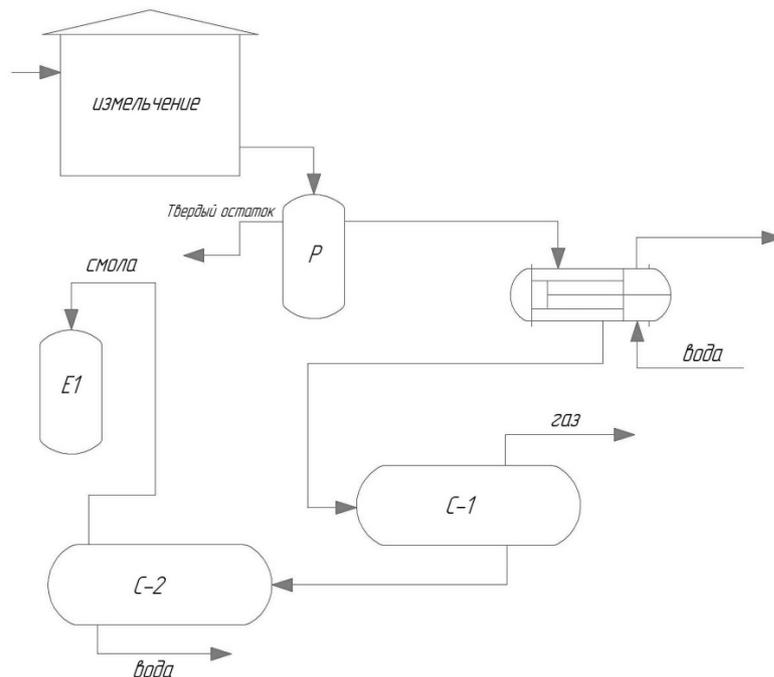


Рис.1. Технологическая схема пиролиза (сделать ЧБ)

Из рис. 1 видно, что сланец вначале попадает в измельчитель, где измельчается до размера  $1 \text{ см}^3$ . Параметры процесса пиролиза: температурный интервал составил от 25 до  $600 \text{ }^\circ\text{C}$ , при атмосферном давлении, скорость нагрева составляла  $5^\circ/\text{мин}$ .

Газовый продукт пиролиза направляется в водяной холодильник, где охлаждается до  $50 \text{ }^\circ\text{C}$ . После охлаждения продукт попадает в сепаратор 1, где

разделяется на газовый и жидкий продукт. Жидкий продукт поступает на сепаратор 2, где смесь разделяется на смолистую воду и смолу. Смола скапливается в емкости 1.

При пиролизе одновременно получают твёрдые, газообразные и жидкие продукты сложного состава, которые детально были изучены. Газообразная составляющая сланца была проанализирована на хроматографе «Кристалл 2000». Хроматографические данные сведены в таблице.

Газовая составляющая сланца

Газовые фазы	Количество газа масс. %
1	2
H <sub>2</sub>	8,90
воздух	27,82
CO	8,22
CH <sub>4</sub>	13,45
CO <sub>2</sub>	15,35
i-C <sub>4</sub>	0,29
n-C <sub>4</sub>	1,16
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	4,41
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	6,76
1	2
C <sub>4-ен-2</sub>	0,20
n-C <sub>5</sub>	0,41
i-C <sub>5</sub>	0,03
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	2,00
H <sub>2</sub> S	9,93
C <sub>4-ен-1</sub>	1,08
Итого	100

Из таблицы видно, что основными газовыми фазами являются: метан, сероводород, этилен, водород, этан. Самыми ценными (с точки зрения теплотворной способности) газами являются углеводороды, а также водород и окись углерода. Такие газы как H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub> являются экологически вредными. Таким образом, смесь газов, которые выделяются при термической обработке горючего сланца с одной стороны является ценнейшим топливным продуктом, а с другой стороны вредной для окружающей среды.

Другим, не менее важным продуктом, полученным при пиролизе сланца, является жидкая сланцевая смола. С целью выявления характерных связей и химически активных групп в жидком сланцевом продукте был проведен ИК-спектроскопический анализ, который показал, что основными органическая часть сланцев представлена связями: C-C, C-H, C-O, RS-H, C-S. Наличие функциональных групп HS, COOH, OH, СОС, =NH предусматривает химическую активность сланцев и продуктов их термической обработки. Анионная составляющая сланца представлена карбонатами, силикатами,

гидроксидами и оксидами (в основе), фосфатами, сульфидами и сульфатами (в примесях). Это означает, что сланцевые продукты являются умеренно активными по отношению к процессам адгезии, адсорбции, окисления.

Зола Волжского сланца была проанализирована с помощью рентгенофазового анализа. Состав золы представлен смесью оксидов металлов: кальция, магния, железа, титана, кремния и алюминия.

#### Выводы

1. Полученные сланцевые продукты методом пиролиза можно использовать в качестве наполнителя или добавок в дорожном строительстве.
2. Зола сланца можно применять, в качестве адсорбента для очистки вод от нефтепродуктов.

#### Список литературы

1. *Справочник по химии и технологии твердых горючих ископаемых / А.Н. Чистяков, Д.А. Розенталь, Н.Д. Русьянова. – СПб.: Компания “Синтез”, 1996. – 363 с.*
2. *Каширский В.Г. Горючие сланцы Поволжья: прошлое, настоящее, будущее : монография / В. Г. Каширский, А. А. Коваль; - Саратов: СГТУ, 2007. – 151с.*

### **ПОЛУЧЕНИЕ СИТАЛЛОВ НА ОСНОВЕ МЕСТНЫХ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ И ОТХОДОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ УЗБЕКИСТАНА**

Х.П. Жуманиёзов, Д.Ш. Шарипов, Б.Т. Собиров  
Ташкентский химико-технологический институт,  
г. Ташкент

Синтез ситаллов с полевошпатовой кристаллической фазой может быть осуществлен разными путями. Первой путь – это получение стекол стехиометрического состава с добавкой нуклеатора, например анортита, затем их кристаллизация по специальной программе. Второй путь – использование двойных диаграмм состояния с обязательным участием соединения с полевошпатовой структурой. Третий путь - использование принципов изо- и гетеровалентного изоморфизма при конструировании определенного полевошпатового минерала. В этом случае открывается возможность применения различных по составу горных и осадочных пород.

Широко распространенные горные породы – базальт, диабаз и габбро в большинстве литературных источников называют базальтовыми горными породами. Это объясняется сходством их химических составов и вулканическим происхождением. Но различные факторы (температура, давление и др.) и особенно процессы происходящие при их возникновении в твердых расплавах, при одинаковых ионах (молекулах) приводят к образованию различных соединений (минералов). Например, базальтовая

горная порода, при извержении вулкана в жидком состоянии быстро охлаждается под воздействием внешней среды, в результате имеет мелкокристаллическую структуру и в ней сохраняется стеклофаза. Диабазовые горные породы, не выливаясь из кратера вулкана в процессе медленного охлаждения полностью кристаллизуются, стеклянная фаза отсутствует и диабаз отличается от базальта большими размерами кристаллов. Габбро при высоких температурах и давлениях не извергшаяся часть лавы охлаждается с очень малой скоростью, отличается очень большими размерами зерен минералов.

Следовательно, базальт, диабаз и габбро имея схожие химические составы считаются разным горными породами.

В данной статье нами рассмотрены диабазовые породы Арватенского месторождения, расположенные в Джизакской области Узбекистана. По микроскопическим, рентгенографическим и электронно-микроскопическим данным в случае дибаза Арватенского месторождения в них присутствуют несколько основных фаз в виде щелочесодержащего анортита с формулой  $(Ca,Na)Al_2Si_2O_8$ , ортоклаза  $K(AlSi_3O_8)$ , железосодержащего пироксенового твердого раствора типа авгита  $(Mg,Fe^{2+})[Si_2O_6 \cdot CaFe(AlSiO_6)]$ , кальцита  $CaCO_3$ , хлорита (клинахлор) с формулой  $Mg_{4,5}Al_{2,5}[OH]_8(Si_3AlO_{10})$  и очень мало кварца  $SiO_2$ . Присутствуют также рудные минералы в незначительных количествах. Многофазность проб диабазов, в первую очередь Арватенского месторождения диктует необходимость проектирования состава твёрдых тел со структурой полевого шпата (анортита) на основе рассматриваемых горных пород типа дибаза и отходов, получение материалов с заданными и регулируемые свойствами.

Результаты химического анализа проб диабазовой породы Арватенского месторождения

Оксиды	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Сред
SiO <sub>2</sub>	47,8	50,10	48,58	47,80	47,64	48,30	46,20	46,50	46,86	50,05	47,98
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,52	6,79	6,18	5,18	5,00	5,25	5,47	5,85	5,90	6,36	5,85
FeO	7,77	7,85	6,11	8,80	7,42	8,15	8,12	8,00	7,20	7,58	7,70
TiO <sub>2</sub>	1,30	1,80	2,00	1,71	1,69	1,90	1,72	1,93	2,50	1,35	1,79
MnO	0,10	0,12	0,14	0,06	0,13	0,11	0,09	0,12	0,10	0,10	0,107
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,48	13,30	14,00	12,60	13,24	12,10	14,73	16,80	13,93	11,65	13,48
CaO	8,49	6,87	9,19	8,56	8,79	8,90	9,26	6,79	9,86	7,90	8,46
MgO	5,80	6,96	3,16	6,05	4,30	7,56	6,06	6,39	5,92	5,92	5,81
Na <sub>2</sub> O	3,00	1,80	4,70	3,95	3,42	3,02	2,66	1,22	1,94	2,89	2,86
K <sub>2</sub> O	1,40	0,56	1,00	0,91	1,90	0,53	1,82	1,61	1,37	1,70	1,28
SO <sub>3</sub>	0,22	0,31	0,14	0,38	0,40	0,21	0,37	0,29	0,04	0,14	0,25
П.п.п	4,85	3,24	4,80	4,00	5,45	3,90	3,5	4,54	4,40	4,73	4,34

В химическом составе изученных диабазов преобладают SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, оксиды кальция, магния и железа (таблица). Изучение пробы диабазовых

месторождений практически отвечают всем требованиям предъявляемым к качеству сырья силикатной промышленности. В соответствии с поставленными выше задачами объектами исследования в первую очередь были выбраны диабазы Арватенского месторождения, всестороннее изучение которых позволяет установить их пригодность в производствах, создание которых позволит избежать завоза базальтовых (базальт, диабаз и габбро) изделий в республику и даже организовать их экспорт.

Сначала приводим усредненный состав Арватенского диабаза в мас. %:  $\text{SiO}_2$  -47,98;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -5,85;  $\text{FeO}$ -7,70;  $\text{TiO}_2$ -1,79;  $\text{MnO}$ -0,1;  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -13,48;  $\text{CaO}$ -8,46;  $\text{MgO}$ -5,81;  $\text{Na}_2\text{O}$ -2,86;  $\text{K}_2\text{O}$ -1,28;  $\text{SO}_3$ -0,25; П.п.п-4,34.  $\Sigma=100$  %.

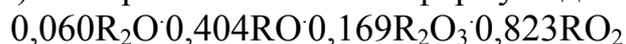
Производим определение этих оксидов с учётом молекулярной весов и получаем:  $0,798\text{SiO}_2 \cdot 0,022\text{TiO}_2 \cdot 0,151\text{CaO} \cdot 0,145\text{MgO} \cdot 0,001\text{MnO} \cdot 0,117\text{FeO} \cdot 0,132\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 0,037\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 0,046\text{Na}_2\text{O} \cdot 0,014\text{K}_2\text{O} \cdot 0,003\text{SO}_3$ .

