

Тулский государственный университет  
Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева  
Российское химическое общество им. Д.И. Менделеева  
Тулское отделение Российского химического общества им. Д.И. Менделеева  
ТООО Научно-технический центр  
ООО «ТУЛЬСКИЙ ДНТ»

# **СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ**

ДОКЛАДЫ  
XXIII МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ  
КОНФЕРЕНЦИИ

**15 октября 2019 года**

***ПОСВЯЩАЕТСЯ***

*150-летию со дня открытия периодической таблицы Менделеева*

Тула  
«Инновационные технологии»  
2019

**УДК 504.75**  
**ББК 91.9**

Современные проблемы экологии: доклады XXIII междунар. науч.-практич. конференции под общ. ред. В.М. Панарина. – Тула: Инновационные технологии, 2019. – 234 с.

Сборник содержит материалы по проблемам состояния и оценки экологической ситуации, рационального природопользования, экологически чистых химических технологий, очистке газовых выбросов в атмосферу, применению новых методов очистки, утилизация промышленных и бытовых отходов жизнедеятельности людей, вопросам радиологической безопасности, путям и методам решения других вопросов экологии.

Выделены приоритетные направления природопользования: экономика, право, образование, а также перспективы устойчивого развития: взаимодействие органов власти, общества и бизнеса в решении экологических проблем. Даны решения некоторых практических задач охраны окружающей среды.

Материалы предназначены для научных сотрудников, преподавателей высших учебных заведений, аспирантов, студентов и специалистов, занимающихся проблемами экологии и медицины.

#### **Редакционная коллегия:**

Академик РАН С.М. Алдошин, Академик РАН В.П. Мешалкин, д.т.н., проф. В.М. Панарин, д.т.н. А.А. Маслова, д.м.н. проф. М.Э. Соколов, к.т.н. Е.И. Вакунин, к.т.н. А.Е. Коряков, В.М. Михайловский, А.П. Метелкин.

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

ISBN 978-5-6042013-5-0

© Авторы докладов, 2019

© Издательство «Инновационные технологии»,  
2019

# РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЕКЦИИ ГИДРООЧИСТКИ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА И КЕРОСИНА НА КОМБИНИРОВАННОЙ УСТАНОВКЕ ЛК-6Ус

В.П. Мешалкин<sup>1</sup>, М.В. Канищев<sup>2</sup>, Л.М. Ульев<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева,  
г. Москва

<sup>2</sup> ООО «РусЭнергоПроект», г. Москва

***Аннотация.** В работе исследуется энергетическая и экологическая эффективность секции гидроочистки дизельного топлива и керосина от сернистых соединений комбинированной установки ЛК-6Ус. С помощью построения составных кривых технологических системы технологических потоков определены текущие значения полезной нагрузки горячих и холодных утилит, определено значение мощности тепловых потерь в окружающую среду от теплообменной системы секции и ее трансферных труб. Вычислено значение индекса потенциала повышения энергетической и экологической эффективности процесса,  $\varepsilon_{ef} = 0.56$ , которое является абсолютной характеристикой совершенства рассматриваемого процесса. Показано, что можно сократить выбросы парниковых газов на данной секции в 2,3 раза.*

### **Введение**

Рост численности населения на планете и его благосостояния связан с увеличением потребностей в материальной сфере и сфере услуг, и, как следствие с увеличением переработки первичных источников энергии (ПЭР) в высококачественную энергию [1]. В настоящее время основными первичными энергетическими источниками являются углеводородные ископаемые ресурсы (рис. 1.) и такое положение прогнозируется на много десятилетий вперед [2]. Несмотря на увеличение потребления ископаемых углеводородов их доля в общем потреблении первичных энергоресурсов будет несколько снижаться (рис. 1.). Это связано, прежде всего, с разработкой и внедрением энергоэффективных технологий переработки и потребления энергии, а также с развитием технологий использования возобновляемых источников энергии.

Увеличение переработки ПЭР приводит к росту выбросов в атмосферу парниковых газов (рис. 2). Наибольшее количество выбросов обеспечивает энергетический сектор экономики [2], и, если увеличивать экологическую эффективность в этом секторе, то к 2040 году можно снизить выбросы парниковых газов, при планируемом производстве высоко-

качественной энергии на 7 % (рис. 2). Этот путь снижения парниковых газов называется «эволюционным сценарием». В 2015 году в рамках Парижского соглашения по климату разработаны регулирующие меры снижения содержания парниковых газов в атмосфере [3]. Рамочная конвенция ООН об изменении климата предусматривает системный подход, учитывающий снижение выбросов CO<sub>2</sub> в промышленности, строительстве, энергетике и транспорте. В этом случае, называемом «быстрым сценарием», к 2040 году выбросы парниковых газов сократятся на 45% (рис. 2).

Расчет выбросов парниковых газов в эквиваленте CO<sub>2</sub> можно

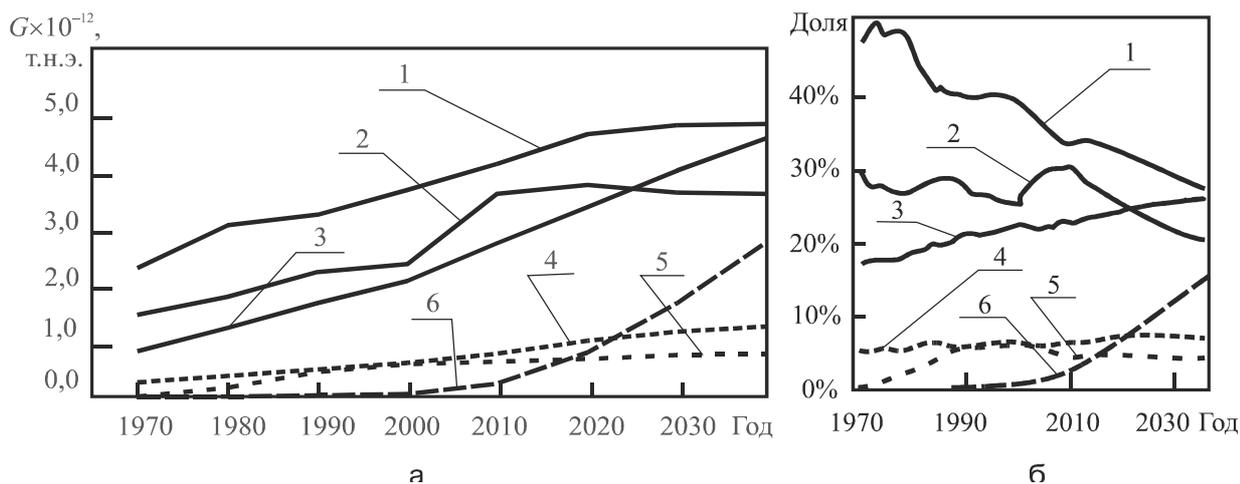


Рис. 1. Потребление первичных энергетических ресурсов. а – прогноз потребления до 2040 года; б – доля видов ПЭР в общем потреблении.  $G$  – потребление ПЭР.

1 – нефть; 2 – уголь; 3 – природный газ; 4 – гидроэнергия; 5 – ядерная энергия;  
6 – возобновляемые источники энергии

выполнить по методике вычисления выбросов парниковых газов Саморегулируемой организации некоммерческого партнерства «Международный альянс энергоаудиторов» [4], в которой показано, что при сжигании 1000 м<sup>3</sup> природного газа выделяется ~ 1,85 т парниковых газов, а при сжигании 1 т мазута выделяется около 3,1 т парниковых газов. Эти данные позволяют вычислить выбросы парниковых газов от энергопотребляющих промышленных установок, и в частности, нефтеперерабатывающих.

На нефтеперерабатывающих заводах используется большое число процессов переработки сырья и продуктов, многие из которых имеют большое энергопотребление, но низкую энергоэффективность. Для повышения конкурентоспособности и рентабельности предприятий необходимо производить модернизацию производства с целью повышения экологической и энергетической эффективности в том числе. Поскольку экологическая эффективность установок прямо связана с их энергоэффективностью, то чтобы выбрать процессы, которые нуждаются в модернизации в первую очередь, необходимо разработать единые критерии оценки энергоэффективности промышленных процессов.

Конечно, установки, перерабатывающие одно сырье или производящие один продукт можно сравнивать по удельным показателям,

но эти значения не показывают на сколько может быть уменьшено энергопотребление на установке, ли на сколько глубоко установка может быть модернизирована. Можно также сравнивать энергоэффективность процессов с показателями эталонных установок, выбранных по наилучшим доступным технологиям (НДТ) [5]. Но есть вероятность, что сами эталоны НДТ нуждаются в модернизации.

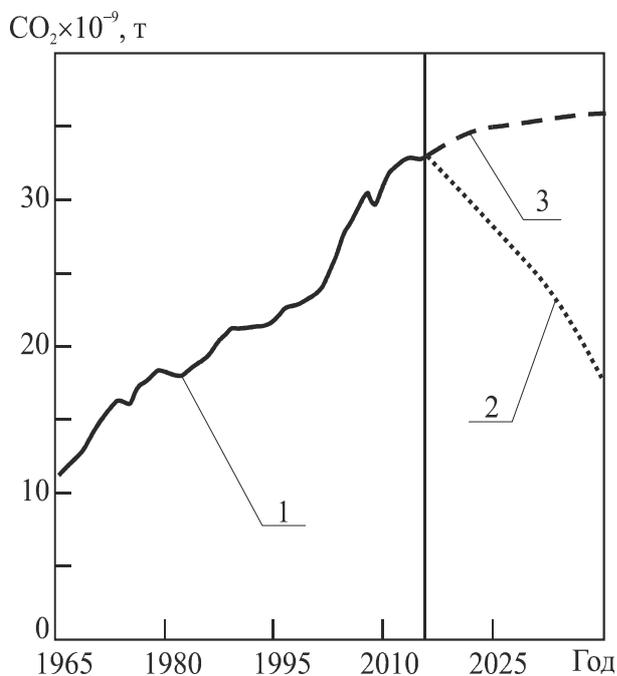


Рис. 2. Общие выбросы парниковых газов в атмосферу в результате жизнедеятельности человечества. 1 – Рост выбросов до 2020 года; 2 – быстрый сценарий снижения выбросов парниковых газов; 3 – эволюционный сценарий изменения выбросов парниковых газов

Сравнение различных технологических процессов возможно только по величине экономической прибыли после модернизации, но для этого необходимо определить глубину такой модернизации. Существующие методы сравнительной оценки, основанные на НДТ [5] не дают такой возможности. Поэтому в данной работе получили дальнейшее развитие методы сравнительной оценки энергоэффективности, основанные на принципах пинч анализа [6].

В работах [7, 8] сформулированы основные критерии такой оценки, основная идея которой состоит в сравнении реального энергопотребления технологического процесса с энергопотреблением доступном для технически достижимой максимальной мощности рекуперации тепловой энергии в процессе. При этом возможность модернизации утилитной системы исключается из рассмотрения, но при необходимости, снижение энергопотребления за счет модернизации утилитной системы может быть включено в анализ энергоэффективности процесса.

В работе [7] представлены определения основных индексов энергоэффективности, но без учета возможности исключения тепловых потерь в окружающую среду от системы рекуперации тепловой энергии и

трансферных труб. В работе [8] расчет индексов энергоэффективности применительно к секции каталитического риформинга с предварительной гидроочисткой на установке ЛК-6Ус выполнен с учетом возможности исключения тепловых потерь, но без анализа результатов и без рассмотрения альтернативных вариантов.

Поэтому в настоящей работе получил дальнейшее развитие метод сравнительной оценки энергоэффективности, основанный на правилах интеграции процессов с применением к работающей секции первичной переработки нефти на комбинированной установке ЛК-6Ус.

В работе [9] проведен SELOOP-анализ системы теплообмена установки первичной переработки нефти в различных режимах работы, сделаны оценки целевых значений энергопотребления необходимые для пинч проектирования. В работе [10] определен потенциал повышения энергоэффективности установки с использованием методов пинч анализа для установки первичной переработки нефти АВТ А12/2 в зимнее время; разработан проект оптимальной энергоэффективной реконструкции установки с последующим инженерным моделированием. Но в этих работах не рассматривались методы сравнительного анализа нефтеперерабатывающих установок, а рассматривались исключительно проекты пинч-модернизации процессов.

### **Характеристика процесса**

Секция гидроочистка комбинированной установки ЛК-6Ус включает два процесса. Один из них – это гидроочистка дизельного топлива от сернистых соединений и депарафинизация – повышение хладотекучести дизельного топлива. Мощность этого процесса – 2 млн. тонн в год по перерабатываемому сырью. Второй процесс предназначен для гидроочистки керосина от сернистых соединений, а номинальная его мощность равна 600 тыс. тонн в год по перерабатываемому сырью. В системе теплообмена этой секции участвуют 17 технологических потоков (рис. 3). Подогрев химически очищенной воды по техническим причинам из рассмотрения исключен. Технологические потоки пригодные для теплоэнергетической интеграции на секции гидроочистки, приведены в таблице 1.

С помощью построения сеточной диаграммы системы теплообмена секции [6], технологических и теплофизических данных технологических потоков (табл. 1) определена величина мощности рекуперации тепловой энергии [8] в рассматриваемой секции в настоящее время,  $Q_{Hrec} \approx 97,6$  МВт, что позволило, с помощью программного комплекса Pinch–SELOOP [11], построить составные кривые технологических потоков секции первичной переработки нефти [6], определить полезную нагрузку холодных и горячих утилит, минимальный температурный напор в системе теплообмена, характерного для вертикального теплообмена [6].

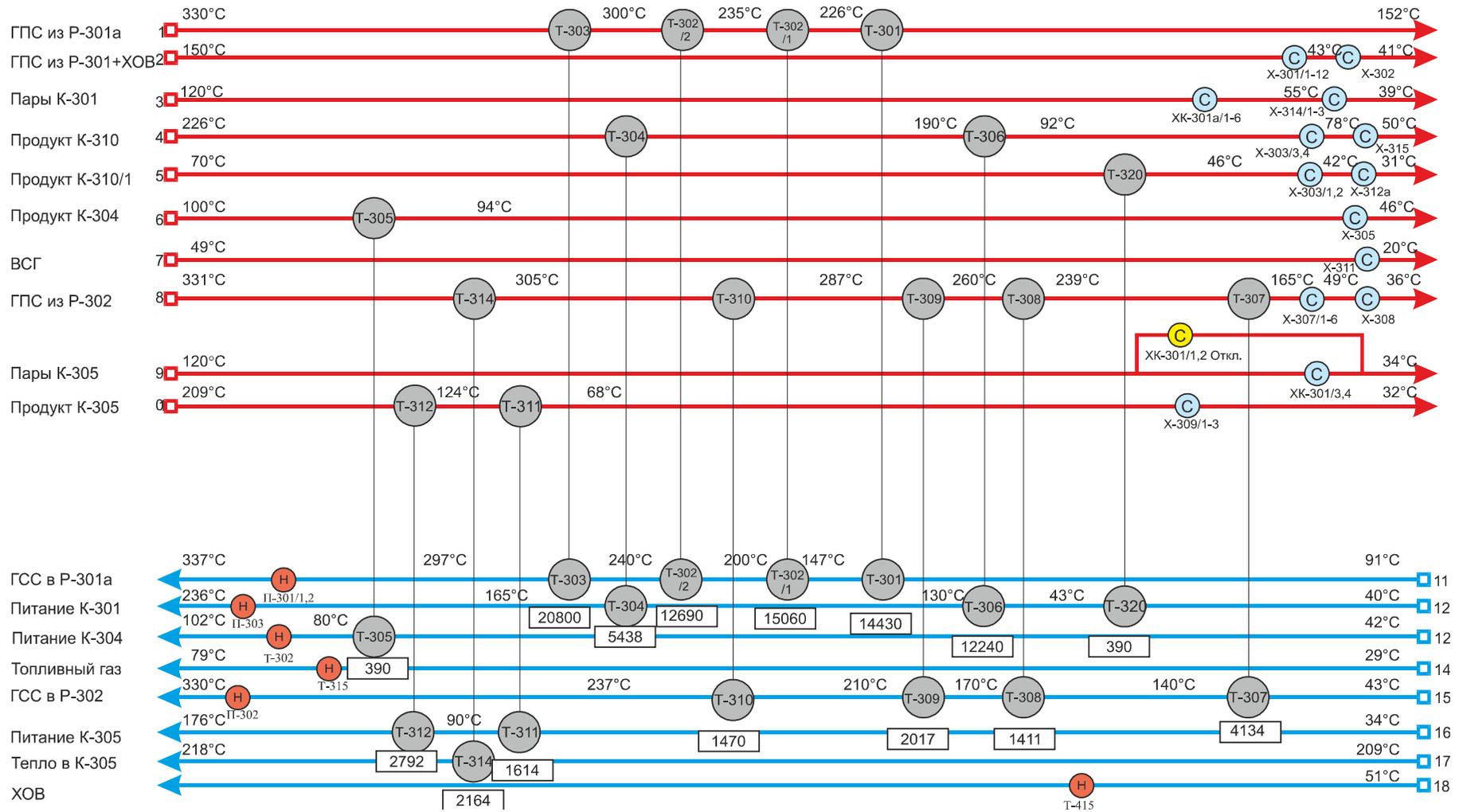


Рис. 3. Сеточная диаграмма секции гидроочистки дизельного топлива и керосина на комбинированной установке ЛК-6Ус.  
*T* – теплообменник; *H* – горячая утилита; *П* – печь; *C* – холодная утилита

Таблица 1.

Потоковая таблица секции гидроочистки установки ЛК-6Ус.

№	Поток	Тип	$T_s$ , °С	$T_T$ , °С	$CP$ , кВт/° С	$\Delta H$ , кВт
1,1	Конденсация в потоке смеси из Р-301а, 301б, 301	гор	330	153	–	12732
1,2	Газопродуктовая смесь из реакторов гидроочистки Р-301а, 301б, 301	гор	330	153	284,5	50355
2,1	Конденсация в потоке смеси из Р-301а, 301б, 301 + ХОВ	гор	150	40	–	740
2,2	Газопродуктовая смесь из реакторов гидроочистки Р-301а, 301б, 301 + ХОВ	гор	150	40	263,7	29002
3,1	Пары верха К-301, конденсация	гор	120	120	–	4081
3,2	Охлаждение конденсата	гор	120	42	35,2	2742
4	Фракция дизельная гидроочищенная с установки	гор	226	63	131,5	21428
5	Боковой погон (диз. топливо зимнее) с низа К-301/1	гор	70	31	14,4	562
6	Отпаренный конденсат (из абсорбера К-304)	гор	100	48	10,7	557
7,1	Конденсация в потоке смеси из Р-302	гор	331	36	–	3641
7,2	Газопродуктовая смесь из реактора гидроочистки Р-302	гор	331	36	44,6	13142
8,1	Пары верха К-305, конденсация	гор	120	120	–	824
8,2	Охлаждение конденсата	гор	120	34	7,0	598
9	Фракция керосиновая гидроочищенная с установки	гор	209	32	30,6	5422
10,1	Испарение в потоке газосырьевой смеси в реакторы гидроочистки Р-301а, 301б, 301	хол	91	297	–	9645
10,2	Газосырьевая смесь в реакторы гидроочистки Р-301а	хол	91	297	259,3	53408
10,3	Испарение в потоке газосырьевой смеси в Р-301а	хол	297	337	–	7114
10,4	Газосырьевая смесь в реакторы гидроочистки Р-301а	хол	297	337	288,0	11519
11,1	Питание К-301	хол	40	165	144,5	18067
11,2	Испарение в потоке питания К-301ч/з П-303	хол	165	236	–	9228
11,3	Питание К-301: (после реакторов Р-301а, 301б, 301)	хол	165	236	168,1	11938
12	Питание К-304: сероводородная вода из Е-305	хол	42	102	10,3	615
13	Очищенный углеводородный газ на печи	хол	44	79	4,9	171
14	Испарение в потоке газосырьевой смеси в Р-302	хол	43	237	–	425
15,1	Газосырьевая смесь в реактор гидроочистки Р-302	хол	43	237	44,4	8610
15,2	Испарение в газосырьевой смеси в Р-302	хол	237	330	–	1567
15,3	Газосырьевая смесь в реактор гидроочистки Р-302	хол	237	330	52,1	4841
16	Питание К-305	хол	34	176	31,0	4406
17,1	Горячая струя К-305	хол	209	218	133,5	1202
17,2	Испарение в потоке горячей струи К-305	хол	218	218	–	962

В настоящее время полезная нагрузка на горячие утилиты секции равна  $Q_{HminReal} \approx 46,18$  МВт, а на холодные  $Q_{CminReal} \approx 48,3$  МВт (рис. 4). Текущее значение минимальной разности температур теплоносителей для вертикального теплообмена [6] равна  $\Delta t_{min} = 55^\circ\text{C}$ .

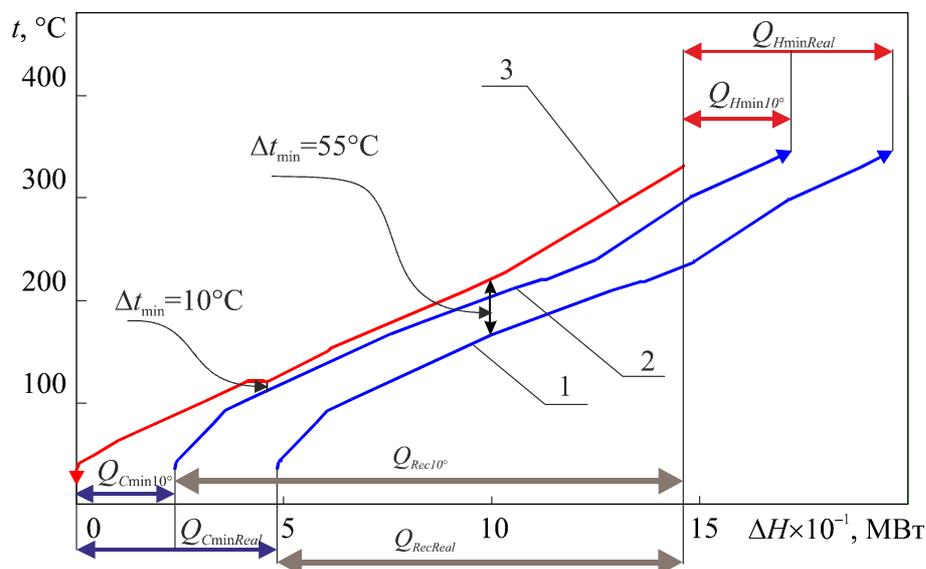


Рис. 4. Составные кривые секции первичной переработки нефти. 1 – холодная составная кривая для существующей системы теплообмена; 2 – холодная составная кривая для  $\Delta t_{min} = 10^\circ\text{C}$ ; 3 – горячая составная кривая технологических процессов.  $Q_{HminReal} = 46,18$  МВт;  $Q_{Hmin10^\circ} = 21,69$  МВт;  $Q_{CminReal} = 48,3$  МВт;  $Q_{Cmin10^\circ} = 23,81$  МВт;  $Q_{RecReal} = 97,6$  МВт;  $Q_{Rec10^\circ} = 122,05$  МВт

В работе [8] авторами предложен метод вычисления индекса потенциала увеличения энергоэффективности с учетом возможности устранения тепловых потерь в окружающую среду для эталонной установки. Текущая полезная мощность горячих утилит  $Q_{Hmin}$  содержит и мощность тепловых потерь в системе теплообмена процесса. При исключении тепловых потерь на установке регламентные температуры потоков не должны измениться. В то же время, мощность, которая в настоящее время теряется в окружающую среду будет рекуперироваться холодными технологическими потоками, что приведет к снижению полезной нагрузки на горячие утилиты на величину увеличения мощности рекуперации тепловой энергии.

С помощью зависимостей, полученных в работе [8] определена общая мощность тепловых потерь в окружающую среду от нагретых поверхностей на секции первичной переработки нефти, которая составила значение  $Q_{HPотери F} \approx 2.8$  МВт, а также получено распределение тепловых потерь по объектам секции (рис. 5). Наибольшая доля тепловых потерь приходится на изолирующие поверхности печей  $Q_{HPотери SF} \approx 1.41$  МВт. Следовательно, мощность тепловых потерь от системы технологических потоков, включающей трансферные трубы и систему теплообмена равна,  $Q_{HPотери} \approx 1.4$  МВт.

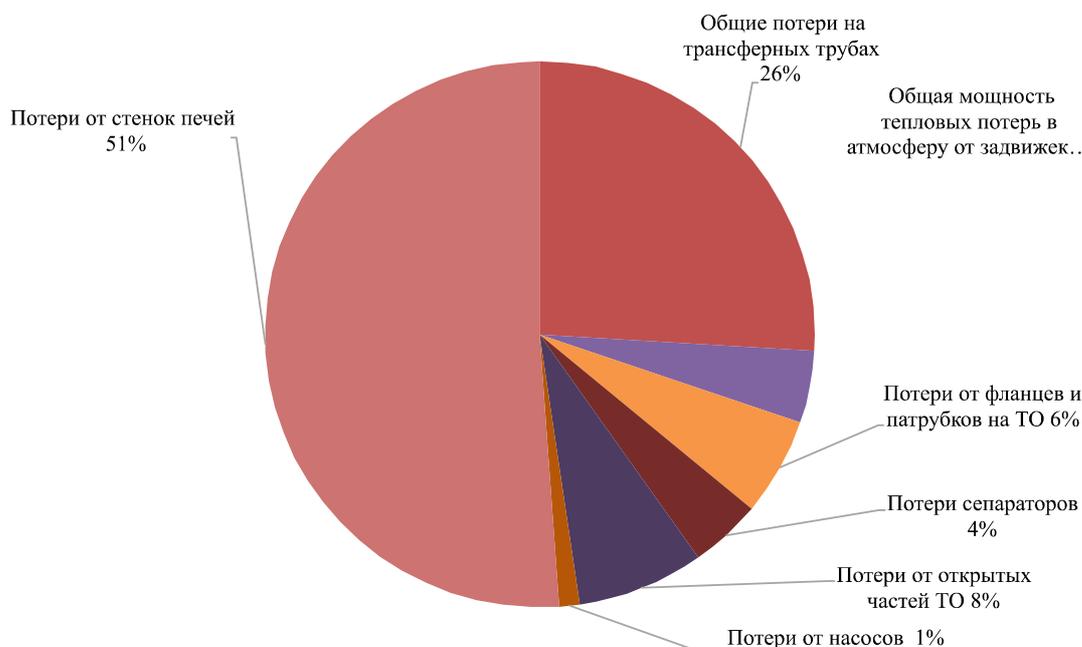


Рис. 5. Распределение тепловых потерь в окружающую среду по объектам секции первичной переработки нефти

В настоящей работе энергоэффективная модернизация утилитной системы не рассматривается, а рассматривается только полезная тепловая мощность, потребляемая технологическими потоками от утилитной системы. В секции гидроочистки комбинированной установки ЛК-6Ус за счет установки теплоизоляции в системе теплообмена можно увеличить мощность рекуперации тепловой энергии на  $\approx 1.4$  МВт, что позволит сократить полезную нагрузку на горячие утилиты на эту же величину.

#### **Расчет индекса повышения потенциала энергоэффективности установки**

В работах [7, 8] авторы предложили для сравнительного анализа нефтеперерабатывающих установок использовать в качестве эталонных установок, рассматриваемую установку при минимальной разности температур между теплоносителями в теплообменном оборудовании для вертикального теплообмена равной  $\Delta t_{\min} = 10^\circ\text{C}$ , что технически достижимо на современных теплообменных аппаратах. Построение составных кривых технологических потоков секции первичной переработки нефти для  $\Delta t_{\min} = 10^\circ\text{C}$  (рис. 4) позволяет определить полезную нагрузку на горячие утилиты эталонной установки в предположении, что мощность тепловых потерь в окружающую среду остается прежней. В этом случае полезная мощность горячих утилит определится величиной  $Q_{H\min 10^\circ} \approx 21,69$  МВт, холодных  $Q_{C\min 10^\circ} \approx 23,81$  МВт, а мощность рекуперации тепловой энергии  $Q_{\text{Rec} 10^\circ} \approx 122,05$  МВт.

Но при вычислении индекса потенциала увеличения энергоэффективности [8] считается, что на эталонной установке тепловые потери в окружающую среду отсутствуют, т.е. полезная мощность горячих утилит на эталонной установке будет составлять значение

$Q_{Hmin(bench)} \approx 21,69 - 1,4 = 20,29$  МВт, холодных утилит  $Q_{Cmin(bench)} \approx 21,41$  МВт, а мощность рекуперации тепловой энергии  $Q_{Hrec(bench)} \approx 121,45$  МВт.

Эти значения позволяют вычислить индекс потенциала увеличения энергоэффективности секции гидроочистки дизельного топлива и керосина от сернистых соединений комбинированной установки ЛК-6Ус [8]:

$$\varepsilon_{ef} = \frac{Q_{Hmin(real)} - Q_{Hmin(bench)}}{Q_{Hmin(real)}} = \frac{46,18 - 20,29}{46,18} \approx 0,56. \quad (1)$$

Если не учитывать снижение энергопотребления за счет исключения тепловых потерь в окружающую среду, значение индекса потенциала увеличения энергоэффективности будет равен  $\varepsilon'_{ef} \approx 0,53$ , т.е. совершенствование теплоизоляционных свойств системы теплообмена секции может увеличить ее энергоэффективность на 3 %.

Определенный индекс (1) достаточно высок, но он ниже чем индекс секции каталитического риформинга этой же установки [8]. Индекс  $\varepsilon_{ef}$  отражает, прежде всего, техническое совершенство рассматриваемого процесса на обследуемой установке и возможность его усовершенствования. Таким образом индекс повышения потенциала энергоэффективности установки является абсолютной характеристикой существующего процесса и не зависит от конъюнктуры рынка.

Аналогично мы можем сказать, что потенциал повышения экологической эффективности данной секции установки ЛК-6Ус равен значению 0,56, т.е. при выполнении реконструкции теплообменной системы секции до эталонной можно снизить выбросы парниковых газов в атмосферу в 2,3 раза.

### **Заключение**

В работе на основе методов пинч анализа предложен сравнительный метод определения энергетической и экологической эффективности установок нефтеперерабатывающей промышленности, формирующий индекс Ансельм энерго. Для этого определены основные характеристики эталонной установки и предложен сравнительный индекс, который показывает потенциал увеличения энергетической и экологической эффективности установки, является абсолютной характеристикой, показывающей степень энергетического совершенства процесса. Разработанный метод применяется для определения индекса Ансельм энерго – потенциала энергоэффективности секции гидроочистки дизельного топлива и керосина от сернистых соединений комбинированной установки ЛК-6Ус.

### **Список литературы**

1. Капустенко П.А. Альтернативная энергетика и энергосбережение: современное состояние и перспективы / П.А. Капустенко, А.К. Кузин, Е.Л. Макаровский, Л.Л. Товажнянский, Л.М. Ульев, Е.Б. Черная. – Харьков: ООО Издательский дом «Вокруг цвета», 2004. – 312 с.

2. *Demand and supply of fuels* <<https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/energy-outlook/demand-by-fuel.html>> accessed 25.09.2019.

3. *Рамочная конвенция об изменении климата* // Организация Объединённых Наций. FCCC/CP/2015/L.9.

4. *Методика расчета выбросов парниковых газов (CO<sub>2</sub>-эквивалента)* <<https://sro150.ru/metodiki/371-metodika-rascheta-vybrosov-parnikovykh-gazov>> accessed 25.09.2019.

5. Мешалкин В.П. *Ресурсоэнергоэффективные методы энергообеспечения и минимизации отходов нефтеперерабатывающих производств. Основы теории и наилучшие практические результаты* / В.П. Мешалкин. – М.; Генуя: Химия, 2010. – 393 с.

6. Смит Р. *Основы интеграции тепловых процессов* / Р. Смит, Й. Клемеш, Л.Л. Товажнянский, П.А. Капустенко, Л.М. Ульев. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2000. – 458 с.

7. *Kanischev Maxim. V. Benchmarking for Refinery Units* / Maxim. V. Kanischev, Leonid. M. Ulyev, Roman. E. Chibisov, Mihail. A. Vasilyev / *Chemical Engineering Transactions*. – 2018. – Vol. 70. – P. 1099-1104.

8. Канищев М.В. *Определение потенциала энергоэффективности нефтеперерабатывающих установок* / М.В. Канищев, В.П. Мешалкин, Л.М. Ульев // *Приоритетные направления развития науки и технологий: доклады XXV международной научно-практической конференции; под общ. ред. В.М. Панарина*. – Тула: Инновационные технологии, – 2019. – С. 136-145.

9. *Tovazshneanski L.L. Energy Integration of the Early Crude Oil Unit with Take into Account Different regime* / L.L. Tovazshneanski, P.A. Kapustenko, L.M. Ulyev, S.A. Boldyryev, M.V. Tarnovsky // *Chemical Engineering Transactions* – 2005, – Vol. 7. – P. 103-108.

10. Товажнянский Л.Л. *Проектирование схемы реконструкции установки первичной переработки нефти АВТ А12/2 в режиме работы без вакуумного блока в зимнее время* / Л.Л. Товажнянский, Л.М. Ульев, Л.А. Мельниковская, Б.Д. Зулин // *Інтегровані технології та енергозбереження*. – 2010, – № 3. – С. 64-73.

11. Ульев Л.М. *Программа Pinch – SELOOP для выполнения Пинч и SELOOP – анализа на промышленных и коммунальных предприятиях* / Л.М. Ульев, Р.Е. Чибисов, М.В. Канищев. *Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ №2019614449 от 04.04.2019г.*

## РАЗРАБОТКА ВЯЖУЩИХ СОСТАВОВ НА ОСНОВЕ МЕСТНОГО СЫРЬЯ

М.А. Ибрагимов, М.Б. Худайбердыев, К. Мухамметмурадов  
Технологический Центр при Академии Наук Туркменистана,  
Туркменистан, Ашгабат

*Аннотация.* Использование комплексных добавок вяжущих составов на основе местного сырья Туркменистана способствует улучшению свойств цементных бетонов.

В последние годы одновременно с интенсивностью движения увеличивается нагрузка на дорожные покрытия, что приводит к ухудшению их транспортно-эксплуатационных качеств. Одним из перспективных материалов для использования в дорожном строительстве является покрытие из бетона на органических вяжущих составах. Применение целевых комплексных добавок позволяет решать проблемы, связанные с получением бетонов с заданными свойствами, не требующие больших капитальных затрат.

Вовлечение в производство местных сырьевых ресурсов, расширение интервала пригодности сырья, снижение энергетических затрат в области производства строительных материалов, вяжущих, бетонов остается актуальным и в настоящее время.

Одним из направлений улучшения свойств цементного бетона является применение различных добавок битума в цементобетонную смесь [1].

На основе экспериментальных исследований в данной работе показана возможность улучшения дорожно-технических свойств цементных бетонов добавками органических вяжущих составов на основе местного сырья.

В качестве основных исходных ресурсов использовались местные грунты. Нефтяной битум, в избыточном количестве производимый на всех нефтеперерабатывающих заводах Туркменистана, применяли в качестве добавки, а также добавки серы – отход после очистки нефтяных фракций и попутных газов.

В результате исследования, установлено, что при приготовлении цементобетонной смеси, следует учитывать особенности технологии фракционирования дробленого материала, особенно содержание мелких фракций. При дозировании составляющих цементобетонной смеси были выявлены следующие допустимые пропорции гравия, цемента, песка: 4:1:1, 3:1:2, 5:1:2,5. Кроме этого, одним из основных параметров является соотношение между водой и цементом, масса воды должна составлять 0,5-0,7. Благодаря таким пропорциям смесь хорошо застывает. Гидрофобный эффект возможно получить, при варьировании с количеством песка и гравия, установлено, что песка должно быть в 2 раза меньше, чем гравия.

Для регулирования строительно-технических свойств бетонных смесей применяют различные добавки. Исследования показали, что

битумные органические вяжущие являются надежной защитой бетона от вредного действия воды. Они повышают водонепроницаемость изделий и конструкций, изготовленных из этих бетонов.

Оптимальные дозировки добавок нефтяного битума установлены экспериментальным путем. Свойства любого материала определяются его составом и структурой. Как известно, состав битума принято характеризовать содержанием его фракционных групп, каждая из которых придает битуму определённые свойства [2]. От количества битума в смеси зависят физико-механические свойства битумсодержащего цементного бетона. Оптимальное содержание битума в смеси составило 5 %.

Добавка битума, также увеличивает сроки начала и конца схватывания цемента: Это позволяет транспортировать смеси на большие расстояния и продлевать работы по их укладке и уплотнению.

Для улучшения водонепроницаемости использовали цементно-грунтовые смеси с добавками битума и амбарной нефти в соотношении: цемент : грунт = 1:1 с добавкой битума (5 % по массе) и амбарной нефти (15 % массе). Исследования показали, что водонепроницаемость (способность не пропускать влагу под определенным давлением) поддерживается до предела 2,0 ат. через толщу цементной массы 25 мм.

Повышению водонепроницаемости способствует, вероятно, уплотнение смеси во время ее застывания в результате возникновения химической реакции при взаимодействии трех компонентов: влаги, цемента и самих добавок. В результате образуются нерастворимые вещества, которые полностью заполняют все образовавшиеся в затвердевшем бетоне поры.

Увеличение водонепроницаемости возможно также, путем создания внешнего гидроизоляционного слоя, используя добавку серы, нанеся ее тонким слоем на поверхности с внешней стороны. Сера отлично прилипает к цементно-грунтовой массе и получается дополнительная водонепроницаемость. Введение серы улучшает свойства покрытия поскольку сера «сглаживает» неровности при получении цемент-грунтовой основы.

Целесообразность применения комплексных добавок для повышения водонепроницаемости показало, что они способствуют высокой прочности и улучшают сопротивляемость внешним неблагоприятным факторам окружающей среды. Грамотное пользование ими обеспечивает повышение качества цементобетонной смеси и экономию ресурсов при их изготовлении.

### **Список литературы**

1. Горнаев Н.А. Цементобетон с дисперсным битумом / Н.А. Горнаев, А.С. Пыжов, С.Ю. Андронов // *Современные наукоемкие технологии*. – 2009. – № 9. – С. 141-142; URL: <http://www.top-technologies.ru/ru/article/view?id=26606>

2. Патент Туркменистана / Ибрагимов М.А., Ниязов Б.Г. № 552, 2013.

## ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЕ СВЕТОРЕГУЛИРУЮЩЕЕ ТЕРМОХРОМНОЕ ОСТЕКЛЕНИЕ

О.В. Януш<sup>1</sup>, Л.В. Максимов<sup>2</sup>, Е.А. Яшкевич<sup>3</sup>, Т.С. Гусарова (Маркова)<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Институт химии силикатов им. И. В. Гребенщикова РАН,  
г. Санкт-Петербург;

<sup>2</sup> АО «НПО Государственный Оптический институт им. С.И. Вавилова»,  
г. Санкт-Петербург;

<sup>3</sup> ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет  
промышленных технологий и дизайна» Высшая школа технологии  
и энергетики,  
г. Санкт-Петербург

***Аннотация.** Авторским коллективом разработано энергосберегающее светорегулирующее термохромное остекление (ЭСТО) – остекление принципиально нового типа, предназначенное для широкого использования в качестве структурного остекления фасадов зданий («вместо штукатурки»), а также оконного остекления производственных, жилых и офисных помещений, витрин магазинов. ЭСТО автоматически реагирует на изменение погодных условий (освещенности и температуры) и не требует для своей работы ни электроэнергии, ни управляющих устройств. Использование в качестве энергоэффективных окон или структурного остекления фасадов зданий (вместо штукатурки) стеклопакета «ЭСТО» (с термохромным триплексом – в качестве внешнего стекла и покрытием Low E – в качестве внутреннего) летом позволит свести к нулю тепловые потоки в ИК-диапазоне, поступающие в здание, и эффективно регулировать освещенность в помещениях. В зимний период для окна и стены будет достигаться максимальное поступление солнечной энергии в здание, которая не сможет выйти наружу, благодаря наличию покрытия Low E.*

В последнее время в мире значительно усилился интерес к энергосбережению с максимальным использованием естественных источников тепла и света, в том числе в строительном секторе экономики. Сегодня не только окно, но и стена, снабженная специальным типом облицовки (структурное остекление) могут являться многофункциональными, обладающими даже «интеллектуальными» свойствами системами, выполняющими функцию энергосбережения и создающие комфортные для человека условия.