Теперь производим группировку составляющих диабаза с учётом принципов изо- и гетеровалентного изоморфизма:

1) Пятикомпонентная формула диабаза:



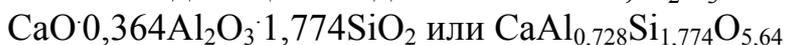
2) Четырёхкомпонентная формула диабаза:



3) Объединив  $\text{R}_2\text{O}$  и  $\text{RO}$  получим трехкомпонентную формулы диабаза:



Таким способом осуществлена переход от трехкомпонентной формулы диабаза к полевошпатовой формулировки типа  $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ . Поэтому  $\text{RO}$  разравнием к единице. Тогда значение  $\text{RO}$ ,  $\text{R}_2\text{O}_3$  и  $\text{RO}_2$  делятся на  $\text{RO}$ :



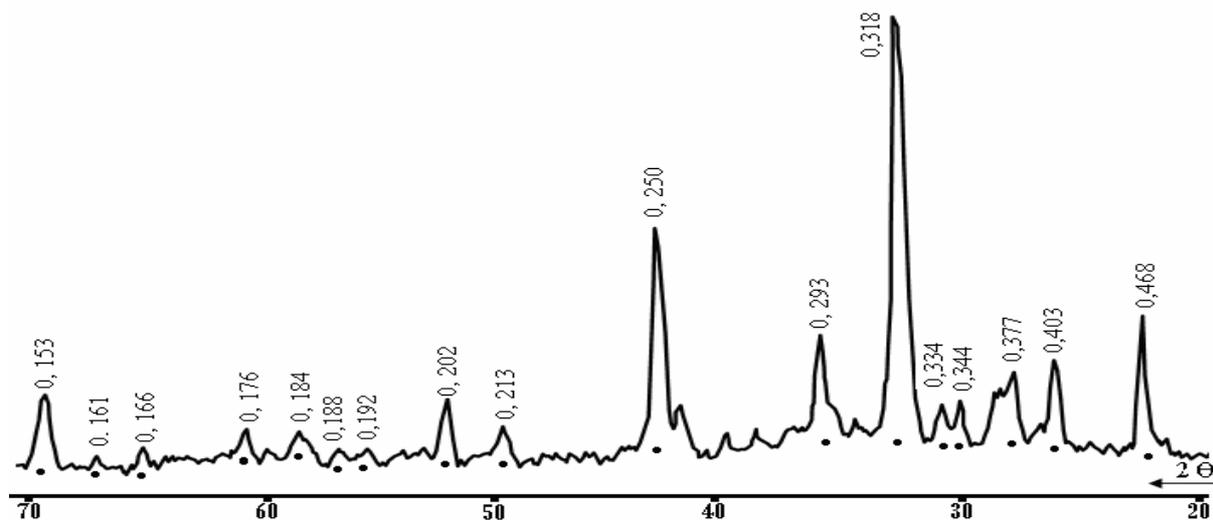
Для получения полевошпатовой структуры не хватает 1,272 -Al; 0,226 -Si и 2,36 -O. Поэтому к диабазовой шихте необходимо добавки, каковыми являются обогащенные каолины АКФ-78 Ангрнского месторождения и алюминийсодержащие отходы полиэтиленового производства Химического комплекса Шуртан Газ. В данном случае спроектированная шихта состоит из:

1. Диабаза Арватенского месторождения -71,30 %;

2. Каолина бумажной марки АКФ-78 -9,18 %;

Глиноземсодержащего отхода полиэтиленового производства ШГХ-комплекса -19,52 %.

Варку стекл осуществляли в электрических печах с силитовыми нагревателями. Полученный расплав выливали на металлическую плиту, а часть в воду для получения стеклогранулята. Кристаллизационная способность стекл изучалась при температурах 700-1100 °С с интервалом 100 °С. Экспозиции при каждой температуре составляла 1 час. Степень кристаллизации оценивалась визуально, а также по изменениям плотности, показателя преломления, химической устойчивости и микротвердости стекла. Результаты эксперимента приведены на рисунке.



Рентгенограмма ситалла кристаллизованного при температуре 1100 °С с выдержкой 1 ч.  
Условное обозначение • -анортит

Таким образом, приведенные результаты рентгенографических исследований полевошпатовых ситаллов на основе местных сырьевых ресурсов и отходов промышленности подтверждают образование в рассматриваемых ситаллах при температуре 1100 °С в основном анортитоподобных твердых растворов, что свою очередь обеспечивает высокие физико-химические свойства материалов, особенно по части их устойчивости к щелочам и кислотам.

## ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### САНАЦИЯ ВОЗДУХА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ПРООКСИДАНТНЫХ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ

М.И. Лесовская

Красноярский государственный аграрный университет,  
г. Красноярск

Микробиологическое загрязнение воздуха помещений относится к экологическим факторам, оказывающим негативное влияние на здоровье человека. Микроорганизмы могут стать причиной многих инфекционных и аллергических заболеваний. Природными микробицидными средствами издавна являются эфирные масла, источниками которых являются не только тропические, но и сибирские растения [1]. В то же время критерии выбора санационно значимых эфирных масел слабо изучены. Так, практическое использование летучих субстанций в профилактической, восстановительной, косметической медицине базируется на нестрогих рекомендациях «народной медицины», в первую очередь на их органолептических свойствах. Однако

восприятие ароматов имеет субъективный характер, связанный с порогом ощущения и индивидуальной чувствительностью к летучим аллергенам. Для оздоровления воздуха помещений более надежным представляется выбор эфирных масел, основанный на объективных критериях их бактерицидности, например способности влиять на продукцию свободных радикалов, инициирующих цепные реакции перекисного окисления липидов и разрушающих клеточные мембраны.

Ранее [2] методом ингибиторного хемилюминесцентного анализа среди 12-ти эфирных масел были выявлены устойчивые антиоксиданты (сосна) и прооксиданты (эвкалипт и апельсин), характер и интенсивность радикал-направленного влияния которых не зависели от концентрации масел и лиофильности среды. Остальные масла либо вовсе не влияли на продукцию свободных радикалов (можжевельник, иланг-иланг), либо эффект инвертировался в зависимости от условий, причем прооксидантные эффекты были выражены сильнее, чем антиоксидантные. Максимальные прооксидантные эффекты в гидрофильных биогенных и абиогенных моделях проявляли масла апельсина, лаванды и кедра, тогда как в гидрофобных биогенных и абиогенных моделях – масла мяты, лимона и грейпфрута. С использованием радикал-специфичных хемилюминесцентных зондов было установлено, что эфирные масла мяты, лимона и грейпфрута селективно стимулируют продукцию супероксиданион-радикалов, являющихся необходимыми микробицидными компонентами воздушной среды.

Цель настоящей работы заключалась в оценке влияния природных эфирных масел, способных стимулировать продукцию свободных радикалов, на содержание микроорганизмов в воздухе производственного помещения (учебная лаборатория вуза). В задачи исследования входила количественная оценка антимикробного влияния эфирных масел на активность санитарно-показательных бактерий *in vitro* и *in situ*. Антимикробную активность эфирных масел *in vitro* оценивали по влиянию на дегидрогеназную активность санитарно-показательной тест-культуры (*Escherichia coli*) в питательной среде. Минимальную подавляющую концентрацию (МПК) эфирных масел определяли в динамике (спустя 1 и 15 часов после начала инкубации с микробной суспензией) [3]. Санирующую активность эфирных масел *in situ* определяли по степени снижения численности колониеобразующих единиц в бактериальном посеве. Отбор проб воздушной среды учебной лаборатории производили аспирационным методом аппаратом Кротова. После отбора фоновых проб воздуха помещение обрабатывали эфирным маслом с помощью ультразвукового прибора «Бриз» (НПО, Ретон, г. Томск, Россия) в течение 15 минут. Затем вновь проводили отбор воздуха аппаратом Кротова и подсчитывали количество колониеобразующих единиц.

Результаты исследования антимикробной активности *in vitro* позволили установить, что наибольшей активностью характеризовались эфирные масла лимона, грейпфрута и мяты в концентрациях 0,16 мг/мл, 4,81 мг/мл, и 8,62 мг/мл соответственно. Результаты исследования *in situ* показали, что наиболее высокой санационной активностью отличалось эфирное масло мяты.

Через 60 мин после санации общее количество тест-микроорганизмов снизилось на 82 % относительно фона (до обработки воздушной среды помещения эфирным маслом). Близкий санационный эффект наблюдался у эфирных масел лимона (снижение обсеменённости на 77 %), менее выраженный – у эфирного масла грейпфрута (на 51 % соответственно) ( $p < 0,05$ ).

Таким образом, снижение микробиологического загрязнения воздушной среды помещений может быть обеспечено под влиянием природных эфирных масел со свойствами гидрофобных прооксидантов (мята, лимон, грейпфрут), селективно стимулирующих продукцию супероксидных анион-радикалов как жизненно необходимых экологически чистых микробицидных компонентов воздушной среды. Результаты исследования доказывают, что отбор эфирных масел для эффективной санации производственных помещений может быть оптимизирован с учётом радикалотропной активности этих соединений, экспрессно выявляемой с помощью хемилюминесцентного анализа.

Автор благодарит за предоставленные материалы М.С. Шарапаеву.

### Список литературы

1. Шарапаева, М.С. Антиоксидантные свойства эфирных масел цветковых растений / М.С. Шарапаева, М.С. Спиридонова // Вестник КГПУ им. В.П. Астафьева. – 2007. – № 2. – С. 40 – 45.
2. Шарапаева, М.С. Влияние эфирных масел на редокс-баланс внутренней среды организма человека / М.С. Шарапаева, М.И. Лесовская // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 2. – Ч. 2. – С. 85–89.
3. Экспресс-метод определения антибиотиков в пищевых продуктах: методические указания. – Москва, 29 марта 1995 г. – № МУК 4.2.026-95 (Д). [Http: // www.businesspravo.ru](http://www.businesspravo.ru).

## ОЦЕНКА ШУМА ПО СУТОЧНОЙ ДОЗЕ

Н.А. Гордеева

Тульский государственный университет,

г. Тула

Шумовое загрязнение окружающей (в том числе производственной) среды является одной из главных гигиенических проблем. По данным государственного доклада «О санитарно-эпидемиологической обстановке в Российской Федерации в 1998 г.», шум ответственен за 83 % неблагоприятных в санэпидотношении территорий населенных мест в сравнении с 2 % вибраций и 15 % для электромагнитных полей. Однако санитарные нормы шума СН 2.2.4/2.1.8.562-96. «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» оценивают производственные и коммунальные шумы отдельно, что затрудняет оценку

реальной шумовой нагрузки на работающее население при проведении социально-гигиенического мониторинга.

По приведенным ниже формулам можно определить среднесуточную и среднегодовую дозы, а также их превышение над допустимой дозой.

Для оценки суммарного воздействия производственного и непроизводственного шума используется среднесуточная доза.

Суточная доза шума состоит из 3 парциальных доз, соответствующих трём восьмичасовым периодам суток, отражающих основные виды жизнедеятельности человека: труд, деятельность и отдых в домашних условиях и сон.

$$DШ_{сут} = DШ_{раб} + DШ_{отдых} + DШ_{сон} \quad (1)$$

Парциальные дозы определяются отдельно для каждого восьмичасового периода с учетом соответствующих допустимых уровней шума.

Расчет парциальных доз шума для указанных периодов жизнедеятельности проводят по разности между фактическими и допустимыми уровнями звука в дБА с учетом характера труда и вида жизнедеятельности человека (отдых сон). Допустимым значением для работы является уровень шума равный  $L_{раб}^{доп} = 80$  дБ, для отдыха -  $L_{отдых}^{доп} = 50$  дБ, для сна -  $L_{сон}^{доп} = 30$  дБ.

Зная разности между фактическими и допустимыми уровнями шума, можно определить соответствующие им превышения допустимых доз (количество раз) для каждого периода по формуле:

$$\text{Отношение доз}_i = 10^{0,1 \cdot \Delta L} \quad (2)$$

Среднесуточную дозу определяют делением суммы парциальных доз на количество периодов суток, то есть 3:

$$DШ_{ср.сут.} = \frac{DШ_{раб} + DШ_{отдых} + DШ_{сон}}{3} \quad (3)$$

При среднесуточной дозе не более единицы ( $DШ_{ср.сут.} \leq 1$ ) для человека обеспечиваются приемлемые акустические условия на производстве и в быту.

При определении среднегодовой дозы шума исходим из того, что в году 250 рабочих дней, в течение которых человек получает дозы шума, рассчитываемые по формулам (1) – (3). Дозу шума, которую человек получает в оставшиеся 115 дней, рассчитывают из условия, что в эти дни человек вместо  $DШ_{раб}$  получает  $DШ_{отдых}$ . В результате получаем формулу:

$$DШ_{год} = 250 \left( \frac{DШ_{раб} + DШ_{отдых} + DШ_{сон}}{3} \right) + 115 \left( \frac{2 \cdot DШ_{отдых} + DШ_{сон}}{3} \right) \quad (4)$$

Среднегодовая доза  $DШ_{год} \leq 365$  считается приемлемой для человека на производстве и в быту.

#### Пример.

Фактические уровни звука во время работы, отдыха и сна равны 90, 50 и 45 дБ. ПДУ 80, 50, 30 дБ.

Разности между фактическими и допустимыми уровнями шума равны:

$$\Delta L_{раб} = 90 - 80 = 10 \text{ (дБ)}$$

$$\Delta L_{отдых} = 50 - 50 = 0 \text{ (дБ)}$$

$$\Delta L_{\text{сон}} = 45 - 30 = 15 \text{ (дБ)}$$

Тогда дозы шума равны:

$$ДШ_{\text{раб}} = 10^{0,1 \cdot 10} = 10 \text{ (дБ)}$$

$$ДШ_{\text{отдых}} = 10^{0,1 \cdot 0} = 1 \text{ (дБ)}$$

$$ДШ_{\text{сон}} = 10^{0,1 \cdot 15} = 32 \text{ (дБ)}$$

Суточную дозу шума вычисляем сложением:

$$ДШ_{\text{сут}} = 10 + 1 + 32 = 43 \text{ (дБ)}$$

Тогда среднесуточная доза равна:

$$ДШ_{\text{сут}} = \frac{10 + 1 + 32}{3} = 14 \text{ (дБ)}$$

Среднесуточная доза превышает допустимую в 14 раз.

Годовая доза шума равна:

$$ДШ_{\text{год}} = 250 \left( \frac{10 + 1 + 32}{3} \right) + 115 \left( \frac{2 \cdot 1 + 32}{3} \right) = 4886,667 \text{ (дБ)}$$

Годовая доза шума превышает допустимую в 13 раз.

Эти данные можно получить, используя специально сделанную для этого программу, интерфейс которой представлен ниже.

При запуске программы открывается окно (Рис. 1).

	Работа	Отдых	Сон
Фактические уровни шума, дБА	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Допустимые уровни шума, дБА	80	50	30
Разности уровней шума	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Дозы	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Суммарная доза	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Среднесуточная доза	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Превышение	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Годовой фактический уровень шума, дБА	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Годовой допустимый уровень шума, дБА	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Доза относительная (превышение)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Рис.1.

В программе уже заложены допустимые уровни звука, поэтому для работы с ней необходимо ввести только фактические значения уровней шума и нажать кнопку «Посчитать».

Программа производит расчет, результат которого представлен на Рис. 2.

	Работа	Отдых	Сон
Фактические уровни шума, дБА	90	50	45
Допустимые уровни шума, дБА	80	50	30
Разности уровней шума	10	0	15
Дозы	10	1	32
Суммарная доза		43	
Среднесуточная доза		14,333	
Превышение		14	
Годовой фактический уровень шума, дБА		4886,667	
Годовой допустимый уровень шума, дБА		360	
Доза относительная (превышение)		13,572	

Посчитать

Выход

Рис.2.

Для выхода из программы необходимо нажать кнопку «Выход».

### Список литературы

1. *Профессиональный риск для здоровья работников. (Руководство) / Под ред. Н. Ф. Измерова и Э. И. Денисова. – М.; Тровант, 2003. – 448 с.*
2. *base.consultant.ru.*

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

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

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  $D_{доп}$

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

ПРЕДЕЛЬНО-ДОПУСТИМОГО УРОВНЯ ЗА КАЖДУЮ СМЕНУ

Расчет сменной дозы

Параметры сменного воздействия:

Уровень шума (вибрации), дБ      Время воздействия, час

100      2

0      0

0      0

Вид воздействия

Шум

Вибрация общая (по виброскорости)

Вибрация локальная (по виброскорости)

Вибрация общая (по виброускорению)

Вибрация локальная (по виброускорению)

Количество смен в месяц (1-30) с данным уровнем воздействия: 6

Расчитать

Превышение: 14,0 дБ, Кратность: 25,1 раз

Число дней отдыха (работы с пониженной дозой): 28

Рис. 1.

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

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).

Расчет сменной дозы

Параметры сменного воздействия:

Уровень шума (вибрации), дБ      Время воздействия, час

100      2

98      4

106      0,25

Вид воздействия

Шум

Вибрация общая (по виброскорости)

Вибрация локальная (по виброскорости)

Вибрация общая (по виброускорению)

Вибрация локальная (по виброускорению)

Количество смен в месяц (1-30) с данным уровнем воздействия: 4

Расчитать

Превышение: 6,4 дБ, Кратность: 4,4 раз

Число дней отдыха (работы с пониженной дозой): 9

Рис. 2.

### Список литературы

1. Денисов Э. И. Дозная оценка шумов и вибраций//Оценка риска профзаболеваний от воздействия физических факторов – 2003 – стр. 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 – С. 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. – Москва, 1982. – С. 120-121.
7. Карагодина И.Л. Борьба с шумом и вибрацией в городах. – Москва: Медицина, 1979. – С. 160.

## ОТХОДЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВ В ВОДООЧИСТКЕ

С.В. Свергузова, Д.Ю. Ипанов, Д.В. Сапронов  
Белгородский государственный технологический университет  
им. В. Г. Шухова,  
г. Белгород

В том, что жить на нашей планете становится все опаснее и опаснее, уже никто не сомневается. Стало опасно пить сырую воду из-под крана, колодца, реки, мы боимся мыть голову дождевой водой или просто попасть под дождь, собирать и есть грибы. Опасно купаться в реках, водохранилищах, даже в море из-за несоответствия качества воды санитарно-гигиеническим требованиям. Так, например, по данным ежегодного государственного доклада «О санитарно-эпидемиологической обстановке в Российской Федерации в 2009г» [1] следует, что в 2009г. зарегистрирована 31 территория субъектов Российской Федерации, где доля проб воды водных объектов I категории по микробиологическим показателям, не соответствующим гигиеническим нормативам, составила 17,8 %, а II категории (зон рекреации) гигиеническим нормативам не отвечают 23,1 %

В пробах обнаруживаются лактозоположительные кишечные палочки, колифаги в т.ч. с выделенными возбудителями инфекционных заболеваний. Имеет место и обнаружение возбудителей паразитарных заболеваний. В таблице, в качестве примеров приведена информация о качестве воды водных объектов по некоторым областям Российской Федерации [1] (таблица).

Доля проб воды водных объектов I – II категории, не отвечающих гигиеническим нормативам по микробиологическим показателям

№ п/п	Территория субъекта Российской Федерации	Доля проб воды, не соответствующих ГНМП*, %	В т.ч.				Доля проб воды, не соответствующих ГНПП**, %
			по содержанию ТБК	по содержанию ОКБ	по содержанию колифагов	С выделенными возбудителями кишечных инфекций	
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>ВОДОЕМЫ I КАТЕГОРИИ</b>							
	<b>Российская Федерация</b>	<b>17,8</b>	<b>12,7</b>	<b>10,4</b>	<b>1,9</b>	<b>0,1</b>	<b>1,2</b>
1	Чеченская Республика	3 из 3 (100%)	3 из 3 (100%)	3 из 3 (100%)	0 из 3	0 из 3	11 из 11 (100%)
2	Пензенская обл.	14 из 27 (51,9%)	14 из 27 (51,9%)	12 из 27 (44,4%)	0 из 27	0 из 27	0 из 22
3	г. Москва	32 из 72 (44,4%)	27 из 72 (37,5%)	8 из 72 (11,1%)	4 из 27 (14,8%)	0 из 27	0 из 24
4	Нижегородская обл.	36,2	32,2	19,0	0,6	0,0	2 из 59 (3,4%)
5	Московская обл.	22,4	20,5	10,8	4,4	0,0	1,4
<b>ВОДОЕМЫ II КАТЕГОРИИ</b>							
1	г. Санкт-Петербург	80,8	76,7	66,4	17,2	0,9	0,0
2	Ярославская обл.	40,6	29,6	33,2	6,2	0,0	7,9
3	Брянская обл.	36,6	33,9	29,7	15,6	0,3	1,0
4	Самарская обл.	31,9	26,4	17,4	2,6	0,4	2,0
5	Московская обл.	29,7	25,2	23,6	4,2	0,4	1,8

- \* - Гигиенические нормативы по микробиологическим показателям
- \*\* - Гигиенические нормативы по паразитологическим показателям

Основными причинами создавшегося неудовлетворительного положения с загрязнением воды водных объектов являются состояние сточных вод, сбрасываемых в водные объекты, и их объемы. Практически все очистные сооружения требуют реконструкции и устройства установок глубокой очистки сточных вод.

Нельзя не учитывать то, что недостаточно очищенные воды могут представлять, в ряде случаев, не меньшую опасность, чем сбрасываемые без очистки.

В числе причин сброса недостаточно очищенных сточных вод – использование малоэффективных, не отвечающих современному уровню развития канализационных и очистных сооружений; слабый производственный контроль; неудовлетворительная эксплуатация морально и физически устаревших и не соответствующих по своей мощности и объему сброса сточных вод очистных сооружений. Практически все очистные сооружения требуют реконструкции и устройства установок глубокой очистки сточных вод.

Одним из способов повышения эффективности очистки сточных вод является использование для этих целей отходов различных промышленных производств (шлаков, пылей, и т. д.)

На кафедре промышленной экологии Белгородского технологического университета исследована возможность применения шлака и пыли электросталеплавильного производства Оскольского электрометаллургического комбината. Благодаря высокому содержанию в данных отходах оксида кальция при добавлении их к водной среде происходит повышение рН, что создает благоприятные условия для образования малорастворимых гидроксидов металлов [2]. На примере ионов  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  установлено, что эффективность очистки при этом может достигать 99-99,5 % [3,4]. Поэтому применение отходов промышленных производств, для очистки сточных вод является актуальным и экономически выгодным.