Известно, что на отопление и кондиционирование зданий, как в России, так и в Западной Европе и США, расходуется 45-50 % всего вырабатываемого топлива, на долю которого приходится более 30 % всех выбросов парниковых газов. При этом 60 % подведенной к зданию энергии безвозвратно теряется через окна за счет конвекции (9 %), теплопроводности (9 %) и планковского излучения (42 %). Для исключения

потерь на конвекцию и теплопроводность в современных окнах (стеклопакетах) оптимизируют ширину межстекольного промежутка (1.5-2 см) и заполняют его тяжелоатомным инертным газом (аргоном, криптоном). Потери на планковское излучение являются неизбежными, они подчиняются законам термодинамики и составляют  $150 \text{ Вт/м}^2$  при перепаде температур снаружи и внутри помещения в  $30 \text{ }^\circ\text{C}$ . Эти потери представляют поток тепла, который зимой уходит из помещения наружу, а летом, наоборот, поступает в помещение и вызывает необходимость кондиционирования, которое обходится в 5 раз дороже отопления.

Для уменьшения потерь на планковское излучение в настоящее время используются, в основном, «пассивные», обладающие постоянным светопропусканием, материалы: тонированное (окрашенное) остекление и покрытие Low-E («тепловое зеркало», отражающее в далеком ИК-диапазоне (10 мкм)). Использование тонированного остекления летом уменьшает поступление тепла и света в помещение, однако зимой приводит к недостаточной освещенности и невозможности использования солнечной энергии на отопление. Применение покрытия Low-E, наоборот, устраняет тепловые потери зимой, что по ряду причин-оказалось наиболее актуальным для стран северной Европы, но летом приводит к перегреву помещения. В настоящее время в мире наиболее остро ощущается необходимость создания нового вида адаптивного остекления, обратимо изменяющего светопропускание в зависимости от погодных условий в течение года.

Сегодня основное внимание уделяется разработке двух типов «интеллектуального остекления», изменяющих свое светопропускание под действием электрического тока (электрохромное, средняя стоимость на 2019 г. –  $1000 \text{ USD/м}^2$ ) или под действием света (фотохромное, средняя стоимость на 2019 г. –  $100 \text{ USD/м}^2$ ). Их недостатками являются сложность и дороговизна технологии, применение дорогостоящих материалов, необходимость использования источников электропитания и управляющих элементов, неравномерность окраски при срабатывании (для электрохромных материалов), что делает их использование нерентабельным на данный момент.

**Альтернативой является разработанное нами энергосберегающее светорегулирующее термохромное остекление ЭСТО** (изобретение защищено 10-ю авторскими свидетельствами и тремя патентами, имеется know-how), автоматически реагирующее на изменение погодных условий (температуры и освещенности) и не требующее для своей работы ни электроэнергии, ни управляющих устройств. Остекление принципиально нового типа предназначено для широкого использования в качестве структурного остекления фасадов зданий («вместо штукатурки»), а также оконного остекления производственных, жилых и офисных помещений, витрин магазинов. ЭСТО представляет собой стеклотриплекс, в котором между двумя листами стекла находится внутренний термохромный слой, содержащий наноразмерные комплексы переходных металлов, обратимо изменяющие свою структуру под действием световых и

тепловых потоков, что приводит к автоматическому регулированию светопропускания и теплообмена с окружающей средой новым видом остекления. Состав ЭСТО оптимизирован таким образом, что, при температурах, меньших 20 °С (например, зимой), достигается максимальное поступление света и тепла в помещение, способствуя снижению расходов на отопление. Летом, при температурах, больших 20 °С, наоборот, ЭСТО будет уменьшать поступление света и тепла в помещение, тем самым снижая затраты на кондиционирование и устраняя избыточную освещенность.

Отличающееся простотой технологии и относительной дешевизной (30-60 USD /м<sup>2</sup>), по сравнению с лучшими мировыми аналогами, ЭСТО понижает энергетические затраты на отопление и кондиционирование зданий и создает комфортные условия внутри помещения. Экономия затрат на кондиционирование и отопление при использовании ЭСТО только лишь в качестве окна составит **25-70 USD /м<sup>2</sup> в год каждый год, что позволит более, чем на 25 % сократить потребление мировых энергоресурсов и на 15 % уменьшить выбросы «парниковых» газов.**

Наиболее выгодным на сегодняшний день направлением использования ЭСТО в целях энергосбережения представляется его применение в качестве внешнего остекления зданий в составе оконных стеклопакетов с покрытием Low E (отражающим тепловое излучение в области 10 мкм), мировой рынок сбыта которых составит 480 млрд. USD к 2023 г, демонстрируя ежегодные темпы роста на уровне 9,7% с 2015 г. Использование такого энергосберегающего стеклопакета обеспечивает сохранение до 50 % всей энергии, затрачиваемой на отопление и кондиционирование зданий. Данный вид остекления препятствует проникновению избыточного тепла в помещение летом и выходу тепла из здания зимой.

В настоящее время нами разработаны составы и технологии производства различных видов ЭСТО (переходы: серый ↔ темно-серый, коричневый ↔ темно-коричневый, бесцветный ↔ синий, розовый ↔ синий, желтый ↔ зеленый и др.), которое осуществлено в виде жидкостных и заполненных гелем вариантов стеклопакетов, в пленочном варианте с использованием стандартного оборудования НПО «Пластполимер», включающего стадии нанесения термохромного слоя с помощью экструдера на подложку, сушки и последующего триплексования (ламинирования) стеклопакета, производимого на стандартном оборудовании предприятия «Зеркальный завод», а также в варианте стеклотриплекса, заполненного термохромной фото-, термо-, либо химически отверждаемой композицией, производство которого было освоено на опытном участке в Высшей школе технологии и энергетики Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна в содружестве с ЗАО «Метробор», ООО «НПК «Теплизол» и ООО «Механобр-Триплекс».

## УТИЛИЗАЦИЯ ШЛАКОВ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Л.И. Мухортова, Т.Г. Константинова  
Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова,  
г. Чебоксары

*Аннотация.* Изучены основные направления утилизации шлаков литейного производства Чебоксарского агрегатного завода. Представлены результаты анализа химического состава шлаков методом рентгенофлуоресцентного анализа. Показано, что исследованные шлаки могут использоваться в строительстве автомобильных дорог.

В металлургической промышленности при производстве железа и стали образуется шлак – неметаллический попутный продукт, содержащий окислы кремния, алюминия, железа, кальция, магния, марганца и др. Шлак является вторичным сырьём. Полное и комплексное применение шлака обеспечивает безотходную технологию и уменьшает загрязнение окружающей среды.

В промышленности накоплен большой опыт по переработки и утилизации доменных шлаков [1]. Шлаки литейного производства используются значительно реже из-за значительного колебания в их физико-химических свойствах по сравнению с доменными [2]. Определять области их применения можно и нужно исходя из химического состава [3,4].

Целью настоящей работы является изучение химического состава шлаков литейного производства Чебоксарского агрегатного завода, включающего чугунолитейный и сталелитейный цеха (ЧЛЦ и СЛЦ), для определения направления их утилизации.

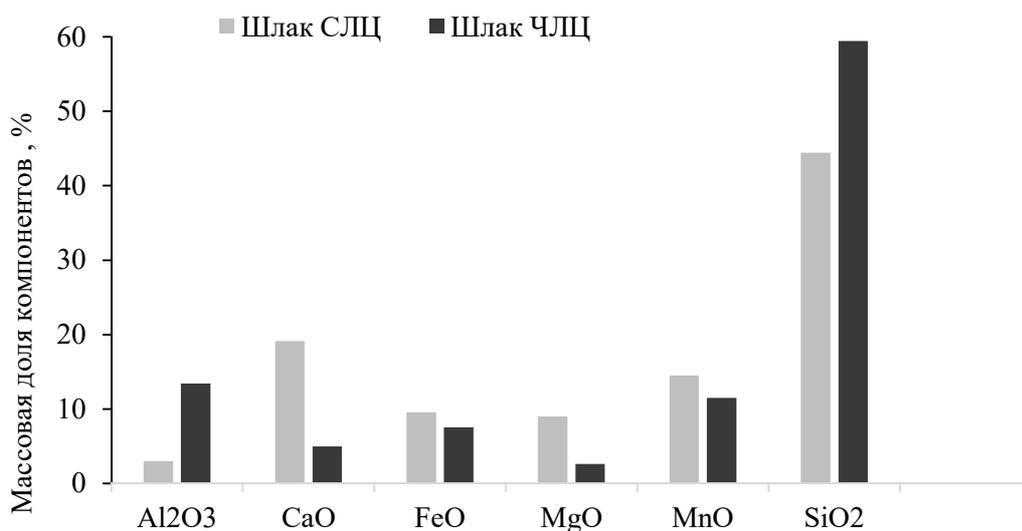
Химический состав шлаков литейного производства ОАО «ЧАЗ» определяли рентгенофлуоресцентным методом на спектрометре SPECTRO XEPOS по методике [5]. Перед выпуском стали и чугуна отбирали в разное время по 6 проб шлаков. Для получения однородной пробы после охлаждения шлак подвергали измельчению в щековой дробилке, растиранию в виброизмельчителе, удалению металлических включений с помощью магнита и просеиванию через сито. Из каждой пробы полученного порошкообразного шлака готовили 4 прессованные таблетки. Для градуировки спектрометра SPECTRO XEPOS использовали стандартные образцы шлаков Института стандартных образцов г. Екатеринбурга (sh1-sh11). По полученным единичным результатам анализа рассчитывали среднее значение содержания оксидов в каждой пробе, среднеквадратическое отклонение в результатах анализа каждого компонента, которое во всей серии опытов не превышало 0,4 %, а также среднее значение содержания компонентов в шлаках литейного производства. Химический состав шлаков литейного производства представлен на рисунке.

Исходя из химического состава исследуемых шлаков рассчитывали модуль основности ( $M_0$ ) по формуле:

$$M_o = \frac{C_{CaO} + C_{MgO}}{C_{Al_2O_3} + C_{SiO_2}},$$

где  $C_{CaO}$ ,  $C_{MgO}$ ,  $C_{Al_2O_3}$ ,  $C_{SiO_2}$  – массовые доли оксидов кальция, магния, алюминия и кремния соответственно, %.

Значения модулей основности шлаков СЛЦ и ЧЛЦ составили 0,6 и 0,1 соответственно. Полученные значения меньше 1, т.е. исследованные шлака относятся к кислым [6], причем более кислыми являются шлаки ЧЛЦ.



Химический состав шлаков литейного производства Чебоксарского агрегатного завода

Результаты исследований, представленные на рис. 1, показывают, что химический состав шлаков СЛЦ и ЧЛЦ значительно отличаются между собой по содержанию компонентов, а также от состава доменных шлаков доменных шлаков [2].

Для определения областей использования шлаков литейного производства Чебоксарского агрегатного завода были изучены требования к химическому составу шлаков, щебня и песка на их основе, регламентируемые государственными стандартами. Из-за отсутствия стандартов для сталелитейных шлаков использовали стандарты по доменным шлакам в отношении химического состава.

Установлено, что шлаки СЛЦ и ЧЛЦ не могут применяться в производстве цемента, т.к. не удовлетворяют требованиям ГОСТ 3476-74 «Шлаки доменные и электротермофосфорные гранулированные для производства цементов» [7] по содержанию оксида марганца 11,55 % и 14,49 % соответственно против 4 % по ГОСТ 3476–74.

В дорожном строительстве шлаки используются в виде шлакового щебня и песка по ГОСТ 3344–83 «Щебень и песок шлаковые для дорожного строительства» [8]. Щебень и песок используются для покрытий, оснований, дополнительных слоев оснований и других конструктивных слоев дорожной одежды. ГОСТ 3344-83 не содержит требований к химическому составу шлаков, поэтому шлаки СЛЦ и ЧЛЦ могут

применяться для строительства автомобильных дорог после предварительной подготовки.

Требования к металлургическим шлакам, которые используют в качестве заполнителей бетонов, установлены ГОСТ 5578-94 «Щебень и песок из шлаков черной и цветной металлургии для бетонов» [9]. Согласно ГОСТ 5578-94 суммарное содержание оксидов железа и марганца в щебне и песке из доменных шлаков не должно быть более 3 % по массе, а по результатам анализа их содержание исследованных шлаках в 5 раз больше. Следовательно, шлаки СЛЦ и ЧЛЦ не соответствуют стандарту по суммарному содержанию оксидов железа и марганца (FeO+MnO).

Таким образом на основании изучения химического состава шлаков литейного производства Чебоксарского агрегатного завода и анализа существующей нормативной документации исследованные шлаки могут быть рекомендованы к использованию в виде щебня и песка в дорожном строительстве.

### Список литературы

1. Тимонин А.С. *Инженерно-экологический справочник. Т. 3. – Калуга: Издательство Н. Бочкаревой, 2003. – 1024 с.*
2. *Вторичные материальные ресурсы черной металлургии. Справочник в 2-х т. т.2: Шлаки, иламы, отходы обогащения железных и марганцевых руд, отходы коксохимической промышленности, железный купорос / под ред. Смирнова Л.А. – М.: Экономика, 1986. – 344 с.*
3. Гусев Б.В. *Использование твердых отходов литейного производства в строительной индустрии / Б.В. Гусев, Т.П. Щелыкина., С.В. Пуговкин, Л.М. Гуторов // Экология и промышленность России. – 2005. – Февраль. – С. 12-15.*
4. Мухортова Л.И. *Возможность использования отходов литейного производства / Л.И. Мухортова, П.М. Лукин, Т.Г. Константинова // Сб. материалов I Всероссийской научно-практ. конф. «Научное наследие В.И. Вернадского и современные проблемы науки» – Чебоксары: Типография «Новое время», 2010. – С. 45-49.*
5. *ГОСТ 30510–97 Шлаки металлургического производства. Метод рентгенофлуоресцентного анализа – Минск: Госстандарт Республики Беларусь, 2005. – 9 с.*
6. Шмитько Е.И. *Химия цемента и вяжущих веществ / Е.И. Шмитько, А.В. Крылова, В.В. Шаталова. – Воронеж: ВГАСУ, 2005. – 164 с.*
7. *ГОСТ 3476–74 «Шлаки доменные и электротермофосфорные гранулированные для производства цементов» – М.: Издательство стандартов, 1987. – 5 с.*
8. *ГОСТ 3344–83 «Щебень и песок шлаковые для дорожного строительства» – М.: Издательство Стандартиформ, 2007. – 8 с.*
9. *ГОСТ 5578–94 Щебень и песок из шлаков черной и цветной металлургии для бетонов» – М.: Издательство стандартов, 1995. – 9 с.*

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭРЛИФТНОЙ ТЕХНОЛОГИИ В УСЛОВИЯХ АРКТИКИ И СУБАРКТИКИ

Д.С. Воробьев<sup>1,2</sup>, Ю.А. Франк<sup>1,2</sup>, А.А. Трифонов<sup>1</sup>, О.Э. Мерзляков<sup>1</sup>,  
Ю.А. Носков<sup>1</sup>, Я.В. Браневский<sup>1</sup>, С.П. Кулижский<sup>1</sup>, Е.Д. Воробьев<sup>1</sup>,  
К.В. Стрюк<sup>1</sup>, В.В. Перминова<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Томский государственный университет,

<sup>2</sup> ОАО «Томский научно-исследовательский и проектный институт  
нефти и газа» (ОАО «ТомскНИПИнефть»),  
г. Томск

***Аннотация.** Водные объекты северных регионов России с интенсивной добычей нефти подвержены залповому и хроническому нефтяному загрязнению. Одно из значимых последствий разливов сырой нефти и нефтепродуктов связано с их аккумулярованием в донных отложениях водоемов. Авторским коллективом была разработана технология очистки донных отложений водоемов от нефти и нефтепродуктов, основанная на принципе эрлифта. Опытные-промышленные испытания показали, что очистка дна водоемов с использованием предлагаемого подхода может проводиться в условиях северных районов России, где она особенно востребована. Накопленный опыт будет полезен при разработке технологических приемов и инструментария для очистки воды и донных отложений нефтезагрязненных водных объектов в условиях Арктики.*

Значительные экологические последствия от разливов нефти характерны для небольших водоемов, таких как озера, пруды и водно-болотные системы на севере России, которые могут полностью утрачивать свое рекреационное и экономическое значение в результате загрязнения (Vorobiev, Noskov, 2015; Krasnoyarova et al., 2018). Эксплуатация большинства российских газо- и нефтепроводов происходит в суровых климатических условиях и часто осложняется такими процессами, как оседание грунта и термокарст (Кирпотин, Полищук, 2013). Это особенно актуально для районов с интенсивной добычей нефти, например, для ХМАО-Югры, где добывается 52 % российской нефти. В этом регионе, располагающем примерно 290 тыс. озер, доля проб поверхностных вод, загрязненных нефтепродуктами вследствие потерь при добыче и транспортировке нефти, достигает 11 % от общей выборки (Пикунов, 2019).

Серьезные последствия разливов сырой нефти и нефтепродуктов связаны с их аккумулярованием в донных отложениях водоемов. Для решения этой проблемы авторским коллективом была разработана технология очистки донных отложений водоемов от нефти и нефтепродуктов *in situ* (без извлечения грунтов из водного объекта). Предложенный подход основан на принципе эрлифта (флотации) – одного из наиболее перспективных приемов очистки нефтезагрязненных донных отложений. Эффективность технологии сохраняется при низкой

положительной температуре воды, не зависит от уровня инсоляции и аэрации водного объекта.

Опытно-промышленные испытания показали, что очистка дна водоемов с использованием предлагаемого подхода может проводиться в условиях северных районов России, где она особенно востребована. Первые экспериментальные полевые испытания элементов технологии были выполнены совместно с ООО «НТО «Приборсервис» (г. Томск) на водоемах Республики Коми и ХМАО-Югры в 2004-2007 гг. В рамках испытаний выполнен гидроэкологический мониторинг и очистка части озера Щучье площадью 4.1 га для ООО «ЛУКОЙЛ-Коми». В результате работ концентрация нефти в донных отложениях снижена с 53.3 г/кг до 3.3 г/кг (Лушников и др., 2008; Воробьев, 2013). В 2006-2007 гг. элементы технологии апробированы на двух обводненных карьерах ОАО «ТНК-Нягань», площадью 6.4 га и 1.7 га (Воробьев и др., 2008). Эффект от очистных работ выразился в многократном снижении концентрации нефти в донных отложениях – снижение концентрации нефти в донных отложениях достигало 625 раз. Второй этап апробации технологии с использованием специально сконструированного комплекса оборудования включал полномасштабные опытно-промышленные испытания, проведенные на нефтезагрязненном озере без названия на территории производственной деятельности АО «Самотлорнефтегаз» (Нижевартровский район, ХМАО-Югра) в 2018 г. По итогам выполненных работ концентрация нефтепродуктов в донных отложениях (в среднем по озеру) снижена с 102 г/кг до 2 г/кг.

Накопленный опыт будет полезен при разработке и апробации технологических приемов и инструментария для очистки воды и донных отложений нефтезагрязненных водных объектов в условиях Арктики, не исключая морские донные отложения. Объектами применения технологии могут стать также озера, расположенные вне арктической зоны, но в удаленных районах нефтедобычи, которые ввиду отсутствия постоянных подъездных путей доступны для транспорта и техники только в зимний период, после установления ледового покрова.

### Список литературы

1. Krasnoyarova N.A., Chuykina D.I., and Serebrennikova O.V. *Determination of indicators of oil pollutants in bottom sediments of natural water bodies in model experiments // AIP Conference Proceedings. 2018. V. 2051. No. 020146. <https://doi.org/10.1063/1.5083389>.*
2. Vorobiev D.S., Noskov Y.A. *Oil Contamination of the Ob Basin // International Journal of Environmental Studies. – Vol. 72. – Issue 3, 2015. – P. 509-515. DOI:10.1080/00207233.2015.1027591.*
3. Воробьев Д.С., Лушников С.В., Фадеев В.Н., Лушников В.С., Франк Ю.А. *Опыт комплексной очистки обводненных карьеров от нефти // Экология и промышленность России. – 2008. – № 4. – С. 2-4.*
4. Воробьев Д.С. *Биологические основы очистки донных отложений*

*от нефти и нефтепродуктов: Автореферат дис. ... д-р биол. наук. – Томск, 2013. – 46 с.*

5. Кирпотин С.Н., Полищук В.Ю. Прогнозирование динамики термокарстовых озер в зоне многолетней мерзлоты на основе космических снимков и математического моделирования // *BioClimLand: biota, climate, landscapes.* – 2013. – № 1. – С. 48-57.

6. Лушников С.В., Воробьев Д.С. Очистка донных отложений от нефти: результаты экспериментальных работ // *Экология и промышленность России.* 2006. № 10. С. 2-4.

7. Пикунов С.В. Экологический мониторинг – инструмент принятия управленческих решений. 2019. Режим доступа: <https://prirodnadzor.admhmao.ru/formirovanie-ekologicheskoy-kultury> (свободный), опубликовано 17.05.2019.

## **РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ЖИДКОГО СТЕКЛА ИЗ ДИАТОМИТОВ**

В.Н. Шекуров, С.Н. Михайлова, К.В. Шекуров, А.Г. Мухаметзянова  
Казанский национальный исследовательский технологический  
университет,  
г. Казань

***Аннотация.** Представлена принципиальная схема установки для варки жидкого стекла. Для сокращения температуры и времени проведения процесса выщелачивания силикатной компоненты минерала применен пульсационный двухколонный массообменный аппарат, принцип действия которого основан на непрерывном возвратно-поступательном и одновременно противоточном движении твердой (опока) и жидкой (водный раствор щелочи) фаз. Из-за образования большого количества отходов при производстве жидкого стекла из диатомитов возникла потребность найти им рациональное применение. Одно из перспективных направлений переработки отходов при производстве жидкого стекла из опал-кристобалитовых пород - это использование их в производстве строительного кирпича.*

В Российской Федерации расположены крупнейшие залежи осадочной кремнистой опал-кристобалитовой породы, различной по составу и свойствам [1]. Данные природные ископаемые содержат аморфную кремневую кислоту, из-за чего процесс получения жидкого стекла требует минимальных энергетических и временных затрат.

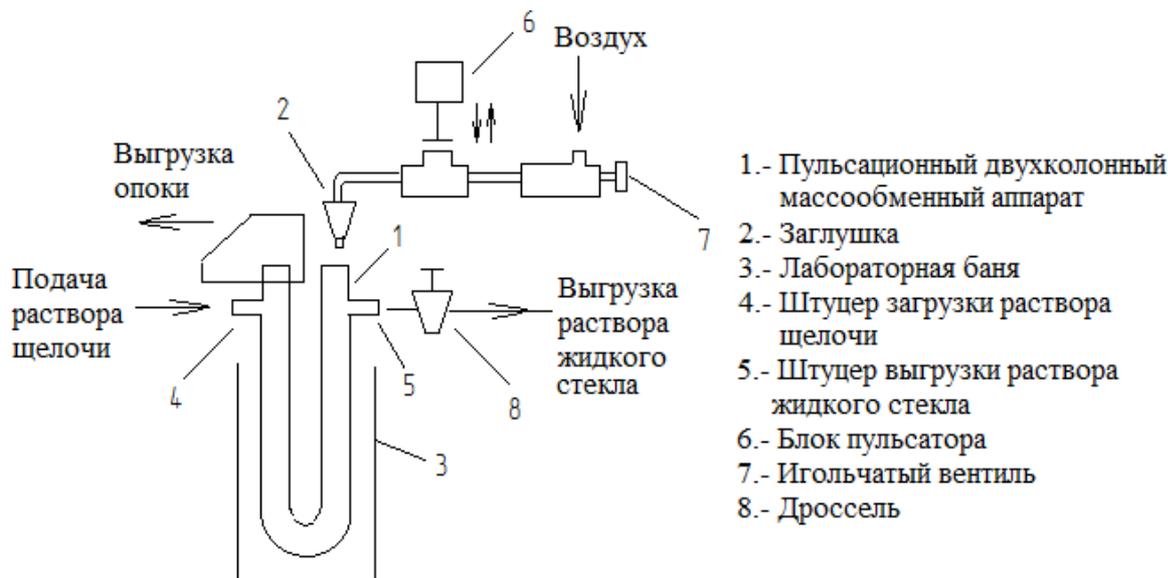
В технологии получения жидкого стекла используется сырье с содержанием аморфного кремнезема 55-80 %. Активный кремнезем наиболее полно растворяется при температуре выше 96<sup>0</sup>С [2,3].

Применение пульсационного двухколонного массообменного аппарата [4,5] привело к сокращению температуры и времени проведения

процесса выщелачивания силикатной компоненты минерала.

Принцип действия аппарата основан на непрерывном возвратно-поступательном и одновременно противоточном движении твердой (опока) и жидкой (водный раствор щелочи) фаз, которое осуществляется под воздействием пульсирующего давления, оказываемого рабочим газом (воздухом) на правое (загрузочное с меньшим диаметром) колено аппарата.

Принципиальная схема установки представлена на рисунке.



Принципиальная схема установки для варки жидкого стекла

В производстве жидкого стекла из диатомитов образуется довольно много отходов. Поэтому необходимо найти им рациональное применение. Одно из перспективных направлений - это использование их в производстве строительного кирпича.

Из легкоплавкой глины (60-80 %) была приготовлена керамическая масса строительного кирпича [6], смешав её с отходами дробления диатомитового сырья (10-19 %) и отходами щелочной обработки диатомитового сырья.

Данные отходы повысили пористость кирпича. В результате уменьшился его объёмный вес. Отходы подавали в количестве (20-40 %). Таким образом собранная масса при температуре обжига 900-1050 °С спекалась с образованием прочного керамического черепка эффективного кирпича, объёмный вес которого не превышал 1,40 г/см при пустотности 22 % и более.

Дробленая опока способствовала улучшению сушильных свойств сырьевых изделий, повышая чувствительность к сушки до 102 с при удовлетворительной прочности кирпича на сжатие 106 кг/см<sup>2</sup>.

Отходы щелочной опоки повышали прочность кирпича до значения 249 кг/см<sup>2</sup> при чувствительности к сушке 75 с.

Исследования показали: введение в керамическую массу техногенных отходов (дробленной опоки и щелочной опоки) позволило получить эффективный кирпич и одновременно снизить его стоимость

### Список литературы

1. Кремнистые породы СССР. Под редакцией Дистанова У.Г. – Казань.; Татарское книжное издательство, 1976, 412с.
2. Патент №2324651 RU способ получения жидкого стекла из диатомита. Конюхова Т.П. и др.
3. Валиев А.Р., Хауринов А.И. и др. Оценка возможности получения жидкого стекла на базе опоки Каменно-Ярского месторождения Астраханской области / Вестник КНИТУ, 2006. - №3. - С.20-23.
4. Патент №2308308 RU Экстрактор для системы твердое тело-жидкость. Шекуров В.Н.
5. Патент №2110498 RU. Керамическая масса для стеновых изделий, преимущественно кирпича керамического М.В. Эйриш, В.Н. Шекуров, Л.А. Чеченев, А.С. Лазько.
6. Справочник по химии цемента. Стройиздат, Ленинград, 1980. - С.122.

### ИССЛЕДОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ СПОСОБОВ ДЕЗОДОРАЦИИ ВОЗДУХА СВИНОКОМПЛЕКСОВ

Д.В. Яхонова, М.А. Куликова, Т.А. Колесникова  
Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ)  
им. М.И. Платова,  
г. Новочеркасск

*Аннотация.* В статье поднята проблема защиты природы и человека от специфических и дурнопахнущих соединений навоза при получении вторичных продуктов, необходимых сельскому хозяйству. Рассмотрена возможность применения различных биопрепаратов и бесфильтровых очистителей воздуха. Их использование позволит сократить выбросы аммиака, улучшить микроклимат помещений и повысить работоспособность персонала.

**Ключевые слова:** свинокомплекс, дезодорация, навоз, биопрепараты.

Сельское хозяйство в редких случаях не загрязняет воздух веществами, вредно воздействующими на растения, животных и человека. При содержании животных в больших количествах загрязнение атмосферы зловонными газами перерастает в проблему. Особенно остро подобная проблема стоит там, где свинокомплексы размещены вблизи населенных пунктов, а хранение отходов в больших объемах осуществляется без дальнейшей утилизации. Значительная часть отходов выделяет такие вещества, как аммиак, метилмеркаптан, сероводород и прочее [1-2].

Свиноводческое хозяйство несёт убытки от аммиака, выделяемого свиным навозом, а, вернее, от последствий его пагубного воздействия на животных (в основном, погибает молодняк) и на работников из

обслуживающего персонала. Помимо данных отрицательных факторов есть ещё один, скорее, даже более важный, чем выше названные – это загрязнение окружающего атмосферного воздуха аммиаком, сопутствующими меркаптановыми газами, продуктами разложения навоза, биологическими загрязнениями. Большинство запахов представляет собой сложную смесь химических соединений, которые необходимо удалять, нейтрализовать или разрушать. Индол, скатол, меркаптаны, метиламин и другие соединения, обладающие устойчивым запахом, сорбируют, дезодорируют, уничтожают физическими, химическими и биологическими методами.

В атмосферном воздухе обнаруживается аммиак и другие дурнопахнущие газы в концентрациях, превышающих ПДК в 5-6 раз. Поэтому для решения данной проблемы авторами был проведен анализ современной литературы, отражающий последние научные разработки в этой области.

Представляет интерес возможность устранения аммиака системами очистки воздуха INDUCT без применения фильтров, вытяжных установок, абсорбции. В свиноводческом хозяйстве ООО «Белго Ген» (Белгородская область) внедрено применение бесфильтровых очистителей воздуха ActivTek, которое позволяет расщеплять аммиак на молекулярном уровне, снижать общее микробное число (ОМЧ) и устранять плесень [3].

На данном свинокомплексе проведено практическое испытание канальных систем очистки воздуха для свиноферм INDUCT для определения снижения концентрации аммиака в одном из маточных отделений. В связи с тем, что приточная вентиляция свинокомплекса осуществлялась без применения воздухопроводов, было принято решение о применении систем очистки воздуха DuctStation собственного изготовления и оригинальной конструкции.

Результаты исследования систем бесфильтровой очистки воздуха DuctStation показали снижение концентрации аммиака, в воздухе свинокомплекса, в 4,76 раза 100 часов после начала работы DuctStation (с 16 мг./м<sup>3</sup> до 3,4 мг./м<sup>3</sup>); общее микробное число (ОМЧ) снизилось в 12 раз; произошло снижение наличия плесени; зафиксировано стойкое воздействие на бактерии метициллино-резистентного золотистого стафилококка ведущее к его гибели в короткие сроки.

В результате работы систем комплексной очистки воздуха DuctStation от ActivTek, был достигнут высокий показатель снижения концентрации аммиака NH<sub>3</sub> в воздухе рабочей зоны во всём объёме помещения за короткий срок, а ионизация воздуха дала чувство свежести и лёгкости дыхания. В результате работы воздухоочистителей улучшился микроклимат, что, несомненно, положительно сказывается на содержании животных, снижении гибели молодняка и работоспособности персонала.

Известна также технология, получившая название ВэйстТрит®, которая позволяет осуществлять полный цикл переработки свиноводческих отходов и исключить загрязнение атмосферы отходящими газами [4].

Технология состоит в том, что биологический деструктор навоза био-

препарат Микрозим® ВэйстТрит® содержит (6-12) видов естественных выделенных научными методами из естественных и искусственных (антропогенных) биотопов микроорганизмов, способных эффективно использовать органическую и биогенную составляющие навоза в качестве источника энергии жизнедеятельности, разрушая сложные органические соединения до более простых, с образованием воды и углекислоты. Разрушению и последующей метаболизации подвергается как органические вещества, составляющие твердую фракцию навоза, так и продукты их разложения, включая летучие органические соединения, т.е. вещества придающие навозу резкий неприятный запах. При внесении препарата в отходы объем выброса всего спектра органических летучих веществ в атмосферу, в том числе, аммиака и сероводорода, сокращается на 80-90 %, срок обезвреживания и созревания навоза уменьшается до 2-3 месяцев, норма внесения перепревшего навоза на поля возрастает в 2 раза, объем сухого остатка сокращается более чем на половину от начальной массы свежего навоза.

Применение еще одного известного из отечественных препаратов типа УФ (УФ-1) – «Биовел» превращает органические отходы в виде любых экскрементов (навоз, помёт, фекальные массы) и биомассы в удобрения без запаха - это реально после обезвреживания по технологии ДРОП-Т [5].

Уничтожение запаха произойдёт после уничтожения бактерий, выделяющих биогаз. То есть необходимо обезвредить навоз и исчезнет запах. Предложен самый простой метод безопасного обезвреживания навоза – орошение рабочим раствором с биопрепаратом типа УФ (УФ-1) «Биовел» и катализатором по технологии ДРОП-Т.

Весь технологический процесс состоит из двух операций: орошение навоза рабочим раствором (с катализатором) в местах первичных или долгосрочных накоплений, не зависимо от масштабов накоплений, от влажности, времени суток и года. При этом, сразу после орошения вся патогенная флора, гельминты и их яйца погибают.

В результате образовалось экологически безопасное удобрение без запаха ДРОП-С. Для быстрого обезвреживания и блокировки запаха рекомендуется добавить опилки. Ими также можно засыпать бурт и увлажнить рабочим раствором. Продолжительность обезвреживания – 25-30 дней летом, 45-60 дней зимой под открытым небом.

В целях обеспечения постоянного развития эффективных экологических технологий сельского хозяйства в Дании, Нидерландах и Германии была создана совместная программа – VERA [6].

Был начат ряд мелкомасштабных исследовательских и опытно-конструкторских работ для изучения вопроса, могут ли данные технологии быть усовершенствованы для полномасштабного использования систем очистки воздуха.

Химическая очистка воздуха может быть использована для сокращения выбросов аммиака в свинарниках; потоки воздуха из установки очищают водой, подкисленной серной кислотой до уровня рН от 2 до 2,5.

При биологической влажной очистке воздуха выходной поток воздуха «промывается», посредством чего аммиак и отдушки метаболизируются бактериями в воздухоочистителе.

В данной статье представлены результаты исследований различных решений проблемы защиты природы и человека от специфических и дурнопахнущих соединений навоза при получении вторичных продуктов, необходимых сельскому хозяйству. В результате обработки образуются удобрения для повышения продуктивности пашни (увеличения урожайности сельскохозяйственных культур).

Для выбора более оптимального способа дезодорации воздуха свинокомплексов требуется проведение более детальных исследований и сравнения их технико-экономических показателей.

### Список литературы

1. М.А. Куликова, Т.А. Колесникова, Е.А. Грибут, О.А. Суржко, Г.Е. Мерзлая, Э.Н. Аканов / «Оценка эффективности нового органоминерального удобрения на основе свиного навоза»/. *Плодородие*, №4, 2019, - 49-51 с.

2. Сидоренко О.Д. *Биологические технологии утилизации отходов животноводства: учеб. пособие* / О.Д. Сидоренко, Е.В. Черданцев. – М.: Изд-во МСХА, 2001. – 14-17 с.

3. ООО «Живой Воздух» *Очистка воздуха от аммиака на свиноферме г. Белгород. 2008-2015* -<http://activepure.ru/sfery-primeneniya/svinovodstvo/ochistka-vozdukha-na-svinoferme-g-belgorod>

4. Автор: microzym, *Подробнее: -https://meat-expert.ru/forums/topic/8461 -ekologiya-investiciy-nepriyatnyy-zapah-svinokompleksa* Независимый портал для специалистов мясной индустрии «Мясной Эксперт»

5. *Применение биопрепаратов на примере ускорителя ферментации УФ для обезвреживания органических отходов по технологии ДРОП-Т* / Думанская К.М., ООО «Алеко», Казань, Россия, 2010 - <https://waste.ua/cooperation/2010/theses/Dumanskaya.html#author>

6. *Environment: Environmental regulation, Point extraction system, Environmental technology, Annual Report 2013, 11-12с.*

## АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНЫХ СПОСОБОВ УТИЛИЗАЦИИ ЖИДКИХ ОТХОДОВ СВИНОКОМПЛЕКСОВ

А.Н. Андреева, Т.А. Колесникова, М.А. Куликова  
Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ)  
им. М.И. Платова,  
г. Новочеркасск

**Аннотация.** В статье производится анализ и сравнение эффективных способов утилизации отходов свинокомплексов. Показаны достоинства и недостатки естественного процесса ферментации, применения биодеструкторов и работы биогазовых установок.

**Ключевые слова:** свинокомплекс, удобрения, биогаз, отходы, биодеструкторы.

С ростом производства свинокомплексов, увеличивается и объём биологических отходов. Вследствие этого, утилизация сточных вод становится всё более актуальной темой.

Жидкие отходы свинокомплексов содержат большое количество органических (например, фенолы, мочевины) и неорганических веществ (соединения калия, фосфора, цинка, азота). Вдобавок, присутствуют и патогенные микроорганизмы, вызывающие заболевания как животных, так и человека. Навоз может содержать свыше 100 видов возбудителей болезней [1]. Многие из них могут сохранять свою жизнеспособность достаточно длительное время, например, возбудители бруцеллеза 110-170 суток, а споры сибирской язвы несколько десятилетий. Наряду с патогенными микроорганизмами в навозе могут образовываться химические загрязнители, представляющие опасность для окружающей среды. В первую очередь это производные азота (нитраты и нитриты, аммиак, метан, вторичные амины и др.). В воздухе накапливаются высокие концентрации аммиака, сероводорода, метана, оксидов серы и азота, которые оказывают неблагоприятное воздействие на животных, людей и окружающую природную среду.

Существует множество способов утилизации жидких отходов свинокомплексов. Наиболее распространенным и доступным является переработка свиного навоза в удобрения посредством отстаивания на специальных площадках [2-3, 8-15, 17]. Сущность метода заключается в том, что все жидкие отходы с производства доставляются в специализированные лагуны (навозосборники), находящиеся на территории свинокомплекса. Естественным образом происходит процесс перегнивания, брожения, испарения. Уровни содержания патогенных микроорганизмов, возбудителей болезней снижается. В конечном счете, образуется перепревший навоз, который имеет 4 класс опасности и может использоваться в качестве органического удобрения. Перепревший навоз – ценное органо-минеральное удобрение с высокой концентрацией таких веществ, как азот, калий, фосфор, что способствует росту растений. [4]

Недостатком данного способа является его длительность, а именно 3-4 года отстаивания в лагуне. Выброс в атмосферу большого количества метана, образующегося при процессе брожения, пагубно влияет на окружающую среду. Также в период отстаивания происходит загрязнение воздуха аммиаком и распыленными микроорганизмами. Также недостатком является отсутствие обеззараживания жидких отходов свинокомплексов.

В литературных источниках представлены различные биодеструкторы, которые ускоряют процесс брожения. Актеномицеты, бациллы, дрожжи являются естественными утилизаторами, наиболее гигиенически и экологически эффективные для процесса брожения, находящиеся непосредственно в почве. В виде источника энергии им служат умершие животные, биологические отходы животных. Благодаря их существованию и деятельности процесс брожения не только ускоряется, но

и имеет менее разрушительное воздействие на окружающую среду. При добавлении деструктора в процесс брожения снижается выброс в окружающую среду органических летучих веществ – аммиака и сероводорода – на 80-90 %. Недостатком применения деструкторов является ограниченное применение при отрицательных температурах [5-6].