### Список литературы

1. *О санитарно – эпидемиологической обстановке в Российской Федерации в 2009г. Государственный доклад – М : Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 210 – 456 с.*
2. Ю. Ю. Лурье *Справочник по аналитической химии «Химия», М., 1971. – 456 с.*
3. М.Г. Григорьян, С.В. Свергузова. *Очистка железо-цинксодержащих вод шлаком. - ЭЖиП, 2010. - №9. – С. 45-47*
4. Н.Ю. Кирюшина, Г. И. Тарасова, С. В. Свергузова. *Шлаковые отходы в водоочистке. Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. – 2010. - №4.- С. 140-145.*

## ИЗУЧЕНИЕ ОЛИГОМЕРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНОГО КОНЦЕНТРАТА МЕТОДАМИ ИК-, ЯМР- СПЕКТРОСКОПИИ И ВЭЖХ МС

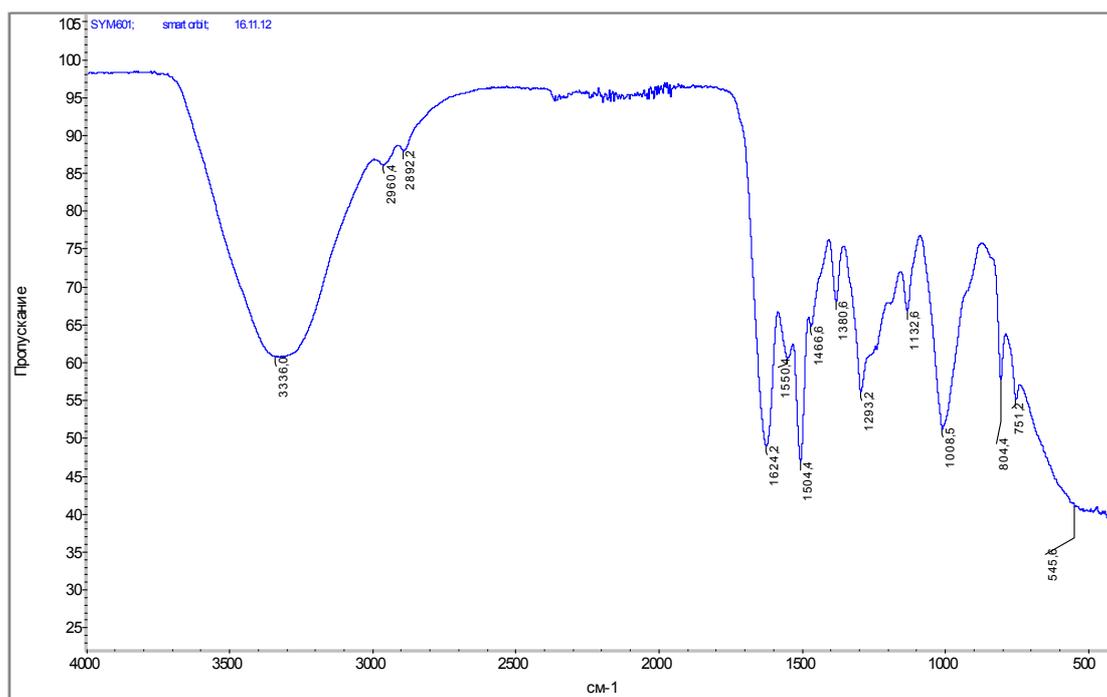
С.Ю. Меньшиков, И.Н. Ганебных, М.С. Валова  
Институт органического синтеза УрО РАН,  
г. Екатеринбург

Известно, что взаимодействие карбамида и формальдегида в процессе Perstorp-Reichhold ('Formox') может приводить к продуктам олигомеризации (КФК), содержащим в своем составе как метиленовые, так и метилольные мостики. Наличие первых нежелательно, так как полученные в таком случае продукты являются менее реакционноспособными к дальнейшим превращениям. Изучение состава полученных продуктов возможно комбинацией метода масс-спектрометрии с электрораспылительной ионизацией и методов ЯМР и ИК спектроскопии. Метод ионизации распылением осуществляет ионизацию олигомеров без существенной фрагментации и может использоваться для определения их средних молекулярных масс. Однако для этого метода очень высоки требования к

растворимости образцов: можно использовать лишь те растворители, которые при электрораспылении обеспечивают катионизацию макромолекул. В общем же случае этот метод лучше всего использовать для анализа низкомолекулярных олигомеров и полимеров со средними молекулярными массами всего в несколько килодальтон путем регистрации, по-видимому, однозарядных ионов.

Данные элементного анализа образцов КФК, предоставленных ОАО “Уралхимпласт” для исследований в ИОС УрО РАН

№	C, %	H, %	N, %
1	27,06	7,52	10,3
2	29,39	7,32	11,88
3	29,34	7,42	11,79
4	30,76	7,23	11,43
5	28,40	7,58	12,64
6	28,90	7,91	11,67



ИК-спектр осадка кубовой части адсорбера

Варьированием природы мобильной фазы методом ВЭЖХ МС нами было показано, что масс-спектры образцов в ДМФА и MeCN/H<sub>2</sub>O отличаются не очень сильно. Наибольший интерес для исследований представляли образцы 5, 6 и 3. Причем образец № 5 был предоставлен незадолго до замены катализатора в трубчатом реакторе, образец № 6 непосредственно после замены, а образец №3 являлся контрольным и был получен на другом предприятии в г. Тольятти [1]. Если сравнить спектры ЯМР 1H 5,6 и 3 обращает на себя внимание соотношение интегральных интенсивностей трех типов сигналов – сильного синглета воды при 3.76 м.д.: мультиплета в области 4-5,25 мд: семи синглетов в

области 5,25 -6,6 м.д.=29.18:50.76:13.13; 25.38:52.47:15.24; 25.87:54.32:13.72. То есть соотношение интегральных интенсивностей для воды не соответствует Вязкости условной по вискозиметру ВЗ-246 (сопло 4 мм) 63:44:52, которая коррелирует с данными элементного анализа по азоту 12,64: 11,67: 11,79. Объяснение такой аномалии можно найти, если снова обратиться к масс-спектрам образца 5, регистрация для которого осуществлялась дважды с интервалом в 1,5 месяца. Было показано, что, несмотря на большее содержание воды (исходя из интегральной интенсивности протонов) молекулярная масса полученных олигомеров в образце 5 оказалась выше, по-видимому, за счет более высокой концентрации исходного раствора карбамида, что и привело к аномально высокому значению вязкости, для образца 5, полученного незадолго до смены катализатора в реакторе окисления метанола. Однако, судя по данным спектров ЯМР  $^{13}\text{C}$ , олигомеры в этом образце оказались менее разветвленными, чем в контрольном образце 3 полученном на родственном предприятии в г. Тольятти. Таким образом метод ВЭЖХ МС в комбинации с данными элементного анализа ЯМР и ИК спектроскопией позволяет оценить молекулярно-массовое распределение образцов КФК, не прибегая к использованию гельпроникающей хроматографии.

### Список литературы

1. В.Н. Махлай, С.В. Афанасьев *Химия и технология карбамидоформальдегидного концентрата.*- Самара: Изд-во Самарского научн. Центра РАН, 2007. – 224 с.

Авторы благодарят ОАО “Уралхимпласт” за финансовую поддержку работы

## ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ СОРБЦИИ ИОНОВ $\text{Cd}^{2+}$ ИЗ НИТРАТНЫХ РАСТВОРОВ НА МОДИФИЦИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫХ СОРБЕНТАХ

А.К. Сагидуллин<sup>1</sup>, Б.С. Смоляков<sup>1</sup>, Л.М. Левченко<sup>1</sup>, А.Л. Бычков<sup>2</sup>,  
В.В. Шемякин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН,

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химии твёрдого тела и механохимии СО РАН,  
г. Новосибирск

Загрязнение токсичными металлами (ТМ) природных водоемов и их ремедиация – одна из наиболее актуальных проблем во многих странах мира. Приемы извлечения металлов из водных сред с использованием сорбционных технологий достаточно эффективны при условии малых объемов раствора и высоких концентрациях поллютантов.

Проблема очистки больших водоемов (рек, озер) от ТМ до сих пор актуальна и малоизучена.

Повысить эффективность сорбционных методов в данных условиях можно только за счет создания новых материалов приемами химической модификации исходных веществ.

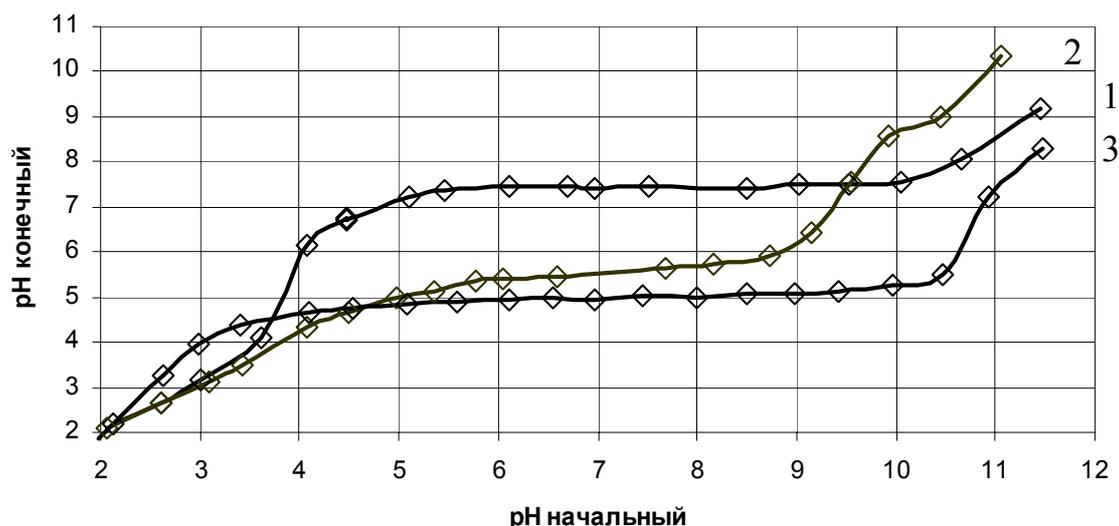
В работе рассматривается серия нанопористых углеродных модифицированных сорбентов (НУМС): исходный НУМС, НУМС<sub>70-30</sub> – активированный перекисью водорода, НУМС-АГ – полученный механохимической модификацией НУМС<sub>70-30</sub> гуминовыми кислотами.

Были определены следующие характеристики: величина удельной поверхности (Сорбтометр-М), общее количество функциональных групп (ПФГ, таблица 1, кондуктометрически) их кислотно-основная природа (рисунок, потенциометрически).

Таблица 1  
Величина удельной поверхности и количества ПФГ

Образец	$S_{уд}, м^2/г$	Кислые ПФГ, ммоль/г	Щелочные ПФГ, ммоль/г	ПФГ, ммоль/г
НУМС	302±3	0,01	0,07	0,08
НУМС <sub>70-30</sub>	452±3	0,49	0,51	1
НУМС-АГ	95,5±3	2	0,2	2,2

Модификация углеродного материала НУМС окислителями и гуминовыми кислотами приводит к получению сорбента с большим количеством кислых ПФГ (2 ммоль/г в случае НУМС-АГ), что отражается и на кривых зависимости  $pH_{нач} - pH_{кон}$ .



Кривые зависимости  $pH_{нач} - pH_{кон}$  сорбентов НУМС (1), НУМС<sub>70-30</sub> (2) и НУМС-АГ (3)

На выбранных сорбентах был изучен процесс сорбции ионов  $Cd^{2+}$  из нитратных растворов с концентрациями от 0,2 до 20 мг/л при pH = 5, 6 и 7. Получены изотермы сорбции, величины предельной адсорбции в зависимости

от рН рассчитывали по уравнению Лэнгмюра. В таблице 2 представлены величины предельной адсорбции ( $a_0$ , мг/г) в зависимости от рН для каждого из сорбентов, константы уравнения Лэнгмюра и коэффициенты корреляции

Таблица 2  
Параметры изотерм Лэнгмюра

Сорбент	рН	Константы изотерм Лэнгмюра		
		$a_0$ , мг/г	$K$	$R^2$
НУМС	5	3,49	0,327	0,983
	6	3,22	0,055	0,992
	7	3,56	0,049	0,985
НУМС <sub>70-30</sub>	6	3,81	0,235	0,987
	7	4,70	0,444	0,989
НУМС-АГ	5	7,04	0,85	0,996
	6	14,7	1,73	0,997
	7	32,01	4,36	0,999

из которой видно, что сорбенты, подвергнутые химической модификации, несмотря на зависимость от рН, имеют наибольшую величину предельной адсорбции. Исходя из значений констант Лэнгмюра ( $K$ ) можно сделать вывод, что наиболее эффективно в области низких концентраций действует сорбент НУМС-АГ ( $K = 4,36$ ;  $a_0 = 32,01$  мг/г).

## 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 рис. 1.

В процессе очистки, как правило, предусматривается отдельное канализование для цианосодержащих, хромосодержащих 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.

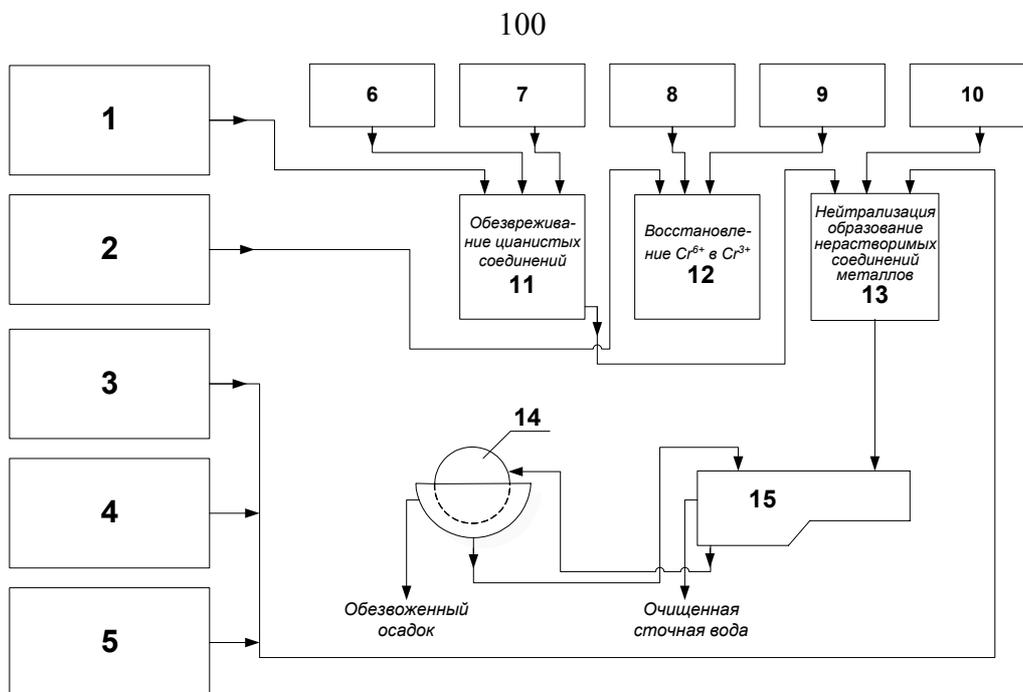


Рис. 1. Схема канализования и очистки сточных вод гальванического производства реагентным методом

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 рис. 2.

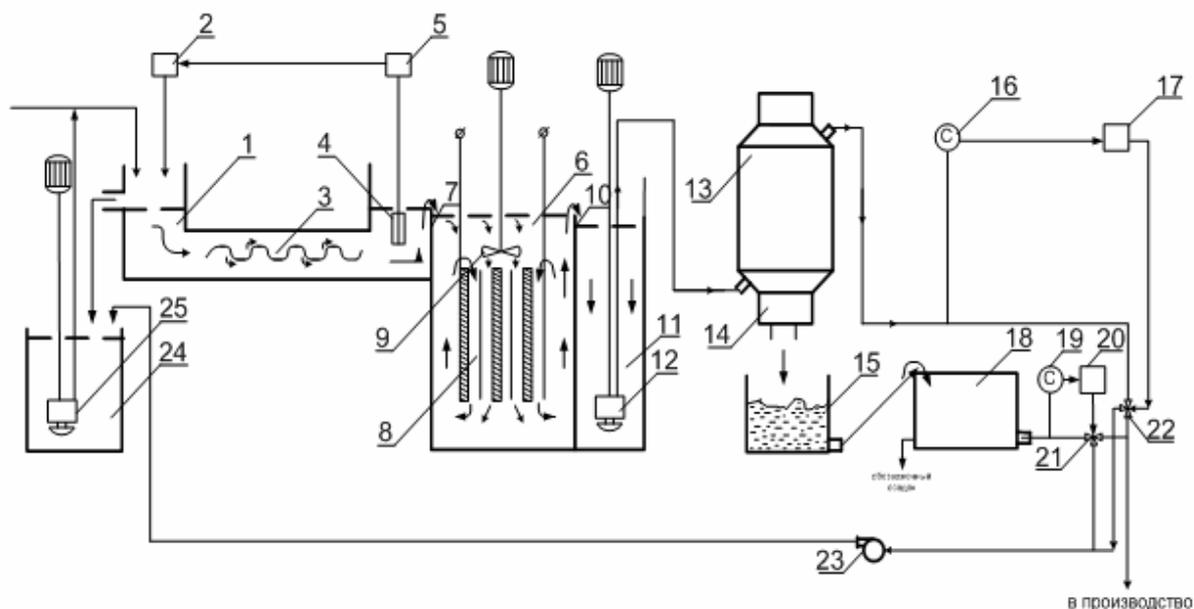


Рис. 2. Технологическая схема очистки стоков

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*.

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОЛОГИИ

### НЕОБХОДИМОСТЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ

Н.Н. Афанасьева, В.О. Фольмер  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

Охрана окружающей природной среды – одна из наиболее актуальных проблем современности. Научно-технический прогресс и усиление антропогенного давления на природную среду неизбежно приводят к обострению экологической ситуации: истощаются запасы природных ресурсов, загрязняется природная среда, утрачивается естественная связь между человеком и природой, теряются эстетические ценности, ухудшается физическое и нравственное здоровье людей, обостряется экономическая и политическая борьба за сырьевые рынки, жизненное пространство.

Что касается Российской Федерации, то она относится к странам с наихудшей экологической ситуацией. Загрязнение природной среды достигло невиданных масштабов. Во многом это определяется экологической неграмотностью и малограмотностью населения, низкой эффективностью и некомпетентностью пропаганды, как устной, так и печатной. В нашей стране экологическое образование и воспитание скорее декларируются, чем реализуются.

Исходя из этого, экологическая образованность людей должна стать одним из главных факторов обеспечения экологической безопасности страны. В формировании экологического образования первостепенное значение имеет усвоение принципов охраны природы и рационального природопользования. Для этого необходимо преодолеть несколько стереотипов мышления и поведения, широко распространенных в прошлом. Это убежденность в том, что наша страна обладает несметными природными богатствами, и они избавляют нас от заботы об их экологичном использовании. Такое представление наложило отпечаток и на внешнеэкономическую деятельность государства, и, прежде всего, послужило оправданию сырьевой направленности экспорта: нефть, газ, древесина, пушнина.

В связи с этим экологическое образование должно иметь целью формирование непотребительского мировоззрения, основанного на представлении о единстве человека и биосферы. Целью экологического образования должно стать воспитание у людей чувства ответственности за результаты своей практической деятельности для сохранения среды обитания и своего здоровья.

В настоящее время каждый человек, независимо от его специальности, должен быть экологически образован.

**Экологическое образование** как неотъемлемая часть общей системы образования предполагает непрерывный процесс обучения, воспитания и развития личности, направленный на формирование системы научных и практических знаний и умений, а также ценностных ориентаций, поведения и деятельности.

Особенность экологического образования при подготовке и переподготовке специалистов всех профилей заключается в его обязательности, в непрерывном характере на протяжении всей жизни с обогащением достижениями научно-технического прогресса, с изучением специфики международного развития, в гармонии его интеллектуальной, нравственной и практической составляющих.

Именно Вузы могут выступить важным звеном в системе непрерывного экологического образования. Выпускники университета должны быть проводниками передовых идей, специалистами с высоким уровнем знаний и мышления, владеющими экологически безопасными технологиями.

В то же время, экологическое образование и воспитание возможно лишь при условии, если содержание учебных предметов способствует выработке экологически ценностных ориентаций. Следовательно, в системе вузовского образования необходимо расширять перечень изучаемых вопросов по экологии.

Вместе с тем, реализация задач экологического образования требует пересмотра не только содержания образования, но и форм и методов обучения. Необходимо отдавать предпочтение таким методам, формам, и методическим приемам обучения, которые будут:

- стимулировать учащихся к постоянному пополнению знаний об окружающей среде (уроки – деловые или сюжетно-ролевые игры, уроки-конференции, семинары, беседы, доклады учащихся, диспуты и викторины);
- способствовать развитию творческого мышления, умению предвидеть последствия природообразующей деятельности человека (это методы, обеспечивающие формирование интеллектуальных умений: анализ, синтез, сравнение, установление причинно-следственных связей; это также традиционные методы: беседы, наблюдения, опыт, лабораторная работа с преобладанием эвристического характера познавательной деятельности учащихся);
- обеспечивать развитие исследовательских навыков, умений, учить принимать экологически целесообразные решения и приобретать новые знания;
- вовлекать учащихся в практическую деятельность по решению проблем окружающей среды местного и регионального значения (выявление редких и исчезающих видов, защита природы от разрушений, определение факторов риска в районах проживания, пропаганда экологических знаний: лекции, беседы, листовки, рисунки, плакаты).

Рассматривая вузовское экологическое образование, следует отметить, что важной предпосылкой ему должно стать соответствующее школьное образование и воспитание, их прогрессивность и современность. Специалистам по школьному экологическому образованию необходимо с детских лет целенаправленно воспитывать у обучающихся чувство ответственности за сохранность природы, вырабатывать активную жизненную позицию по восприятию проблемы сохранения окружающей природной среды.

Следовательно, целостная система экологического образования и воспитания должна охватывать всю жизнь человека.

**Экологическая ответственность** напрямую связана с экологическим воспитанием и с такими качествами личности, как самоконтроль, умение предвидеть ближайшие и отдаленные последствия своих действий в природной среде, критическое отношение к себе и другим. Соблюдение моральных требований, связанных с отношением к природе, предполагает развитую убежденность, а не страх за возможное наказание и осуждение со стороны окружающих.

Для осуществления стоящих перед нашей страной задач по преодолению экологического кризиса, охране среды обитания, защите и возобновлению природных ресурсов необходимо своевременно формировать у человека экологическое мировоззрение, эстетическое отношение к природе, развивать любовь к ней и нести ответственность за ее состояние. Без этого трудно представить возможность реального развития гармонических взаимоотношений общества и природы.

Самое пристальное внимание в условиях современной экологической ситуации педагогам следует уделять подрастающему поколению, чему должна способствовать экологизация всего учебно-воспитательного процесса школы и университета. Полноценный эффект будет достигнут только в том случае, когда экологическое сознание и поведение станут составной частью общей культуры каждого человека в нашей стране.

### Список литературы

1. Бринчук М.М. Юридическое образование в аспекте развития права окружающей среды // Государство и право, 1995. № 10, С. 120-136.
2. [www.ecology.gpntb.ru/ecoeducation/](http://www.ecology.gpntb.ru/ecoeducation/)

## РАБОТА В ПОЛОЖЕНИИ СТОЯ И ВАРИКОЗНОЕ РАСШИРЕНИЕ ВЕН НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ

Р.В. Сухов

Тульский государственный университет,  
г. Тула

Работники многих профессий проводят большую часть рабочей смены в положении стоя. В этих профессиях велика распространенность варикозного расширения вен (ВРВ) нижних конечностей - до 30-50 % (Рис. 1). Исследование напряжения регуляторных механизмов сердечнососудистой системы (ССС) при ортостатических видах труда позволяет оценить работу стоя как сильный фактор риска по ВРВ.