Также не менее популярным способом утилизации является производство биогаза из сточных вод свинокомплекса. При образовании биогаза нет необходимости производить сушку и выпаривание жидких отходов, которые в большинстве случаев имеют процент влажности в пределах 92-97 [8, 18].

Биогаз – это газ, который состоит приблизительно на 60-70 % из  $\text{CH}_4$  (метан) и на 30-40 % из  $\text{CO}_2$  (углекислый газ). Этот газ может использоваться для обогрева свинокомплекса, получения электроэнергии. Его можно очищать и получать метан, который можно использовать в качестве моторного топлива. Средний выход биогаза из 1 тонны сухого свиного навоза составляет 85-90 м<sup>3</sup>. Из 1 м<sup>3</sup> биогаза можно произвести 2-3 кВт часа электроэнергии.

Биогазовые установки – это комплексное решение утилизации отходов агропромышленного комплекса, производство тепловой, электрической энергии, и удобрений. [7]

У биогазовых установок есть множество преимуществ по сравнению с естественным процессом брожения. Во-первых, метан не выбрасывается в атмосферу, а концентрируется в установке. Далее, после очистки в той же установке он по качеству не уступает природному газу. Его можно использовать в пределах свинокомплекса, как источник энергии и тепла, так и для продажи. Во-вторых, биогазовая установка производит не только биогаз, но и органические удобрения. Они более эффективны, чем удобрения, которые получают с помощью естественных процессов. В-третьих, снижается время брожения биомассы, уже через 14-20 дней можно получить готовое биоудобрение [10-18].

Однако биогазовые установки имеют также ряд недостатков, таких как - дороговизна используемых установок, потребление большого количества электроэнергии и доступность его только в сельских районах, богатых сырьем для производства. [19]

Таким образом, вопрос об утилизации жидких отходов свинокомплексов остается очень актуальным в современном мире. Так как рост свинокомплексов влечет за собой накопление многотоннажных жидких отходов без должного уровня обработки и утилизации. В дальнейшем будут рассмотрены и предложены новые способы бездеструкционной утилизации таких отходов с получением органо-минерального удобрения.

### Список литературы

1. Колесникова Т.А. Гельминты в сточных водах животноводческих хозяйств [Текст] / Т.А. Колесникова, О.А. Суржко, О.В. Каплиева // Санитарный врач. – Москва, 2012. – С. 011-012

2. Бондаренко А.М. Перспективные технологии переработки навоза в концентрированные органические удобрения [Текст] / А.М. Бондаренко, Л.С. Качанова // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина». – Москва, 2016.
3. Ларченко В.В. Биотехнология очистки, обезвреживания и деодоризации свиного стока свинокомплексов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://agroday.ru/articles/novaja\\_tehnologija\\_ochistki\\_stochnyh\\_vod\\_svinokompleksa/](https://agroday.ru/articles/novaja_tehnologija_ochistki_stochnyh_vod_svinokompleksa/)
4. Куликова М.А., Колесникова Т.А., Грибут Е.А., Суржко О.А., Мерзлая Г.Е., Аканов Э.Н. Оценка эффективности нового органоминерального удобрения на основе свиного навоза [Текст] // Плодородие, 2019. - №4. – С. 49-51
5. Кулинич О.А. Биодеструктор свиного навоза [Текст] / О.А. Кулинич, В.В. Ларченко // Свиноводство. – М., 2016. – С. 38-40.
6. Ларченко В.В. Свинокомплекс без запаха [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.agroxxi.ru/zhivotnovodstvo/nauka/svinokompleks-bez-zapaha.html>
7. Шилова Е.П. Биогазовые установки. Производство биогаза [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mcx-consult.ru/biogazovye-ustanovki.-proizvodstvo>.
8. Загоровская В. Навозная дилемма: самый актуальный вопрос для животноводов - что делать с отходами [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/25634-navoznaya-dilemma/>
9. Лоцинина, А.М. Основные экологические проблемы промышленного свиноводства [Текст] / А.М. Лоцинина, К.Э. Литт // Инновационные исследования: проблемы внедрения результатов и направления развития: сб. статей. – Пермь, 2018. – С. 67-74.
10. Технология получения биогаза [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosbiogas.ru/tehnologija-poluchenija-biogaza.html>.
11. Асипкина Л.А. Биогазовые технологии переработки сельскохозяйственных отходов III и IV классов опасности в биоудобрения: магистерская диссертация [Текст] / Л.А. Асипкина; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт неразрушающего контроля (ИНК), Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности (ЭБЖ); науч. рук. С. В. Романенко. — Томск, 2017.
12. Гайдук В.И. Эколого-экономические аспекты индустриального животноводства [Текст] / В.И. Гайдук, Г.В. Комлацкий // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар, 2017.
13. Свиной навоз. Отходы свиноферм [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rostechbio.ru>.

14. *Переработка навоза: технологии и способы его применения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://greenologia.ru/othody/biologicheskie/sposobi-primineniya-navoza.html>*

15. *Праниченко Н.В. Экологически сбалансированные подходы к утилизации отходов животноводческих комплексов (на примере ООО «Стригуновский свинокомплекс»): магистерская диссертация [Текст] / Н.В. Праниченко // Белгородский государственный национальный исследовательский университет (НИУ «БелГУ»); науч. рук. П.В. Голеусов. – Белгород, 2016.*

16. *Опыт Белгородской области: биогаз и биоудобрения [Текст] / Ресурсосберегающее земледелие 1(21) – 2014.*

17. *Миронов С.Ю. Технологические направления по переработке органических отходов [Текст] / С.Ю. Миронов, М.В. Протасова, Е.П. Проценко // Auditorium. – Курск, 2017.*

18. *Загоровская В. Нанопутилизация: ученые разработали экономичные технологии утилизации отходов [Текст] / В. Загоровская // Агротехника и технологии. – 2019.*

19. *Биогаз плюсы и минусы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosbiogas.ru/biogaz-pljusy-i-minusy.html>*

## **ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ СУБСТРАТОВ НА ПРОЦЕСС ВЕРМИКОМПОСТИРОВАНИЯ**

А.С. Дурова<sup>1</sup>, В. Дубшикова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет  
имени С.М. Кирова  
г. Санкт-Петербург

<sup>2</sup> Технический университет в Зволене  
г. Зволен

**Аннотация.** *Вермикомпостирование - это процесс, основанный на использовании дождевых червей и микроорганизмов, которые помогают стабилизировать активные органические вещества и превращать их в полезную почвенную добавку и источник питательных веществ для растений. [1,2,3]. В поставленном эксперименте было проанализировано влияние различных органических субстратов на процессе вермикомпостирования в контролируемых условиях. Показаны значительное влияние состава и соотношения компоста на состояние и поведение *Eisenia fetida*.*

Дождевые черви могут потреблять большинство органических материалов, включая навоз, остатки сельскохозяйственных культур, органические побочные продукты промышленности или осадки сточных вод. Известно более чем 4000 видов дождевых червей, но только 6-7 из них используются для вермикомпостирования [1]. Наиболее часто используется *Eisenia fetida* [1,2,3].

В заложенном эксперименте было проанализировано влияние различных органических субстратов на процесс вермикомпостирования и общее состояние червей. Опыт был проведен в контролируемых лабораторных условиях.

Для эксперимента использовались ведра с накопителем воды на дне. Сначала в ведра были загружены 0,275 кг опилок (слой 2 см), 150 г дождевых червей (средний вес 100 червей = 50 г, в ведре около 300 червей) и 1-2 см слоя исходного биогумуса. Затем в каждое ведро добавляли 2 кг субстрата различного состава и соотношения. Сверху все ведра были обсыпаны опилками, покрыты небольшими свободно прилегающими крышками для обеспечения подачи воздуха.

В качестве базового субстрата использовали конский навоз [3]. Затем в различном (15,30,45 и 60 %) соотношении к нему добавляли гранулированный куриный помет, сапропель и рыбную муку. Контрольный вариант содержал только конский навоз.

В ходе эксперимента измеряли pH вариантов и наблюдали состояние дождевых червей в отдельных ведрах. На седьмой и семнадцатый день после начала эксперимента проводили анализ водной вытяжки (анализировали цвет, запах сливаемого раствора).

Влажность субстрата в ведрах проверялась на протяжении всего эксперимента. pH субстратов измеряли в трех разных точках в каждом ведре на шестой, восьмой и двадцатый день (таблица 1). Эксперимент был завершён через двадцать пять дней.

Таблица 1

Средние значения pH для каждого ведра на 6, 8 и 20 день

Номер п/п	Субстрат	Содержание д.в. в субстрате [кг]	Содержание навоза конского в субстрате [кг]	соотношение	pH (6 <sup>ой</sup> день)	pH (8 <sup>ой</sup> день)	pH (20 <sup>й</sup> день)
1	Сапропель	0,3	1,7	15/85	7,1	7,0	7,0
2		0,6	1,4	30/70	7,1	7,0	7,2
3		0,9	1,1	45/55	7,1	7,3	7,0
4		1,2	0,8	60/40	7,0	7,1	7,2
5		1,5	0,5	75/25	7,15	7,15	7,2
6	Гранулированный птичий помет	0,3	1,7	15/85	7,35	7,25	7,0
7		0,6	1,4	30/70	6,43	7,4	7,2
8		0,9	1,1	45/55	6,6	6,9	7,0
9		1,2	0,8	60/40	6,53	7,0	6,7
10		1,5	0,5	75/25	6,07	5,6	5,1
11	Рыбная мука	0,3	1,7	15/85	6,65	7,1	7,2
12		0,6	1,4	30/70	6,63	7,3	7,1
13		0,9	1,1	45/55	6,17	–	–
14		1,2	0,8	60/40	6,57	–	–
15		1,5	0,5	75/25	7,17	–	–
16	Контроль	0	2,0	0/100	7	7,1	7,1

В ходе эксперимента (на восьмой день) из экспериментальных ведер содержащих большую концентрацию рыбной муки был замечен резкий запах. Все дождевые черви в данных вариантах опыта погибли, а ведра с концентрацией рыбной муки более 600 г (№ 13 - 900 г, № 14 - 1200 г и № 15 - 1500 г) были исключены из эксперимента.

Видимо, уход червей в нижний слой опилок и их гибель была вызвана высокой концентрацией рыбной муки в субстрате.

В конце эксперимента было оценено общее состояние дождевых червей (таблица 2).

Таблица 2

Состояние дождевых червей, наблюдаемое в конце эксперимента

Номер п/п	Субстрат	Визуальное состояние червей и раствора водной вытяжки.
1	Сапрпель	Запаха нет. Живые черви, среднее количество.
2		Много живых червей, много молодняка, запаха нет.
3		Запаха нет, раствор светлый. Черви живые, но не много. Основная масса в слое с опилками.
4		Запаха нет. Черви живые.
5		Черви живые, здоровые, их много. Запаха нет.
Продолжение таблицы		
6	Гранулированный птичий помет	Червей много, живые. Запаха нет.
7		Червей мало, но они живые. Раствор темный, есть слабый запах.
8		Червей мало. Есть неприятный запах.
9		Живых червей нет.
10		Раствор темный. Живых червей нет.
11	Рыбная мука	Червей живых мало. Запаха нет.
12		Запах сильный, резкий. Живых червей нет
13		Высокие концентрации рыбкостной муки.
14		Черви погибли, варианты на 8 день сняты с эксперимента.
15		
16	Контроль	Запаха нет. Живые черви, среднее количество.

Таким образом, наиболее подходящим из представленного перечня органическим субстратом являлся сапрпель. Все исследованные дозы не оказывали отрицательного воздействия на жизнедеятельность червей. Наиболее токсичным оказался куриный гранулированный помет. При введении в состав компоста 15 % наблюдался стойкий отрицательный эффект.

Таким образом, из полученных данных можно предположить, что субстрат будет наиболее эффективным при 5-10 %, состоящих из рыбной муки, 15 % куриного помета, а также до 30 % сапрпеля. Остальные 50 % - конский навоз.

Полученные данные требуют дальнейшего изучения. В дальнейшем будет проведено более подробное исследование состава полученных водных вытяжек и оценена целесообразность внедрения перечисленных органических субстратов при вермикомпостировании.

## Список литературы

1. Федосова М.Д. Вермикомпостирование бытовых отходов с использованием экспериментальных навозных червей / Федосова М.Д. В сборнике: Проблемы науки. 2016. № 6 (7). С. 30-33с.
2. Нусупов А.А. Технологии вермикомпостирования органических отходов / Нусупов А.А., Божбанов А.Ж., Джакупова И.Б. В сборнике: *Methods and problems of practical application 7th International conference Science and society. Vancouver, 2019.* 88-94 с.
3. Степанова Д.И. Опыт вермикомпостирования конского навоза в условиях якутии / Степанова Д.И., *Аграрный вестник Урала*, 2008. № 1 (43) 29-31с.

## КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ЛЕСОЗАГОТОВОК И НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА В ПОЛУЧЕНИИ ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ

Е.А. Гыргенова, А.Ф. Гоготов, В.А. Бабкин  
Иркутский институт химии имени А.Е. Фаворского СО РАН,  
г. Иркутск

**Аннотация.** *Одной из актуальных экологических проблем Российской Федерации является обращение с отходами производства и потребления. Синтез древесно-полимерных композитов (ДПК) имеет ярко выраженную экологическую направленность, поскольку позволяет вовлечь в оборот практически не утилизируемые отходы лесозаготовительной и лесоперерабатывающей отраслей, нефтехимической промышленности, полимеров.*

**Ключевые слова:** *древесно-полимерные композиты, древесная мука, вторичные полимеры, пластиковые отходы, древесные отходы.*

Синтез ДПК носит, в первую очередь, ярко выраженную экологическую направленность, поскольку позволяет вовлечь в оборот многотоннажные, сегодня практически не утилизируемые отходы полимерной промышленности, лесозаготовительной и лесоперерабатывающей отраслей. Наличие лесных отходов на лесозаготовках приводит к захламлению территорий и является одной из главных причин высокой пожароопасности лесов и при соответствующих климатических условиях провоцирует их возгорание с многомиллиардным уроном флоре, фауне и лесосырьевым запасам.

Существует обширная классификация ДПК, в данной статье разберем два наиболее интересных, по нашему мнению, признака: по типу наполнителя и виду связующего термопластичного полимера [1].

Типы наполнителей:

- древесина и древесные отходы;
- сельскохозяйственные отходы;

- отходы текстиля и макулатура;
- мука и опилки (мелкой – до 200 мкм, средней – до 400 мкм, крупной фракции – более 400 мкм).

Практически все виды отходов древесины – кора, хвоя, листва, и ее переработки можно использовать в качестве исходного сырья для древесной муки. Продуктом специального промышленного производства древесная мука стала только в начале 20 века, когда сформировались первые промышленные потребности в этом материале. Производство древесной муки росло довольно быстрыми темпами: уже в первой половине прошлого века мировое производство древесной муки превышало 100 тыс. тонн. Главным направлением в использования древесной муки в начальный период стало производство изделий из фенопластов (бакелитов, карболитов и т.п.). До появления поливинилхлорида (ПВХ) и полиолефинов из древесно-фенольных композиций производилось множество продуктов гражданского и военного назначения. В некоторых отраслях техники они производятся и сейчас. Большое количество древесной муки применяется, например, в производстве линолеумов. Древесная мука представляет собой мелкие частицы древесины произвольных форм, получаемые специально в процессе размола древесины твердых и мягких лиственных и хвойных пород. В качестве сырья для получения древесной муки используются, как правило, кусковые отходы лесо- и деревообрабатывающих производств, опилки и технологическая щепка, получаемая из дровяной древесины. В последние годы в качестве сырья для производства муки начинают применять и другие виды растительного сырья – различные виды соломы и стеблей, зерновую шелуху, оболочки орехов, отходы картона и т.д. Размер частиц древесной муки играет важную роль в формировании комплекса свойств ДПК, что необходимо учитывать при выборе рецептуры ДПК и параметров ее переработки [2-5].

Второй признак - по типу связующего термопластичного полимера:

- синтетические смолы;
- биополимеры;
- смеси синтетических смол и биополимеров;
- вторичные полимеры.

Среди всех промышленных отраслей Российской Федерации пластиковые производства показывают наиболее высокую динамику. Это объясняется всевозрастающим спросом на полимерные материалы, которые находят применение практически во всех сферах жизнедеятельности человека. По статистике за 2016 год потребление пластмасс увеличилось в нашей стране примерно на 6 %. При этом снижение импорта на 25 % говорит о том, что отечественные предприятия стараются более активно обеспечивать нужды потребителей. Негативное воздействие промышленности выражается в воздействии на окружающую среду. В России ежегодно образуется около 6 миллионов тонн отходов пластмасс в виде использованных бутылок, одноразовой посуды, тары различного вида, упаковочного материала, с неуклонной тенденцией роста. Полимеры,

побывавшие в употреблении, относятся к 4 классу опасности. Количество отходов по пластикам за 2016 год изображено на рисунке 1[6].

Среди существующих способов утилизации полимерных отходов пока наиболее известными являются термический (сжигание, пиролиз, гидролиз и т.д.) и физический (вторичная переработка) способы. Вторичная переработка полимеров позволяет без вреда окружающей среде использовать их в дальнейшем производстве, например, ДПК [7-8].

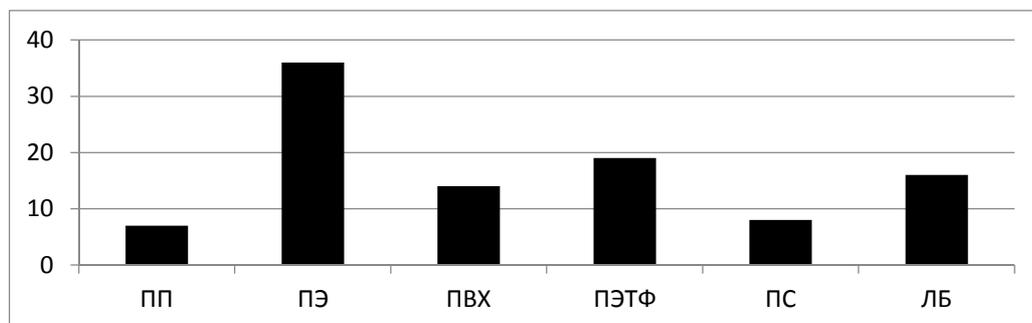


Рис.1. Пластиковые отходы по материалам, % (ПП – полипропилен, ПЭ – полиэтилен, ПЭТФ – полиэтилентерефталат, ПС – полистирол, ЛБ – ламинированная бумага)

Данная область исследований, а именно получение ДПК, является сравнительно молодой, имеет большой потенциал для дальнейшего роста в силу своей высокой экологической направленности. Это объясняется тем, что получаемые изделия нетоксичны вследствие применения полимеров в качестве связующего (токсичность определяется только типом применяемого пластификатора), сочетают в себе положительные свойства древесины и полимеров, а также относительно экономичны вследствие вовлечения в оборот отходов производства и потребления.

### Список литературы

1. <https://www.wpc.moscow/ru/%D1%8D%D0%BD%D1%86%D0%B8%D0%BA%D0%BB%D0%BE%D0%BF%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D1%8F-%D0%B4%D0%BF%D0%BA/%D0%BE-%D0%B4%D0%BF%D0%BA>.
2. Файзуллин И.З. Влияние размера частиц наполнителя на свойства древесно-полимерных композитов / И.З. Файзуллин, И.Н. Мусин, С.И. Вольфсон// Вестник Казанского технологического университета - 2013. – Т. 16. №. 5, 106 – 109 С.
3. RUS 2318655 Способ получения древесной муки. Политов А.А., Бершак О.В., Ломовский О.И. патент на изобретение 29.06.2006.
4. RUS 2088108 Способ получения древесной муки. Еперин А.П., Климентов А.С., Карраск М.П., Шевченко В.Г., Шмаков Л.В., Казарновский А.М. патент на изобретение 16.08.1995.
5. <https://novainfo.ru/article/12138>.
6. <http://www.gks.ru/>.
7. Лазарева Л.И. Использование вторичного ПЭТФ в производстве Древесноволокнистых плит / Л.И. Лазарева Н.Г. Чистова, М.А. Зырянов, Н.А. Петрушева// Химия растительного сырья – 2011. – № 4, 311-313 С.

8. Ершова О.В. Влияние компонентного состава наполнителя на свойства древесно-полимерного композита / О.В. Ершова, М.А. Мельниченко, Э.Р. Муллина // *Современные наукоемкие технологии.* – 2015. – № 10, 29-31 С.

## ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАРБАМИДА В КАЧЕСТВЕ ДОБАВКИ К АЗОТНО-КАЛИЙНЫМ УДОБРЕНИЯМ

Д.А. Новикова, Е.А. Грибут, А.Н. Богачев  
Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ)  
им. М.И. Платова,  
г. Новочеркасск

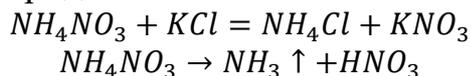
**Аннотация.** В современном мире существует проблема взрывоопасности азотно-калийных удобрений, в связи с этим остро стоит проблема безопасности их производства. В работе представлена возможность использования карбамида в качестве добавки, для улучшения свойств взрывобезопасности азотно-калийных удобрений.

**Ключевые слова:** минеральные удобрения, карбамид, производство удобрений, хлорид калия, взрывоопасность, сельское хозяйство.

Производство минеральных удобрений – это одно из активно развивающихся направлений химической отрасли во всем мире. Азотно-калийные удобрения, необходимы для роста и развития растений и регулирования состояния почвы. Азот необходим в период активной вегетации, обеспечивает рост побегов и плодов, способствует наращиванию зеленой массы. Калий улучшает водный режим, способствует обмену веществ и образованию углеводов.

В последние годы наблюдается тенденция к увеличению количества марок и объемов производства удобрений, содержащих несколько элементов (табл.1). Это обусловлено тем, что они удобны для производства, транспортировки и использования, а также отвечают требованиям к содержанию питательных веществ.

В настоящее время существует проблема низкой термостабильности НК-удобрения, приводящей к его разложению. Основными компонентами удобрения являются хлорид аммония и калиевая селитра.



Выделяющиеся при нагревании аммиачной селитры оксиды азота способны к самоподдерживающемуся термическому разложению. Также наличие ионов хлора проявляет каталитическое воздействие и приводит к повышению взрывоопасности удобрения. Подтверждение этому, служат печальные события, спровоцировавшие взрыв на заводе удобрений в Техасе 17 апреля 2013 г. [1]

Таблица 1

Основные качественные характеристики готового продукта

№ п/п	Наименование показателя, норма	Марка удобрения	
		NK 21-21	NK 17-28
		по ТУ 20.15.79-121- 00203766-2018	
1	2	3	4
1	Массовая доля общего азота (N), %, не менее	21	17
2	Массовая доля аммонийного азота (N), % не менее	10	8
3	Массовая доля нитратного азота (N), %, не более	11	9
4	Массовая доля калия в пересчете на K <sub>2</sub> O, %, не менее	21	28
5	Массовая доля серы сульфатной (в пересчете на S), %, не менее	0,5	0,5
6	Массовая доля магния в пересчете на MgO, %, не менее	0,5	0,5
7	Массовая доля воды, %, не более	1	1
8	Статическая прочность гранул, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ), не менее	3,0 (30)	3,0 (30)
9	Рассыпчатость, %	100	100

В качестве решения поставленной задачи, предлагается в первую очередь заменить использующуюся аммиачную селитру на более безопасный компонент – карбамид. (табл.2)

Таблица 2

Основные технические характеристики карбамида

Основные показатели	Норма для марок				
	А		Б (для растениеводства)		
	Высший сорт	Первый сорт	Высший сорт	Первый сорт	Второй сорт
1. Массовая доля азота в пересчете на сухое вещество, %, не менее	46,3	46,2	46,2	46,2	46,2
2. Массовая доля воды, %, не более: гигроскопической общей	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6
3. Рассыпчатость			100	100	100
4. Статическая прочность гранул, МПа (кг/см <sup>2</sup> ), не менее или в пересчете на 1 гранулу, Н, (кгс), не менее			1,4 (14)	1,2 (12)	1,2 (12)
			7 (0,7)	5 (0,5)	3 (0,3)

Главным преимуществом карбамида является повышенное содержание в составе азота: концентрация не менее 46,2 %, в то время как у селитры она варьируется от 26 до 34,6 %. К тому же при соблюдении температурного

диапазона количество выделяемого аммиака заметно снизится, что повысит взрывобезопасность удобрения.

Используя данные патента 2008 года, анализ рынка РФ двойных НК – удобрений показал, что удобрений с карбамидом в продаже нет. [3]

Целесообразно использовать в качестве сырья смесь сульфата и хлорида калия, что позволяет снизить концентрацию ионов хлора и повысить содержание аммонийного азота.

Кроме того, добавка  $K_2SO_4$  обогатит НК удобрения таким ценным компонентом как сера (18 %). [4]

Проведя анализ литературных данных [5], было установлено, что добавка 10%-ного хлорида калия увеличит прочность полученных гранул на 50 – 80 %, однако дальнейшее повышение концентрации хлорида калия не приведет к улучшению качества НК – удобрения. По представленной фазовой диаграмме можно сказать, что точка эвтектики наблюдается при 118 °С (рис.1), а дериватограмма показывает, что стабильное состояние сохраняется вплоть до 220 °С. (рис.2)

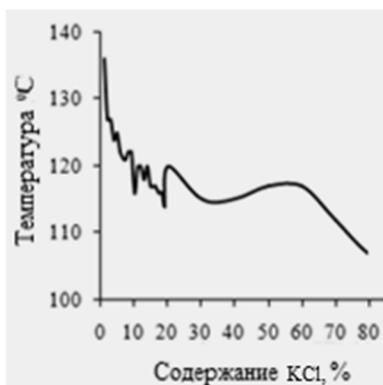


Рис. 1. Фазовая диаграмма смеси KCl /карбамид

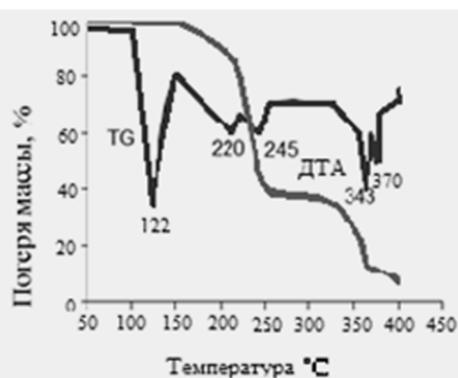


Рис.2. Дериватограмма KCl /карбамид

На сегодняшний день рынок испытывает дефицит НК – удобрений. Сложное двойное НК-удобрение на основе карбамида может быть получено методом растворения хлорида калия в расплаве карбамида. Было установлено, что 10 % хлорида калия образуют с карбамидом эвтектику с температурой плавления 116 °С. Также можно сделать вывод о том, что получаемое НК – удобрение является безопасным для биосферы.

### Список литературы

1. <https://www.agroxxi.ru/gazeta-zaschita-rastanii/novosti/vzryv-na-zavode-udobrenii-v-tehase-podrobnosti.html>
2. Пат. 2315740 Российская Федерация, С05С 13/00, С05G 1/00, С05G 1/10. Азотно-калийное удобрение и способ его получения / Конвисар Л.В., Серебряков А.И.; заявитель и патентообладатель Серебряков А.И. – заявл. 28.09.05; опубл. 27.01.08
3. Патент РФ № 2316522. Способ получения сложного серосодержащего удобрения. Дата публикации: 10.02.2008
4. Велигура В.В. Технология НК удобрений на основе карбамида. Дис. магистр: 18.04.01: защищена 14.06.2018 г.: утв. 14.06.2018г.

# ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОНДУКТОМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА ДЛЯ ОЦЕНКИ СОЛЕННОСТИ СТОЧНЫХ ВОД И СОСТАВА РЕГЕНЕРИРОВАННЫХ РАСТВОРОВ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

Ю.М. Артемкина, И.А. Акимова, В.В. Щербаков  
Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева,  
г. Москва

*Аннотация.* На основе полученных авторами в широком интервале температур обобщенных зависимостей приведенной удельной электропроводности (ЭП) от приведенной концентрации описан метод определения солёности сточных вод и состава применяемых в производстве растворов электролитов. Метод может быть использован для большого числа водных растворов кислот, щелочей и солей.

Способность проводить электрический ток является отличительным свойством растворов электролитов. По величине удельной электропроводности (ЭП) можно контролировать содержание электролитов (солёность) сточных вод и состав применяемых в производстве растворов электролитов. Однако использование кондуктометрического метода для оценки солёности требует построение калибровочных кривых, вид которых зависит от природы электролита, интервала концентраций и температуры.

Повышение концентрации электролитов в их разбавленных растворах приводит к возрастанию удельной их ЭП. Эта тенденция наблюдается как в растворах неассоциированных (сильных), так и в ассоциированных (слабых) электролитах [1]. При определенной концентрации растворенного вещества ЭП проходит через максимум и, в дальнейшем, снижается. Максимальная величина электропроводности достигается не для всех электролитов в силу их ограниченной растворимости [1].

Отличительной чертой неассоциированных электролитов является смещение максимума ЭП при повышении температуры в сторону больших концентраций [2-4], что не происходит в растворах слабых электролитов [5-7]. Проведенные в работах [2-7] систематические исследования удельной ЭП водных растворов сильных и слабых электролитов (кислот, щелочей и солей) показали, что в широком интервале концентраций и температур значения удельной ЭП растворов могут быть обобщены с использованием величин максимальной при данной температуре удельной ЭП раствора  $\kappa_{\max}$  и концентрации, ей соответствующей  $C_{\max}$ . При этом на единую кривую в координатах  $\kappa/\kappa_{\max} - C/C_{\max}$  укладываются все значения полученных в работах величин приведенной ЭП  $\kappa/\kappa_{\max}$  в зависимости от приведенной концентрации  $C/C_{\max}$ .

На рисунке в качестве примера приведена построенная по данным справочника [8] зависимость удельной ЭП некоторых электролитов от концентрации (рис. 1а) и эта же зависимость в приведенных координатах  $\kappa/\kappa_{\max} = f(C/C_{\max})$  (рис. 1б). Мы видим, что на единую зависимость, которая

может быть описана аналитическим уравнением, укладываются значения приведенной ЭП для наиболее распространенных в химических лабораториях кислот, щелочей и солей.

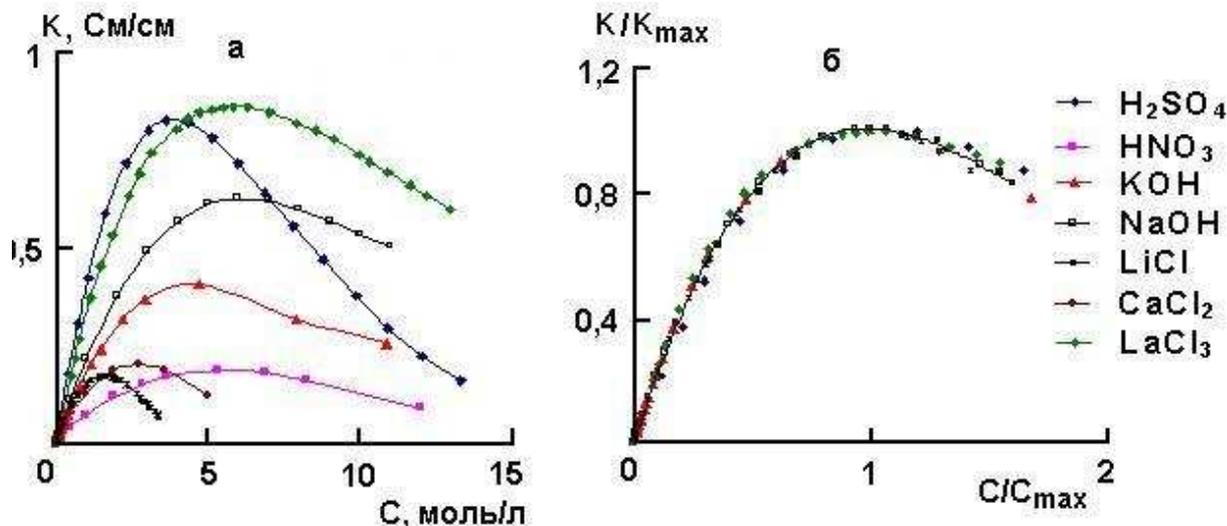


Рис. 1. Зависимость удельной ЭП водных растворов некоторых сильных электролитов от концентрации (а) и приведенной ЭП  $k/k_{\text{max}}$  от приведенной концентрации  $C/C_{\text{max}}$  (б)

В технике и в химическом производстве в настоящее время широко используются в качестве электролитов широкий спектр химических соединений, поэтому представлялось целесообразным проверить существование представленной на рис. 1б закономерности для широкого спектра электролитов. С этой целью на основании данных справочника [8] были рассчитаны значения  $k/k_{\text{max}}$  и  $C/C_{\text{max}}$  для большого числа различных электролитов. Зависимости  $k/k_{\text{max}} = f(C/C_{\text{max}})$  для водных растворов кислот приведены на рис. 2а, а для растворов солей – на рис. 2б.

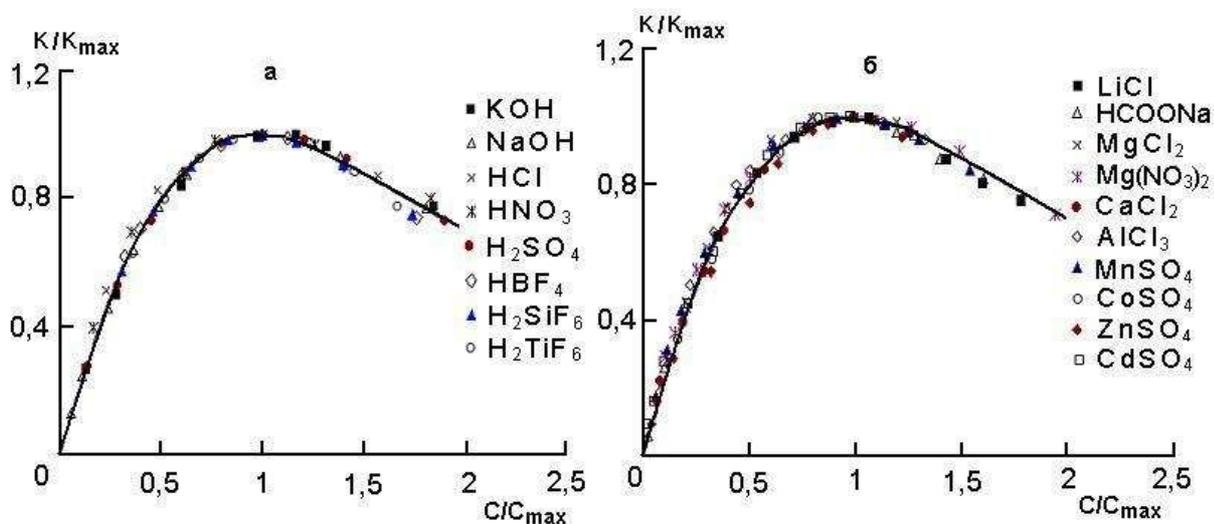


Рис. 2. Зависимость приведенной ЭП  $k/k_{\text{max}}$  от приведенной концентрации  $C/C_{\text{max}}$  для водных растворов кислот (а) и солей (б)

Как следует из приведенных на рис. 2 кривых, рассматриваемая закономерность  $k/k_{\text{max}} = f(C/C_{\text{max}})$  выполняется для всех представленных на

этом рисунке электролитов – на единую кривую в координатах  $\kappa/\kappa_{\max}$  –  $C/C_{\max}$  укладываются значения приведенной ЭП для различных кислот, щелочей и солей. Данная закономерность выполняется для водных растворов в широком интервале концентраций и температур [2-7].

Используя зависимость  $\kappa/\kappa_{\max} = f(C/C_{\max})$  представляется возможным для любого состава водного раствора электролита получить калибровочную кривую, на основании которой при любой температуре определить содержание электролитов в их водном растворе. Представленная на рис. 1б и рис. 2 закономерность, по-видимому, будет выполняться и для смесей электролитов, которые имеют место в случае сточных вод и отходов химических производств. Необходимые для построения калибровочной кривой значения  $\kappa_{\max}$  и  $C_{\max}$ , следует взять из справочников [2, 8]. Для разбавленных ( $C < 0,1$  М) растворов электролитов с погрешностью, которая не превышает 5 %, имеет место прямо пропорциональная зависимость приведенной ЭП  $\kappa/\kappa_{\max}$  от приведенной концентрации  $C/C_{\max}$  [4].

### Список литературы

1. Добош Д. *Электрохимические константы. Справочник для электрохимиков* / Д. Добош. - М.: Мир, 1980. -365 с.
2. Иванов А.А. *Электропроводность водных растворов кислот и гидроксидов* // Известия ВУЗов. Химия и химическая технология / А.А. Иванов. - 1989. - Т. 32, № 10. - С. 3-16.
3. Артемкина Ю.М. *Закономерности в электропроводности водных растворов некоторых неорганических кислот* // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология / Ю.М. Артемкина, Ю.Д. Загоскин, Н.М. Кузнецов, В.В. Щербаков. - 2016. - Т. 59, № 2. - С. 26-29.
4. Щербаков В.В. *Электропроводность систем гидроксид щелочного металла - вода* // Журнал неорганической химии / В.В. Щербаков, Ю.М. Артемкина. - 2010. - Т. 55, № 6. - С. 1034-1036.
5. Кузнецов Н.М. *Закономерности в удельной электропроводности водных растворов галогенидов щелочных металлов* // Успехи в химии и химической технологии / Н.М. Кузнецов, Ю.Д. Загоскин, Ю.М. Артемкина, В.В. Щербаков. - 2015. - Т. 29, № 1 (160). - С. 55-57.
6. Щербаков В.В. *Электропроводность системы аммиак-вода* // Журнал неорганической химии / В.В. Щербаков, Ю.М. Артемкина, Т.Н. Понамарева, А.Д. Кириллов. - 2009. - Т. 54, № 2. - С. 321-323.
7. Артемкина Ю.М. *Электропроводность систем ассоциированный электролит-вода* // Журнал неорганической химии / Ю.М. Артемкина, В.В. Щербаков. - 2010. - Т. 55, № 9. - С. 1573-1575.
8. Lobo V.M.M., Quaresma J.L. *Handbook of electrolyte solutions*. – Amsterdam, Elsevier. –1989. Pt. A. –1268 p., Pt. B. P. 1169-2353.

## ПРИМЕНЕНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО БАРЬЕРНОГО РАЗРЯДА ДЛЯ ОЧИСТКИ ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ ОТ ЛОС

А.А. Гуцин, Е.Ю. Квиткова, К.А. Тюканова  
Ивановский государственный химико-технологический университет,  
г. Иваново

*Аннотация.* В работе представлены результаты исследования деструкции тетрахлорметана и 1,4-дихлорбензола в диэлектрическом барьерном разряде (ДБР). Показано, что указанные соединения эффективно окисляются в ДБР. Степень деструкции тетрахлорметана и 1,4-дихлорбензола составляет не менее 95 % и 82 % соответственно.

Летучие органические соединения (ЛОС), включают в себя широкую группу органических соединений, которые легко испаряются при нормальных условиях, за счет чего способны в значительных концентрациях попадать в атмосферу. Они являются наиболее распространенными и вместе с тем крайне опасными загрязнителями воздуха. Многие ЛОС (особенно хлорсодержащие) обладают общетоксическим, канцерогенным, мутагенным, тератогенным и эмбриотоксическим действием, тем самым представляют огромную опасность для здоровья человека. Поэтому актуальной задачей становится снижение их содержания в объектах окружающей среды.

В последние годы новым исследовательским направлением в технике защиты окружающей среды являются усовершенствованные процессы окисления (AOPs – Advanced Oxidation Processes), к которым относят плазменные технологии, в частности использование диэлектрического барьерного разряда (ДБР). Несомненным преимуществом таких деструктивных методов перед традиционными является то, что загрязняющие вещества могут быть окислены до безопасных  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  [1, 2].