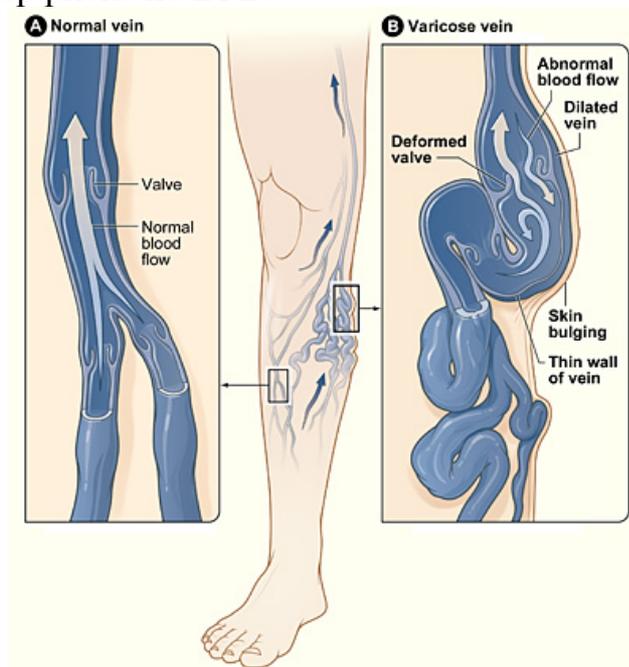


Рис. 1. Формирование варикозного расширения вен. Нормально функционирующая вена без патологии венозных клапанов (А). Варикозное расширение вен с деформированным клапаном, нарушением притока крови, и тонкими, растянутыми стенками вен (В).

### **Основные определения**

**Ортостатический фактор труда (ОФТ)** — характерная черта трудовой деятельности с необходимостью длительного пребывания работника в ортостатическом положении либо в малоподвижной позе, либо с незначительным передвижением в течение смены.

**Ортостатическое напряжение ССС** — напряжение механизмов регуляции сердца и сосудов, обусловленное значительным или прогрессирующим депонированием крови в нижней половине тела под влиянием ОФТ.

При длительных ортостатических воздействиях напряжение ССС развивается через стадии:

- 1) адекватная мобилизация (адаптация);
- 2) компенсаторная констрикция сосудов ног (напряжение);
- 3) динамическое рассогласование регуляции сосудов с подключением системных компенсаторных реакций (перенапряжение).

**Особенности развития ВРВ.** На основе гигиенических, эргономических и физиологических исследований ниже дана количественная оценка ОФТ в аспекте риска по ВРВ. Представлена классификация тяжести труда по времени пребывания в ортостатическом положении и установлена их взаимосвязь с заболеваемостью ВРВ, оценка ее связи с ОФТ выполнена методом линейной корреляции и регрессии.

Данное заболевание хроническое, и его обычно не связывают с временной утратой трудоспособности. Однако потери трудоспособности при этой болезни имеют аккумулирующий и достаточно стабильный характер.

#### **Прогнозирование вероятности ВРВ.**

Прирост доли больных ВРВ:

$$Y=1,92X+1,75,$$

где X- количество стажа, лет.

Y- вероятность возникновения ВРВ, %.

Прирост доли больных ВРВ ног составляет почти 2% в год.

Установлено, что время нахождения работников в ортостатическом положении практически напрямую связано с заболеваемостью ВРВ ног. Регрессионный анализ показал, что приросту времени «трудоового ортостаза» на 1 % соответствует прирост заболеваемости ВРВ ног в 0,41 %:

$$Y=0,41X+2,1,$$

где Y- вероятность возникновения ВРВ, %.

X- время нахождения работников в ортостатическом положении, % смены.

Вычисление вероятности возникновения ВРВ нижних конечностей в зависимости от времени пребывания работника в ортостатическом положении (% от смены) и стажа работы осуществляется с помощью программы, интерфейс которой представлен на рисунке 2.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВРВ

Процент от смены 83

Вероятность ВРВ, % 36,13

Стаж, лет 9

Просчитать заболеваемость ВРВ

Заболеваемость ВРВ, % 8,90

Класс условий труда: четвертый (опасный)

Рис. 2. Интерфейс программы «Вероятности возникновения ВРВ нижних конечностей в зависимости от времени пребывания работника в ортостатическом положении (% от смены) и стажа работы»

По времени пребывания в ортостатическом положении труд оценивают по следующим категориям (таблица).

Категории работ по времени работы в положении «стоя»

Категория и характер труда	Время пребывания в ортостатическом положении, % смены	Вероятность ВРВ, %
<b>I класс</b> (оптимальный труд)	до 33	6-14
<b>II класс</b> (допустимый труд)	34-53	15-24
<b>III класс</b> (тяжелый труд)	54-73	25-34
<b>IV класс</b> (сверхтяжелый труд)	74-82	35 -37
	83-96	38-47

Таким образом, при анализе трудового процесса в ортостатическом положении можно выделить 5 категорий тяжести труда и соответствующую им вероятность заболеваний ВРВ нижних конечностей.

Заболеваемость ВРВ ног представлена без учета возрастной и стажевой динамики, поправку на которые следует определять отдельно для каждого производства.

**Меры профилактики.** При длительных работах стоя показаны режимы труда и отдыха, включающие обеденный перерыв не менее 40 мин и перерывы по 5—10 мин через каждый час работы. В перерывах в первую половину смены рекомендуется проводить физические упражнения для смены статической нагрузки динамической, а во вторую половину смены — дополнительно

самомассаж спины, рук и ног для снятия статического напряжения и нормализации кровообращения. Следует предусматривать установки гидромассажа ног в соответствии со СНиП 2.09.04-87 «Административные и бытовые здания» из расчета 40 человек на одну установку. В помещениях для отдыха и психологической разгрузки уровень звука не должен превышать 65 дБА; здесь следует использовать кресла с подголовниками, подлокотниками и подставками для ног.

### Список литературы

1. А.Я. Рыжков *Работа в положении стоя и варикозное расширение вен нижних конечностей // Вероятность нарушения здоровья под воздействием неблагоприятных факторов трудового процесса.- М.: 2003, С. 204-207.*
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.- М.: 2003, С. 199- 201*

## **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;

X- числом движений.

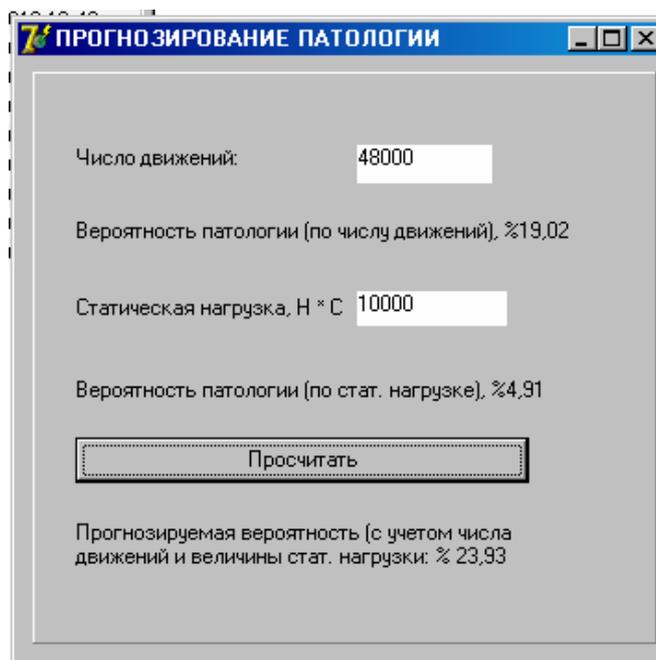
Формула для описания зависимости между величиной статической нагрузки и числом случаев патологических нарушений:

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

У- число случаев патологических нарушений;

X- статическая нагрузка.

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



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. – М.: 2003, С. 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. – М.: 2003, С. 199- 201.*

## СТАЖЕВАЯ ДОЗА И БЕЗОПАСНЫЙ СТАЖ

В.Б. Тимофеева  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

В таблице представлена информация о том, что при прекращении контакта с шумом или вибрацией клинические симптомы регрессируют, при продолжении контакта болезнь прогрессирует. Так же видно, что даже достаточно непродолжительное воздействие фактора на человека дает осложнения.

Показатель	Вибрация	Шум
Продолжении контакта	Болезнь прогрессирует	
Прекращение контакта	при начальных и реже при умеренно выраженных проявлениях вибрационной болезни приводит к регрессу клинических симптомов. Однако если рациональное трудоустройство вне контакта с вибрацией и сопутствующими неблагоприятными производственными факторами предпринимается в предпенсионном или в пенсионном возрасте регресс заболевания маскируется нарастающими возрастными изменениями, прогрессированием сопутствующих заболеваний и развитием новых.	при начальных признаках воздействия шума на орган слуха приводит к стабилизации процесса и частичному восстановлению остроты слуха, реже - к обратному развитию неспецифических изменений со стороны нервной, сердечно-сосудистой и других систем. Рациональное трудоустройство в более поздние сроки является запоздалой мерой и не восстанавливает здоровье и трудоспособность больного, так как к этому времени имеет место значительный возраст больного, нарастание возрастных изменений, прогрессирование сопутствующих заболеваний и развитие новых.
Осложнения, возникающие при воздействии данного фактора	осложнения беременности и нарушение специфических функций женского и мужского организма, преходящие, хронические и острые цереброваскулярные и кардиоваскулярные нарушения, гипер- и гипотоническую болезни, гастроэнтерологические нарушения, полирадикулярные нарушения компрессионного и рефлекторного происхождения, сегментарные и проводниковые неврологические нарушения	преходящие, хронические и острые цереброваскулярные нарушения, геморрагический или ишемический инсульт, дисциркуляторную энцефалопатию, эпилептиформные припадки, преходящие, хронические и острые кардиоваскулярные нарушения, инфаркт миокарда, гипер- и гипотоническую болезни, острые и хронические гастроэнтерологические нарушения, нарушения секреторной, моторной и эвакуаторной функции, эрозивные и язвенные дефекты.

По приведенным ниже формулам можно определить безопасную стажевую дозу, безопасный стаж работы при данном уровне воздействия и максимальное возможное время воздействия за смену количество.

Безопасная доза при расчетном стаже с данным уровнем воздействия за определенное время за смену:

$$\text{ПДУ} + 4,3647 \cdot \ln(\text{стаж}) - 0,0583$$

Безопасный стаж работы, соответствующий данному уровню воздействия:

$$\text{ПДУ} + 4,3647 \cdot \ln(\text{стаж}) - \text{уровень воздействия} - 4,3325 \cdot \ln(\text{время воздействия}) + 8,9352$$

Возможный стаж работы при данном уровне воздействия:

$$1,0229 \cdot \exp(0,2281 \cdot [\text{ПДУ} + 4,3647 \cdot \ln(\text{стаж}) - \text{уровень воздействия} - 4,3325 \cdot \ln(\text{время воздействия}) + 8,9352])$$

Максимально возможное время работы за смену при данном уровне воздействия:

$$8,1832 \cdot \exp[0,2281 \cdot (\text{ПДУ} + 4,3647 \cdot \ln(\text{стаж}) - \text{уровень воздействия} - 0,0739)] / \text{стаж}$$

Например, при работе с скорректированным уровнем виброскорости в 122 дБ суммарно по 2 ч в смену при расчетном стаже работы в 30 лет:

Безопасная доза при расчетном стаже с данным уровнем воздействия за определенное время за смену:

$$112 + 4,3647 \cdot \ln(30) - 0,0583 = 111,9417 + 4,3647 \cdot 3,4012 = 111,9417 + 14,8452 = 126,7869 \text{ дБ}$$

Безопасный стаж работы, соответствующий данному уровню воздействия:

$$112 + 4,3647 \cdot \ln(30) - 122 - 4,3325 \cdot \ln(2) + 8,9352 = -1,0648 + 4,3647 \cdot 3,4012 - 4,3325 \cdot 0,6931 = -1,0648 + 14,8452 - 3,0029 = 10,7775 \text{ (лет)}$$

Стаж, соответствующий данному уровню воздействия (сколько лет можно работать при данном уровне воздействия):

$$1,0229 \cdot \exp(0,2281 \cdot [112 + 4,3647 \cdot \ln(30) - 122 - 4,3325 \cdot \ln(2) + 8,9352]) = 1,0229 \cdot \exp(0,2281 \cdot [-1,0648 + 4,3647 \cdot 3,4012 - 4,3325 \cdot 0,6931]) = 1,0229 \cdot \exp(0,2281 \cdot [-1,0648 + 14,8452 - 3,0029]) = 1,0229 \cdot \exp(0,2281 \cdot 10,7775) = 1,0229 \cdot \exp(2,4583) = 1,0229 \cdot 11,6855 = 11,9531 \text{ (лет)}$$

Максимально возможное время работы за смену при данном уровне воздействия:

$$8,1832 \cdot \exp[0,2281 \cdot (112 + 4,3647 \cdot \ln(30) - 122 - 0,0739)] / 30 = 0,2728 \cdot \exp[0,2281 \cdot (-10,0739 + 4,3647 \cdot 3,4012)] = 0,2728 \cdot \exp[0,2281 \cdot (-10,0739 + 14,8452)] = 0,2728 \cdot \exp[0,2281 \cdot 4,7713] = 0,2728 \cdot \exp[1,0883] = 0,2728 \cdot 2,9693 = 0,8100 \text{ (часа)}$$

Для произведения необходимых расчетов необходимо знать значения предельно-допустимых уровней воздействия (ПДУ).