Несмотря на имеющиеся научные разработки, механизмы деструкции отдельных ЛОС, а также особенности влияния параметров работы разрядной установки и состава выбросов на эффективность очистки изучены не до конца, что ограничивает их массовое применение в воздухоочистительных системах.

В настоящей работе показаны результаты исследования деструкции двух ЛОС – тетрахлорметана (ТХМ) и 1,4-дихлорбензола (1,4-ДХБ), относящихся к различным классам органических соединений, в ДБР в среде кислорода. В качестве экспериментальной установки использовался реактор ДБР с коаксиальным расположением электродов, подробно описанный в работе [3]. Начальные рабочие концентрации исследуемых ЛОС в реакторе ( $59 \div 1648$  мг/м<sup>3</sup> для ТХМ и  $76 \div 382$  мг/м<sup>3</sup> для 1,4-ДХБ) создавались с помощью формирователя газовых потоков путем варьирования расхода плазмообразующего газа от 1 до 3 см<sup>3</sup>/с, что соответствовало времени контакта газовой смеси с зоной плазмы 14,3 – 4,8 с. Барьерный разряд

возбуждался от высоковольтного трансформатора ( $f = 1000$  Гц). Напряжение, подводимое к электродам, изменялось в диапазоне 8-11 кВ, а сила тока разряда – от 0,2 до 0,7 мА.

Для количественного определения содержания ЛОС в газовой смеси, а также для определения ряда хлорсодержащих органических продуктов деструкции использовался метод газовой хроматографии с детектором по электронному захвату (газ-носитель – азот). Отбор проб для анализа осуществлялся в два поглотительных сосуда, содержащих по 5 мл метилэтилкетона (для определения ТХМ) или 5 мл этанола (для определения 1,4-ДХБ).

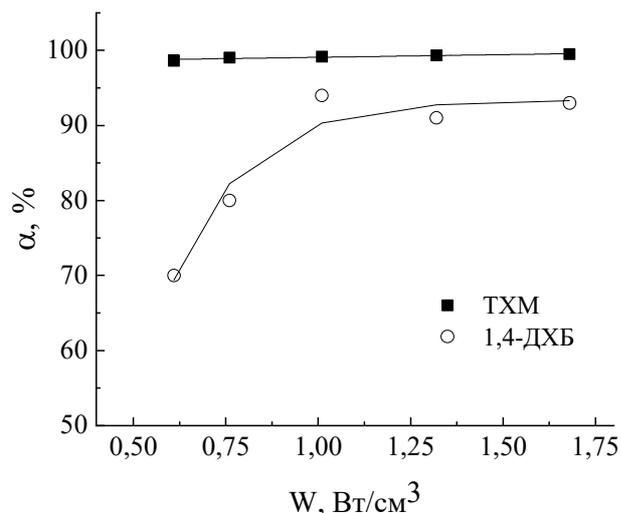


Рис. 1. Зависимость степени разложения ЛОС от мощности, вкладываемой в разряд

В ходе экспериментов было установлено, что в диапазоне рабочих концентраций ЛОС степени их деструкции были высоки: для ТХМ – не ниже 95 %, для 1,4-ДХБ – не ниже 82 % (при мощности, вкладываемой в разряд 1 Вт/см<sup>3</sup>). Степень деструкции ЛОС росла с увеличением мощности, вкладываемой в разряд (рис. 1). Особенно явно эта зависимость наблюдалась при обработке в ДБР паров 1,4-ДХБ, что связано с тем, что он относится к классу ароматических соединений, являющихся более устойчивыми по отношению к окислительным процессам.

Среди продуктов деструкции рассматриваемых ЛОС в газовой фазе регистрировались хлороформ, 1,2-дихлорэтан, трихлорэтилен, СО и СО<sub>2</sub> (для ТХМ) и СО<sub>2</sub>, Сl<sub>2</sub>, карбоновые кислоты и альдегиды (для 1,4-ДХБ). Кроме того, в обоих случаях в разрядной зоне происходило образование твердого полимерного продукта. Доля выхода конечных продуктов деструкции (СО и СО<sub>2</sub>) составляла 69-95 %, что свидетельствует о высокой экологической эффективности плазменной деструкции. Таким образом, метод очистки газовых выбросов, содержащих ЛОС, с применением ДБР является весьма перспективным.

*Работа выполнена в рамках Государственного задания (проектная часть) № 3.1371.2017/4.6. Авторы благодарят РФФИ за финансовую поддержку исследований (грант № 18-08-01239).*

### Список литературы

1. Karatum O. *A comparative study of dilute VOCs treatment in a non-thermal plasma reactor* / Karatum O., Deshusses M.A. / *Chemical Engineering Journal*, 2016. - Vol. 294. – P. 308-315.
2. Mohanty S. *DBD non-thermal Plasma for decomposition of Volatile Organic Compounds* / S. Mohanty, A.K. Das and S.P. Das / *Chem Sci Rev Lett*, 2015. - Vol. 4 (15), p. 889 - 911.
3. Gushchin A.A. *Destruction of 2,4 dichlorophenol in an atmospheric pressure dielectric barrier discharge in oxygen* / Gushchin A.A., Grinevich V.I., Kozlov A.A., Kvitkova E.Yu., Shutov D.A., Rybkin V.V. / *Plasma Chem. Plasma Process*, 2017. - Vol. 37. - pp. 1331–1341.

### ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ОТХОДОВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

О.З. Еремченко, Н.В. Митракова, И.В. Пахоруков, А.С. Зайкова  
Пермский государственный национальный исследовательский  
университет,  
г. Пермь

*Аннотация.* Проведено фитотестирование отходов бурения нефтяных скважин и строительных материалов из нефтешламов. Установлено, что испытуемые отходы и материалы по-разному влияли на дерново-подзолистую почву, среди них были как улучшающие экологической состояние почвы, так и обуславливающие ее предельную фитотоксичность.

Современное производство сопровождается образованием твердых отходов, многие из которых токсичны и опасны для живых организмов и человека. Разрабатываются приемы обеззараживания отходов, после чего образующиеся твердые материалы проходят оценку воздействия на окружающую среду. Оценку токсичности промышленных отходов и нормирование загрязняющих веществ необходимо проводить на основе биотестирования (Chaignon, Hinsinger, 2003; Edson et al., 2007; Fuleky, Varma, 2008; Бардина и др., 2016; Терехова, Гладкова, 2014; Гареева Е.В., 2018).

В тестировании почв и грунтов используют реакцию животных, микроорганизмов, растений; однако приоритет часто отдают высшей растительности, создающей фотосинтезирующий покров на поверхности, являющейся основой трофических отношений в биоценозах. Чувствительность растений к почвенно-химическому воздействию проявляется в ростовых, морфологических, биохимических характеристиках.

Цель наших исследований – оценить фитотоксичность отходов бурения нефтяных скважин и строительных материалов, полученных из нефтешламов.

Отходы и строительные материалы были внесены в дерново-

подзолистую почву в соотношении 30 % : 70 % по весу соответственно. Изучение экологического состояния и фитотоксичности смешанных проб проведено запатентованным методом фитотестирования – по высоте, массе и редокс-активности кресс-салата (Еремченко, Митракова, 2016).

В соответствии с формулой изобретения, при отсутствии значимых различий с тест-контролем по высоте, массе и редокс-активности делали вывод о хорошей биологической активности и отсутствии токсичности; при снижении показателей развития кресс-салата на 10-30 % по сравнению с вермикулитом состояние считали удовлетворительным; при снижении на 30-50 % – неудовлетворительным, а при уровне снижения показателей более 50 % – экологически опасным; или при повышении редокс-активности растительного экстракта на 10-30 % относительно тест-контроля считали субстрат умеренно токсичным; при повышении на 30-50 % – сильно токсичным; а при уровне повышения показателя более 50 % – считали экологически опасным.

Проба из дерново-подзолистой почвы (слой 0-10 см) характеризовалась неудовлетворительным экологическим состоянием и отсутствием токсичности.

Внесение отходов бурения ОБ-1, ОБ-2 в дерново-подзолистую почву положительно повлияло на ее экологическое состояние, которое из неудовлетворительного становилось удовлетворительным, реакция на фитотоксичность отсутствовала. Из-за внесения отходов бурения ОБ-3 смешанная проба становится сильно токсичной и экологически опасной (рис. 1).

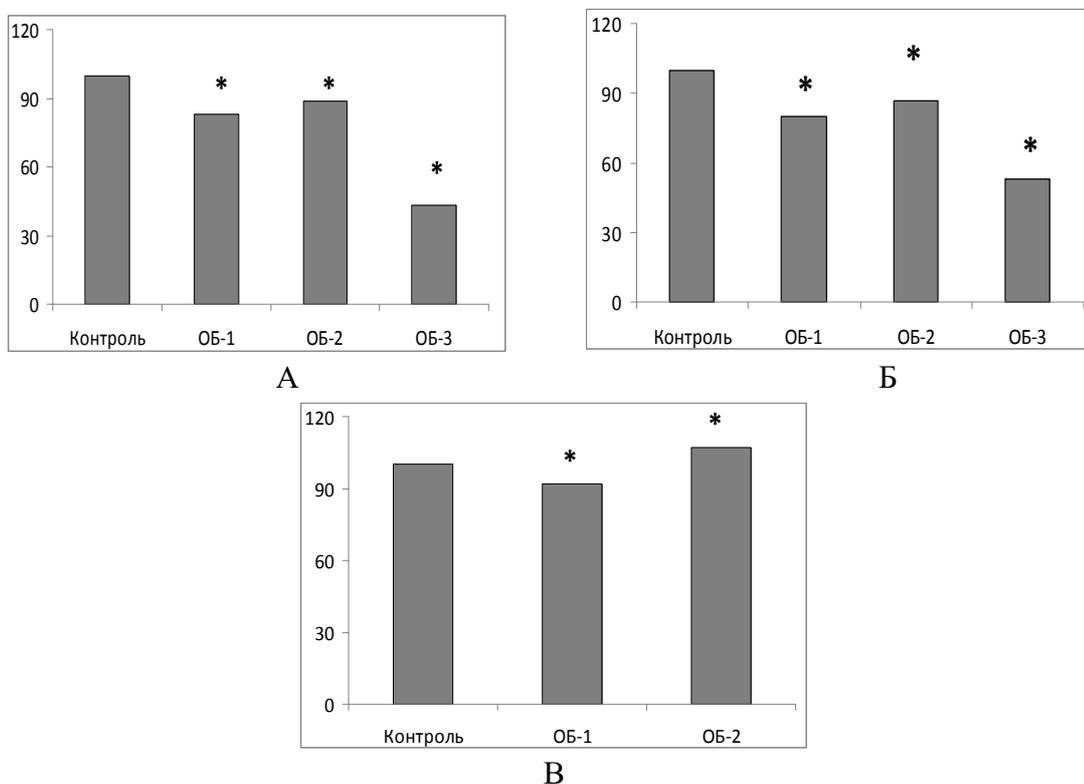


Рис. 1. Высота (А), масса (Б) и редокс-активность (В) тест-культуры на почвенной пробе с отходами бурения, относительно тест-контроля, %; \* – различия значимые

Строительный материал марки А-1 и А-2 отрицательно повлиял на экологическое состояние дерново-подзолистой почвы; т.к. смешанные пробы проявили сильную и умеренную фитотоксичность соответственно (рис. 2).

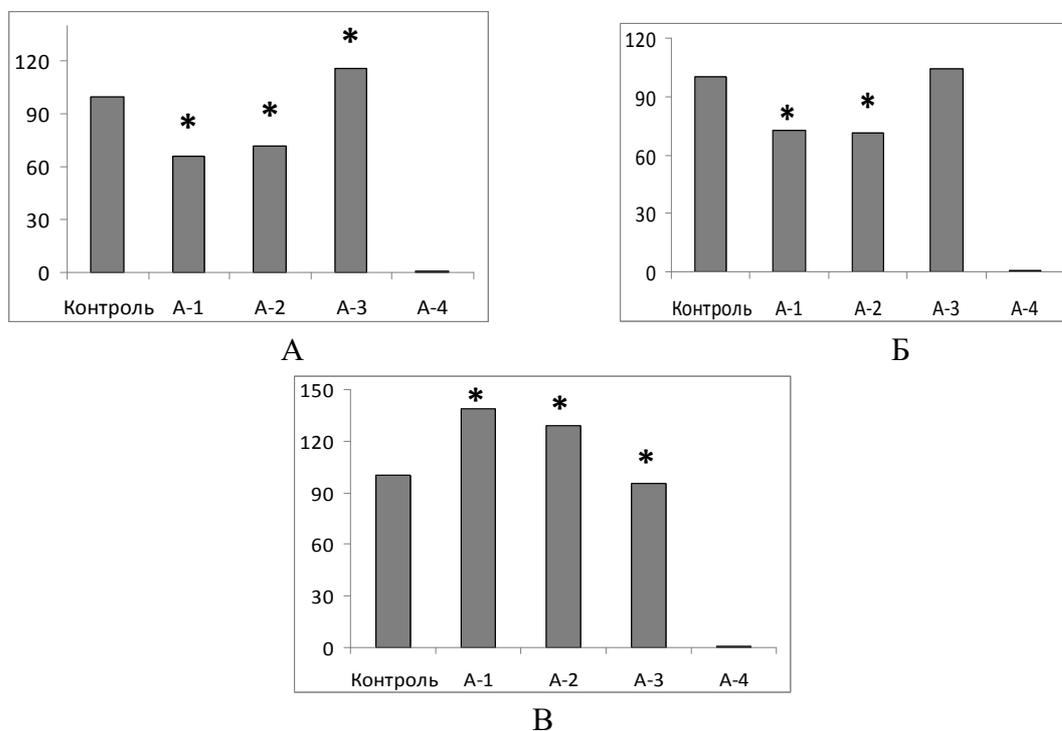


Рис. 2. Высота (А), масса (Б) и редокс-активность (В) тест-культуры на почвенной пробе со строительным материалом марки А; относительно тест-контроля, %; \* – различия значимые

Проба, смешанная со строительным материалом марки А-3 характеризовалась хорошим экологическим состоянием и отсутствием фитотоксичности. Проба со строительным материалом марки А-4, отличалась предельной фитотоксичностью, всходы тест-культуры не были получены; следовательно, этот строительный материал опасен для окружающей среды (рис. 2).

Реакция высшей растительности – основной критерий оценки возможного применения твердых отходов в строительстве, дорожных работах и т.д. В наших опытах фитотестирование показало определенную степень опасности, связанной с попаданием буровых отходов (ОБ-3) и строительных материалов (марка А-1, А-2, А-4) в почвы.

### Список литературы

1. Гареева Е.В. Применение метода фитотестирования для оценки экологической безопасности состояния природной среды в пределах эксплуатируемых месторождений ООО «Газпром добыча Надым» / Е.В. Гареева // Газовая промышленность. – 2018. № 2 (764). – С. 66-72.
2. Еремченко О.З. Способ оценки биологической активности и токсичности почв и техногенных почвогрунтов / О.З. Еремченко, Н.В. Митракова // Патент РФ № 2620555. – 2016.

3. Терехова В.А. Инженерные наноматериалы в почве: проблемы оценки их воздействия на живые организмы / В.А. Терехова, М.М. Гладкова // Почвоведение. – 2014. № 1. – С. 82–90.

Chaignon V. A Biotest for Evaluating Copper Bioavailability to Plants in a Contaminated Soil / V.Chaignon, P. Hinsinger // Journal of Environmental Quality. – 2003. Vol. 32. №. 3. – P. 824–833.

4. Edson V.C. Rosa. Ecotoxicological evaluation of the short term effects of fresh and stabilized textile sludges before application in forest soil restoration / M. Giuradelli Thayse, X.R. Corrêa Albertina, R. Rörig Leonardo, R. Schwingel Paulo, Resgalla Jr. Charrid, M. Radetski Claudemir // Environmental Pollution. – Volume 146. Issue 2. 2007. – P. 463–469.

5. Fuleky G. Biotesting of heavy metal pollution in the soil / G. Fuleky, S. Barna // Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences. – 2008. - Vol. 3. №. 2. – P. 93–102.

## **ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ ФОСФОГИПСА В НЕОРГАНИЧЕСКИЙ НАПОЛНИТЕЛЬ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Р.П. Медведев, Н.П. Шабельская, М.Н. Астахова, Ю.А. Гайдукова  
Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ)  
имени М.И. Платова,  
г. Новочеркасск

***Аннотация.** Проблема переработки отходов химической промышленности с получением ценных вторичных продуктов является одной из самых актуальных в современном мире. При производстве ортофосфорной кислоты из апатитового сырья образуются многотоннажные отходы фосфогипса, которые приводят к нарушению экосистемы, занимают значительные производственные площади. Основной составляющей фосфогипса является сульфат кальция. Полученные результаты могут послужить основой для создания технологии переработки крупнотоннажных отходов производства фосфорной кислоты в дешевые востребованные неорганические люминесцентные красители.*

В процессе производства ортофосфорной кислоты из апатитового сырья образуются многотоннажные отходы фосфогипса, которые приводят к нарушению экосистемы [1, 2], они занимают значительные производственные площади [1, 3]. Основным направлением вовлечения фосфогипса во вторичную переработку является производство строительных материалов – стеновых панелей, сухих смесей и т.п., цемента, для мелиорации земель.

В лакокрасочной промышленности широко используют неорганические наполнители, придающие готовым изделиям специфические

свойства: повышение прочности, эстетических характеристик. Одним из активно развивающихся направлений получения новых наполнителей является синтез люминофоров. В качестве люминесцентных материалов могут быть использованы силикаты, фосфаты, сульфиды и другие соединения. Одним из широко распространенных люминофоров является сульфид кальция [4, 5]. В этой связи целью исследования являлось разработка способа получения неорганического люминесцентного красителя из отходов производства фосфорной кислоты.

В качестве исходного вещества был использован фосфогипс для сельского хозяйства с содержанием двуводного сульфата кальция ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) 99 % (масс.). В качестве восстановителя использовали сахарозу ( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ), березовый уголь (С), лимонную кислоту ( $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ ).

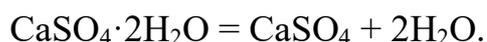
Исходный фосфогипс имел влажность 14 % (масс.). Для удаления воды он был предварительно высушен при температуре 100 °С до постоянного веса в электрическом сушильном шкафу.

Исходные вещества – фосфогипс и восстановители гомогенизировали, помещали в рабочее пространство муфельной печи и подвергали термообработке в течение 60 минут при температуре 800 °С, затем медленное охлаждение с печью до комнатной температуры.

Фазовый состав прокаленных образцов изучали на рентгеновском дифрактометре ARL X'TRA (использовали  $\text{Cu-K}\alpha$  излучение). Микрофотографии образцов и состав материала исследовали при помощи растровой электронной микроскопии (SEM).

В процессе высушивания фосфогипса удаляется физически связанная вода, что сопровождается изменением его цвета с бледно-серого до белого (белизна увеличивается на величину порядка 10%).

Прокаливание фосфогипса приводит к потере химически связанной воды согласно уравнению:

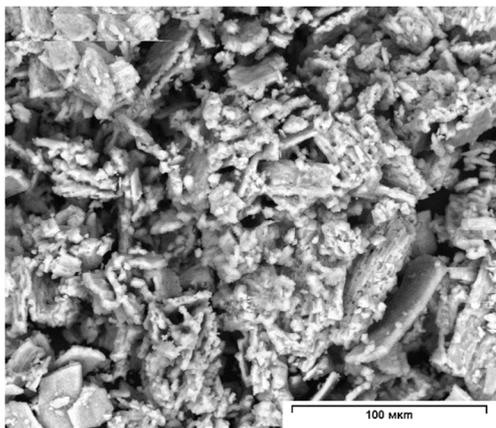


В результате этой реакции сульфат кальция переходит в безводное состояние. В зависимости от температурных условий процесса реакция дегидратации может быть обратимой или необратимой. Если температура термообработки не достаточно высокая (как правило, не выше 500 °С), прокаленный сульфат кальция способен присоединять кристаллизационную воду, переходя сначала в полуводный гипс  $\text{CaSO}_4 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$ , а затем – в двуводный  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Прокаливание при температуре 800 °С сопровождается образованием продукта, не способного к поглощению кристаллизационной воды. Если температура прокаливания высокая (выше 1000 °С), сульфат кальция снова способен присоединять воду.

Для получения безводного сульфата кальция проводили термообработку фосфогипса при температуре 800 °С в течение 1 часа. Потеря образцов в массе составила величину 20-21 % (масс.).

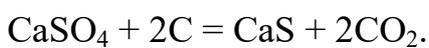
Рассчитанная степень конверсии сульфата кальция в сульфид под действием различных восстановителей составила, % (масс): для угля 57,9, для лимонной кислоты 54,0, для сахарозы 51,4.

Образец представлен пластинчатыми кристаллами, на поверхности которых располагаются более мелкие частицы неправильной формы. В качестве примера на рисунке приведена микрофотография образца (в качестве восстановителя использована лимонная кислота).



Микрофотография образца фосфогипса (восстановитель лимонная кислота)

Под действием восстановителей протекает реакция, упрощенно описываемая схемой:



Образующийся в ходе реакции сульфид кальция проявляет свойства люминофора, обладает в ультрафиолетовом свете желтым свечением. В случае применения угля очаги восстановления распределены в образце неравномерно. Это может быть связано с неравномерным распределением восстановителя по объему образца и гетерогенным характером процесса. В случае применения кислородсодержащих восстановителей (лимонной кислоты и сахарозы) свечение равномерно распределено по объему образца. Такой характер распределения сульфида кальция, обладающего свойствами люминофорного материала, может быть связан с эффектом плавления лимонной кислоты (температура плавления 153 °С) и сахарозы (температура плавления 186 °С) и равномерным распределением восстановителя по объему образца.

Таким образом, изучена возможность переработки фосфогипса в неорганический люминесцентный краситель на основе сульфида кальция. Полученные результаты могут послужить основой для создания технологии переработки крупнотоннажных отходов производства фосфорной кислоты в дешевые востребованные неорганические люминесцентные красители.

### **Выводы.**

1. В результате проведенного исследования выявлена возможность и определены условия получения неорганических люминесцентных красителей на основе сульфида кальция из фосфогипса.

2. Изучен процесс восстановления сульфата кальция – основной составной части фосфогипса – в сульфид под воздействием различных восстановителей – угля, лимонной кислоты, сахарозы.

3. Показано, что проведение процесса с применением в качестве восстановителя угля сопровождается формированием материала, в котором сульфид кальция неравномерно распределен в объеме образца, что может быть связано с неравномерностью контакта фосфогипса и восстановителя.

### Список литературы

1. Xu J.P., Fan L.R., Xie Y.C., Wu G. Recycling-equilibrium strategy for phosphogypsum pollution control in phosphate fertilizer plants // *Journal of cleaner production*. 2019. V. 215. P. 175-197.

2. Golubkina N.A., Mironov V.E. Element Composition of Mushrooms in Contrasting Anthropogenic Loading // *Geochemistry International*. 2018. V. 56. Is. 12. P. 1263-1275.

3. El Zrelli R., Rabaoui L., Abda H., Daghbouj N., Perez-Lopez R., Castet S., Aigouy T., Bejaoui N., Courjault-Rade P, Characterization of the role of phosphogypsum foam in the transport of metals and radionuclides in the Southern Mediterranean Sea // *Journal of hazardous materials*. 2019. V. 363. P. 258-267.

4. Zhuang Y.F., Li T.Y., Yuan P., Li Y.Q., Yang Y.M., Yang Z.P. The novel red persistent phosphor  $\text{CaS:Yb}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$  potentially applicable in AC LED // *Applied physics a-materials science & processing*. 2019. V. 125. No. 2. P. 141.

5. Tong X.B., Yang J.X., Wu P.P., Zhang X.M., Seo Y.J. Color tunable emission from  $\text{CaS:Cu}^+$ ,  $\text{Mn}^{2+}$  rare-earth-free phosphors prepared by a simple carbon-thermal reduction method // *Journal of alloys and compounds*. - 2018. - V. 779. - P. 399-403.

## СИНТЕЗ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ФЕРРИТА КОБАЛЬТА (II) ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ

Н.П. Шабельская, М.А. Егорова, Г.М. Чернышева, Е.В. Сулима  
Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ)  
имени М.И. Платова,  
г. Новочеркасск

**Аннотация.** В условиях современного общества усиливается негативное влияние промышленного производства на окружающую среду. Загрязненные сточные воды промышленных предприятий ухудшают экологическую обстановку, нарушают стабильность экосистемы. Одним из эффективных методов борьбы с вредными примесями в сточных водах является их удаление с применением адсорбционно активных материалов. В работе изучена возможность синтеза наноразмерного феррита кобальта (II) и композиционного материала на его основе состава  $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{C}$ , который характеризуется высоким значением площади удельной поверхности ( $222 \text{ м}^2/\text{г}$ ) и проявляет повышенную адсорбционную способность в отношении катионов меди (II) из водных растворов.

В условиях современного общества усиливается негативное влияние промышленного производства на окружающую среду. Загрязненные сточные воды промышленных предприятий ухудшают экологическую обстановку, нарушают стабильность экосистемы. Одним из эффективных методов борьбы с вредными примесями в сточных водах является их очистка с применением адсорбционно активных материалов. Оксидные системы на основе ферритов переходных элементов, имеющие структуру шпинели, с общей формулой  $MFe_2O_4$  (M – двухвалентный катион) являются одним из примеров материалов с полифункциональными свойствами. Особый интерес представляют ферриты-шпинели на основе феррита кобальта (II)  $CoFe_2O_4$ , т.к. это – магнитные материалы, которые могут быть использованы в качестве электродов литий-ионных аккумуляторов электрической энергии, селективных сенсоров [1], поглотителей микроволнового излучения, адсорбентов катионов металлов и красителей [2, 3], катализаторов [4, 5], в медицинских целях при лечении онкологических заболеваний. Несмотря на многолетние исследования оксидных ферритных систем, интерес к таким объектам не ослабевает и в наши дни.

В последние годы все чаще внимание исследователей обращено к изучению возможностей синтеза наноразмерных материалов со структурой шпинели [2, 3]. Как известно, нанокристаллические материалы обладают рядом технически важных характеристик по сравнению с хорошо окристаллизованными поликристаллическими образцами. Эти факторы имеют решающее значение в процессах, связанных с реакциями на поверхности веществ – адсорбционными, каталитическими. В этой связи особое внимание уделяется получению образцов с развитой поверхностью. К традиционным методам получения ферритов со структурой шпинели относятся керамический (из оксидов соответствующих металлов), разложение гидроксидов и солей. Для получения мелкокристаллических образцов используют различные методы, в частности – разложения органического компонента реакционной смеси, в качестве которого могут выступать поливинилпирролидон, лимонная или другие органические кислоты и т.п. Наиболее значительный эффект в ряде технических процессов достигается использованием композиционных материалов, содержащих органическую и неорганическую составляющую. Целью настоящего исследования являлось изучение возможности синтеза наноразмерного композиционного материала  $CoFe_2O_4/C$  и изучение его адсорбционной активности в отношении катионов меди из водных растворов.

Исходными веществами для получения образцов служили растворы с концентрацией 1.0 моль/л, приготовленные из  $Fe(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ ,  $Co(NO_3)_2 \cdot 7H_2O$  квалификации «хч». Для приготовления образцов феррита кобальта (II) использовали методику, подробно описанную в работах [6, 7]. Для получения композиционного материала  $CoFe_2O_4/C$  помещали активированный уголь с размером зерен не более 0.5 мм в реакционный

сосуд, далее процедуру синтеза проводили из смеси растворов в соотношении нитрат железа (III) : нитрат кобальта (II) = 2 : 1, которую помещали в реакционный сосуд из нержавеющей стали, добавляли 15 мл 25%-ного водного раствора аммиака, затем смешивали с 25 мл раствора лимонной кислоты концентрации 6.25 моль/л, выпаривали до образования сухого остатка и подвергали термообработке до полного разложения органической составляющей.

Эксперимент по изучению поглощающей способности шпинелей проводили при комнатной температуре. Адсорбционную активность образцов оценивали по сорбции катионов меди (II) из раствора. К 10 мл модельного раствора добавляли определенное количество сорбента и выдерживали в течение 0.5 - 2 часов, периодически помешивая. Содержание катионов меди (II) в исследуемом растворе определяли фотоколориметрическим методом с помощью прибора КФК-2-УХЛ 4.2. Для приготовления пробы раствор сульфата меди (II) переводили в аммиакатный комплекс.

Степень очистки ( $N$ ) раствора от катионов  $\text{Cu}^{2+}$  вычисляли по формуле  $N = (C_0 - C) \times 100 / C_0$ , где  $C_0$  – начальная концентрация катионов меди в растворе, мг/л;  $C$  – текущее значение концентрации, мг/л.

При разложении цитратов образуется пористый материал (рис. 1, а).

Площадь удельной поверхности, измеренная методом ВЕТ, составляет  $16 \text{ м}^2/\text{г}$ . Для композита  $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{C}$  площадь удельной поверхности, измеренная методом ВЕТ, составляет  $222 \text{ м}^2/\text{г}$ . Образец высоко пористый (рис. 1,а). Согласно результатам рентгенофазового анализа (рис. 1, б) образец представляет собой феррит кобальта (II) со структурой кубической шпинели. Параметр элементарной ячейки  $a = 0,59366 \text{ нм}$ . Углеродный носитель рентгеноаморфен. Феррит кобальта (II) проявляет свойства магнитомягкого материала. В этой связи полученный композиционный материал  $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{C}$  сочетает свойства высокопористого адсорбционного материала за счет присутствия активированного угля и магнитной составляющей за счет  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$ .

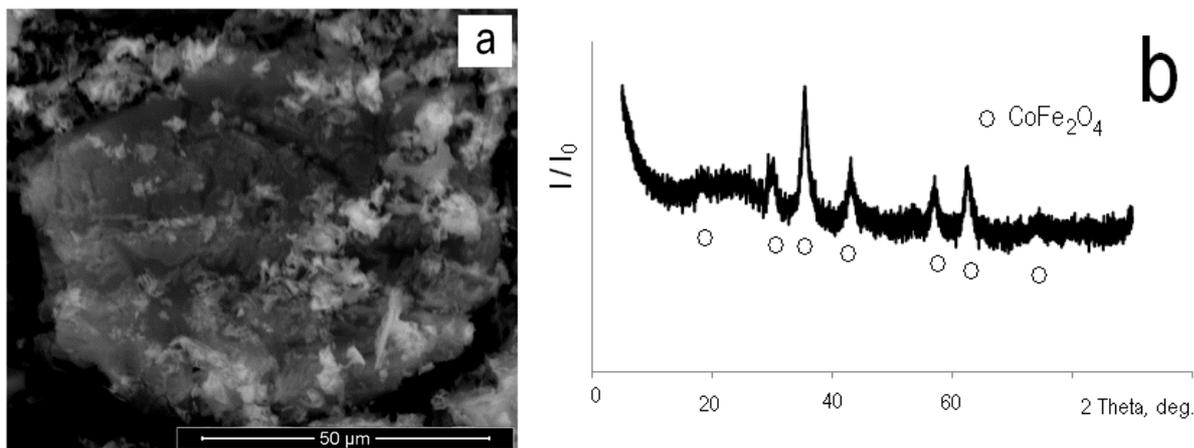


Рис. 1. Микрофотография (а) (увеличение  $\times 2000$ ) и рентгенограмма (б) образца композиционного материала

Для синтезированных материалов изучена адсорбционная активность  $N$  в процессах поглощения катионов меди (II) из водных растворов. Установлено, что степень очистки водного раствора при использовании синтезированного композиционного материала составила 43 % (для сравнения: степень очистки активированным углем в этих условиях была 39 %).

Таким образом, проведен синтез нанокристаллического феррита кобальта (II) и композиционного материала  $CoFe_2O_4/C$ . Полученный композиционный материал проявляет повышенную адсорбционную способность по отношению к катионам меди в водном растворе. Синтезированные материалы могут быть использованы в процессах водоподготовки для очистки растворов.

### Список литературы

1. *Abdolmohammad-Zadeh H., Rahimpour E. A novel chemosensor for Ag(I) ion based on its inhibitory effect on the luminol–H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> chemiluminescence response improved by CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> nano-particles // Sensors and Actuators B. - 2015. - V. 209. - P. 496–504.*
2. *Abdolmohammad-Zadeh H., Rahimpour E. CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> nano-particles functionalized with 8-hydroxyquinoline for dispersive solid-phase micro-extraction and direct fluorometric monitoring of aluminum in human serum and water samples // Analytica Chimica Acta. 2015. V. 881. P. 54–64.*
3. *Al Yaqoob K., Bououdina M., Akhter M.S., Al Najjar B., Vijaya J.J. Selectivity and efficient Pb and Cd ions removal by magnetic MFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> (M=Co, Ni, Cu and Zn) nanoparticles // Materials Chemistry and Physics. - 2019. - V. 232. - P. 254-264.*
4. *Zhao Y., Cao B., Lin Z., Su X. Synthesis of CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>/C nano-catalyst with excellent performance by molten salt method and its application in 4-nitrophenol reduction // Environmental pollution (Barking, Essex : 1987). 2019. - V. 254. Issue Pt A.P. 112961.*
5. *Gan L., Shang S., Yuen C.W.M., Jiang S.-xiang, Hu E. Hydrothermal synthesis of magnetic CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>/graphene nanocomposites with improved photocatalytic activity // Applied Surface Science. - 2015. - V. 351. - P. 140-147.*
6. *Шабельская Н.П. Процессы фазообразования в системе NiO – CuO – Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> при разложении солей // Неорганические материалы. - 2014. - Т. 55, № 11. - С. 1205-1209.*
7. *Семченко В.В., Шабельская Н.П., Кузьмина Я.А. Синтез и каталитические свойства наноразмерного феррита цинка // Успехи современного естествознания. 2018. № 4. С. 36-41.*

## КЛАССИФИКАЦИЯ ТВЁРДЫХ ОТХОДОВ И СПОСОБЫ ИХ УТИЛИЗАЦИИ

Т.В. Цап, Д.В. Жарникова, А.С. Горочкун, И.Н. Садчикова, Е.А. Лазарева  
Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ)  
имени М.И.Платова,  
г. Новочеркасск

***Аннотация.** Стремительное увеличение населения нашей планеты ведет к разработкам новых ресурсов для потребления, развитию индустрии, увеличению числа городов и других населенных пунктов. Эти и другие факторы приводят к колоссальному росту объемов промышленных и бытовых отходов, что, в свою очередь, оказывает негативное влияние на окружающую среду и здоровье человека.*

Экологическая проблема в стране и мире в целом достигла пиковой точки, и дальнейшее отрицательное воздействие на окружающую среду ставит под угрозу существование всего человечества. Загрязнение атмосферы, водных ресурсов, почвенного покрова – это следствие жизнедеятельности самого человека, его потребительского отношения к окружающей среде [1].

С каждым годом проблема твердых бытовых отходов (ТБО) в нашей стране становится все более актуальной. Промышленной переработке подвергается не более 4 % от общего объема мусора, остальное вывозится в места, предназначенные для его захоронения, общая площадь которых составила 4 млн.га по данным на 2016г.,согласно прогноза специалистов, к 2026 году эта цифра увеличится в 2 раза. Ежегодно на каждого россиянина приходится более 400 кг отходов. По данным Федеральной Службы Государственной статистики за 2018г. образовано отходов потребления и производства 7266,1 млн. тонн, из которых утилизации и обезвреживанию подверглись 3818,4 млн. тонн. (52 %). Каждый год наблюдается крайне неблагоприятная динамика – количество отходов растет с непрерывной прогрессией [1].

Существующая в нашей стране нормативно-правовая база недостаточна для организации эффективной и слаженной работы на всех уровнях государственной власти, чтобы позволить качественно осуществлять деятельность в сфере управления ТБО [2].

Анализ основных способов утилизации твердых отходов на территории Российской Федерации показал, что решение накопившихся проблем переработки ТБО имеет первостепенное значение. В настоящее время существует пять способов утилизации мусора: организация свалок, вторичное использование отходов, сжигание, пиролиз и компостирование. Однако ни один из них нельзя признать абсолютно приемлемым. Общепринятой научной классификации твердых отходов в настоящее время в России нет. 22 мая 2017г. Приказом №242 Министерство природных

ресурсов и экологии РФ утвердило Федеральный классификационный каталог отходов, с помощью которого ведется учет, контроль и нормирование в области обращения с отходами, происходит сбор и обработка информации, осуществляется оценка целесообразности проводимых мероприятий в обращении с отходами. Разработаны основные классификации твердых отходов по различным признакам: источнику образования, агрегатному состоянию, классу опасности, токсичности и др. В частности, по источнику образования подразделяются на производственные и отходы потребления. По агрегатному состоянию – на твердые, газообразные и жидкие; все отходы подразделяются, в свою очередь, на токсичные и нетоксичные. Классификация по классу опасности включает в себя 5 видов: чрезвычайно опасные, высоко опасные, умеренно опасные, мало опасные, практически неопасные. В связи с вышеизложенным в настоящее время исключительно актуальным является решение проблемы утилизации образовавшихся отходов.

Известно, что значительная часть твердых отходов является искусственно произведенными материалами, которые не могут быть самостоятельно превращены факторами природной среды в ее естественные компоненты. В то же время они являются неисчерпаемым источником вторичных материальных ресурсов, которые весьма эффективно заменяют природные ресурсы в процессе производства. Но разработка, производство новых материалов, изменение ассортимента потребляемой продукции опережают развитие технологий их вторичного использования или утилизации. Особенно это проявляется при утилизации ТБО на мусоросжигающих заводах, где из безобидных и нейтральных материалов могут образоваться высокотоксичные соединения. Следует отметить, что низкий уровень вовлечения в хозяйственный оборот ТБО порожден и сложившимися стереотипами культуры их обращения в быту, а также относительно поздним осознанием необходимости управления ими [3].

Обезвреживание и утилизация твердых бытовых и промышленных отходов - последняя ступень очистки – сложная санитарная, техническая и экологическая проблема. По способу использования отходов методы их обезвреживания подразделяют на утилизационные и ликвидационные технологии. Утилизационные методы позволяют решить задачи экономии топливно-энергетических ресурсов, ликвидационные направлены в основном на удовлетворение санитарно-гигиенических требований [1,3]. Особо вредные промышленные отходы принимают на полигон в герметически упакованных металлических контейнерах и производят их захоронение в глубоких котлованах [4]. Захоронение предполагает закапывание ТБО на специализированных полигонах. Основная масса отходов в РФ утилизируется именно таким способом. Для безопасности полигоны должны быть оснащены определенным оборудованием, которое предотвращает возможность чрезмерного загрязнения атмосферы, что на практике является редкостью. Огромные скопления утиля загрязняют прилегающие территории. Министерство природы Российской Федерации

считает оптимальным решением для уничтожения мусора-сжигание. Для этого запланировано построить до 30 мусоросжигательных фабрик к 2030 году. Использование таких заводов позволяет осуществлять переработку отходов без предварительной сортировки. Третья часть мусора на планете – пищевые, биологические вещества, которые не подлежат обработке и повторному использованию, но хорошо разлагаются. Чтобы избавиться от таких отходов достаточно компостирования, когда органические вещества перегнивают без ущерба окружающей среде. Но сначала необходима предварительная сортировка [5].

При плазменной переработке ТБО уничтожаются большие объёмы отходов без вреда для экологии. Суть метода в том, что под воздействием высоких температур из ТКО выделяется газ, пригодный для получения электричества. Для плазменной переработки не надо предварительно сортировать мусор [6].

В высокоразвитых промышленных странах Европы и Америки накоплен богатый опыт постепенного перехода от захоронения ТБО на свалках к использованию большей части отходов в качестве вторичного сырья и топливно-энергетических ресурсов. Директива ЕС о размещении отходов способствовала уменьшению объема захоронения отходов. Важная часть законодательства основана на понятии приоритетных направлений – снижении образования отходов и их вторичное использование и обезвреживание.

В мировой практике наиболее распространена утилизация отходов тремя известными методами.

1. Переработка мусора с использованием отдельного сбора отходов. Этот способ наиболее широко используется в развитых странах – США, Западной Европе, Японии, Германии. Отходы собирают в отдельные контейнеры. Использованные аккумуляторные батареи сдают в спец. пункты приема.

2. Сжигание отходов на мусоросжигательных заводах. Подобная методика является наиболее дорогостоящей и представляющей серьёзную опасность для экологии, и именно потребность в минимизации опасного, токсичного воздействия на экологию при сжигании мусора увеличивает цену такого способа утилизации отходов.

3. Вывоз мусора на мусорные полигоны. Этот способ, не требует вложения значительных затрат, однако менее безопасен для экологии.

Аналитический обзор по теме исследования позволил установить, что утилизация отходов методом их отдельного сбора, а затем переработки на мусороперерабатывающем заводе является наиболее перспективной с общеэкономической точки зрения. Сейчас, когда истощаются невозполнимые источники ресурсов – нефти, газа, минеральных руд, стремительно сокращается площадь лесных массивов, не использовать «спрятанные» в мусоре полезные и весьма ценные материалы нерационально. Опыт экономически развитых стран показывает, что решить проблему рециклинга отходов можно, изменяя ее комплексно:

регулируя одновременно все механизмы и этапы движения мусора от источника (физические лица, предприятия) через перевозку к пунктам хранения, переработки или захоронения.

В настоящее время в нашей стране на предприятиях высокоразвитой металлургической и горнодобывающей промышленности максимально используют вторичные ресурсы производств и делают это весьма эффективно. Однако с утилизацией ТБО имеется ряд очень серьезных нерешенных проблем:

- отсутствие системной сортировки отходов населением;
- нет единой инфраструктуры, которая могла бы обеспечить процесс сортировки отходов на первичном этапе;
- система раздельного сбора мусора, являющаяся неизбежным условием для процесса переработки, нуждается в усовершенствовании и наладке.

### Список литературы

1. Ветошкин А.Г. *Техника и технология обращения с отходами жизнедеятельности*. - М.: Инфа-инженерия, 2019. - 441с.

2. Гальблауб О.А. *Промышленная экология* / О.А. Гальблауб, И.Г. Шахиев, С.В. Фриланд. - К.: Изд-во КНИТУ, 2017. – 120 с.

3. Соколов Л.И. *Управление отходами* / Л.И. Соколов. - М.: Инфа-инженерия, 2018. – 208 с.

4. Абрамкин Н.И. *Основные способы утилизации и обезвреживания твердых отходов и перспективы использования геотехнологических методов // Горный информационно-аналитический бюллетень* / Н.И. Абрамкин, Е.В. Ко-четов, Р.А. Степанов, Р.А. Захарова. - 2010. - №8. - С.164-169.

5. Романова С.М. *Экология* / С.М. Романова, С.В. Степанова, А.Б. Ярошевский, И.Г. Шайхиев. - Казань: Изд-во КНИТУ, 2017. - 340с.

6. Клинков А.С. *Утилизация и переработка твердых бытовых отходов* / А.С. Клинков, П.С. Беляев, В.Г. Однолько, М.В. Соколов, П.В. Макеев, И.В. Шашков. - Т.: ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. - 188с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ АДСОРБЦИИ ИОНОВ РЬ(II) НА БЕНТОНИТАХ

Ю.Д. Сысоева, Б.В. Покидько, Е.В. Еськова  
Российский технологический университет,  
г. Москва

*Аннотация.* Исследована адсорбция ионов свинца на бентонитовых сорбентах на основе природных и активированных глин различных месторождений. Разработана методика адсорбции и установлено влияние различных факторов на величину адсорбции. Установлен резкий рост значений адсорбции в присутствии природного кальцита, карбоната кальция и кальцинированной соды.

Бентонитовые глины – доступный вид глинистого сырья, они находят широкое применение в качестве сорбентов, в т.ч. для водоочистки. Основной породообразующий минерал бентонитовых глин – монтмориллонит (ММТ) – способен к ионообменной адсорбции за счет наличия отрицательных зарядов в кристаллической решетке, который компенсирован лабильными катионами –  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ . Катионы тяжелых металлов обладают гораздо более высокой адсорбционной способностью по отношению к ММТ и способны вытеснять природные катионы. Суммарное количество катионов, способных к ионному обмену характеризуется показателем емкости катионного обмена (КОЕ) и зависит от природы бентонита. Знание КОЕ позволяет оценить количество катионов тяжелых металлов, способных к адсорбции по ионообменному механизму, однако на практике величина максимальной адсорбции катионов тяжелых металлов может быть как выше, так и ниже КОЕ:

Факторы, приводящие к росту значений адсорбции: наличие гидроксильных групп на боковых и внешних поверхностях частиц; зависимость от рН, гидролиз катионов и соосаждение кислородсодержащих соединений металлов; наличие примесей в природных и активированных бентонитовых глинах, способных к химическому взаимодействию с катионами.

Факторы, приводящие к занижению величины адсорбции: кинетический фактор, связанный с динамическим характером адсорбции и недостатком времени для достижения равновесия; агрегация глинистых частиц и неполное протекание реакций ионного обмена в случае бентонитов, содержащих трудно вытесняемые двухвалентные катионы; стерические затруднения, вызванные осаждением соединений свинца в поровом пространстве и блокировкой отрицательно заряженных активных центров.

**Цель работы.** Исследование адсорбции ионов свинца на глинистых адсорбентах различных типов, исследование влияния величины рН и наличия карбонатов на величину адсорбции ионов свинца.

**Объекты и методы и основные результаты исследования.** Бентониты месторождения Таганское (Восточный Казахстан), западный участок, 14 горизонт (ТБ), месторождения Даш-Салахлинское (Азербайджан) (ДБ) – производитель ООО «Компания бентонит», уголь активированный (phs Фармстандарт) ( $\text{C}_{\text{акт}}$ ),  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ , ГОСТ 4236-67 РЕАХИМ, марка х.ч.

Для определения рН использовался рН-метр Экотест-120 (НПП Эконикс), отградуированный по стандартам, с системой электродов ИТ ЭС-10603 и ИТ ЭСр-10103. Концентрацию свинца после адсорбции проводили по методике [2] путем титрования фильтрата 5 мМ раствором Трилона Б в ацетатном буфере с индикатором ксиленоловым оранжевым. Адсорбцию проводили по лабораторной методике из 1-2 % дисперсий бентонитов, рН устанавливали путем добавления точных объемов  $\text{HNO}_3$  конц. Емкость катионного обмена (КОЕ) оценивали по адсорбции

катионного красителя метиленового голубого (МГ) (ГОСТ 21283-93), и по адсорбции триэтиленetetраминного комплекса меди (II) – Cu(trien) [3]. Максимальную концентрацию ионов свинца при адсорбции подбирали исходя из значений катионной обменной емкости сорбентов (избыток по сравнению с КОЕ, 10-20 мМ Pb<sup>2+</sup>).

В таблице в кратком виде представлены некоторые результаты определения адсорбции при различных рН для исходных и модифицированных адсорбентов.

Значения КОЕ сорбентов и максимальная адсорбция ионов свинца при различных рН.

Адсорбент	КОЕ, мг-экв/100 г		А(Pb <sup>2+</sup> ), мг-экв/ 100 г	
	по МГ	по Cu(trien)	рН = 4,5	рН=2
ТБ	85,4	90,2	96,9	44,8
ТБ, 4% Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>			1101,5	
ДБ (примесь кальцита)	80,2	80,5	111,8	63,3
ДБ + 10% CaCO <sub>3</sub>			1207,7	
C <sub>акт</sub>	13,0	не опр.	55,1	7,5

### Основные выводы

Адсорбция ионов свинца закономерно растет в щелочных средах за счет гидролиза катионов и резко повышается в присутствии природных карбонатов и карбонатов, добавляемых в бентонит в процессе промышленной активации за счет ионообменной адсорбции и соосаждения.

### Список литературы

1. Orucoglua E., Tournassata C., Robinetd J-C. at al. From experimental variability to the sorption related retention parameters necessary for performance assessment models for nuclear waste disposal systems: The example of Pb adsorption on clay minerals / *Applied Clay Science*, 2018, V.163, pp.20–32.
2. Свинец. Сер. Аналитическая химия элементов / Полянский Н.Г. - М.: Наука, 1986. - 357 с.
3. Lorenz P., Meier L. and Kahr G. Determination of the cation exchange capacity (CEC) of clays minerals using the complexes of copper (II) ion with triethylenetetramine and tetraethylenepentamine / *Clays and Clay Minerals*, 1999, V.47, №3, pp.386-388.

## ЭФФЕКТИВНЫЕ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫЕ НЕФТЕСОРБЕНТЫ

Т.В. Дербенева, О.Н. Дабижа  
Забайкальский институт железнодорожного транспорта,  
г. Чита

*Аннотация.* Механохимическим методом получены органоминеральные сорбенты на основе клиноптилолитовых пород Холинского и Шивыртуйского месторождений (Забайкальский край), модифицированные синтетическим полимером – полидиэтиленгликоль себацинатом. Длительность совместной механической активации воздушно-сухой смеси исходных компонентов варьировали от 3 до 7 минут, а содержание синтетического полимера во всех случаях составляло 5 массовых процентов. Определены значения нефтеемкости органоминеральных образцов на твердой и на водной поверхностях. Найдены образцы с наилучшей сорбционной способностью по отношению к нефти.

**Ключевые слова:** цеолиты, клиноптилолит, полидиэтиленгликоль себацинат, механическая активация, органоминеральный сорбент, нефтеемкость.

Очистка морских поверхностных вод от нефти и нефтепродуктов [1] является одной из глобальных проблем защиты окружающей среды. При этом основная задача – это разработка, создание новых и модернизация известных методов очистки для улучшения качества морской воды и ликвидации последствий разливов нефти. Сорбционные методы представляют собой самые распространенные и простые в применении. В этой связи особенно актуально получение дешевых порошковых реагентов с высокой нефтесорбционной емкостью.

Природные цеолиты – каркасные алюмосиликаты, обладающие наноразмерными полостями и свойствами молекулярных сит, перспективно использовать в качестве сорбентов, в том числе по отношению к нефтепродуктам [2]. Однако нефтесорбенты должны обладать олеофильными и гидрофобными свойствами. Механохимическая модификация цеолитов может улучшить их сорбционные свойства. С одной стороны, этот процесс позволит накопить дефекты в структуре и, тем самым, создать дополнительные активные центры, с другой стороны, модификация полимером будет способствовать гидрофобизации минерального компонента. Однако следует также учитывать возможность механодеструкции полидиэтиленгликоль себацината и занятие им имеющихся активных центров природных минералов.

Цель настоящего исследования заключается в изучении сорбционных свойств образцов природных и механохимически модифицированных полидиэтиленгликоль себацинатом природных цеолитов по отношению к нефти, присутствующей на поверхности морской воды и на твердой поверхности.

Объектами исследования выступали органоминеральные материалы, полученные из дешевого экологически чистого природного сырья – клиноптилолитовых пород Холинского и Шивыртуйского месторождений Забайкальского края. В качестве модификатора использовали полидиэтиленгликолевый эфир себаценовой кислоты (ч.д.а.), применяемый в хроматографии в качестве сорбционной фазы.

Воздушно-сухие клиноптилолитовые породы подвергали механоактивации [3] совместно с полидиэтиленгликоль себацинатом (ПДЭГС) в лабораторном вибрационном истирателе ИВЧ-3 при 25 °С в течение 3, 5, 7 минут. Доля полимера составила 5 % от общей массы образца.

Величину нефтеемкости на твердой поверхности определяли следующим образом. На чистую сетку в один слой помещали 1 г сорбента. Предварительно находили массу сетки и удерживаемой на ней нефти. Сорбент внутри сетки погружали в нефть и выдерживали 15 минут. Далее сетку с насыщенным сорбентом вынимали, ждали, пока стечет избыток нефти, после чего взвешивали на весах Shimadzu AX200.

Для определения нефтеемкости на водной поверхности использовали методику, в которой учитывали толщину слоя углеводорода на поверхности воды [4]. Все испытания проводили при температуре  $20 \pm 5$  °С. Навеска образца составляла 1 г. Идеализированный раствор морской воды готовили растворением солей в дистиллированной воде (содержание, г/л: 27,5 NaCl; 5,0 MgCl<sub>2</sub>, 2,0 MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O; 1,0 KCl; 0,5 CaCl<sub>2</sub>; 0,001 Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>). Органоминеральный порошковый материал помещали на сетку с размером ячейки 1 мм, погружали в 50 мл морской воды с 5 мл нефти на ее поверхности. При этом обеспечивали сохранение плавучести в пределах емкости. Спустя  $24 \text{ ч} \pm 30$  мин насыщенный сорбент вынимали и выдерживали около  $30 \pm 3$  с, чтобы стекла нефть. Все тесты повторяли 3 раза. В расчетах использовали среднее значение из трех проведенных опытов. Погрешность вычисляли при доверительной вероятности  $\alpha = 0,90$ .

Сорбционную емкость рассчитывали как отношение массы адсорбированной нефти к массе сухого цеолита по следующей формуле (1):

$$K = \frac{m_n}{m_c} = \frac{m_2 - \Delta m}{m_1}, \quad (1)$$

где  $m_n$  – масса собранной нефти;  $m_c$  – масса сухого сорбента;  $m_2$  – масса насыщенного сорбента с сеткой;  $\Delta m$  – масса нефтезагрязненной сетки (холостой опыт);  $m_1$  – масса сухого сорбента с сеткой.

Результаты расчета величин нефтеемкости приведены в таблице. Найдено, что нефтеемкость полидиэтиленгликоль себацината на твердой поверхности составляет  $1,07 \pm 0,06$  г/г, что на 13 % меньше аналогичной величины, характерной для природных цеолитов. Выявлено, что присутствие стильбита в составе клиноптилолитового туфа не оказывает существенного влияния на величину нефтеемкости на твердой и водной поверхностях.

В результате совместной механической активации клиноптилолитового и клиноптилолит-стильбитового туфов и полидиэтиленгликоль себацината в виброистирателе в течение 7 минут нефтеемкость на твердой поверхности увеличивается всего на 3 и 5 %, а на водной поверхности – 22 и 17 % для клиноптилолитового и клиноптилолит-стильбитового туфа соответственно.

Сравнительный анализ величин нефтеемкости образцов

Образцы	Состав образцов	Длительность механоактивации, мин	Нефтеемкость, г/г	Нефтеемкость на водной поверхности, г/г
1	клиноптилолит-стильбитовый туф	0	1,23±0,06	1,24±0,06
3'а	клиноптилолит-стильбитовый туф + 5 мас. % ПДЭГС	3	1,23±0,18	1,39±0,06
3'б		5	1,27±0,04	1,44±0,09
3'с		7	1,26±0,15	1,51±0,05
2	клиноптилолитовый туф	0	1,23±0,04	1,21±0,03
4'а	клиноптилолитовый туф + 5 мас. % ПДЭГС	3	1,24±0,08	1,29±0,11
4'б		5	1,25±0,13	1,26±0,11
4'с		7	1,29±0,02	1,42±0,08

Анализ представленных в таблице данных показал, что в большей степени увеличение нефтеемкости на водной поверхности имеет место для образца клиноптилолит-стильбитового туфа, модифицированного 5 мас. % ПДЭГС механохимическим методом в течение 7 минут.

Таким образом, получены новые органоминеральные сорбенты на основе дешевых клиноптилолитовых пород, модифицированных полидиэтиленгликоль себацинатом с применением экологически безопасной механохимической технологии. Найдено, что эффективные нефтесорбенты имеют место при длительности механоактивации 7 минут и использовании клиноптилолит-стильбитовой породы.

### Список литературы

1. Bandura L. *Application of Mineral Sorbents for Removal of Petroleum Substances: A Review* / L. Bandura, A. Wozzuk, D. Kołodyńska and W. Franus // *Minerals*. – 2017. – 7. – 37. doi:10.3390/min7030037.
2. Muir B. *Organically modified zeolites in petroleum compounds spill cleanup-Production, efficiency, utilization* / B. Muir; T. Bajda // *Fuel Process. Technol.* – 2016. – Vol. 149. – P. 153–162.
3. Дабижа О.Н. *Механохимическая модификация реакционной способности природных цеолитов* / О.Н. Дабижа, Т.В. Дербенева, А.Н. Хатькова, Р.А. Филенко, Т.П. Патеев // *Химия в интересах устойчивого развития*. – 2016. – Т. 24. – С. 193-201. DOI: 10.15372/KhUR20160211.
4. Еремин И.С. *Разработка сорбирующего материала на основе сахарного тростника* / И.С. Еремин // *Экология и промышленность России*. – 2017. – Т. 21. – № 10. – С. 14-17.

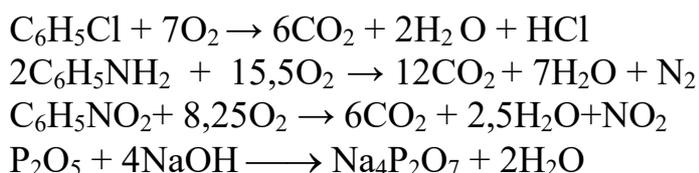
## ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ СТОЧНЫХ ВОД И КУБОВЫХ ОСТАТКОВ ОГНЕВЫМ МЕТОДОМ

И.А. Егорова, А.А. Сазанова, И.А. Добросмыслова  
Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова,  
г. Чебоксары

***Аннотация.** Рассмотрен огневой метод обезвреживания сточных вод и кубовых остатков на ПАО «Химпром» г. Новочебоксарск, где используют термообезвреживание и окисление отходов в циклонном реакторе при температурах 750-1400 °С с последующей закалкой – охлаждением дымовых газов до 100-150 °С, что предотвращает образование супертоксиантов. Дымовые газы проходят двухступенчатую очистку, состав их контролируется, после чего они направляются на рассеивание в атмосферу.*

На химических предприятиях остро стоит вопрос обезвреживания отходов [1-4]. Одним из способов является термическое обезвреживание (огневой метод), который используется в разных вариантах: это термообезвреживание в барабанных, шахтных, циклонных печах, термообезвреживание в расплавах солей, в реакторах с кипящим слоем, термообезвреживание с использованием плазмотронов [5]. Применяют огневой метод для обезвреживания особо опасных, ядовитых и не утилизируемых отходов.

На предприятии ПАО «Химпром» г. Новочебоксарск используют для обезвреживания кубовых остатков и сточных вод огневой метод, сочетающий термообезвреживание и окисление отходов.



Технологический процесс термического обезвреживания сточных вод и кубовых остатков основан на окислении органических веществ, присутствующих в сточных водах и кубовых остатках, кислородом воздуха в парогазовой среде при температуре от 750 до 1400 °С в циклонной топке. Циклонная топка представляет собой пустотелый цилиндрический аппарат из стали, верхняя часть которого (свод и боковые поверхности) футерована огнеупорным кирпичом, а нижняя часть снабжена водоохлаждаемой рубашкой.

Для обеспечения заданной температуры процесса термообезвреживания в циклонную топку подается природный газ и подогретый атмосферный воздух через четыре тангенциально установленные горелки. Смешение природного газа и воздуха происходит непосредственно в горелках. Атмосферный воздух подается турбогазодувкой через рубашку рекуператора, где происходит его подогрев.

После сжигания отходов дымовые газы поступает в рекуператор, затем в закалочную камеру. В закалочной камере происходит их резкое охлаждение (закалка) до 100-150 °С путем орошения циркуляционным раствором, поступающим через механические форсунки. При этом большая часть расплавленных минеральных солей растворяется и выводится из закалочной камеры.

Частично очищенные дымовые газы направляются в верхнюю часть скруббера, где происходит их доочистка путём орошения обратной водой.

Пройдя двухступенчатую очистку, дымовые газы направляются на рассеивание в атмосферу через дымовую трубу. Ведется автоматический контроль их состава перед выбросом в атмосферу.

Используемый на предприятии огневой метод обезвреживания отходов является универсальным, надёжным и эффективным.

### Список литературы

1. Тимофеева Е.Н. Подходы к утилизации фосфорсодержащих шламов // Сб. материалов I Всеросс. н.-практ. конф. «Научное наследие В.И. Вернадского и современные проблемы науки» / Е.Н. Тимофеева, А.А. Сазанова, П.М. Лукин. - Чебоксары. - 2010. - С 56-58.

2. Винокуров Ю.В. Утилизация хлорорганических отходов // Сб. материалов VI Всесоюзной конф. с международным участием. «Актуальные вопросы химической технологии и защиты окружающей среды» / Ю.В. Винокуров, Н.М. Захарова, Е.В. Иванова, А.А. Сазанова - Чебоксары. - 2016. - С.74-75.

3. Андреева И.Р. Утилизация фосфорсодержащих шламов // Современные проблемы экологии. Доклады XVI Междунар. науч.-практич. конф. / И.Р. Андреева, И.Л. Пыркина, А.А. Сазанова, В.П. Эндюськин. – Тула. - 2016. - С.16-17.

4. Краснова Д.Н. Обезвреживание отходов в производстве пестицидов на инсинераторной установке // Современные проблемы экологии. Доклады XXII Междунар. науч.-практич. конф. / Д.Н. Краснова, И.А. Добросмыслова, А.А. Сазанова. - Тула. - 2019. - С.11-13.

5. Ершов А.Г. Термическое обезвреживание отходов / А.Г. Ершов., В.Л. Шубников // Твердые бытовые отходы. - 2014. - №5. – С. 46-52.

## ОЧИСТКА КАРТОФЕЛЬНОГО СОКА БАРОМЕМБРАННЫМИ МЕТОДАМИ

Е.Н. Фарносова, А.А. Рид, А.С. Жебраткина  
Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева,  
г. Москва

*Аннотация.* Показана эффективность применения ультрафильтрации и нанофильтрации для очистки картофельного сока

Дефицит пищевого и кормового белка крайне актуален. Около 70 % необходимых кормовых белковых компонентов импортируется в Россию из-за границы. В то же время существует множество предприятий по получению крахмала, при работе которых образуются стоки, содержащие ценные компоненты.

Для получения в качестве целевого продукта крахмала перерабатывают до 30 тыс. т картофеля. Производственные мощности действуют во многих областях России, республиках Мордовия и Чувашия [2]. При переработке 1 т картофеля, в зависимости от применяемой технологии, получают от 0,7 до 3,2 м<sup>3</sup> картофельного сока с массовой долей сухого вещества (СВ) 4-6 % [1].

Картофельный сок представляет собой сложную смесь, которая содержит до 6 % сухого вещества, 20-25 % которого составляют белки. Оставшееся сухое вещество представляет собой свободные аминокислоты, гликоалколоиды, сахара, липиды, органические кислоты, фенольные соединения, минералы и другие компоненты [3].

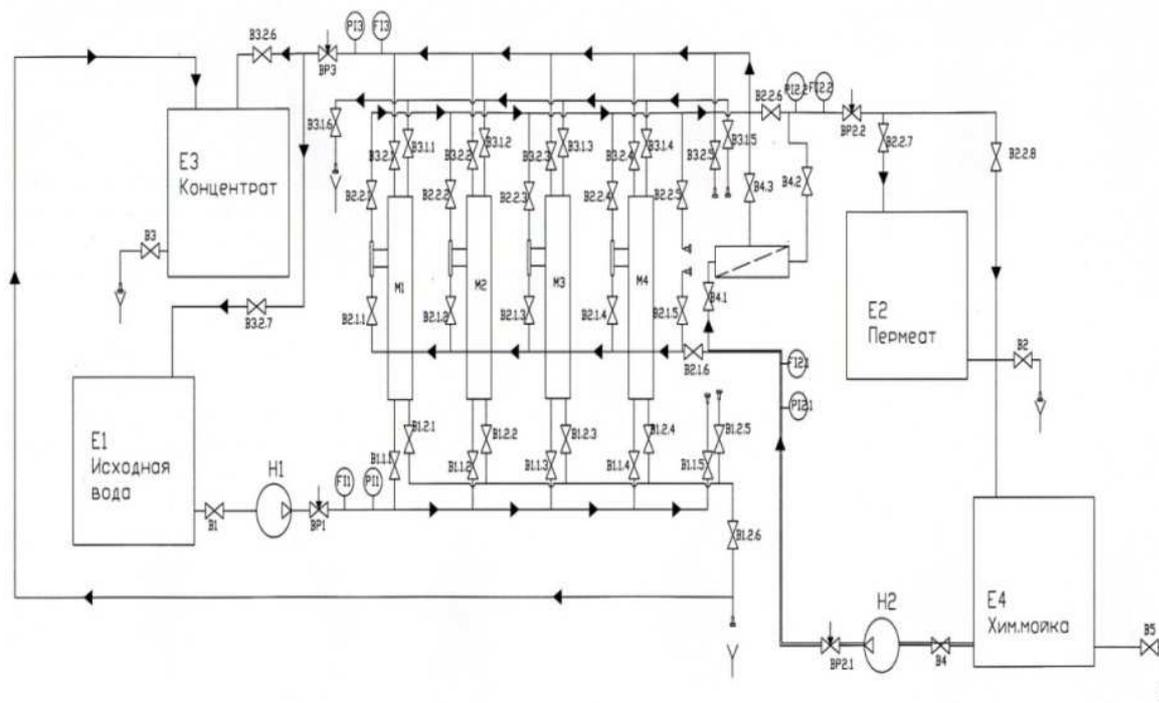
Существующие методы очистки картофельного сока (хроматографические, тепловая и химическая коагуляция) в большинстве случаев недостаточно эффективны (степень извлечения и очистки не превышает пятидесяти процентов). Интерес к применению вызывают мембранные методы, которые обладают следующими достоинствами: малые энергозатраты, компактность оборудования, простое аппаратное оформление, малые затраты реагентов, модульность.

В качестве объекта исследования использовался картофельный сок, подверженный тепловой обработке, с содержанием сухих веществ 3,7 %. Термическая обработка осуществляется при температуре 90-95 °С в течение 5 минут, что приводит к уменьшению содержания СВ в картофельном соке, а следовательно, и к упрощению дальнейшей его переработки.

Для очистки картофельного сока были выбраны методы ультрафильтрации (УФ) (в качестве первой ступени), так как основной сферой применения данного процесса является задержание именно высокомолекулярных веществ. В качестве второй ступени доочистки выбрана нанофильтрация (НФ). На стадии ультрафильтрации использовалась полволоконная мембрана из полиэфирсульфона, характеризующаяся отсечкой по молекулярной массе 50 кДа.

Принципиальная схема установки представлена на рисунке.

Исходный картофельный сок поступал на стадию ультрафильтрации, после которой делился на 2 потока: пермеат и концентрат. Концентрат возвращался в исходную ёмкость для концентрирования исходного раствора.



Гидравлическая схема установки ультрафильтрации  
Н – насос, Е – емкость, В – вентиль, ВЗ – вентиль запорный

Эффективность работы установки представлена в таблице.

#### Результаты очистки картофельного сока

Наименование	СВ, %	Белок, % от СВ
Исходный картофельный сок	3,7	55,05
Пермеат УФ	1,3	16,92
Пермеат НФ	0,2	0,65

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что двухступенчатая система очистки картофельного сока может обеспечить задержание сухого вещества на 95 %. Пермеат, полученный после стадии нанофильтрации, представлял собой прозрачную жидкость, не имеющую запаха и цвета. Фильтрат можно повторно использовать на производственные нужды, например, для промывки картофеля. В свою очередь, концентрат с обеих стадий может быть использован в качестве кормовых добавок.

#### Список литературы

1. Гольдштейн В.Г. Изучение параметров, влияющих на коагуляцию белка картофельного сока / В.Г. Гольдштейн, В.А. Коваленок, Л.В. Кривцун [и др.] // *Достижения науки и техники АПК*. - 2018. - Т. 32, № 5. - С. 78-80.

2. Гольдштейн В. Побочные продукты крахмалопаточного производства - кормовые компоненты / В. Гольдштейн, Н. Лукин, О. Радин // Комбикорма. - 2018. - № 7-8. - С. 54-56.

3. Van Koningsveld GA (2001) *Physiochemical and Functional Properties of Potato Proteins*, Wageningen University, The Netherlands, 147 pp.

## РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕСТНОГО СЫРЬЯ

Е.И. Заживихина, С.А. Маркова, Д.А. Заживихин  
Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова,  
г. Чебоксары

*Аннотация.* В данной статье рассматривается связь трепела на обменные процессы живых организмов. Выявлены и обоснованы необходимость в совместном применении микроэлементного препарата (МЭП) «Сувар» и трепела.

Одним из важнейших природных богатств Чувашской Республики является месторождение цеолитсодержащих залежей и их рациональное природопользование. Известен препарат «Пермамик», состоящий из цеолитсодержащего трепела, хлористого или углекислого кобальта, сернокислого железа, сернокислых или углекислых солей меди, цинка, иодистого калия (ТУ 10.07.13-00670433-95). Известна кормовая добавка «Сувар» для сельскохозяйственных животных и птиц, содержащая микроэлементы: железо, медь, цинк, марганец, кобальт и терпеновые масла, девятиводный метасиликат натрия [1-11]. Предлагаемая добавка содержит в своем составе органические соли микроэлементов, которые хорошо усваиваются организмом животных и птиц. Однако, она не содержит в своем составе кремний. Кремний является необходимым микроэлементом. Соединения кремния необходимы для нормального функционирования эпителиальных и соединительных тканей, которым они придают прочность и проницаемость. Он способствует биосинтезу коллагена и образованию костной ткани, имеет большое значение для процессов роста волос, шерсти, копыт и перьев. Соединения кремния участвуют во всех метаболических процессах живого вещества, особенно липидов и его недостаток снижает защитные функции у организма. Кормовая добавка «Сувар» для сельскохозяйственных животных и птицы, как средство для улучшения обмена веществ, повышения сохранности и продуктивности. Кормовую добавку, содержащую трепел, получали простым смешением МЭП «Сувар» + трепел в соотношении 1,5 : 1 соответственно. При ее использовании в дозе 100 мг/кг среднесуточный привес живой массы поросят увеличивается на 15-34 % по сравнению контролем и на 13 % по сравнению с прототипом.

Применение кормовой добавки «Сувар» совместно с трепелом позволяет расширить ассортимент средств, используемых для обогащения

кормов добавки. Свойства трепела как адсорбционные, ионообменные позволяют связывать метаболиты в кишечнике животных. Положительное действие трепела заключается и в выведении из пищеварительного тракта тяжелых металлов, накапливаемых в организме при длительном скормливании недоброкачественных кормов. Кормовая добавка, содержащая трепел, обладает пролонгированным действием, при этом наполненный трепелом корм замедляет его продвижение в кишечнике, повышает степень перевариваемости. Микроэлементный препарат «Сувар» выпускается с 1995 года в Чувашском государственном университете имени И.Н. Ульянова, в Лаборатории СКБ «Сувар» небольшими партиями.

### Список литературы

1. Киселев И.М., Заживихина Е.И., Григорова Т.М., Федотова Л.А., Смирнова С.Н., Маркова С.А. Патент № 208612 // Бюл. № 17 от 20.06.97.

2. Читнаев Е.Л., Заживихина Е.И., Маркова С.А. Неорганические вещества, их биологическая активность // *Естественные науки: сегодня и завтра: Тезисы докладов юбилейной итоговой научной конференции.* – Чебоксары: Издательство Чувашского государственного университета, 1997. – С. 232-233.

3. Заживихина Е.И., Маркова С.А. Биологическая роль препарата «Сувар» для крупного рогатого скота // *Геохимическая экология и биогеохимическое изучение таксонов биосферы: Материалы 3-ей Российской биогеохимической школы, Горно-Алтайск, 4-8 сентября 2000.* – Новосибирск. – С.252.

4. Заживихина Е.И., Маркова С.А. Изучение биологической роли препарата «Сувар» на телятах // *Семейная медицина в современных условиях материалы научно-практической конференции Приволжского федерального округа.* - Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2002. –С. 212-213.

5. Заживихина Е.И., Маркова С.А. Комплексное применение препарата «Сувар» с дезинфицирующим препаратом «Бальзам-ЭКБ» // *Семейная медицина в современных условиях: материалы научно-практической конференции Приволжского Федерального округа.* - Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2002. –С. 213-214.7.

6. Заживихина Е.И., Маркова С.А. Усовершенствованный способ получения микроэлементного препарата «Сувар» на основе терпеноидов для сельскохозяйственных животных и птиц // *НАУКА ТА ІННОВАЦІЇ 2005: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Наука та інновації – 2005. Том 2. Біологія, хімія та хімічні технології.* Дніпропетровськ: Наука і освіта. 2005. – С. 65-67.

7. Заживихина Е.И., Маркова С.А., Заживихин Д.А. Биологическая роль некоторых микроэлементов // *Актуальные проблемы современного естествознания: Материалы Всерос. научно-практической конференции / под ред. Л.Н. Воронова, Н.В. Хураськиной, А.А. Шуканова.* – Чебоксары: Чувашгоспедуниверситет им. И.Я. Яковлева, 2006. – С. 148-151.

8. Заживихина Е.И., Маркова С.А., Заживихин Д.А. Комплексное применение препарата «Бальзам-ЭКБ» с микроэлементным препаратом «Сувар» // Глобальные проблемы экологизации в Европейском сообществе: Сборник трудов Международной конференции, посвященной 10-летию образования Международного информационно-экологического парламента. – Казань, 28-29 сентября 2006. -С. 200-201.

9. Заживихина Е.И., Маркова С.А., Заживихин Д.А. О биологической роли абиетата натрия // Современные проблемы химии и защиты окружающей среды: Тезисы докладов региональной научно-практической конференции. - 2007. - С. 94-95.

10. Заживихина Е.И., Маркова С.А., Никифорова Е.С. Количественное определение меди в органических объектах // Сб. материалов Всерос. научно-практ. конф. с междунар. участием «Наука и образование: теория и практика». -Чебоксары: Изд-во Чуваш. гос. пед. ун-та, 2012. - С.80-81.

11. Заживихина Е.И., Маркова С.А., Заживихин Д.А. Соединения кремния и их биологическая роль // Инновационные наукоемкие технологии: доклады VI международной научно-практической конференции; под общ. ред. В.М. Панарина. –Тула: Инновационные технологии, 2019. – С.31.

## **К ВОПРОСУ РЕГЕНЕРАЦИИ РАСТВОРОВ И ЭЛЕКТРОЛИТОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ОПЫТНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

Т.В. Ашихмина<sup>1</sup>, С.В. Антонова<sup>1</sup>, С.А. Дмитриев<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Воронежский государственный технический университет,  
г. Воронеж

<sup>2</sup> Липецкий государственный технический университет,  
г. Липецк

**Аннотация.** В процессе осуществления работ в экспериментально-опытном производстве происходит выделение вредных веществ и примесей в сточные воды. В данной статье будут рассмотрены способы регенерации растворов и электролитов, образующихся во время проведения слесарных, а также электрогазосварочных работ.

**Ключевые слова:** вредные вещества, примеси, слесарно-механосбросочные работы, электрогазосварочные работы, регенерация.

Экспериментально-опытное производство проводит слесарные, электрогазосварочные, огневые, токарные работы в рамках производственных лабораторий университета.

В слесарные работы входит: изготовление и доводка отдельных деталей и узлов; проведение испытательных работ над собранными механизмами; настройка и регулировка деталей при возникновении необходимости; осмотр элементов на предмет выявления дефектов, по

возможности – устранение обнаруженных дефектов; участие в создании испытательных стендов при работе со сложными или уникальными машинами.

Виды электрогазосварочных работ, осуществляемых на производстве: дуговая сварка газовая сварка, электрошлаковая сварка.

Также производятся следующие виды токарных работ: обточка и расточка цилиндрических поверхностей; подрезка торцов и уступов; сверление, зенкерование, развертывание, нарезание метчиком резьб и центровка обтачиваемых деталей; нарезание резьбы, в том числе - метчиком; коническая обточка и расточка; обточка фасонных поверхностей.

В совокупности всех производимых работ можно отметить выделение следующих основных вредных веществ: деревянная пыль, феноловые смолы, органические растворители, бензины, масла, кислоты, эмульсии, металлы (марганец, хром и др.).

Эти вещества никак не перерабатываются и попадают как в воздушную среду, так и в сточные воды. Снизить воздействие на окружающую среду можно применив один из способов регенерации воды. Применение различных способов очистки воды очень актуально так как, производственные лаборатории университета находятся в жилой зоне и соответственно могут нанести большой вред не только природе района, но и его жителям. Особо следует отметить близкорасположенные общественные места: школу и детский сад.

В рамках данной статьи ставится задача выбора рациональных методов очистки, которые могут быть применимы для конкретного вида работ в условиях экспериментально-опытного производства.

Для начала рассмотрим существующие способы регенерации воды. Способы очистки воды бывают физические, химические, физико-химические и биологические.

В основе работы физических способов очистки воды лежат различные физические явления, которые используются для воздействия на воду или содержащиеся в ней загрязнения.

К основным физическим методам очистки воды относят: процеживание, отстаивание, фильтрование (в том числе центробежное), ультрафиолетовая обработка.

Методы химической очистки основаны на химическом взаимодействии определенных веществ (реагентов) с загрязнителями, в результате чего вторые либо разлагаются на неопасные компоненты, либо переходят в иное состояние. Можно выделить ряд способов химической очистки, нейтрализация, окисление, восстановление.

Физико-химические способы разнообразны и применяются для удаления самых разных веществ. В их числе растворенные газы, тонкодисперсные жидкие или твердые частицы, ионы тяжелых металлов, а также различные вещества в растворенном состоянии. Физико-химические методы могут применяться как на стадии предварительной очистки, так и на поздних этапах для глубокой очистки.

Биологические методы делятся на: флотацию, сорбцию, экстракцию, ионообмен, электродиализ, обратный осмос, термические методы.

Биологические методы очистки основаны на использовании живых организмов. Для осуществления процесса обычно используются бактерии различных видов, но также это могут быть низшие грибы и водоросли, простейшие и даже некоторые многоклеточные, такие как красные черви и мотыль.

При проведении слесарных работ в воду могут попасть эмульсии бензина, масел, органических растворителей. Из рассмотренных выше методов наиболее подходящим для данного вида работ является химический способ.

В процессе проведения электрогазосварочных работ выделяются шлаки, частицы металла, такие как марганец, хром, все эти вещества попадают в воду. Наиболее эффективным методом будет физический способ очистки воды, а именно фильтрование, который позволит убрать частицы из воды и использовать ее повторно.

Что касается токарных работ, то такие вещества как: феноловые смолы, деревянная пыль можно нейтрализовать, применив биологический способ очистки.

Таким образом, если использовать указанные выше способы очистки воды от вредных частиц и веществ, выделяемых в процессе работ в производственных лабораториях, то мы сможем добиться снижения уровня воздействия на окружающую среду, места общественного пребывания и население, проживающее в этом районе.

### **Список литературы**

1. Арустамов Э.А. *Безопасность жизнедеятельности: учебник для студентов учреждений средних профессиональных образования* / Э.А. Арустамов, Н.В. Косолапова, Н.А. Прокопенко, Г.В. Гуськов. – М.: ИЦ Академия, 2010. – 176 с.
2. [http://oil-filters.ru/water\\_cleaning\\_methods/](http://oil-filters.ru/water_cleaning_methods/)

## **ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ МАКРОФИТОВ К НЕФТЕЗАГРЯЗНЕНИЯМ В ВОДНОЙ СРЕДЕ**

О.Н. Торгашкова, А.С. Беликов, Е.Н. Никифорова,  
С.Г. О. Гахраманов, М.В. Санелин

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный национальный  
исследовательский университет имени Н.Г. Чернышевского»,  
г. Саратов

*Аннотация.* Одним из видов крупномасштабного загрязнения водных и наземных экосистем является загрязнение нефтью. В связи с имеющейся экологической проблемой в настоящее время существует большая

потребность в проведении разнообразных биологических тестов, которые позволяют быстро оценить качество среды. Проведение биотестирования на нескольких видах макрофитов позволило выявить вид растений, сравнительно более чувствительный, чем другие виды, к воздействию нефти. Полученные в проведенных опытах результаты позволили обнаружить новые факты о перспективности высших водных растений для фиторемедиации вод, загрязненных нефтепродуктами. Выявлено расположение макрофитов в ряду повышения устойчивости к нефтезагрязнениям от менее устойчивого *Potamogeton perfoliatus* к более устойчивому *Ceratophyllum demersum*.