ПДУ шума – 80 дБ

ПДУ при вибрации	По виброскорости	По виброускорению
Локальной	112	126
Общей	100	92

При обработке статистических данных были получены зависимости, выраженные в таблицах, позже они были переведены в формулы, на основе которых и была создана программа, позволяющая производить расчеты на основе имеющихся данных.

Эта программа позволяет производить расчеты по локальной или общей вибрации (по виброскорости или по виброускорению) или по уровню шума.

На рисунке представлен результат примера, рассмотренного ранее.

### Список литературы

8. Денисов Э. И. Дозная оценка шумов и вибраций//Оценка риска профзаболеваний от воздействия физических факторов – 2003 – стр. 111-114
9. Денисов Э. И. Принципы дозной оценки шума//Шум и вибрация (проблема гигиенической оценки и нормирования). – Москва, 1982 – стр. 99-106
10. Денисов Э. И. Доза вибрации и методы ее определения//Гигиена труда – 1985 - № 2 – стр. 19-22
11. Денисов Э. И., Овакимов В. Г. Гигиеническая оценка производственных шумов и вибраций по экспозиции и дозе//Гигиена труда – 1988 - № 4 – стр. 36-40
12. Денисов Э. И., Суворов Г. А., Шкаринов Л. Н. Гигиенические нормирование производственных шумов и вибраций – Москва: Медицина, 1984 – стр. 207
13. Карагодина И. Л. Борьба с шумом и вибрацией в городах – Москва: Медицина, 1979 – стр. 160
14. СН 2.2.4/2.1.8.566–96 Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий.

## 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 трудным 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.*

## ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННО – ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТА 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».

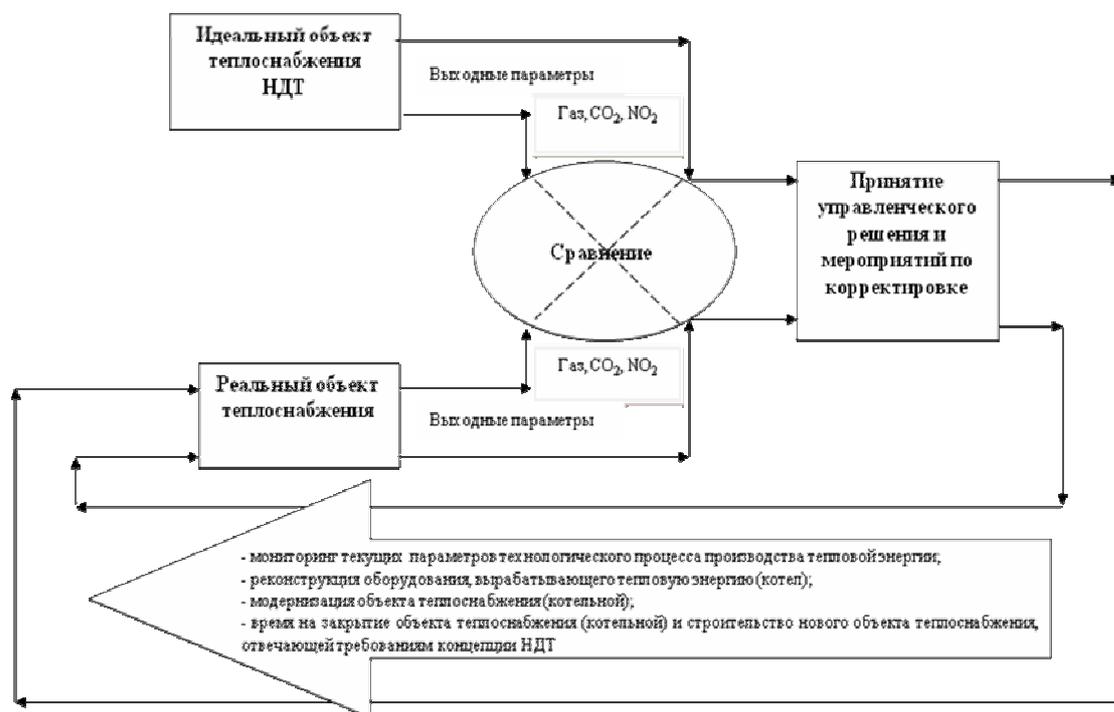


Рис. 1. Оценка соответствия реального объекта теплоснабжения требованиям концепции «наилучших доступных технологий»

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.

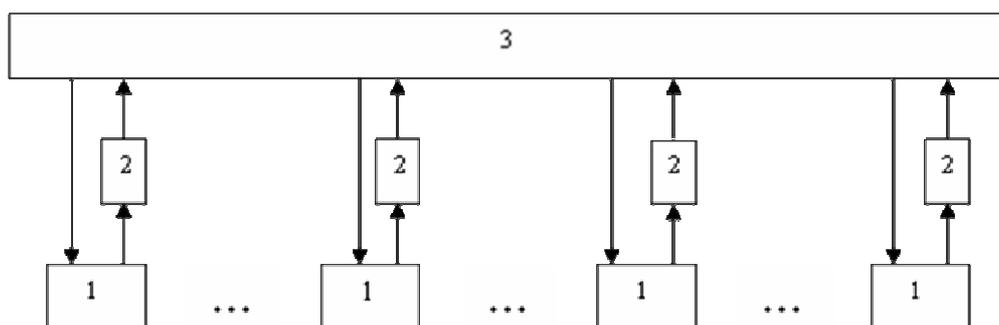


Рис. 2. Принципиальная схема информационно – измерительной системы оптимизации производства тепловой энергии:

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 ежесуточно 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.*

## **ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО И ПРОЦЕДУРНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ НА ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ ВСТРОЕННЫХ ПРОЦЕССОРОВ**

А.В. Юрченко  
ЗАО «ЕС-лизинг»,  
г. Тула

Растущие потребности в высокопроизводительных переносных системах, основанных на встроенных процессорах, становятся предметом повышенного интереса многих исследовательских работ, при этом значительное внимание уделяется пониженному энергопотреблению. Низкое энергопотребление является важной характеристикой переносных устройств, поскольку она определяет время жизни их аккумуляторной батареи, вес устройства, максимальную степень интеграции с другими устройствами [1]. Выполнение этих требований на этапе проектирования усложняется необходимостью поиска компромисса между производительностью и энергопотреблением. Увеличение производительности, например, повышение тактовой частоты, обычно приводит к повышенным затратам энергии.

Для сокращения энергопотребления системой разрабатываются методы как в области программного, так и аппаратного обеспечения. Как показано в [2], общая цель большинства исследований это сокращение динамического рассеивания энергии, которое происходит в результате зарядки/разрядки емкостей электрических схем [1]. Аппаратные методы пытаются минимизировать энергопотребление путем оптимизации параметров проектирования таких, как напряжение питания, количество логических вентилей, размер транзисторов, рабочая частота. Такие решения обычно отрицательно сказываются на производительности. Программные методы нацелены в первую очередь на выполнении конкретной задачи за счет меньшего количества инструкций, что приводит к сокращению коммутационной активности в электрических схемах. В данном случае улучшения достигаются как для производительности, так и для энергопотребления. К тому же программные методы связаны с более высоким уровнем иерархии системного дизайна, на котором принимаемые решения значительно сильнее влияют на энергопотребление.

Увеличение сложности, и сокращение времени выхода на рынок встроенного программного обеспечения (ПО) приводит к принятию

модульного и повторно используемого кода. Для этого используются объектно-ориентированный подход и языки программирования такие, как, например, Java и C++ [3, 4]. Сдвиг системной функциональности в область ПО предоставляет значительную гибкость в сопровождении и обновлении приложений. Объектно-ориентированное программирование (ООП) с помощью таких свойств, как абстракция данных и инкапсуляция данных и функций, широко распространено в качестве метода повышения модульности и повторного использования программного кода [5, 6]. Так же важным аспектом является интеграция описательных языков аппаратного обеспечения и языков программирования ООП в общую платформу моделирования. Перспективным примером в данном случае может служить расширение языка C++, в котором разработаны классы для описания аппаратных структур – это язык проектирования и верификации моделей системного уровня SystemC [7].

Несмотря на все преимущества ООП, его принятие в качестве инструмента разработки встроенного ПО подвигается очень медленно. Проектировщики встроенного ПО очень неохотно применяют методы ООП в связи с дополнительными потерями производительности в системах с относительно небольшими вычислительными мощностями и объемами памяти. Снижение системной производительности в терминах времени выполнения и используемых объемов памяти продемонстрировано в [8]. Этот неотъемлемый недостаток объектно-ориентированных языков заставил программное сообщество разработать особые компиляторы, которые оптимизируют производительность ООП [9, 10, 11]. Так же был создан открытый стандарт, который определяет подмножество языка C++ для встроенных приложений [12].

Принимая во внимание существующую потребность в низком энергопотреблении, цель данной работы – анализ воздействия объектно-ориентированных и процедурных методов программирования на производительность и энергопотребление встроенных систем. Исследование энергопотребления в данной работе не ограничено только процессором, здесь так же рассмотрено энергопотребление памятью данных и памятью инструкций, которые вносят значительный вклад в потребление энергии во встроенных системах. В работе показано, что если ООП применяется неправильно, это влияет не только на производительность, но и на энергопотребление системы.

В качестве целевой архитектуры для сравнения объектно-ориентированного и процедурного стилей программирования выбрано ядро встроенного процессора ARM7, который широко используется для встроенных приложений из-за его заявленного отношения выполненных команд в секунду к энергопотреблению [13]. Более того, у него есть некоторые преимущества при проектировании открытых архитектур [14]. Для того, чтобы оценить оба стиля программирования на предмет производительности и энергопотребления, в работе используются сравнительные тесты OORACK [15].

ООП является общепринятой методологией написания модульного и повторно используемого программного кода. Но при принятии решений во

время разработки встроенных приложений, необходимо учитывать снижение производительности, вызываемое использованием объектно-ориентированного кода. В данной работе с помощью компиляции и выполнения эталонных тестов на симуляторе встроенного процессора, продемонстрировано, что ООП приводит к значительному увеличению времени выполнения и потреблению энергии. Во встроенных системах, где низкое энергопотребление является основным требованием, объектно-ориентированные методы могут приводить к значительным перерасходам энергии во всех компонентах системы, таких как, ядро процессора, память данных и инструкций. Поскольку обычные компиляторы не могут оптимизировать объектно-ориентированный программный код до уровня производительности процедурного кода, это приводит к увеличению количества выполняемых инструкций, что пропорционально увеличивает энергопотребление уровня инструкций. Также следует быть внимательным при выборе объектно-ориентированного стиля для программ большого объема, поскольку абстракция данных может привести к значительному увеличению объема программного кода, что приведет к увеличению энергопотребления за счет памяти инструкций.