Загрязнение природной среды нефтью и сопутствующими загрязнителями – острейшая экологическая проблема во многих регионах России, в том числе и в Саратовской области. Основным загрязнителем водных объектов нефтью в пределах города Саратова является ПАО «Саратовский НПЗ» и по-прежнему наиболее крупной организацией, осуществляющей сброс неочищенных ливневых сточных вод предприятий г. Саратова в Волгоградское водохранилище, является МУП «Водосток» [1].

Изучение влияния нефти на рост и развитие растений, начиная с ранних этапов онтогенеза, является важным направлением исследования в техногенных ландшафтах [2, 3], так как растения являются основой любого биогеоценоза и отклонения их биохимических, физиологических реакций, весьма чувствительных к изменению условий среды, могут служить индикатором состояния экосистемы [4].

Исследования проводились в лаборатории кафедры ботаники и экологии Саратовского государственного университета. Проведены лабораторные опыты с использованием водных растений: *Ceratophyllum demersum* L., *Elodea canadensis* Michx., *Myriophyllum spicatum* L., *Potamogeton perfoliatus* L., *Najas minor* ALL. и проанализированы важнейшие реакция исследованных растений на разные концентрации нефти. В экспериментах использованы следующие концентрации нефти: 3,0 мл/л; 4,0 мл/л; 5,0 мл/л; 6,0 мл/л; 7,0 мл/л; 8,0 мл/л.

При осуществлении эксперимента необходимо выявить наиболее заметные негативные последствия при воздействии нефти на водные растения. Для исследованных видов водных растений общими зарегистрированными последствиями действия нефти явились депигментация листьев; изменение пигментации; опадение депигментированных и недепигментированных листьев; фрагментация стеблей и уменьшение биомассы растений.

В экспериментах с *Elodea canadensis* зарегистрировали случаи депигментации листьев при концентрации нефти 4 мл/л на 3 сутки, а также смерть на 6 сутки. Депигментация и потемнение листьев у *Potamogeton perfoliatus*, была замечена при концентрации нефти 1 мл/л на 3 сутки, в экспериментах с *Myriophyllum spicatum* потемнение и незначительное пожелтение листьев была зарегистрировано при концентрации нефти 4 мл/л

на 3 сутки. У *Najas minor* осветление листьев было отмечено при концентрации нефти – 3 мл/л и 4 мл/л на 3 сутки. Были зафиксированы случаи изменения пигментации стеблей и листьев у *Elodea canadensis* при концентрации нефти 4 мл/л на 3 сутки, у *Ceratophyllum demersum* при концентрации 5 мл/л на 9 сутки, *Potamogeton perfoliatus* при концентрации нефти 6 мл/л, на 3 сутки, *Myriophyllum spicatum* при концентрации 3 мл/л на 6 сутки, *Najas minor* при концентрации нефти 3 мл/л на 3 сутки.

Опыты с добавками нефти показали, что среди изученных цветковых растений, *Potamogeton perfoliatus* был относительно более чувствительным к действию добавок, гибель более 50 % растений была зафиксирована на 3 сутки от начала опыта при концентрации токсиканта 4 мл/л. В опыте с *Myriophyllum spicatum* гибель растений зафиксирована на 3 сутки при концентрации токсиканта 5 мл/л, гибель *Najas minor* произошла на 6 сутки при концентрации 3 мл/л, а гибель *Ceratophyllum demersum* во время эксперимента не наступила.

Представляет интерес выявление относительно наиболее устойчивых видов водных растений. Наиболее устойчивыми к действию нефти были *Elodea canadensis* и *Ceratophyllum demersum*, более чувствительные к действию нефти – *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton perfoliatus*, *Najas minor*. Диапазон устойчивости *Elodea canadensis* и *Ceratophyllum demersum* на практически два порядка выше, чем у *Najas minor*, *Potamogeton perfoliatus* и *Myriophyllum spicatum*.

В экспериментах были установлены нагрузки нефти на микрокосмы, содержащие водные растения, при которых наблюдаются нарушения состояния макрофитов. Максимальная нагрузка для *Potamogeton perfoliatus* – 3 суток, для *Myriophyllum spicatum* – 6 суток, для *Najas minor* – 6 суток. Сопоставление нагрузок нефти, при которых наблюдаются нарушения состояния макрофитов, с нагрузками токсиканта, при которых не наблюдалось видимых отличий от контроля в течение относительно длительного периода времени, показывает, что удалось выявить границу перехода от сравнительно допустимой нагрузки к безусловно недопустимым в использованных экспериментальных условиях нагрузкам.

Полученные в проведенных опытах результаты позволили обнаружить новые факты о перспективности высших водных растений для фиторемедиации вод, загрязненных нефтепродуктами. Выявлено расположение макрофитов в ряду повышения устойчивости к нефтезагрязнениям от менее устойчивого *Potamogeton perfoliatus* к более устойчивому *Ceratophyllum demersum*.

Следовательно, данные о сохранении или утрате жизнеспособности макрофитов при различных концентрациях нефти дают информацию для разработки режимов эксплуатации водных растений в фитотехнологиях очищения сточных вод.

### Список литературы

1. Торгашкова О.Н. Токсическая активность воды реки Волги в окрестностях города Саратова / О.Н. Торгашкова. - Научный альманах. - 2016. - № 3-3 (17). - С. 441 - 445.

2. Морозов Н.В. Опыты по самоочищению воды от нефти в присутствии водной растительности // Н.В. Морозов, Г.Н. Петров - Теория и практика биологического самоочищения загрязненных вод. - М.: Наука, 1972. - С. 53-59.

3. Торгашкова О.Н., Левина Е.С., Гахраманов С.Г. Оценка самоочищения реки Волги в окрестностях города Саратова. - Известия Саратовского университета. - Новая серия. - Серия: Химия. Биология. Экология. - 2015. - Т. 15. - № 1. - С. 102 - 105.

4. Торгашкова О.Н., Воловик Н.С., Опарина А.В. Оценка степени загрязнения воды реки Волги химическими и биологическими методами / Под редакцией Е.И. Тихомировой // Экологические проблемы промышленных городов: сборник научных трудов по материалам 6-й всероссийской научно-практической конференции с международным участием. - 2013. - С. 290-293.

## СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЗАХОРОНЕНИЯ МЫШЬЯКА И ЕГО СОЕДИНЕНИЙ

Д.О. Новиков, Е.Н. Селиванов

ФГБУН Институт металлургии Уральского отделения РАН,  
г. Екатеринбург

*Аннотация.* Приведены обзоры современного состояния и оценка перспектив российского рынка мышьяка и его соединений. Приведена динамика мирового производства и цен на мышьяк за последние годы. Избыток мышьяка требует принятия мер по его переводу в малотоксичные соединения и захоронению.

Мышьяк – относится к рассеянным элементам. В литературе нет единого мнения о содержании его в земной коре. На данный момент известно около 200 мышьяксодержащих минералов. Из них промышленное значение, имеет арсенопирит  $\text{FeAsS}$  или  $\text{FeS}_2 \cdot \text{FeAs}_2$ , лёллингит ( $\text{FeAs}_2$ ), а также аурипигмент  $-\text{As}_2\text{S}_3$  и реальгар –  $\text{As}_4\text{S}_4$  (рис.1). Большие запасы мышьяка сосредоточены в месторождениях медных и цинково-свинцовых руд различных регионов, в месторождениях серебра, никеля и золота. Непосредственное получение мышьяка из руд перечисленных металлов экономически нецелесообразно. Его извлечение организуют как попутное производство при разработке преимущественно медных или свинцовых месторождений [1].

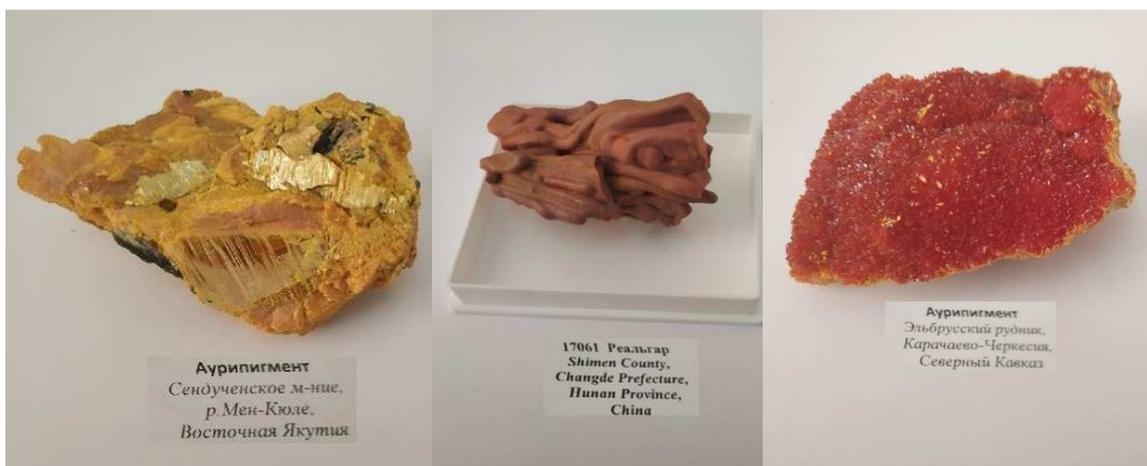


Рис. 1. Минералы

Лидером в производстве мышьяка является Китай (рис. 2), который для добычи мышьяка использует реальгарно-аурипигментные руды. Считается, что Чили, Мексика и Перу являются значительными производителями триоксида мышьяка промышленного качества, но в последнее время эти страны не сообщают о производстве.



Рис. 2. Доля стран в производстве мышьяка за 2017 г. (в пересчете на триоксид) [2]

Спрос на мышьяк содержащую продукцию, достигнул 59,8 тыс. т. в 2006 г. Мышьяк в количестве 0,1-0,15 % повышает коррозионную стойкость и является заменителем меди в низколегированных сталях.

Начиная с 2007 г производство мышьяка постепенно снижается (до 37 тыс. т.) (рис. 3), что связано с насыщением спроса и соображениями экологической безопасности. Увеличение рынка мышьяка в ближайшие несколько лет не предвидится, даже при расширении выпуска материалов содержащих GaAs [3]. Сельскохозяйственный рынок от мышьяк содержащей продукции постепенно отказывается, а рынок оптоволокна в

ближайшие годы сохранится на прежнем уровне. В оптоволокне мышьяк находится в виде соединения  $As_2Se_3$  (селенид мышьяка).

В отечественных медных и медно-цинковых концентратах содержание мышьяка достигает 0,3 %. Из-за больших объемов переработки такого сырья, поступление мышьяка на медеплавильные заводы России, весьма значительно. По предварительным оценкам [5], при переработке 1 млн. т. концентратов оно превышает 2000 т.

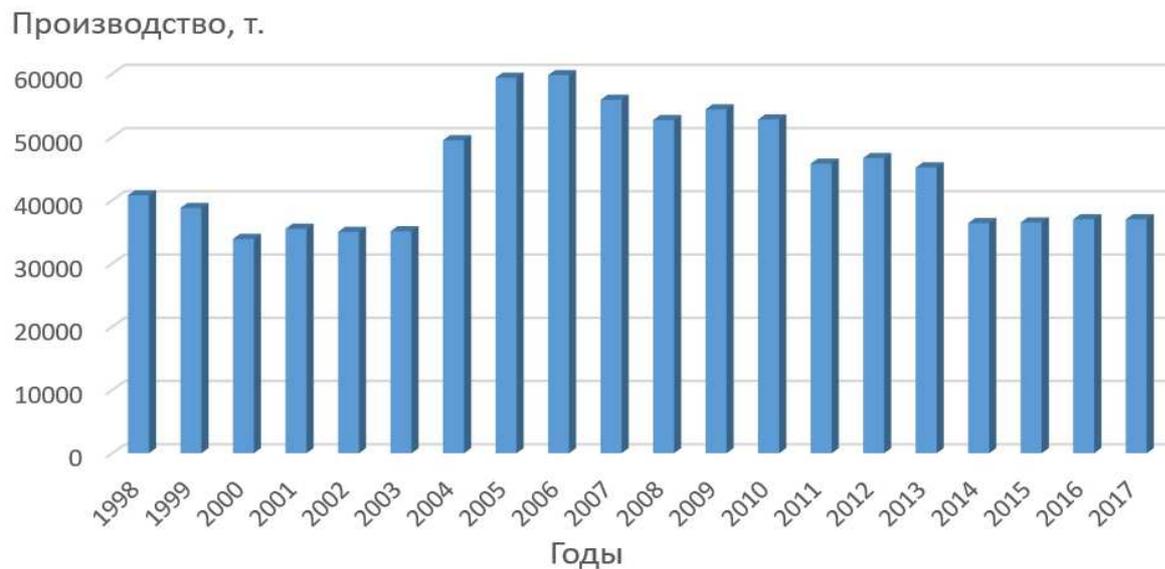


Рис. 3. Динамика мирового производства мышьяка (в пересчете на триоксид) [4]

При переработке сульфидных медных концентратов методом автогенной плавки природные соединения мышьяка переходят в оксиды, при этом основная часть мышьяка, пройдя систему пыле- и газоочистки, неизбежно попадает на передел сернокислотного производства. В ходе очистки кислотных растворов мышьяк переводят в шлам в виде трехвалентного сульфида ( $As_2S_3$ ). Опасность для человека представляют соединения мышьяка в хвостохранилищах обогатительных фабрик, а также отходах металлургического производства (пыль, шламы, шлаки) [6].

При контакте соединений мышьяка с грунтовыми водами и почвой (рН 5-9) неизбежно нарушаются нормы экологической безопасности (табл. 1). Если обустройство полигонов не соответствует современным требованиям защиты окружающей среды, мышьяк попадает в объекты водопользования.

Для питьевой воды ПДК установлены равными  $0,05 \text{ мг/дм}^3$ , в воздухе рабочей зоны производственных помещений -  $3000 \text{ нг/м}^3$ , в почве  $2 \text{ мг/кг}$ . В воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования в РФ установлена ПДК соединений мышьяка -  $0,05 \text{ мг/дм}^3$  по токсикологическому показателю, а в рыбохозяйственных ПДК всех соединений As -  $0,05 \text{ мг/дм}^3$ .

Таблица 1

## Растворимость некоторых соединений мышьяка в воде

№	Соединение	Растворимость, мг/дм <sup>3</sup>
1	As <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	0,5
2	As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18,5·10 <sup>3</sup>
3	Ca(AsO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	130
4	Ca(AsO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·Ca(OH) <sub>2</sub>	3,2-4,8
5	3Ca(AsO <sub>4</sub> )·OH	0,3
6	Mg <sub>3</sub> (AsO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ·OH	150
7	MgNH <sub>4</sub> AsO <sub>4</sub>	207
8	Cu <sub>3</sub> (AsO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	10
9	FeAsO <sub>4</sub>	0,15
10	CrAsO <sub>4</sub>	0,15
11	CaO·As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	900
12	2CaO·As <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	700

Триоксид мышьяка, реагируя с водой, образует ортомышьяковую и метаммышьяковую кислоты:



Мышьяковистая кислота диссоциирует в воде по трем ступеням:



А так же:



Эти формы существуют при различных значениях pH.

pH	0-2	3-6	7	8-11	12-14
Форма	H <sub>3</sub> AsO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> AsO <sub>4</sub>	[HAsO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ] [H <sub>2</sub> AsO <sub>4</sub> ]	HAsO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	AsO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>

Для предотвращения перевода мышьяка в раствор принимают меры по его переводу в формы имеющие меньшую растворимость соединений для предотвращения и уменьшения поверхности контакта с растворителем [7-9].

**Заключение.** Наряду с необходимостью организации постоянного мониторинга окружающей среды на содержание мышьяка в атмосфере, воде и почвах, необходимо внедрение комплексных технологий переработки сырья с переводом мышьяка в малотоксичные продукты или природоподобные соединения и их безопасное захоронение.

*Работа выполнена по Государственному заданию ИМЕТ УрО РАН в рамках Программы фундаментальных исследований государственных академий.*

### **Список литературы**

- 1. Копылов Н.И., Каминский Ю.Д. Мышьяк. – Новосибирск.: Сибирский университет 2004. - 367 с.*
- 2. US Geological Survey Publications. URL: <https://www.usgs.gov/centers/nmic/mineral-commodity-summaries/> (дата обращения 03.09.2019)*
- 3. Гасанов А. А., Наумов А. В., Петров И. М. Россия на мировом рынке мышьяка и его соединений // Минеральные ресурсы России. - 2016. - № 1-2. - С. 6-12.*
- 4. Metal Pages. URL: <http://www.metal-pages.com> (дата обращения: 03.09.2019).*
- 5. Петров И.М., Вольфсон И.Ф., Петрова А.И. Выбросы мышьяка металлургическими заводами России и их влияние на состояние окружающей среды // Экологический вестник России. - 2014. - №. 12. - С. 44-49.*
- 6. Селиванов Е.Н., Новиков Д.О., Беляев В.В., Скопов Г.В. Мышьяк в продуктах химико-металлургической переработки медно-цинковых концентратов // Сб. трудов конф. Фундаментальные исследования и прикладные разработки процессов переработки и утилизации техногенных образований. - Екатеринбург, 2019. - С. 132-134.*
- 7. Пат. Японии №53-25711. Обработка осадка сульфида мышьяка /Урио Яцухико, Ямада Юкиеси. Оpubл. 28.02.78 (РЖХ 1979, 15Л 152П)*
- 8. Пат. Японии № 56-59627. Обработка осадка сульфида мышьяка /Окасиама Ясухиро, Китагава Масатоси. Оpubл. 23.05.81. (РЖХ 1982, 8Л 170П)*
- 9. Пат. 2483129 РФ. Способ обезвреживания мышьяксодержащих сульфидных кеков /Передерий О.Г., Кляйн С.Э., Потылицин В.А., и др; заявл. 2012-03-02, опубл. 27.05.2013.*

## **ИЗУЧЕНИЕ РАСТВОРИМОСТИ В СИСТЕМЕ $\text{Na}_2\text{SO}_3 - \text{NaHSO}_3 - \text{Na}_2\text{SO}_4 - \text{H}_2\text{O}$ ПРИ $60^\circ$ и $100^\circ\text{C}$**

Н.Н. Погромская

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева,  
г. Москва

**Аннотация.** *Изучена растворимость в четырехкомпонентной системе  $\text{Na}_2\text{SO}_3 - \text{NaHSO}_3 - \text{Na}_2\text{SO}_4 - \text{H}_2\text{O}$  при  $60^\circ$  и  $100^\circ\text{C}$  изотермическим методом.*

*Установлено, что система имеет три невариантные точки: М, Q, Н (при  $60^\circ\text{C}$ ) и М', Q', Н' (при  $100^\circ\text{C}$ ), в которых в равновесии с раствором*

*одновременно находятся три твердые фазы; обнаружено пять областей кристаллизации безводных солей: сульфита натрия; пиросульфита натрия; сульфата натрия; двойной соли  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 \cdot 8\text{Na}_2\text{SO}_4$  и смешанных кристаллов  $n\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot m\text{Na}_2\text{SO}_4$ .*

*Изотермы имеют ценность как справочный материал и могут быть использованы с целью усовершенствования химических процессов и разработки современных экономичных режимов утилизации  $\text{SO}_2$ .*

При выборе оптимальных составов растворов на стадии абсорбции и регенерации  $\text{SO}_2$  из отходящих газов сульфит-бисульфитным натриевым циклическим методом необходимы данные растворимости в системах, содержащих ионы:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{HSO}_3^-$ .

Была изучена растворимость в четырехкомпонентной системе  $\text{Na}_2\text{SO}_3 - \text{NaHSO}_3 - \text{Na}_2\text{SO}_4 - \text{H}_2\text{O}$  при  $60^\circ$  и  $100^\circ \text{C}$  изотермическим методом.

Для исследования использовали системы, получаемые добавлением соответствующей соли к эвтоническому раствору трехкомпонентных систем:  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  к  $\text{NaHSO}_3 - \text{Na}_2\text{SO}_4 - \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NaHSO}_3$  к  $\text{Na}_2\text{SO}_3 - \text{Na}_2\text{SO}_4 - \text{H}_2\text{O}$  и  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  к  $\text{Na}_2\text{SO}_3 - \text{NaHSO}_3 - \text{H}_2\text{O}$ , методами описанными ранее [1]. Равновесие в четырехкомпонентной системе  $\text{Na}_2\text{SO}_3 - \text{NaHSO}_3 (\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5) - \text{Na}_2\text{SO}_4 - \text{H}_2\text{O}$  при  $0^\circ$ ,  $60^\circ$  и  $100^\circ \text{C}$  было исследовано нами впервые. Изотерма растворимости при  $0^\circ \text{C}$  представлена в работах [1-3]. Результаты по растворимости в системе  $\text{Na}_2\text{SO}_3 - \text{NaHSO}_3 - \text{Na}_2\text{SO}_4 - \text{H}_2\text{O}$  при  $60^\circ$  и  $100^\circ \text{C}$  приведены в таблице. Система имеет три неинвариантные точки: М, Q, Н (при  $60^\circ \text{C}$ ) рис. 1 и М', Q', Н' (при  $100^\circ \text{C}$ ) рис. 2, в которых в равновесии с раствором одновременно находятся три твердые фазы; обнаружено пять областей кристаллизации безводных солей: сульфита натрия; пиросульфита натрия; сульфата натрия; двойной соли  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 \cdot 8\text{Na}_2\text{SO}_4$  и смешанных кристаллов  $n\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot m\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Составы твердых фаз определялись химическими и рентгенографическим анализами.

Установлено, что с повышением температуры от  $60^\circ$  до  $100^\circ \text{C}$  область кристаллизации сульфита натрия уменьшается, а область смешанных кристаллов возрастает; меняются свойства двойной соли: конгруэнтнорастворимая при  $60^\circ \text{C}$  она становится инконгруэнтнорастворимой при  $100^\circ \text{C}$ .

Растворимость в системе  $\text{Na}_2\text{SO}_3 - \text{NaHSO}_3 - \text{Na}_2\text{SO}_4 - \text{H}_2\text{O}$  при  $60^\circ$  и  $100^\circ \text{C}$

№ опыта	Точки	Состав жидкой фазы (вес, %)							$\text{H}_2\text{O}$ (г/100г сухих солей)	Состав твердой фазы (вес,%)			Равновесная твердая фаза
		$\text{Na}_2\text{SO}_3$	$\text{NaHSO}_3$	$\text{NaHSO}_3$ в пересчете на $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$	$\text{Na}_2\text{SO}_4$	в пересчете на сухие соли				$\text{Na}_2\text{SO}_3$	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$	$\text{Na}_2\text{SO}_4$	
						$\text{Na}_2\text{SO}_3$	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$	$\text{Na}_2\text{SO}_4$					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Температура $60^\circ\text{C}$													
1	E <sub>1</sub>	2,30	45,87	41,9	0	5,2	94,8	0	126,244	-	-	-	$\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$
2		2,42	42,86	39,15	5,60	5,13	83,0	11,87	111,999	18,98	77,21	-	$\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$
3	E <sub>2</sub>	0	44,66	40,8	3,8	0	91,48	8,53	124,215	-	-	-	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 \cdot 8\text{Na}_2\text{SO}_4$
4		1,43	41,92	38,29	6,66	3,08	82,56	14,36	115,610	0,66	47,85	46,70	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 \cdot 8\text{Na}_2\text{SO}_4$
5	H	2,26	42,34	38,68	6,09	4,81	82,24	12,95	112,630	11,14	22,07	66,5	$\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 \cdot 8\text{Na}_2\text{SO}_4$
6		7,28	26,95	24,16	9,82	17,67	58,56	23,80	142,365	68,37	-11	25,52	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 \cdot 8\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_3$
7	E <sub>3</sub>	0	3,72	3,4	29,9	0	10,21	89,79	200,300	-	-	-	$\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 \cdot 8\text{Na}_2\text{SO}_4$
8	P <sub>1</sub>	7,95	0	0	25,8	23,55	0	76,44	196,266	-	-	-	$\text{Na}_2\text{SO}_4 + n\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot m\text{Na}_2\text{SO}_4$
9		5,31	5,73	5,24	23,25	15,71	15,50	68,79	195,858	4,34	0,3	90,99	$\text{Na}_2\text{SO}_4 + n\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot m\text{Na}_2\text{SO}_4$
10	M	4,63	7,94	7,25	21,67	13,80	21,61	64,59	198,062	12,11	11,30	74,52	$\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 \cdot 8\text{Na}_2\text{SO}_4 + n\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot m\text{Na}_2\text{SO}_4$

													Продолжение таблицы
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
11		9,48	12,72	11,62	13,74	27,22	33,34	39,44	187,026	39,81	6,43	55,92	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 \cdot 8\text{Na}_2\text{SO}_4 + n\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot m\text{Na}_2\text{SO}_4$
12	P <sub>2</sub>	22,3	0	0	3,9	85,11	0	14,88	281,679	-	-	-	$\text{Na}_2\text{SO}_3 + n\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot m\text{Na}_2\text{SO}_4$
13		18,84	4,16	3,80	6,77	64,06	12,92	23,02	240,020	90,43	0,52	10,0	$\text{Na}_2\text{SO}_3 + n\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot m\text{Na}_2\text{SO}_4$
14		15,85	7,36	6,72	9,69	49,137	20,63	30,04	209,981	96,11	0,62	4,1	$\text{Na}_2\text{SO}_3 + n\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot m\text{Na}_2\text{SO}_4$
15		13,71	12,59	11,50	8,49	40,68	34,12	25,19	196,736	77,46	1,19	21,17	$\text{Na}_2\text{SO}_3 + n\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot m\text{Na}_2\text{SO}_4$
16	Q	13,13	15,04	13,74	8,72	36,89	38,60	24,51	180,978	41,77	5,96	51,00	$\text{Na}_2\text{SO}_3 + n\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot m\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 \cdot 8\text{Na}_2\text{SO}_4$
Температура 100 °C													
17	E <sub>1</sub> '	2,6	50,83	46,43	-	4,98	95,02	-	105,97	-	-	-	$\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$
18		1,87	50,63	46,25	2,34	3,71	91,65	4,63	98,17	51,26	39,27	-	$\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$
19	E <sub>2</sub> '	-	53,5	48,9	1,99	-	96,09	3,91	96,5	-	-	-	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 \cdot 8\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$
20		0,63	50,97	46,56	3,46	1,25	91,91	6,83	97,43	-	46,34	43,46	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 \cdot 8\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$
21		0,805	46,7	42,63	4,12	1,71	89,44	8,85	97,28	-	30,69	61,0	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 \cdot 8\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$
22		2,64	41,51	37,92	5,60	5,72	82,15	12,13	116,63	2,21	26,79	57,48	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 \cdot 8\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$
23	H'	3,52	40,78	37,25	5,16	7,66	81,09	11,24	117,72	7,53	18,93	55,95	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 \cdot 8\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 + \text{Na}_2\text{SO}_3$
24	P	-	11,58	10,78	22,2	-	35,58	67,42	200,3	-	-	-	$\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 \cdot 8\text{Na}_2\text{SO}_4$

25		1,94	14,00	13,40	19,63	5,54	38,32	56,13	185,96	2,0	6,29	86,75	$\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 \cdot 8\text{Na}_2\text{SO}_4$
26	P <sub>1</sub> '	4,55	-	-	27,45	16,09	-	83,91	208,22	-	-	-	$\text{Na}_2\text{SO}_4 +$ $n\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot m\text{Na}_2\text{SO}_4$
27		3,73	3,31	3,02	25,93	11,40	9,25	79,35	205,997	19,46	1,08	80,78	$\text{Na}_2\text{SO}_4 +$ $n\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot m\text{Na}_2\text{SO}_4$
28		2,47	10,22	8,37	22,99	7,3	24,74	67,96	195,59	11,29	1,19	75,5	$\text{Na}_2\text{SO}_4 +$ $n\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot m\text{Na}_2\text{SO}_4$
29	M'	3,30	13,92	12,71	17,39	9,88	38,06	52,06	199,31	11,29	6,09	67,02	$\text{Na}_2\text{SO}_4 +$ $n\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot m\text{Na}_2\text{SO}_4$ $+ \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 \cdot 8\text{Na}_2\text{SO}_4$
30		5,18	14,70	13,43	15,79	15,06	39,04	45,90	190,70	12,66	4,91	71,65	$n\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot m\text{Na}_2\text{SO}_4 +$ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 \cdot 8\text{Na}_2\text{SO}_4$
31		7,31	17,03	15,56	10,57	21,87	46,54	31,60	199,00	23,46	2,90	63,63	$n\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot m\text{Na}_2\text{SO}_4 +$ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 \cdot 8\text{Na}_2\text{SO}_4$
32	P <sub>2</sub> '	19,76	-	-	2,79	85,84	-	13,16	338,6	-	-	-	$\text{Na}_2\text{SO}_3$ $+n\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot m\text{Na}_2\text{SO}_4$
33		13,79	7,19	6,56	5,87	52,6	25,00	22,4	281,38	68,3	3,54	13,5	$\text{Na}_2\text{SO}_3$ $+n\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot m\text{Na}_2\text{SO}_4$
34		11,1	10,22	8,37	6,41	42,9	32,35	24,75	286,39	71,06	3,26	14,0	$\text{Na}_2\text{SO}_3$ $+n\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot m\text{Na}_2\text{SO}_4$
35		10,67	13,41	12,27	6,8	35,88	41,25	22,86	236,25	78,71	3,39	16,3	$\text{Na}_2\text{SO}_3$ $+n\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot m\text{Na}_2\text{SO}_4$
36		9,12	16,16	14,76	6,45	30,07	48,67	21,26	229,71	29,43	3,0	65,67	$\text{Na}_2\text{SO}_3$ $+n\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot m\text{Na}_2\text{SO}_4$
37		8,94	17,96	16,40	5,60	28,89	53,01	18,10	223,21	65,22	5,55	14,96	$\text{Na}_2\text{SO}_3$ $+n\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot m\text{Na}_2\text{SO}_4 +$ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 \cdot 8\text{Na}_2\text{SO}_4$
38	Q'	9,68	20,19	18,44	4,61	29,60	56,30	14,10	205,53	78,47	5,07	8,50	$\text{Na}_2\text{SO}_3$ $+n\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot m\text{Na}_2\text{SO}_4 +$ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 \cdot 8\text{Na}_2\text{SO}_4$

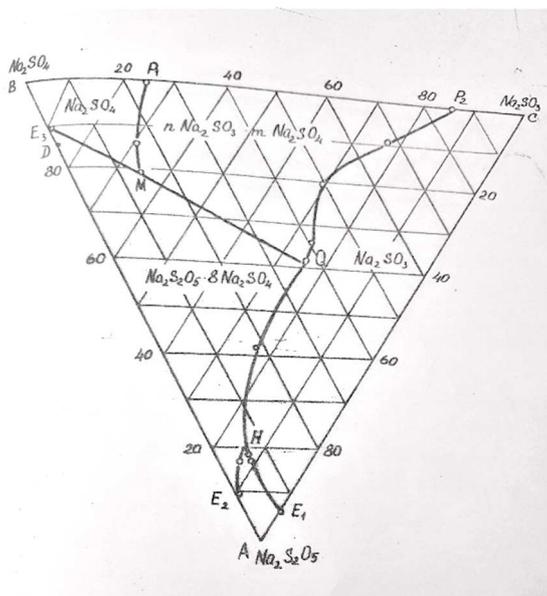


Рис. 1. Растворимость в системе  $\text{Na}_2\text{SO}_3 - \text{Na}_2\text{SO}_4 - \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 - \text{H}_2\text{O}$  при  $60^\circ\text{C}$

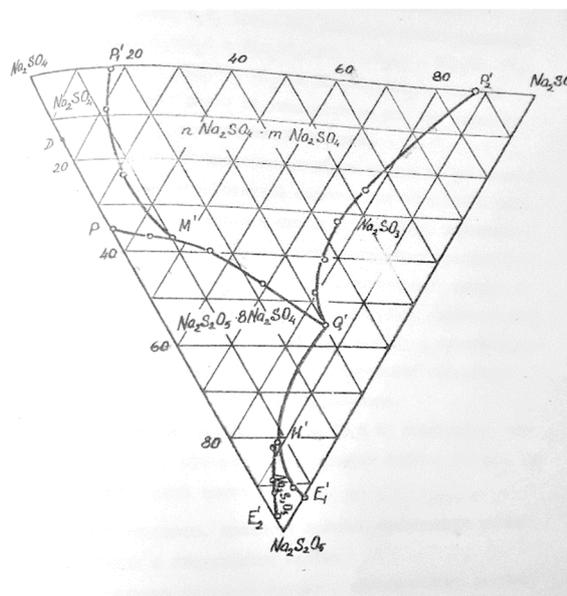


Рис. 2. Растворимость в системе  $\text{Na}_2\text{SO}_3 - \text{NaHSO}_3 (\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5) - \text{Na}_2\text{SO}_4 - \text{H}_2\text{O}$  при  $100^\circ\text{C}$

На основании полученных экспериментальных данных, графических построений и расчетов был разработан [4] циклический способ извлечения  $\text{SO}_2$  из отходящих газов предприятий Дальнего Севера (Надеждинский медно-никелевый завод), где затруднено использование сернистого ангидрида для производства серной кислоты и целесообразно получение элементарной серы; составлены регламенты ряда промышленных установок Ростовского ПХО, ТЭС Котласского ЦБК и др. Кроме того, изотермы имеют ценность как справочный материал и могут быть интересны студентам старших курсов, с целью усовершенствования химических процессов и разработки современных экономичных режимов утилизации  $\text{SO}_2$  в свете проектов «зеленая химия».

### Список литературы

1. Н.Н. Сотова, А.Г. Кузнецов, Н.С. Торочешников, *ЖПХ*, LI, 4, 1978. - С.779
2. Н.Н. Сотова, А.Г. Кузнецова, Н.С. Торочешников *Изучение растворимости в системе  $\text{Na}_2\text{SO}_3 - \text{NaHSO}_3 - \text{Na}_2\text{SO}_4 - \text{H}_2\text{O}$  при  $0^\circ\text{C}$* , *ЖПХ*, LI, 4, 1978. - С. 940-943.
3. Н.Н. Сотова *Исследование процесса утилизации  $\text{SO}_2$  сульфит-бисульфитным натриевым циклическим способом*, автореферат. – М., 1979 - С.20
4. Н.Н. Сотова, Н.С. Торочешников, А.В. Гладкий, М.В. Степанова, *Способ очистки газов от двуокиси серы*, Авторское свидетельство №831157, 1981.

# ИСКУССТВЕННЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ И АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

А.А. Маслова, К.В. Гришаков  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В статье описывается процесс создания простого и эффективного инструмента для прогнозирования качества воздуха и водных объектов, который позволяет получить отсутствующие данные мониторинга окружающей среды, прогнозирования уровней загрязнения воздуха и воды, уровня звука, автоматического анализа изображения и интерпретации результатов биологического мониторинга, оценки воздействия на окружающую среду, и многих других проблем.

В результате деятельности промышленных предприятий в приземный слой атмосферы и водные объекты выбрасывается значительное количество вредных веществ, оказывающих негативное воздействие на здоровье человека и окружающую среду. Решение задач по контролю этих выбросов невозможно без создания автоматизированной системы мониторинга загрязнения водных объектов и атмосферного воздуха промышленными предприятиями, в частности химической отрасли.

В связи с вышесказанным, в последние годы было уделено внимание совершенствованию методов моделирования явлений, происходящих в окружающей среде, включая создание прогноза качества воздуха и водных объектов. Как известно, генерация прогнозов может основываться на статистических или детерминированных моделях.

Искусственная нейронная сеть относится к группе статистических математических моделей. Стоит отметить, что возможности использования нейронных сетей различны. Они используются не только для обеспечения экологического мониторинга атмосферного воздуха и водных объектов, но и в других науках: экономике, медицине, промышленности и т.д. Возможность работать с переменными динамическими данными и их прогнозирование являются преимуществом такого метода [1].

В этой статье для создания искусственной нейронной сети, которая предсказывает концентрацию взвешенных частиц тяжелых металлов, которая является основной причиной возникновения явления смога, мы использовали метеорологические данные и данные о концентрациях тяжелых металлов, которые измеряются на измерительных станциях. Среднесуточные концентрации в период с 1 января 2012 года по 31 декабря 2013 года, которые были зарегистрированы на трех измерительных станциях, действующих в Туле в рамках государственной программы мониторинга окружающей среды.

На станции возле ПАО «Тулачермет» оценивается уровень загрязнения. На

второй станции ПАО «Косогорский металлургический завод» измеряется уровень промышленных загрязнений. Станция по пр. Ленина г.Тула является фоновой станцией. Измерение взвешенных частиц тяжелых металлов выполняется автоматически.

Существуют измеренные уровни концентрации других загрязняющих воздух веществ, кроме взвешенных частиц тяжелых металлов, на вышеупомянутых измерительных станциях. Эти загрязняющие воздух вещества: оксид азота (NO<sub>2</sub>), оксид азота (NO<sub>4</sub>), оксид серы (SO<sub>4</sub>), оксид углерода (CO<sub>2</sub>), бензол, озон (измеренный на воздухе), свинец, кадмий, мышьяк, бензо(а)пирен (измеряемый в твердых частицах). Данные, собранные во время измерений, отображены на веб-сайте Росприроднадзора.

В наших исследованиях набор входных данных состоит из метеорологических данных (максимальная, минимальная и средняя температура, средняя скорость ветра, средняя температура предыдущего дня) и средние суточные концентрации твердых частиц предыдущего дня. Используемые модели нейронных сетей имеют одну прогнозируемую величину – это концентрация твердых частиц тяжелых металлов. Результаты показывают, что для всех экспериментов данные случайным образом разделяются на три отдельных подмножества: 75 % для подмножества обучения, 15% для проверки и 15 % для тестирования. Различные типы нейронных сетевых архитектур были построены и испытаны, чтобы найти лучшую сеть для каждой измерительной станции. Во всех проверенных случаях, сети МСП с одним скрытым слоем достигли лучших результатов, чем РБФ сетей. Наилучшие результаты были достигнуты, когда сети МСП прошли обучение посредством алгоритма обратного распространения (ОР). Подробные результаты проведенных испытаний приведены в таблице 1 [2-3].

Таблица 1  
Характеристики наилучших моделей нейронных сетей

Станция мониторинга	Тип ИНС (количество слоев/нейронов)	Алгоритм обучения	Коэффициент достоверности	Наибольшее расхождение результатов измерений и прогнозирования (мкг)
ПАО «Тулачермет»	МСП (6–13–1)	ОР	0.908	12.64
ПАО «КМЗ»	МСП (6–18–1)	ОР	0.921	9.92
Пр-т Ленина	МСП (6–15–1)	ОР	0.933	9.89

Во второй колонке лучшие ИНС с числом нейронов в трех слоях (входной, скрытый и выходной). Из таблицы 1 можно видеть, что использование алгоритма обратного распространения дает коэффициенты достоверности выше 0,9 для каждой станции. Наименьшая средняя абсолютная величина между настоящим (реальным) значением и спрогнозированным значением (для подмножества тестирования) составило 9,89 мкг для станции ПАО «КМЗ». Самый большой был равен 12,64 мкг для станции ПАО «Тулачермет».

Рисунки 1-3 иллюстрируют способность сети с многослойным персептроном для прогнозирования концентрации взвешенных частиц тяжелых металлов. Синие линии показывают полученные значения концентраций, красные линии показывают спрогнозированные значения.