### Список литературы

1. Chandrakasan A., Brodersen R. *Low Power Digital CMOS Design* // Kluwer Academic Publishers, Boston, 1995.
2. Benini L., De Micheli G. *System-Level Power Optimization: Techniques and Tools* // ACM Transactions on Design Automation of Electronic Systems, vol. 5, 2000, pp. 115-192.
3. Cockx A. J. *Whole program compilation for embedded software: the ADSL experiment* // 9th International Symposium on Hardware/Software Codesign (CODES'2001), Copenhagen, Denmark, 2001.
4. Plauger P.J. *Embedded C++* // Embedded Systems Conference (ESC'99), Chicago, Illinois, USA, 1999.
5. Sommerville I. *Software Engineering* // Addison-Wesley, 9th ed., 2011.
6. *Comparing Programming Paradigms: an Evaluation of Functional and Object-Oriented Programs* / R. Harrison, L.G. Samaraweera, M.R. Dobie, P.H. Lewis // Dept. of Electronics and Computer Science, University of Southampton, UK, 2012.
7. *Accellera Systems Initiative. Резюме доклада: <http://www.accellera.org> (дата обращения 12.12.2012).*
8. Calder B., Grunwald D., Zorn B. *Quantifying Behavioral Differences Between C and C++ Programs* // Journal of Programming Languages, vol. 2, 1994, pp. 313-351.
9. Collin S., Colnet D., Zendra O. *Type Inference for Late Binding. The SmallEiffel Compiler* // JMLC'97, Linz, Austria, 1997, pp. 67-81.
10. Zendra O., Colnet D., Collin S. *Efficient Dynamic Dispatch without Virtual Function Tables. The SmallEiffel Compiler* // OOPSLA'97, Atlanta GA, USA, 1997, pp. 125-141.

11. Rotithor H., Harris K., Davis M. *Measurement and Analysis of C and C++ Performance* // *Digital Technical Journal*, vol. 10, 1999, pp. 32-47.

12. *Embedded C++*. Режим доступа: <http://www.caravan.net/ec2plus> (дата обращения 12.12.2012).

13. Furber S. *ARM System-on-Chip Architecture* // Addison-Wesley, Harlow, 2000.

14. *Пакет инструментальных средств разработки и отладки микроконтроллеров ARM*. Режим доступа: <http://www.phyton.ru> (дата обращения 05.12.2012).

15. *OOPACK Benchmark Kernels*. Режим доступа: <http://annwm.lbl.gov/bench/oopack.html> (дата обращения 05.12.2012).

## Содержание

### МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРЫ

Панарин В.М., Анцев В.Ю., Горюнкова А.А., Копылова Н.А. Система экологического мониторинга атмосферного воздуха промышленно развитого региона.....	3
Панарин В.М., Анцев В.Ю., Горюнкова А.А., Копылова Н.А. Основные модели, используемые для оценки загрязнения атмосферы.....	6
Панарин В.М., Анцев В.Ю., Горюнкова А.А., Копылова Н.А. Нормативы качества окружающей среды и экологический мониторинг.....	8
Панарин В.М., Анцев В.Ю., Горюнкова А.А., Копылова Н.А. Организация наблюдений за уровнем загрязнения атмосферы.....	11
Панарин В.М., Анцев В.Ю., Горюнкова А.А., Копылова Н.А. Организация мониторинга атмосферного воздуха.....	14
Е.А. Машинцов, Н.А. Криничная Организация пылевого мониторинга в угольных шахтах с использованием автоматических систем контроля пылевзрывобезопасности.....	16
Пушилина Ю.Н. Мероприятия по охране атмосферного воздуха в Тульской области.....	19
Панарин В.М., Горюнкова А.А., Белоусов А.А. Алгоритм формирования информационно-измерительной и управляющей системы мониторинга загрязнения атмосферы.....	24
Панарин В.М., Горюнкова А.А., Котлеревская Л.В., Белоусов А.А. Принципы построения информационно-измерительной и управляющей системы мониторинга загрязнения атмосферы.....	29

### МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ГИДРОСФЕРЫ

Подрезова Ю.Г., Нифталиев С.И. Вопросы обеспечения экологической безопасности при обращении с нефтепродуктами на водной поверхности.....	33
Кислицина М.Н., Борисова Г.Г. Использование анатомо-морфологических показателей водных растений для биоиндикации качества водной среды.....	34
Вакунин Е.И., Секарова И.О. Биохимическая оценка экосистем крупных водоемов Новомосковского района.....	35

## МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ БИОСФЕРЫ

Терехина Е.А., Горбачев В.Н., Климентова Е.А., Лукичева Л.Н. Динамика содержания тяжелых металлов в пахотных почвах Ульяновской области.....	41
Галицын Д.И. Хорологическое распределение прыткой ящерицы трансформированных территорий ( <i>Lacerta agilis</i> Linnaeus, 1758).....	44
Машинцов Е.А., Ивановская Е.Н. Основные факторы, увеличивающие риск развития туберкулеза.....	47
Машинцов Е.А., Ивановская Е.Н. Анализ заболеваемости туберкулезом в Тульской области.....	52

## ПЕРЕРАБОТКА УГЛЕЙ, ПРОМЫШЛЕННЫХ И БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Широков И.П., Кузьмина Р.И. Термолитическая рекуперация углеводородных компонентов из нефтяных шламов.....	57
Прокофьева Н.Г. Малоотходные технологии как способ улучшения состояния экосистемы района.....	59
Прокуда Н.А., Суховерхов С.В., Логвинова В.Б., Полякова Н.В. Исследование химического состава шламов химочистки филиала ОАО «Желдорремаш».....	60
Гриневич В.И., Кувыкин Н.А., Любимов В.А. Озонирование, как способ восстановления сорбционной ёмкости активированных углей, загрязнённых нефтепродуктами.....	63
Алимжанова Ж.И., Кадырова Д.С. Отработанный катализатор Шуртанского газохимического комплекса – потенциальный источник глинозёма в керамических массах.....	64
Грудинский П.И., Дюбанов В.Г., Брюквин В.А. Кинетика перехода цинка в газовую фазу из цинксодержащих металлургических отходов.....	66
Зиновеев Д.В., Корнеев В.П., Дюбанов В.Г. О возможности использования красных шламов для производства специальных цементов.....	72
Цветкова И.В., Кочетков К.С. Способ переработки отходов производства каучуков.....	76
Кружалов А.В., Ромаденкина С.Б., Решетов В.А., Таумова С.Х., Снегирев А.С. Переработка натуральных сланцев Волжского бассейна для получения различных продуктов.....	77
Жуманиёзов Х.П., Шарипов Д.Ш., Собиров Б.Т. Получение ситаллов на основе местных сырьевых ресурсов и отходов промышленности Узбекистана.....	80

## ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Лесовская М.И. Санация воздуха производственных помещений с помощью прооксидантных эфирных масел.....	83
---	----

Гордеева Н.А. Оценка шума по суточной дозе.....	85
Тимофеева В.Б. Оценка физического воздействия за смену и вахту.....	88
Свергузова С.В., Ипанов Д.Ю., Сапронов Д.В. Отходы промышленных производств в водоочистке.....	91
Меньшиков С.Ю., Ганебных И.Н., Валова М.С. Изучение олигомерных соединений карбамидоформальдегидного концентрата методами ИК-, ЯМР- спектроскопии и ВЭЖХ МС.....	93
Сагидуллин А.К., Смоляков Б.С., Левченко Л.М., Бычков А.Л., Шемякин В.В. Изучение процессов сорбции ионов $Cd^{2+}$ из нитратных растворов на модифицированных углеродных сорбентах.....	95
Рылеева Е.М. Экологически чистая технология очистки многокомпонентных стоков.....	97

## **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОЛОГИИ**

Афанасьева Н.Н., Фольмер В.О. Необходимость экологического образования в условиях современной экологической ситуации.....	102
Сухов Р.В. Работа в положении стоя и варикозное расширение вен нижних конечностей.....	105
Сухов Р.В. Вероятность формирования функциональных и патологических нарушений при мышечном труде регионального характера.....	108
Тимофеева В.Б. Стажевая доза и безопасный стаж.....	111
Павпертова О.Н. Информационно-измерительная система производственных факторов.....	114
Панарин В.М., Дабдина О.А. Применение информационно – измерительных технологий для оценки энергоэффективности работа распределительных объектов теплоснабжения.....	117
Юрченко А.В. Оценка влияния объектно-ориентированного и процедурного программирования на энергопотребление встроенных процессоров.....	122

# РЕШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ПРОМЫШЛЕННОГО РЕГИОНА

Тезисы докладов всероссийской научно-технической конференции

Авторское редактирование

Подписано в печать 20.02.2013.  
Формат бумаги 60 84×1/16. Бумага офсетная.  
Усл. печ. л. 4,8. Уч.-изд. л. 3,85  
Тираж 100 экз. Заказ 114

Тульский государственный университет  
300012, г. Тула, проспект Ленина, 92

Отпечатано в издательстве «Инновационные технологии»  
300041, г. Тула, ул. Оборонная, 63



**Московский государственный университет  
имени М.В.Ломоносова  
Филиал МГУ  
в городе Севастополе**

Лицензия МО РФ серия АА № 000754  
Лицензия МОНУ серия АВ № 552882



В



1999 году по решению Правительства России открыт Филиал МГУ имени М.В.Ломоносова в г. Севастополе. Концепция открытия Филиала МГУ основана на понимании необходимости дальнейшего улучшения российско-украинских отношений, восстановления единого культурно-информационного поля на всем постсоветском пространстве, защиты прав соотечественников, русской диаспоры в ближнем зарубежье.

**Обучение на бюджетной и договорной основах.  
Форма обучения – дневная.**

**Факультеты и отделения:**



Студенческое общежитие

**ФАКУЛЬТЕТ КОМПЬЮТЕРНОЙ МАТЕМАТИКИ**

- отделение прикладной математики и информатики («Прикладная математика и информатика»)

**ФАКУЛЬТЕТ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

- отделение физики («Физика»)
- отделение географии («Геоэкология и природопользование», «География океана», «Социальная экология и туризм» - платная образовательная программа)

**ИСТОРИКО-ФИЛОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

- отделение истории («Отечественная история»)
- отделение филологии («Русский язык и литература»)
- отделение журналистики («Телевидение» - платная образовательная программа)

**ФАКУЛЬТЕТ ЭКОНОМИКИ И УПРАВЛЕНИЯ**

- отделение экономики («Экономика»)
- отделение управления («Государственное и муниципальное управление»)

**ФАКУЛЬТЕТ ПСИХОЛОГИИ**

- отделение психологии («Психология труда и организационная психология»)



Дом культуры



Спортивно-оздоровительный комплекс



По окончании университета выдается государственный диплом с присвоением квалификации «бакалавр».

Наш адрес: 99001, г. Севастополь, ул. Героев Севастополя, 7  
телефон для справок (0692) 40-22-25

E-mail: [kdp@msusevastopol.net](mailto:kdp@msusevastopol.net), [www.msusevastopol.net](http://www.msusevastopol.net)

Для поступающих в Филиал МГУ в г. Севастополе  
прием документов – с 20 июня по 5 июля на отделение журналистика,  
по 10 июля на остальные факультеты.

**ОТДЕЛЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**ПРИГЛАШАЕТ НА ОБУЧЕНИЕ**

**по программам профессиональной переподготовки**

После обучения выдается диплом Московского государственного университета.

Наш адрес: 99001, г. Севастополь, ул. Героев Севастополя, 7, каб. 147-148  
телефон для справок (0692) 48-92-78, E-mail: [ldopobr@bk.ru](mailto:ldopobr@bk.ru), [www.msusevastopol.net](http://www.msusevastopol.net)