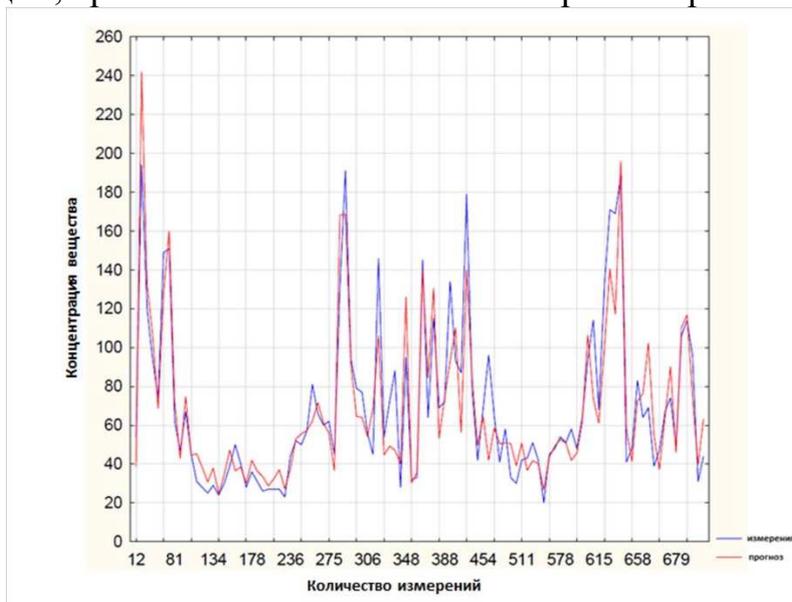


Рис.1. Измеренные и спрогнозированные посредством ИНС данные концентрации взвешенных частиц тяжелых металлов на ПАО «Тулачермет»

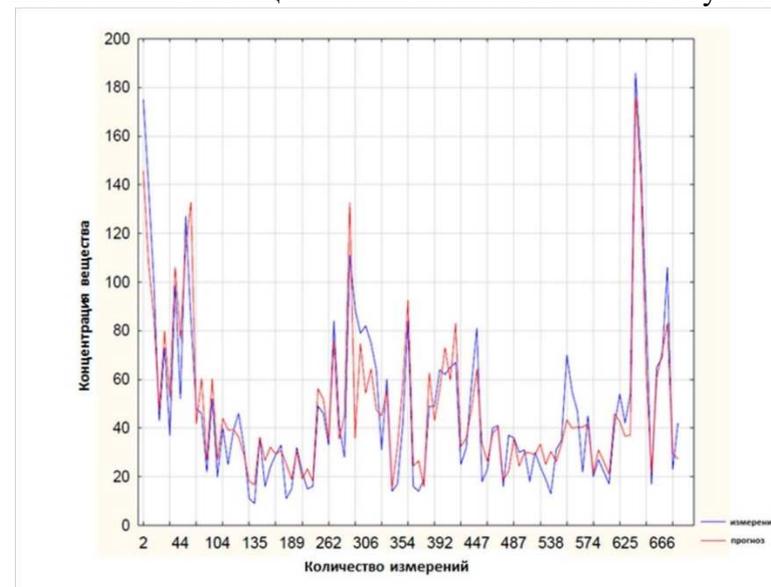


Рис.2 Измеренные и спрогнозированные посредством ИНС данные концентрации взвешенных частиц тяжелых металлов на ПАО «КМЗ»

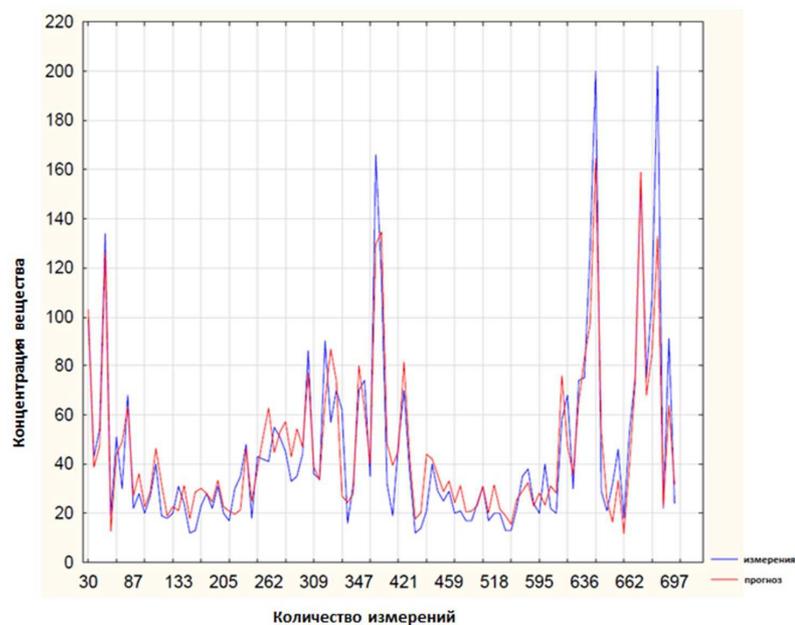


Рис.3 Измеренные и спрогнозированные посредством ИНС данные концентрации взвешенных частиц тяжелых металлов на пр-те Ленина

Как мы видим, нейронные сети получили высокую достоверность во всех случаях. Можно заметить, что распределения разностей между ожидаемым значением и прогнозируемым значением схожи для каждой измерительной станции. Большинство различий находятся в диапазоне от -10 до 10 мкг. Эксперименты показывают, что 57,7 % результатов, полученных для станции ПАО «Тулачермет», находятся в этом диапазоне. Эти значения составляют 73,3 % и 61,5% для станций пр. Ленина и станции ПАО «КМЗ» соответственно. Иллюстративную гистограмму упомянутых различий мы можем видеть на рисунке 4. Важно также отметить, что для каждой измерительной станции различия между полученным значением и прогнозируемым значением меньше для концентраций нижних диапазонов взвешенных частиц тяжелых металлов. Одновременно в наборе данных, используемом в процессе обучения, преобладают случаи концентрации взвешенных частиц тяжелых металлов ниже 100 мкг [4-5].

Наиболее приоритетно стоит задача создать простой и эффективный инструмент для прогнозирования качества воздуха и водных объектов. Как показали наши исследования, искусственные нейронные сети являются эффективным инструментом в прогнозировании концентраций взвешенных частиц тяжелых металлов. Многие исследователи ставили вопрос о прогнозе концентраций тяжелых металлов и других загрязнителей воздуха и водных объектов с помощью ИНС. Они использовали различные параметры в качестве входных данных, адаптированных к выходным данным и локальным условиям. Правильный выбор входных и выходных данных с четкой зависимостью между ними необходим для получения достоверных результатов. Невозможно построить одну универсальную модель нейронной сети, которая позволит прогнозировать различные

загрязняющие вещества в разных областях. Сеть должна быть разработана и подготовлена индивидуально для каждого случая.

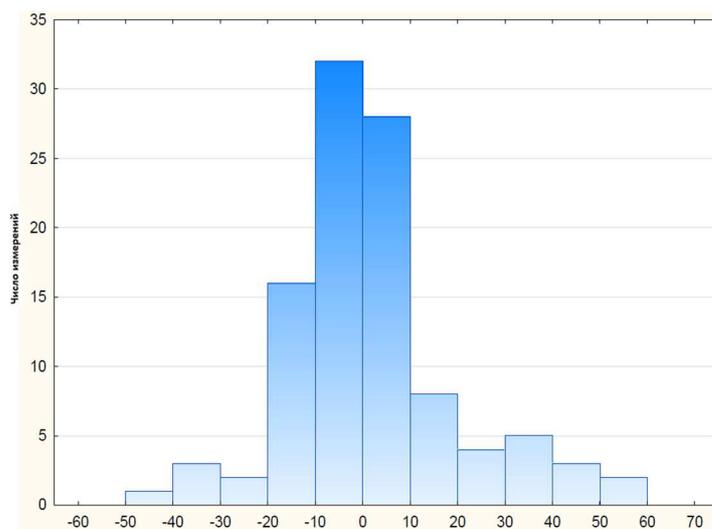


Рис.4 Разница между измеренными и спрогнозированными посредством ИНС значениями концентрации взвешенных частиц тяжелых металлов (мкг) на ПАО «Тулачермет»

*Материалы подготовлены в рамках Гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых - докторов наук (конкурс МД-2018).*

#### **Список литературы**

1. Бурман В.М., Кропотов Ю.А. Автоматизированная распределенная система экологического мониторинга окружающей среды модульного типа// *Известия ОрелГТУ. Серия «Информационные системы и технологии»*. – 2008. - № 1-2/269(544). – с. 53-57.

2. Кантюков Р.А., Панарин В.М., Горюнкова А.А., Гришаков К.В. Информационно-измерительная система построения полей загрязнения атмосферного воздуха при разрыве магистральных газопроводов// *Успехи в химии и химической технологии*. 2016. Т. 30. № 2 (171). С. 141-142..

3. Мешалкин В.П., Панарин В.М., Рыбка Н.А., Горюнкова А.А. Оценка рассеивающей способности атмосферы химического комплекса и особенности его мониторинга (на примере города Новомосковска тульской области)// *Химическая промышленность сегодня*. 2017. № 4. С. 29-34.

4. Организация мониторинга загрязнения атмосферы химически опасными объектами/ В.П. Мешалкин, В.В. Лесных, А.В. Путилов, А.А. Горюнкова // *Ежемесячный научно-технический и производственный журнал «Цветные металлы»*. – 2015. - №4. – С. 85-88.

5. Горюнкова А.А. Современное состояние и подходы к разработке систем мониторинга загрязнения атмосферы / А.А. Горюнкова// *«Известия ТулГУ. Технические науки»*. Изд-во ТулГУ. 2013, Вып.11. - С. 251-260.

# СТРУКТУРА И ТЕХНИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ И АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

А.А. Маслова, К.В. Гришаков  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В статье описывается процесс создания простого и эффективного инструмента для прогнозирования качества воздуха и водных объектов, который позволяет получить отсутствующие данные мониторинга окружающей среды, прогнозирования уровней загрязнения воздуха и воды, уровня звука, автоматического анализа изображения и интерпретации результатов биологического мониторинга, оценки воздействия на окружающую среду, и многих других проблем. Представлены обобщенная структурная схема автоматизированной системы мониторинга загрязнения водных объектов и атмосферного воздуха, алгоритм формирования, схема работы и функциональная структура автоматизированной системы мониторинга загрязнения атмосферного воздуха, а также схема работы автоматической станции многокомпонентного контроля качества поверхностных вод. Даны преимущества использования автоматизированной системы мониторинга.

К основным задачам автоматизированной системы мониторинга загрязнения водных объектов и атмосферного воздуха относят: непрерывный сбор экологической и метеоинформации; запись и хранение информации; преобразование информации в вид, наиболее удобный для анализа; формирование рекомендаций для принятия управленческих решений.

Накопление экологических данных на сервере осуществляется с помощью стационарных постов мониторинга, 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 [1].

Для решения задачи мониторинга загрязнения водных объектов и атмосферы наиболее эффективно применение сети GSM для организации каналов передачи данных. Это позволит создать единую автоматизированную систему мониторинга загрязнения водных объектов и атмосферного воздуха с обоснованием загруженности каналов передачи информации, что обеспечит надежность работы системы в целом. Такое решение обеспечивает сбор и хранение информации о местоположении и состоянии потенциально опасных объектов с помощью GPS/ГЛОНАСС и передачу ее с заданной периодичностью с помощью GSM сети в центр

информационной системы. Вся информация, отображенная на электронных картах города, области или страны, поступает от всех устройств контроля, которые встроены на объекте [2].

Автоматизированные системы на основе сети GSM для различных областей применения можно классифицировать по способу передачи информации между центром управления и блоками GSM, установленными на территориально удаленных объектах. Способы передачи могут быть следующими: Voice DATA, SMS, GPRS. Выбор того или иного способа передачи информации в автоматизированной системе экологического мониторинга зависит от конкретных условий проектирования информационной системы, надежности приема сигналов в сети GSM, загруженности базовых станций на данной конкретной территории расположения контролируемых объектов.

Во всех случаях необходимо проводить обоснованную оценку загруженности каналов до подключения автоматизированной системы к сети GSM. На основе этой оценки проводить теоретические исследования и моделирование возможных потоков запросов в штатном и аварийном режимах удаленных объектов на предмет обеспечения своевременной их обработки для обеспечения надежной работы системы в реальном масштабе времени [3-4].

Техническая реализация автоматизированной системы мониторинга загрязнения водных объектов и атмосферного воздуха проводилась кафедрой охраны труда и окружающей среды Тульского государственного университета совместно с группой компаний СервисСофт. Схема работы автоматизированной системы мониторинга загрязнения атмосферного воздуха приведена на рис. 1. Составные элементы системы представлены на рисунке 2.

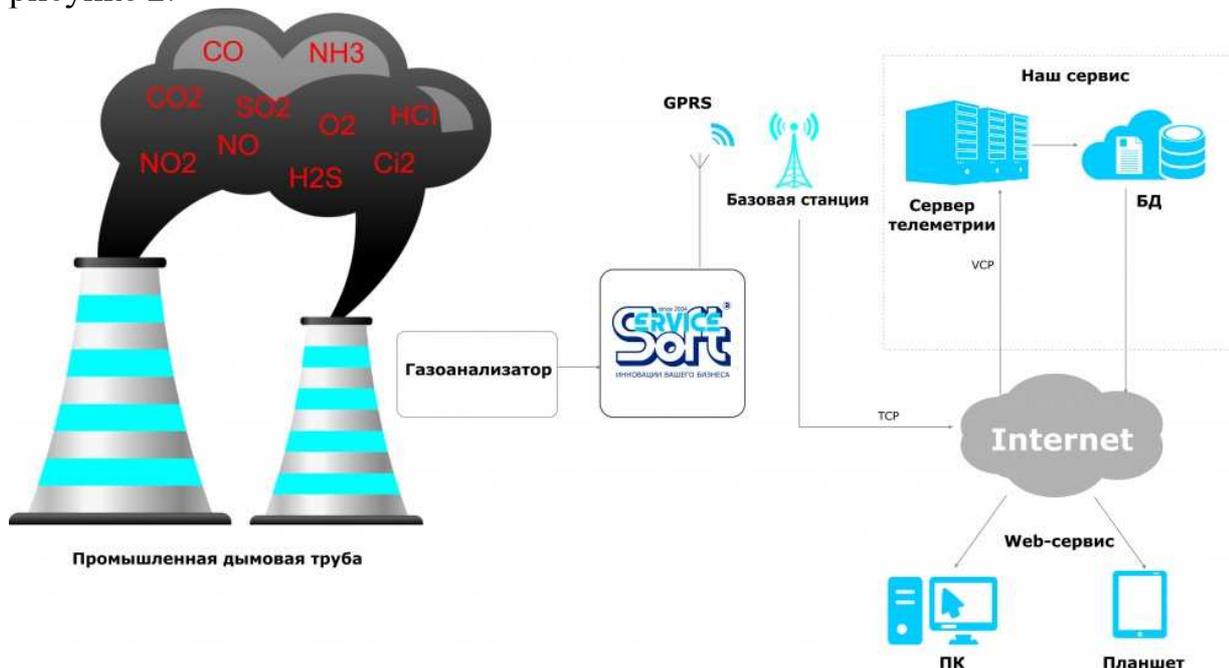


Рис. 1. Схема работы автоматизированной системы мониторинга загрязнения атмосферного воздуха

## КОМПЛЕКС ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ



## ГАЗОАНАЛИЗАТОРЫ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА



Хемилюминесцентный газоанализатор озона в атмосферном воздухе (3.02 П-А)



Электрохимический газоанализатор CO в атмосферном воздухе (К-100)



Хемилюминесцентный газоанализатор NH<sub>3</sub>, NO и NO<sub>2</sub> в атмосферном воздухе (Н-320А)



Хемилюминесцентный газоанализатор NO и NO<sub>2</sub> Р-105



Оптический газоанализатор SO<sub>2</sub> в атмосферном воздухе и технологических газовых смесях (С-105А)



Хемилюминесцентный газоанализатор H<sub>2</sub>S и SO<sub>2</sub> в атмосферном воздухе (СВ-320)

Рис. 2. Составные элементы автоматизированной системы мониторинга загрязнения атмосферного воздуха

По аналогии была разработана автоматизированная система мониторинга загрязнения водных объектов. Стационарная береговая автоматическая станция многокомпонентного контроля качества поверхностных вод представлена на рисунке 3. Схема работы представлена на рисунке 4.



Рис. 3. Стационарная береговая автоматическая станция многокомпонентного контроля качества поверхностных вод

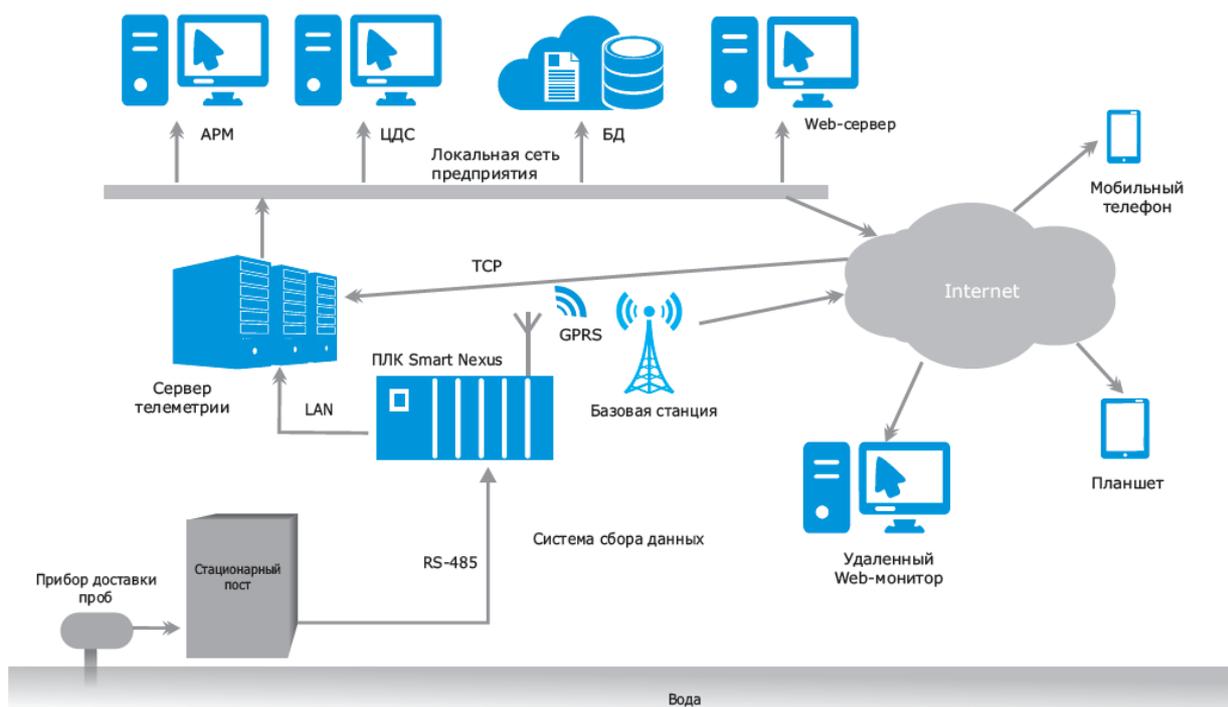


Рис. 4. Схема работы автоматической станции многокомпонентного контроля качества поверхностных вод

С постов сбора проб данные поступают через систему телеметрии на автоматизированное рабочее место оператора, на web-сервис и в центральную диспетчерскую систему. Кроме того, данные формируются в базу данных. Можно подключить различные мобильные устройства, а именно мобильный телефон, планшет, удаленные web-монитор для более удобного использования [5-7].

Полностью разработано программное обеспечение автоматизированной системы мониторинга, которая имеет ряд преимуществ, а именно высокое быстродействие, удобный интерфейс, стабильность работы, возможность подключения библиотек устройств, ведение внутренней статистики работы, защита от внешних воздействий.

*Материалы подготовлены в рамках Гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых - докторов наук (конкурс МД-2018).*

### Список литературы

1. Калинина Е.А. Об экологическом мониторинге качества воды для некоторых моделей распространения загрязнений в океане / Е.А. Калинина // Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2009. - № S17. - С. 283-286.
2. Кантюков Р.А., Панарин В.М., Горюноква А.А., Гришаков К.В. Информационно-измерительная система построения полей загрязнения

*атмосферного воздуха при разрыве магистральных газопроводов// Успехи в химии и химической технологии. - 2016. - Т. 30, № 2 (171). - С. 141-142.*

3. *Маслова А.А. Сточные воды и их очистка/ А.А. Маслова, Д.С. Фурсова // Современные проблемы экологии: доклады XX Междунар. науч.-технич. конференции - Тула: Инновационные технологии, 2018. – С.49-50.*

4. *Мешалкин В.П., Панарин В.М., Рыбка Н.А., Горюноква А.А. Оценка рассеивающей способности атмосферы химического комплекса и особенности его мониторинга (на примере города Новомосковска тульской области)// Химическая промышленность сегодня. - 2017. - № 4. - С. 29-34.*

5. *Суворова Г.П. Автоматизированная система экологического контроля предприятия [Текст] / Г.П. Суворова // Методы и устройства передачи и обработки информации : межвуз. сб. научн.тр. – Вып. 4 / под ред. В.В. Ромашова, В.В. Булкина. – СПб.: Гидрометеиздат, 2004. – С. 347.*

6. *Маслова А.А. Микропроцессорный блок автоматического сбора, обработки и передачи данных по каналам сотовой связи о состоянии утилизированной свалки коммунальных отходов / А.А. Маслова, С.А. Савенкова, М.М. Камышина // Инновационные наукоемкие технологии: доклады V международной научно-технической конференции. - Тула: Инновационные технологии, 2018. – С.119-122.*

7. *Панарин В.М., Горюноква А.А., Гришаков К.В. Разработка автономных станций и системы контроля загрязнения атмосферного воздуха// Экологические системы и приборы. - 2017. - № 9. - С. 21-27.*

## **К ВОПРОСУ О ПРОГНОЗИРОВАНИИ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

Д.Ю. Чадова

Тульский государственный университет,  
г. Тула

***Аннотация.** В статье раскрыто содержание планирования и прогнозирования природопользования, методологические основы этих видов деятельности, ключевые методы и способы регулирования природопользования.*

Сегодня проблема взаимодействия общества и естественной среды во всех ее многочисленных аспектах, как никогда актуальна. Деятельность человека, как отмечал К. Маркс, направлена на трансформацию вещества природы и придание ему формы, пригодной для нашей жизни. Но удовлетворяя свои потребности, мы губим наш дом, нашу планету. Изменение климата, загрязнение пресных вод, мирового океана, воздуха, кислотные дожди и другие глобальные проблемы – последствия вмешательства в природную среду.

Возникающие проблемы имеют не только чисто экологическую составляющую, но и экономическую. Поэтому необходима всесторонняя оценка экологических, природоохранных и экономических последствий вмешательства человека в природную среду на основе прогнозирования.

Под прогнозированием природопользования следует понимать научно обоснованные суждения о возможных состояниях природных объектов или явлений в будущем и способах воздействия на них с целью придания им необходимых свойств или направлений развития.

Необходимость прогнозирования природопользования следует рассматривать с двух точек зрения: экологии, охраны окружающей среды и экономики. Обе точки зрения не исключают, а дополняют друг друга. С точки зрения экологии и охраны окружающей среды необходимость в прогнозировании природопользования состоит в оценке последствий антропогенных изменений окружающей среды для человека и для биосферы в целом, а также в обосновании стратегических направлений взаимодействия человека с природой.

С точки зрения экономики необходимость в прогнозировании природопользования состоит в повышении экономической эффективности использования финансовых, материальных и трудовых ресурсов как в производственной, так и в природоохранной сферах.

Цель прогнозирования природопользования заключается в оценке последствий антропогенной деятельности и повышении ее эколого-экономической эффективности на основе использования прогнозной информации.

Задачи прогнозирования природопользования: оценка последствий загрязнения окружающей среды; оценка последствий вмешательства в окружающую среду; прогнозирование естественного хода развития природных процессов; прогнозная оценка природно-ресурсного потенциала; поиск путей коэволюции человека и природы.

В XIX веке были высказаны первые научнообразные представления о возможных научных достижениях, которые в будущем станет использовать человек. Это были первые попытки использования элементов прогнозирования. В этот период высказывались идеи о возможности получения синтетической пищи, об использовании энергии солнца, внутреннего тепла Земли, речных и морских течений. В конце XIX века появляются и первые научные прогнозы о достижениях науки и техники.

В начале XIX века Т. Мальтус сформулировал закон перенаселения планеты. На основе обработки данных статистического характера он пришел к выводу, что численность населения Европы увеличивается более быстрыми темпами, чем производство продуктов питания. Это свидетельствует о необходимости регулирования численности населения и неизбежно приводит к выводу об ограниченности земных ресурсов и необходимости регулирования рождаемости.

В первой половине XX века усилился интерес к научно-техническому прогнозированию. В этот период многие теоретические предположения воплощаются в реальных проектах. В конце 1920-х годов инженер Н. Никольский предсказывал возможность атомного взрыва и использования водорода в качестве топлива. Им же были предсказаны возможные нежелательные последствия научно-технического прогресса.

Вторая половина XX века характеризуется интенсивным загрязнением окружающей среды, истощением ресурсов, возникновением локальных экологических проблем, появлением предпосылок для глобальных кризисов. Появилась реальная угроза существованию человеческой цивилизации. Это стало причиной составления большого числа разнообразных прогнозов о будущем Земли и цивилизации. В этот период развиваются научно обоснованные способы и принципы прогнозирования. Внимание, которое в этот период уделяется прогнозированию природопользования, во многом объясняется деятельностью Римского клуба, по заказу которого были подготовлены математические модели развития человеческого общества на ближайшую перспективу.

В 1960–1970-е годы за рубежом создаются многочисленные группы и фирмы, занимающиеся прогнозированием. В связи с появлением разного рода прогнозов и необходимостью использования прогнозной информации в 1980-х годах во многих учебных институтах введен курс «Прогнозирование».

Прогноз: Расчеты, проведенные на основании результатов наблюдений за процессами, происходящими в атмосфере, показывают, что в 2045–2055 гг. содержание  $\text{CO}_2$  увеличится в 2 раза, среднегодовая температура увеличится на 1,5–4,5°C. Это приведет к изменению регионального климата, сдвигу границ климатических поясов, перестройке биогеоценозов и экосистем, изменению условий выращивания сельскохозяйственных культур, а также значительному затоплению поверхности суши. В зону затопления попадут Шанхай, Лондон, Санкт-Петербург и ряд основных государств. Для предотвращения повышения содержания  $\text{CO}_2$  в атмосфере к 2010 г. необходимо уменьшить его выбросы в США на 20 %, в странах бывшего СССР на 15 %, в Китае на 10 % от современного уровня или увеличить площадь лесов соответственно на 10; 8; 4% (цифры условны). Для снижения выбросов  $\text{CO}_2$  в атмосферу и увеличения площади лесов в указанных размерах необходимо затратить 2–2,5 млрд. дол [7].

Метод прогнозирования – совокупность приемов и способов, направленных на анализ ретроспективных (обращенных в прошлое) данных, а также на изучение внешних и внутренних связей объекта прогнозирования, позволяющих сформулировать суждения определенной достоверности о его состоянии в будущем. В настоящее время известно около 150 различных методов прогнозирования.

По степени формализации методы прогнозирования делятся на инту-

итивные и формализованные. К интуитивным методам относят индивидуальные (интервью, аналитический, анкетирование) и коллективные (метод комиссии и метод «Дельфи»).

Интуитивные методы используют в тех случаях, когда невозможно учесть влияние многих факторов из-за сложности прогнозируемого объекта (явления) или ввиду отсутствия достаточного объема информации.

Индивидуальные методы прогнозирования основаны на учете суждений эксперта. Прогноз составляется на основе результатов простого собеседования, аналитической работы эксперта, либо в результате анкетирования. Преимущество индивидуальных методов прогнозирования состоит в возможности максимального использования интеллектуальных особенностей личности. Недостаток индивидуальных методов прогнозирования – их невысокая точность, которая является следствием невозможности исключения субъективизма при составлении прогноза. Методы коллективной экспертной оценки с этой точки зрения более приемлемы, так как учитывают суждения целой группы экспертов. Преимущество индивидуальных методов прогнозирования состоит в возможности максимального использования интеллектуальных особенностей личности. Недостаток индивидуальных методов прогнозирования – их невысокая точность, которая является следствием невозможности исключения субъективизма при составлении прогноза. Методы коллективной экспертной оценки с этой точки зрения более приемлемы, так как учитывают суждения целой группы экспертов.

В группу формализованных методов входят две подгруппы: методы экстраполяции, интерполяции и моделирования. Эти методы существенно отличаются от интуитивных. Они основаны на использовании математических расчетов, что позволяет давать более обоснованные прогнозы [8].

Метод экстраполяции представляет собой перенесение установленного характера развития процесса на будущее. С его помощью можно прогнозировать, что если процесс будет идти в современном направлении и наблюдаемыми темпами, то это приведет к тому-то и тому-то. Например, зная, что численность мирового населения растет и растет определенными темпами, можно сделать прогноз численности населения в будущем. Метод экстраполяции часто приводит к ошибкам, так как предполагает, что процесс и впредь будет идти так же, как до сегодняшнего момента, что отнюдь не всегда справедливо.

Оценка состояния окружающей среды может быть представлена, как это принято в России и за рубежом, в виде комплексных показателей состояния окружающей среды в заданном регионе, в масштабе республики, страны, а в отдельных случаях – в объеме Земного шара. Как правило, оценка состояния окружающей среды подразделяется на оценку ее составных частей (воздуха, воды, почвы и т.д.), реже – окружающей среды в целом.

Использование и охрана природных ресурсов в России предполагают проведение определенных мероприятий по их восстановлению и улучшению.

Статья 23 Закона РФ «О недрах» от 21 февраля 1992 года гласит, что главными направлениями рационального использования недр являются: полное извлечение из них полезных ископаемых, как основных, так и совместно залегающих; прогрессивную методику геологического изучения недр для верной оценки наличия полезных ископаемых, их количественного и качественного состава, а также для изучения особенностей территорий, не предназначенных для добычи полезных ископаемых [2].

Охрана недр включает в себя проведение мероприятий, главными из которых являются: охрана от пожаров, обводнения, затопления и прочих негативных факторов полезных ископаемых; охрана ценных месторождений от снижения качества добываемых ресурсов или от осложнений по их переработке; предотвращение загрязнения при проведении работ по пользованию недрами.

Статья 1 Водного кодекса РФ гласит, что охраной водных объектов является направленная на их сохранение и восстановление деятельность. Главная необходимость, на которую указывает статья 11 этого же кодекса – профилактика и максимальное устранение возможных негативных последствий использования водных объектов. Игнорирование этой необходимости приводит к появлению правовых последствий [4].

Лесной кодекс РФ в статье 2 устанавливает обеспечение рационального пользования лесными ресурсами, их охрану и воспроизводство как основное направление правовой деятельности лесного законодательства [6].

Главные мероприятия по охране лесов: ведение лесных работ ограничивающими отрицательное воздействие на используемые территории способами; применение мер по восстановлению лесов; очистка лесосек.

Охрана объектов животного мира Федеральным законом «О животном мире» от 24 апреля 1995 г. определяется как направленная на стабильное существование животного мира и сохранение животного генофонда деятельность, сопряженная с созданием правовых условий для использования объектов животного мира без негативных последствий [1].

Охрана земель, согласно статье 12 Земельного кодекса РФ, преследует следующие цели: предотвращение деградации, захламления, нарушения и загрязнения земель под воздействием хозяйственной деятельности человека; восстановление и улучшение подвергшихся негативному воздействию человеческой деятельности земель [5].

Согласно статье 1 Федерального закона «Об охране атмосферного воздуха», охраной атмосферного воздуха называется комплекс мер по улучшению свойств атмосферного воздуха с целью пресечения вредного воздействия оно на окружающую среду.

Обобщая положения экологического законодательства об охране и использовании окружающей среды, можно сделать вывод, что мероприятия по охране природных ресурсов направлены на сохранение и улучшение видовых, качественных и количественных характеристик возобновимых и невозобновимых природных ресурсов и предотвращение нанесения им вреда.

Необходимо помнить, что наша планета не «резиновая» и такая же «живая» как и мы, люди. Стремительный рост темпов материального производства медленно, но верно убивает окружающую среду, создавая непосредственную угрозу не только для человеческого существования, но и для всей экосистемы планеты. Чтобы решить данную проблему, необходим рациональный подход к природопользованию и охрана окружающей среды.

### **Список литературы**

1. *Федеральный закон «О животном мире» от 24.04.1995 N 52-ФЗ (последняя редакция).*
2. *Закон РФ «О недрах» от 21.02.1992 N 2395-1 (последняя редакция).*
3. *Федеральный закон «Об охране атмосферного воздуха» от 04.05.1999 N 96-ФЗ (последняя редакция).*
4. *«Водный кодекс Российской Федерации» от 03.06.2006 N 74-ФЗ (ред. от 02.08.2019).*
5. *«Земельный кодекс Российской Федерации» от 25.10.2001 N 136-ФЗ (ред. от 02.08.2019).*
6. *«Лесной кодекс Российской Федерации» от 04.12.2006 N 200-ФЗ (ред. от 27.12.2018).*
7. *Прогнозирование и планирование природопользования [Текст]: учеб. Пособие / Ю.А. Овсянников, Я.Я. Яндыганов; Федер. агентство по образованию, Урал. гос. экон. ун-т. – Екатеринбург: изд-во Урал. гос. экон. ун-та, 2008. – 129 с.*
8. *Рабочая книга по прогнозированию / Редкол.: И.В. Бестужев-Лада (отв. ред.). - М.: Мысль, 1982. - 430с.*
9. *Яндыганов Я.Я. Экономика природопользования [Текст] / Я.Я. Яндыганов. - Екатеринбург, 1997.*

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ**

Ю.Н. Пушилина, М.В. Кузичкин  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В статье рассмотрены вопросы экологического мониторинга окружающей природной среды. Проанализированы виды мониторинга и необходимость применения конкретного вида с целью прогнозирования состояния окружающей среды.

Одной из наиболее важных задач в современном мире экологическое состояние нашей планеты. Во всем мире пытаются создать системы охраны окружающей природной среды (ОПС). Важнейшим вопросом стратегии регулирования качества ОПС является вопрос создания системы, способной определять наиболее критические источники и факторы антропогенного воздействия на здоровье населения и ОПС, выделять наиболее уязвимые элементы и звенья биосферы, подверженные такому воздействию.

На сегодняшний день такой системой признана система мониторинга антропогенных изменений состояния окружающей природной среды, способная представить необходимую информацию для принятия решений соответствующими службами, ведомствами, организациями.

Основной принцип мониторинга – непрерывное слежение.

Цель экологического мониторинга – информационное обеспечение управления природоохранной деятельностью и экологической безопасностью, оптимизация отношений человека с природой.

Выделяют различные виды мониторинга в зависимости от критериев:

- биоэкологический (санитарно-гигиенический);
- геоэкологический (природно-хозяйственный);
- биосферный (глобальный);
- космический;
- климатический, биологический, здоровья населения, социальный

и др.

В зависимости от степени выраженности антропогенного воздействия различают мониторинг импактный и фоновый. Фоновый (базовый) мониторинг – слежение за природными явлениями и процессами, протекающими в естественной обстановке, без антропогенного влияния. Осуществляется на базе биосферных заповедников. Импактный мониторинг – слежение за антропогенными воздействиями в особо опасных зонах.

В зависимости от масштабов наблюдения выделяют глобальный, региональный и локальный мониторинги.

Глобальный мониторинг – слежение за развитием общемировых биосферных процессов и явлений (например, за состоянием озонового слоя, изменением климата, изменениями мирового океана).

Региональный мониторинг – слежение за природными и антропогенными процессами и явлениями в пределах какого-то региона (например, за состоянием озера Байкал).

Локальный мониторинг – мониторинг в пределах небольшой территории (например, контроль за состоянием воздуха в конкретном городе).

На региональном уровне близко расположенные источники воздействия «сливаются» в один групповой источник. В результате этого на региональном информационном портрете небольшой город с несколькими десятками эмиссии выглядит как один локальный источник, параметры которого определяются по данным мониторинга источников.

На федеральном уровне экологического мониторинга наблюдается еще большее обобщение пространственно распределенной информации. В качестве локальных источников эмиссии на этом уровне могут играть роль промышленные районы, достаточно крупные территориальные образования. При переходе от одного иерархического уровня к другому обобщается не только информация об источниках эмиссии, но и другие данные, характеризующие экологическую обстановку [1].

В Российской Федерации функционирует и развивается Единая государственная система экологического мониторинга (ЕГСЭМ), сформированная на трех основных организационных уровнях: федеральном, субъектов РФ и локальном (объектном) с целью радикального повышения эффективности службы наблюдения [2,3]. На основе результатов мониторинга разрабатываются рекомендации по снижению уровня загрязнения окружающей среды и прогноз на будущее.

Системы мониторинга связаны с экологической экспертизой и проведением оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС).

В результате вышесказанного применение экологического мониторинга позволяет за состоянием окружающей среды глобально (слежение за развитием общемировых изменений), и регионально (слежение за природными процессами и явлениями в пределах конкретного региона) [4]. Это позволяет следить за экологией в отдельном месте и предпринимать конкретные действия в случае изменения экологической обстановки.

### Список литературы

1. Пушилина Ю.Н. Организация и формирование искусственной среды на основе комплексного экологического контроля / Ю.Н. Пушилина // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. Серия / ТулГУ – Тула., 2016. – Вып. 7, ч. 2 / редкол.: О.И. Борискин (отв. ред.) [и др.]. – С. 145-150.

2. Автоматизированные системы экологического мониторинга атмосферы промышленно развитых территорий / В. М. Панарин [и др.]; Тульский государственный университет. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2006. – 164с.

3. Пушилина Ю.Н. Экологический контроль в строительстве / Ю.Н. Пушилина // Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики: материалы 12-й Международной конференции по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики. Тула - Минск -Донецк, 2-3 ноября 2016 г.: в 2 т. / ТулГУ [и др.]; под общ. ред. Р. А. Ковалева. – Тула. – ISBN 978-5-7679-3618-2., 2016. – Т. 2. – С. 93-95.

4. Анисимов А.П. Экологическое право России: учебник для вузов / А.П. Анисимов, А.Я. Рыженков, А.Е. Черноморец; Рос. акад. гос. службы при Президенте РФ [и др.]. – Волгоград: Альянс, 2005. – 440с.

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННЫХ ПАРКОВ

Ю.Н. Пушилина, Е.А. Воронина  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* История парков тянется еще с IV тыс. до н.э. со времен Древнего Египта, и прогресс в развитии достаточно интересен. Однако, на сегодняшний день прогресс начал резко деградировать. И в данной статье приведен анализ ситуации развития парков, а также причин регресса и способов устранения данной проблемы.

Парки пользуются спросом как в древние времена, так и в наше время. Они создают небольшие экологические уголки в наших городах, куда люди ходят отдохнуть от городской суеты, от транспортных выхлопов и насладиться природой. В наше время многие парки начинают терять популярность и приходить в упадок, и в данной статье мы рассмотрим причины, проанализируем и найдем выходы из данной ситуации.

История парков идет еще со времен древнего Египта [1]. Самые первые парки были очень богаты и колоритны своей значимостью. Создавались системы каналов, накопительных бассейнов, выращивали множество разнообразных цветов и деревьев. Развитие никогда не стояло на месте: создавались садовые перголы, висячие сады, беседки и посадки живой изгороди. Были придуманы также тематические парки, например, в Древнем Китае, где процветали духовные учения – создавалась композиция, основанная на естественных природных ландшафтах. Такие парки представляли собой цепь взаимосвязанных символов духовной жизни. На Руси парки начали появляться в XV-XVII вв. и прежде всего было связано с деятельностью монахов, которые накапливали необходимые навыки, берегли древние традиции, распространяли садоводческие знания по всем уголкам сначала Киевской, а потом и Московской Руси. Но в начале XVIII в. Петр I стал рассматривать садовое зодчество как одну из сфер своих обширных реформ Российского государства и считал его не только средством украшения, но и воспитания [2].

Городские парки – это место, где люди могут проводить свободное время и отдыхать от городской среды, наслаждаться природой. По статистическим наблюдениям деятельности парков культуры оказалось, что в первой половине дня в основном парки посещают люди пожилого возраста и дошкольного, а в вечернее время преимущественно молодые и среднего возраста. В зимнее время основная масса посетителей – любители активного отдыха. Основным требованием к паркам, таким образом, становится: наличие зоны тишины, наличие прогулочных подзон, зоны для активного отдыха. Также могут быть включены территории памятников архитектуры и садово-парковые искусства.

На сегодняшний день проблема состояния и развития парков является актуальной.

На данном изображении можно просмотреть зонирование. Зрелищная часть (аттракционы) отделена от основной территории парка, прогулочные зоны несколько удалены от главной аллеи. В совершенстве можно добавить выставочную проходную зону.

Большое внимание стоит уделить вопросам совершенствования. Во-первых, это определение целевой аудитории и создание условий для каждой из них (разные зоны или маршруты для разных возрастных групп, велосипедистов). Это то самое благоустройство, которое должно обеспечить удобства среды в виде пандусов, урн, ночного освещения, опрятной уборной и др. Во-вторых, необходима идейная поддержка места, его смысловая наполненность, то, что подчеркнёт уникальность парка. Ресурсами, например, могут быть как история города или парка, так и отдельная личность или событие, имеющая значение для города. В-третьих, не обойтись без рекламы парка. Необходимо проводить мероприятия и предоставлять возможности для инициатив самих граждан, можно подключать различные городские сообщества. Создавать зооуголки для детей, скейтпарки для подростков, устраивать танцевальные вечера для пенсионеров, эстафеты среди школьников, конкурсы студенческих проектов.



Функциональное зонирование парка

Отдельно стоит отметить прогрессивный подход к ландшафтному дизайну и малым архитектурным формам, которые могли бы отвечать духу современности и вызывать интерес горожан.

В заключении, необходимо отметить, что приведенными выше пунктами развитие привлекательности рекреационной среды не ограничивается, однако, их можно отметить как основные. Как только горожане начнут проводить время в благоустроенном парке, они начнут его по-своему любить, парк будет оживать, будет формироваться городская культура. Но чтобы это осуществить, в первую очередь нужно следить за состоянием парка, развивать его в зависимости от интересов окружающих.

### Список литературы

1. *omc.http://gardenweb.ru/istoriya-sadov-i-parkov*
2. *http://russia-greece2016.ru/culture/20160219/207925.html*
3. Сокольская О.Б. Ландшафтная архитектура: специализированные объекты: учеб. пособие для вузов / О.Б. Сокольская, В.С. Теодоронский, А.П. Вергунов. - М.: Академия, 2007. - 224с.
4. Гальперин, М.В. Экологические основы природопользования: учебник для учреждений среднего проф.образования / М.В.Гальперин. - М.: Форум-Инфра-М, 2003. - 256с.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА НА УЧАСТКЕ ПЕСКОСТРУЙНОЙ ОБРАБОТКИ МЕХАНОСБОРОЧНОГО ЦЕХА

М.В. Жучкова, Н.Ю. Чеботаев, Л.В. Кашинцева  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В статье выполнен расчет выбросов загрязняющих веществ пескоструйного участка механосборочного цеха «АК «Туламашзавод». Анализ выбросов показал, что наибольшие концентрации имеет пыль неорганическая с содержанием диоксида кремния от 20-70%. Для очистки выбросов от пыли неорганической был запроектирован рукавный фильтр. Повторный расчет показал, что после установки рукавного фильтра концентрация пыли на границе санитарно-защитной зоны и в жилой застройке не превысит ПДК.

Атмосферный воздух является важнейшей жизнеобеспечивающей природной средой. Результаты экологических исследований однозначно говорят о том, что загрязнение приземной атмосферы – самый мощный, постоянно действующий фактор воздействия на человека и окружающую среду. Ежедневно в атмосферу выбрасываются различные смеси

загрязняющих веществ. В России примерно 15 млн. человек живут на загрязнённой территории. Ежегодно регистрируется около 16 000 смертей от заболеваний органов дыхания. При загрязнении атмосферы на уровне более  $0,3 \text{ мг/м}^3$  дополнительная смертность составляет 4-19 % (– 4,4 года от продолжительности жизни). В целом, риск смерти от аэрозольного загрязнения воздуха оценивается как высокий, и соизмерим с риском смерти от хронического бронхита и всех несчастных случаев.

По объёму выбросов в атмосферу от стационарных источников Тульская область занимает первое место в Центральном Федеральном Округе, а по объёму стоков – третье, уступая лишь Москве и Ярославской области. Складывающаяся в регионе экологическая ситуация ухудшает показатели заболеваемости и смертности населения. Подтверждена зависимость уровня заболеваемости органов дыхания, сердечно-сосудистых и онкологических патологий, сокращения общей продолжительности жизни от состояния окружающей среды. По указанным критериям здоровье населения г. Тулы хуже, чем в областных центрах соседних регионов. Таким образом, Тульская область относится к группе субъектов РФ с напряжённой экологической обстановкой.

Тульским государственным университетом проводятся многолетние исследования источников и механизмов загрязнения приземной атмосферы территорий Тульской области канцерогенными и неканцерогенными веществами, включая аэрозольные частицы (пыль), и продуктами их трансформации с целью среднесрочной оценки рисков формирования заболеваемости населения. Особенностью Тулы, как и большинства старинных городов, является «мозаичный тип» загрязнения городских территорий, вызванный сосредоточением промышленных предприятий в центральной части городской застройки. Примером может служить предприятие «АК «Туламашзавод», которое располагается в центре г. Тулы и выпускает машиностроительную продукцию широкого назначения, в том числе изделия военно-технического назначения. В соответствии с санитарной классификацией предприятий и производств, производство «АК «Туламашзавод» относится к 4-му классу с размером ориентировочной санитарно-защитной зоны 100 м (раздел 7.1.2, класс IV, п. 15 Машиностроительные предприятия с металлообработкой, покраской без литья).

Тема исследований: оценка воздействия выбросов пескоструйного участка механосборочного цеха на окружающую среду прилегающих территорий. Для этого был произведен расчет рассеивания вредных примесей в атмосфере по программе «УПРЗА ПДВ – Эколог» для промышленной площадки «АК «Туламашзавод» в локальной системе координат. Расчет рассеивания загрязняющих веществ был произведен с учетом фоновых загрязнений атмосферы.

Анализ результатов расчетов показал, что наибольшие концентрации, в расчетных точках на территории жилой застройки, примыкающей к АО «АК «Туламашзавод», имеет пыль неорганическая с содержанием диоксида кремния (20-70%  $\text{SiO}_2$ ). Её превышение над ПДК составляет от 1,8 до 2 раз. Приземные концентрации по остальным загрязняющим веществам незначительны и составляют 0,01- 0,04 ПДК.

Распределение концентраций  $\text{SiO}_2$  в атмосфере вокруг «АК «Туламашзавод» приведено на рис. 1.

Попадая в организм человека, пыль оказывает влияние на органы дыхания, пищеварения, кожные покровы, слизистые оболочки и глаза в форме пневмокониозов, отравлений и опухолей, дерматитов и экзем, конъюнктивитов. Ядовитые неорганические пыли (свинец, цинк, мышьяк и другие) действуют преимущественно на органы пищеварения, слизистые оболочки и глаза, неядовитые – засоряют верхние дыхательные пути, вызывают бронхиты, гнойничковые заболевания кожи. Наиболее частыми заболеваниями являются бронхиты и пневмокониозы. Бронхиты возникают при задержке крупных частиц (более 5 мкм) в верхних дыхательных путях, пневмокониозы – возникают как результат действия пыли размером частиц менее 5 мкм. В зависимости от химического состава пыли могут развиваться различные виды заболеваний [1].

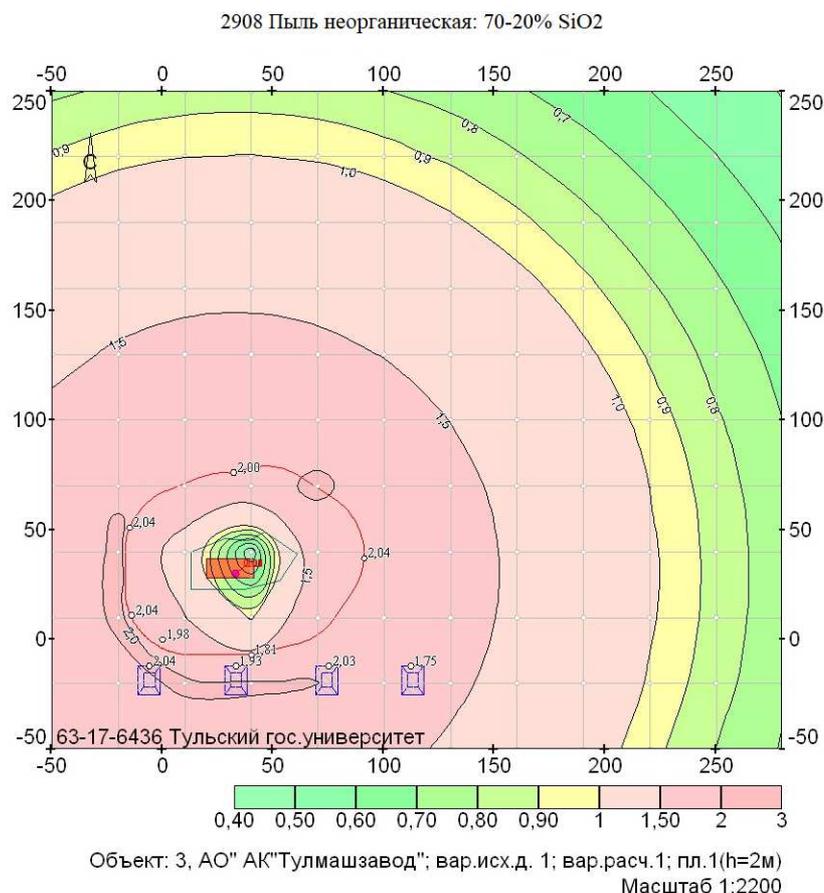


Рис.1. Распределение приземной концентрации пыли неорганической

Поэтому важнейшей задачей является подбор и расчет экозащитного оборудования для уменьшения выбросов неорганической пыли.

Для очистки выбросов от пыли для участка пескоструйной обработки металлов был запроектирован рукавный фильтр. Данный фильтр способен перехватывать и удалять из воздуха частицы пыли размером от 0,1 до 100 микрон в режиме циркуляции или вывода. Это обычно дает не только высокую очистку от выбросов, но и возможность обеспечить безопасный режим работы. Эффективность очистки рукавного фильтра – 99%.

Схема рукавного фильтра представлена на рис.2.

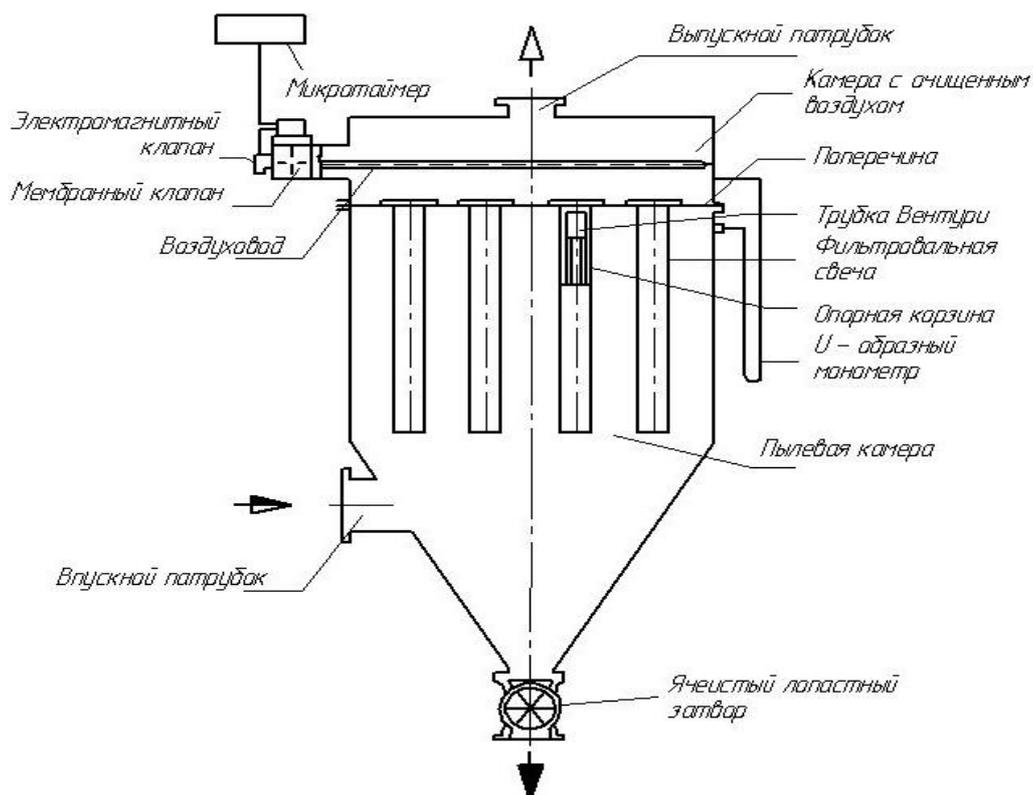


Рис.2. Схема рукавного фильтра

Принцип работы рукавного фильтра состоит из 2-х этапов [2]:

1 этап: забор воздуха, который отправляется в очищающий канал;

2 этап: непосредственно фильтрация.

Устройство и принцип работы рукавного фильтра позволяют воспользоваться рядом функциональных и технологических преимуществ [3]:

- простота монтажа и эксплуатации системы очистки воздуха;
- возможность непрерывной работы в составе системы вентиляции;
- простое обслуживание и минимальные затраты на поддержание работоспособности;
- эффективная очистка воздуха от загрязнений с одновременной и циклической очисткой фильтра от накопленного материала.

Рукавные системы могут отличаться технологией очистки каналов-фильтров от накопленного материала. Эта операция может производиться по двум технологиям: *механизированным встряхиванием* или с помощью импульсной продувки. Последний вариант предполагает воздействие сжатого воздуха на поверхность канала. В итоге рукавные фильтры продуваются и избавляются от частичек пыли, которые там находятся. Механизированная регенерация производится посредством вибровстряхивания [3].

Повторный расчет показал, что после установки рукавного фильтра концентрация пыли неорганической на границе санитарно-защитной зоны и в жилой застройки не превысит ПДК. Из этого можно сделать вывод, что данный способ очистки достаточно эффективен.

### Список литературы

1. А.П. Пришивалко. *Пыль – как химический фактор, влияющий на здоровье человека*. ГУ «Минский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья». – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://gigiena.minsk-region.by/ru/obraz/statyi?id=1642>
2. *Рукавный фильтр: конструкция, принцип работы и назначение*. – [Электронный ресурс]– Режим доступа: <https://tokar.guru/instrumenty/rukavnyu-filtr-konstrukciya-princip-raboty-i-naznachenie.html>
3. *Рукавный фильтр. Tun FabricClean. FLSmidth Airtich. Техническое описание*. – [Электронный ресурс]– Режим доступа: [http://www.sibem-bkz.com/\\_upload/upl\\_file1306203159\\_1.pdf](http://www.sibem-bkz.com/_upload/upl_file1306203159_1.pdf)

## ОЧИСТКА ВЫБРОСОВ ТЕРМИЧЕСКОГО ЦЕХА АО «АК «ТУЛАМАШЗАВОД» ОТ ОКСИДА НИКЕЛЯ

Н.Ю. Чеботаев, М.В. Жучкова, Л.В. Кашинцева  
Тульский государственный университет  
г. Тула

*Аннотация.* Данная работа посвящена анализу влияния термического цеха АО «АК «Туламашзавод» на атмосферу прилегающих городских территорий. В работе выполнены расчеты рассеивания вредных выбросов по программе «УПРЗА ПДВ – Эколог», по результатам которых предложены мероприятия по уменьшению выбросов оксида цинка в атмосферу города Тулы.

В представленном исследовании проведена оценка влияния термического цеха АО «АК «Туламашзавод» на состояние атмосферного воздуха (расчетные и картографические методы) на основании изученной на преддипломной практике экологической документации.

В термическом цехе предприятия «АК «Туламашзавод» осуществляется производственная деятельность, сопровождающаяся выделениями загрязняющих веществ в атмосферу от следующих участков:

- механического участка;
- участка сварки металла;
- участка термообработки.

Основным видом деятельности механического участка является механическая обработка металлов. Источниками выделения химических веществ на данном участке являются (рис. 1): полировальный станок (поз. 6), пескоструйная камера (поз. 8), точильно-шлифовальный станок (поз. 5). При их работе выделяется металлическая и абразивная пыль.

На участке сварки происходит полуавтоматическая сварка сталей в среде аргона неплавящимся электродом. В ходе работы выделяются: марганец и его оксиды, оксиды хрома, оксиды углерода, никель и его оксиды.

На участке термообработки (рис. 1) источниками вредных выбросов являются: печь азотирования (поз. 7), соляная ванна-печь (поз. 3), масляная ванна-печь (поз. 4), селитровая ванна-печь (поз. 2). В воздух рабочей зоны выделяются: оксид углерода, аммиак, пары хлора, пары масла, оксид азота, пыль неорганическая.

Перечень загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу, представлен в таблице 1.

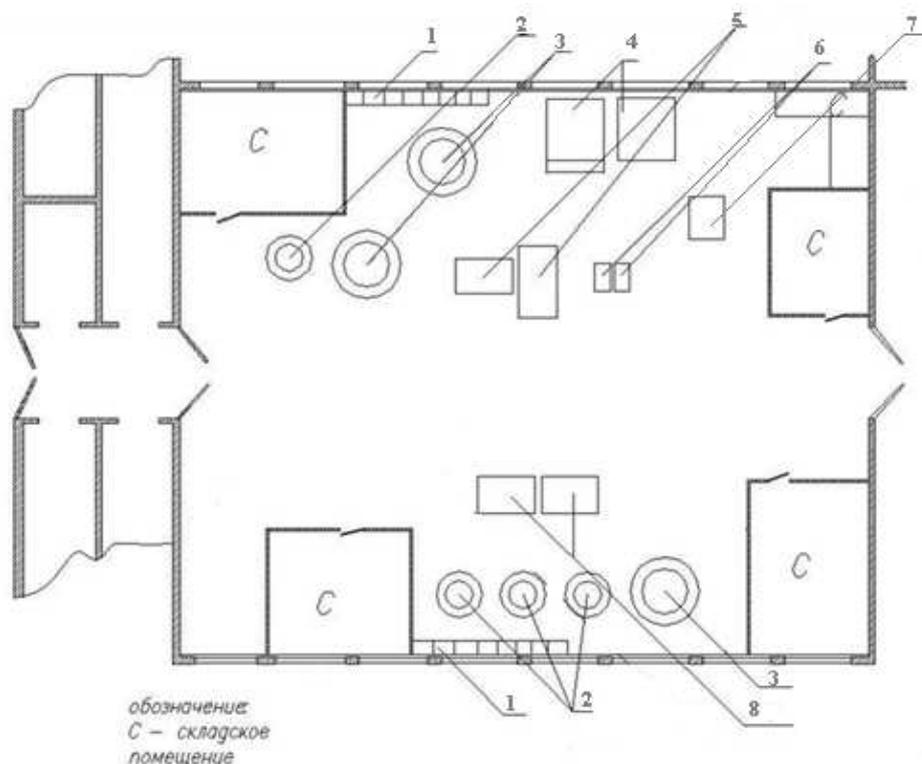


Рис.1 План расположения оборудования в термическом цехе

Таблица 1

## Наименование оборудования и перечень загрязняющих веществ в цехе

№ п/п	Наименование оборудования	Название загрязняющего вещества	Выбросы загрязняющего вещества	
			г/с	т/г
Поз.1	Сварочный пост	Оксиды марганца	0,0175	0,000035
		Оксиды хрома	0,005	0,00001
		Оксид углерода	0,125	0,00025
		<b>Оксиды никеля</b>	<b>0,2</b>	<b>0,0001</b>
Поз.2	Селитровая ванна-печь	Оксида азота	0,0000068	0,0000059
Поз.3	Соляная ванна-печь	Пары хлора	0,0002	0,00056
		Оксид углерода	0,0000028	0,000091
Поз.4	Масляная ванна-печь	Оксид углерода	0,000068	0,0022
		Пары масла	0,000182	0,00604
Поз.5	Точильно-шлифовальный станок	Пыль металлическая	0,104	0,0038
		Пыль абразивная	0,064	0,0024
Поз.6	Полировальный станок	Пыль металлическая	0,0432	0,0078
Поз.7	Печь азотирования	Аммиак	0,035	0,000017
		Оксид углерода	0,097	0,00004
Поз.8	Пескоструйная камера	Пыль неорганическая: 70-20% SiO <sub>2</sub>	0,00036	0,000008

Анализ результатов расчетов приземных концентраций по программе «УПРЗА ПДВ – Эколог» показал, что наибольшие концентрации в расчетных точках на территории жилой застройки, примыкающей к «АК «Туламашзавод», имеет химическое вещество – оксид никеля. Его превышение над ПДК составляет от 1,4 до 2,5 раз. Приземные концентрации по остальным загрязняющим веществам незначительны и составляют 0,01-0,04 ПДК.

Распределение концентраций загрязняющих веществ в атмосфере приведены на рис. 2.

По данным научных исследований оксид никеля – чрезвычайно вредный, несовместимый с организмом человека металл [1-4]. Соединения никеля относят к группе канцерогенов, то есть вызывают раковые заболевания. В тех органах человека, где никель постепенно накапливается, со временем возникают иммунные реакции и стойкое иммунное воспаление. Никель и его соединения воздействуют на гены, вызывая изменения ДНК. Оксид никеля является мощным аллергеном, может вызывать покраснение, раздражение кожи, болезненные ощущения и другие воспалительные реакции. Если кожа на контакт с мельчайшими крупицами металла в сплавах реагирует зудом, волдырями, то при накоплении этого металла в

организме человека в первую очередь страдает желудочно-кишечный тракт. Наиболее часто заболеваниям повреждается поджелудочная железа, также воспаляются кишечник, печень, головной мозг и другие органы, где накапливается токсикант. В результате человек нередко ощущает головные боли, тошноту. При длительной интоксикации никелем возникает сахарный диабет, астма, атеросклероз, анемия и другие хронические заболевания [1-4]. Поэтому снижение концентрации оксида никеля до уровня ПДК в атмосферном воздухе является важнейшей задачей.

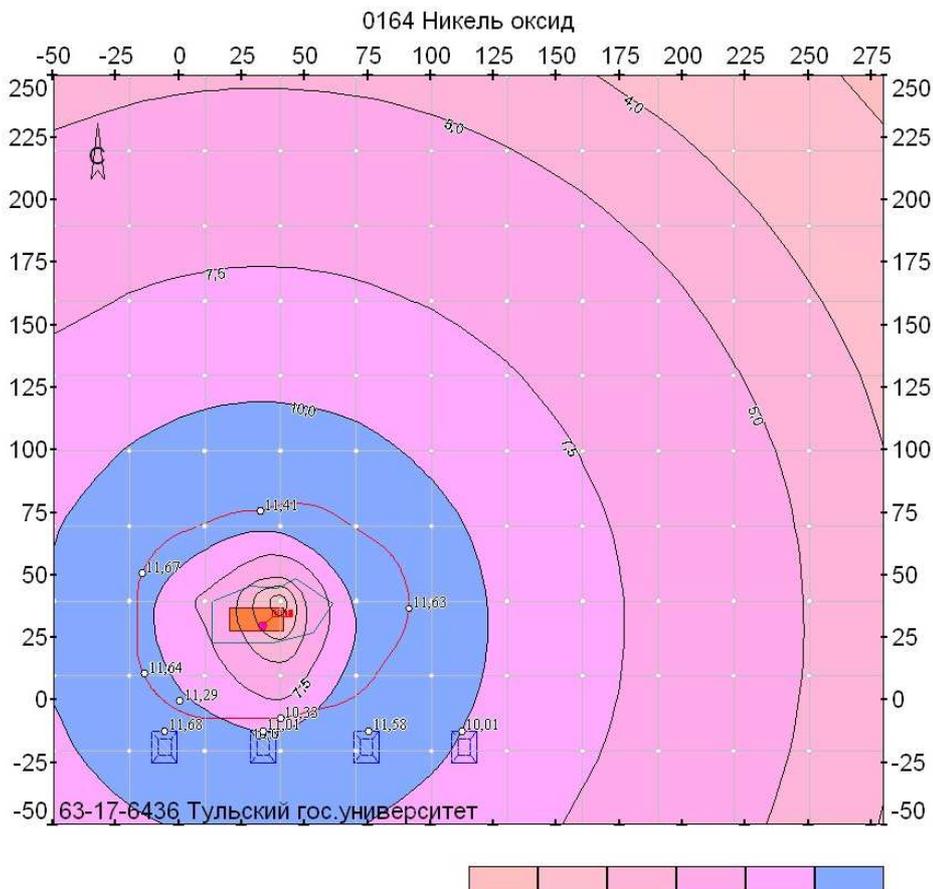


Рис.2. Распределение приземной концентрации оксида никеля

Для решения данной задачи выбран метод очистки газовой смеси в дымовой трубе термического цеха с помощью односекционного электрофильтра типа ЭГА (рис.3). Данный электрофильтр предназначен для высокоэффективной очистки технологических газов и аспирационного воздуха от аэрозолей, выделяющихся при технологических процессах [5,6].

Основные преимущества применения электрофильтра ЭГА перед другими способами очистки [5]:

- широкий диапазон производительности – от сотен до миллионов м<sup>3</sup>/ч;
- высокая степень очистки газов – до 99,95 %;
- низкое гидравлическое сопротивление;

- возможность улавливать твердые и жидкие частицы размером от 0,01 мкм до десятков мкм.

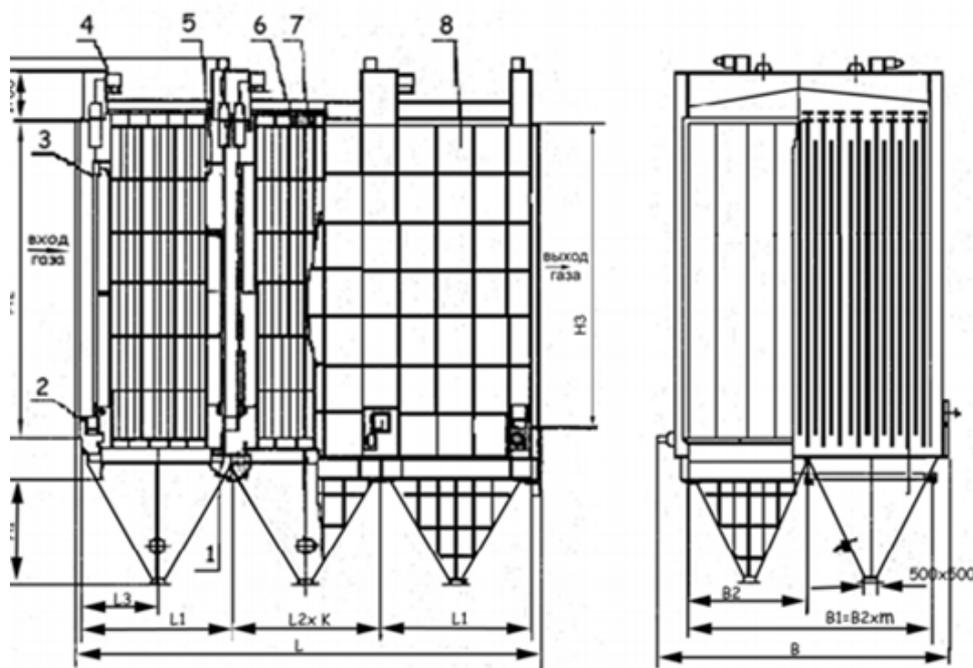


Рис. 3 Односекционный электрофильтр типа ЭГА

- 1-механизм встряхивания осадительных электродов; 2-люк обслуживания;  
 3-газораспределительная решетка; 4-защитная коробка для подвода тока;  
 5-механизм встряхивания коронирующих электродов;  
 6-коронирующий электрод; 7-осадительный электрод; 8-корпус

Расчеты показали, что применение электрофильтра типа ЭГА позволит снизить концентрации оксида никеля до уровня ПДК. Повторный расчет распределения приземной концентрации оксида никеля, в программе «УПРЗА ПДВ – Эколог», с учетом ввода данного электрофильтра на термическом участке, показал, что превышений ПДК на границе СЗЗ и жилой застройки нет. Из этого можно сделать вывод: предложенное мероприятие эффективно.

### Список литературы

1. М. Дудочкина, Е.Гришанова, К.Ланчикова, М.Г. Домшляк. Токсические свойства никеля и его соединений. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://bio.1sept.ru/article.php?ID=200404203>
2. Влияние никеля на жизнь человека. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://gigiena.minsk-region.by/ru/obraz/statyi?id=2637>
3. «МК-Здоровье» от 01.05.2004. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://ds-lab.ru/technology/nikel/>
4. Профзаболевания, связанные с интоксикацией никелем. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.blackpantera.ru/profzabolevanija/22859/>.

5. Электрофильтры. Их преимущества. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://vuzlit.ru/2161013/elektrofiltry\\_preimuschestva](https://vuzlit.ru/2161013/elektrofiltry_preimuschestva)

6. Электрофильтры типа ЭГА. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.kondor-eco.ru/download/ega.pdf>

## **ТЕХНОЛОГИИ ЗДОРОВЬЯ. ВЛИЯНИЕ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

### **ПРОБЛЕМА ОЦЕНКИ РИСКОВ РАБОЧЕЙ СРЕДЫ**

Л.В. Кашинцева, А.А. Марченко  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В статье говорится о проблемах, связанных со значимостью системы управления рисками на предприятиях. Рассматривается процедура оценки основных факторов риска рабочей среды, влияющих на безопасность работников на производстве. Приводятся основные этапы работы по оценке риска и ряд методов для оценки риска.

В настоящее время охране труда уделяется все больше внимания. Ведь вопросы охраны труда и профессионального риска являются одними из важнейших факторов обеспечения здоровья и благополучия человека от неблагоприятного воздействия внешней среды.

Процесс управления рисками должен быть основой для создания здоровых и безопасных условий труда. Риск может являться причиной техногенных аварий, несчастных случаев, профессиональных заболеваний, а также наносить материальные убытки.

Профессиональный риск – это вероятность повреждения (утраты) здоровья или смерти, связанная с исполнением обязанностей по трудовому договору (контракту) и в иных установленных законом случаях [1].

Оценка риска представляет собой структурированный процесс, в рамках которого идентифицируют способы достижения поставленных целей, проводят анализ последствий и вероятности возникновения опасных событий для принятия решения о необходимости обработки риска [2].

Каждый работодатель вне зависимости от формы собственности, размера предприятия и вида экономической деятельности должен провести

процедуру оценки и управления профессиональными рисками, поскольку обязан обеспечить создание и функционирование системы управления охраной труда, а оценка рисков – один из основных элементов системы. Это указано в статьях 209 и 212 ТК и пунктах 29, 33–39 типового положения о СУОТ, утвержденного приказом Минтруда от 19.08.2016 № 438н [3, 4].

Кроме того, оценка рисков помогает снизить риск возникновения несчастных случаев и профзаболеваний на конкретном рабочем месте и выявить, какие меры по обеспечению безопасности на предприятии необходимо принимать в первую очередь.

Также, оценка рисков помогает повысить мотивацию работников соблюдать требования охраны труда, социальную защищенность работников и квалификацию персонала, а также обеспечить экологическую безопасность производства.

<p style="text-align: center;"><b><u>Химические факторы:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- едкие вещества</li> <li>- раздражающие вещества</li> <li>- наркотические вещества</li> <li>- удушающие вещества</li> <li>- канцерогенные вещества</li> <li>- аэрозоли и пыль</li> <li>- органические растворители</li> <li>- химические элементы и их соединения с общим токсическим воздействием и др.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b><u>Биологические факторы:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- грибки</li> <li>- бактерии, вирусы и др.</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b><u>Физические факторы:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- микроклимат</li> <li>- шум</li> <li>- ультразвук</li> <li>- инфразвук</li> <li>- вибрация</li> <li>- электрический ток</li> <li>- статическое электричество</li> <li>- освещение</li> <li>- ультрафиолетовое излучение</li> <li>- инфракрасное излучение</li> <li>- лазерное излучение</li> <li>- электромагнитные поля</li> <li>- ионизирующее излучение</li> <li>- высокое и низкое давление</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b><u>Механические факторы:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- находящиеся в движении механизмы, транспортёры, подъёмники и др.</li> </ul>
	<p style="text-align: center;"><b><u>Психосоциальные и организационные факторы:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- трудовая эстетика</li> <li>- стресс на работе и др.</li> <li>- предупреждающие мероприятия, способствующие здоровью (паузы для отдыха, профилактика усталости и т.п.)</li> </ul>
	<p style="text-align: center;"><b><u>Эргономические факторы:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-</li> <li>- монотонность работы</li> <li>- трудовая нагрузка поднятие и перемещение тяжестей</li> <li>- трудовое напряжение</li> <li>- основы биомеханики и атропометрии</li> </ul>

Факторы риска рабочей среды

Прежде чем организовать оценку риска работодатель должен знать общую ситуацию на предприятии в области охраны труда – исследовать статистику о пропусках работы из-за болезней, о травмах, жалобах, несчастных случаях и т.д., провести анализ их причин, выделяя рабочие места или виды работ, на которые в ходе оценки риска стоит обратить внимание, проверить внутреннюю документацию по охране труда, качество проведения специальной оценки условий труда, инструктажа на рабочем месте и т.д. [5].

Для оценки риска на рабочих местах необходимо знать основные факторы риска рабочей среды, группировка которых приведена на рисунке.

Нет определённого закона, который регулирует порядок проведения оценки риска. Но всё же существуют два принципа, о которых всегда надо помнить при оценке риска:

- необходимо учитывать все факторы риска и возможные угрозы;
- определив риск, необходимо выяснить, возможно ли избавиться от него полностью. Если нет, то какие возможны последствия.

Основные этапы работы по оценке риска:

- сбор и оценка данных;
- оценка экспозиции;
- оценка источника опасности;
- характеристика риска.

#### **Сбор и оценка данных:**

- риски условий рабочей среды (физические, химические, биологические, эргономические, психосоциальные);
- риски трудового процесса (степень тяжести и (или) напряженности труда);
- риски в окружающей среде (в почве, воздухе, воде).
- После этого данные оцениваются по определённым критериям (соответствие нормативным документам, нормам гигиены, правилам поднятия тяжестей, правилам опасных установок и т. п.).

#### **Оценка экспозиции:**

- необходимо охарактеризовать источник опасности;
- определение зоны, места и круга людей, подверженных опасности;
- определение пути или направления экспозиции от источника до рабочей зоны;
- определение времени и пути перемещения опасностей;
- количественное определение параметров экспозиции.

#### **Оценка источника опасности:**

- необходимо определить опасность источника опасности;

- определить возможность (вероятность) происшествия (например, взрыва);
- определить опасность последствий (травмы, отравление и т. п.);
- определить размер последствий (вывих, травма, смерть)

#### **Характеристика риска:**

- составить обзор оценки экспозиции или токсичности;
- рассчитать риски (выразить качественно, например, «высокий», «средний», «малый».., или оценить количественно – в баллах;
- ранжировать риски, учитывая данные опросных листов: требования здоровья работающих, психофизиологические, психосоциальные, эргономические и др.;
- Обобщить результаты оценки, фиксировать их в виде документов, включить в отчёт по безопасности и чётко показать необходимые мероприятия по предотвращению рисков.

Для оценки риска можно использовать различные методы и схемы. Риск можно оценить качественно и количественно. Если в процедуру оценки риска вводится система баллов, которая более или менее субъективно оценивает возможность происшествия и последствия его опасности, то можно говорить о полуколичественном методе оценки.

Качественно оцененный риск характеризует происхождение потенциальной опасности и вид опасности. Качественная оценка риска, определяя потенциал опасности, фактически не определяет ни вероятность опасного происшествия в пространстве и времени, ни возможный объём последствий.

Количественная оценка риска обладает рядом преимуществ, по сравнению с осознанием потенциальной опасности:

- полученная численная оценка риска даёт основание объективно судить о степени угрозы и сравнить её с нормативными требованиями;
- даёт возможность разработать соответствующую степени риска систему управления риском.

Только численно оцененные риски можно сравнивать между собой, несмотря на отличную природу их происхождения и негативных проявлений.

Полуколичественный метод обычно дополняет качественный анализ. Его используют также в начальной стадии количественного анализа.

В настоящее время разработаны различные матрицы риска, которые в большой степени облегчают процесс классификации источников риска. Зная критерии шкалы вероятности возникновения аварии и серьёзности последствий, источник риска классифицируется как элемент определённой клетки матрицы риска с соответствующими требованиями к мероприятиям по безопасности.

Методов оценки риска рабочей среды много и они различны. Вряд ли можно было бы выделить универсальный, который подошёл бы ко всем предприятиям. Поэтому выбор метода оценки риска – это дело каждого предприятия.

Во многих государствах разработаны матрицы риска, которые облегчают процесс классификации источников риска и его оценки (Британский стандарт BS 8800, метод Файна-Кинни, метод Geronimo, шведский метод ...).

В качестве примера в таблицах 1-3 представлены матрицы для оценки степени опасности факторов риска рабочей среды, предложенные рядом научных организаций [5].

Матрицы просты в использовании. Например (табл. 1), если частота происшествия маловероятна, но опасность его значительна, то на пересечении соответствующей строки и колонки получаем индекс риска 2D. В нижней части таблицы по индексу риска 2D определяем полученный критерий как нежелательный. Аналогично (табл. 3), при возможной вероятности риска и опасных последствиях риска получаем значительный риск IV. Из нижней части таблицы видим, что в данном случае работу нельзя начинать, пока не произведены мероприятия по снижению или устранению риска.

МАТРИЦА I (метод Geronimo)

Таблица 1

Частота происшествия	Категория опасности			
	1 Катастрофический	2 Значительный	3 Допустимый	4 Незначительный
А – Часто	1А	2А	3А	4А
В – Возможно	1В	2В	3В	4В
С – Редко	1С	2С	3С	4С
Д – Маловероятно	1D	2D	3D	4D
Е – Невозможно (невероятно)	1E	2E	3E	4E
Индекс риска		Рекомендуемый критерий		
1А, 1В, 1С, 2А, 2В, 3А		Недопустимый		
1D, 2С, 2D, 3В, 3С		Нежелательный		
1Е, 2Е, 3D, 3Е, 4А, 4В		Допустимый с аттестацией (анализ, документирование)		
4С, 4D, 4Е		Допустимый без документации		

## МАТРИЦА II (метод Geronimo)

Таблица 2

Частота происшествя	Категория опасности			
	1 Катастрофический	2 Значительный	3 Допустимый	4 Незначительный
A – Часто	1	3	7	13
B – Возможно	2	5	9	16
C – Редко	4	6	11	18
D – Маловероятно	8	10	14	19
E – Невозможно (невероятно)	12	15	17	20
Индекс риска		Рекомендуемый критерий		
1 – 5		Недопустимый		
6 – 9		Нежелательный		
10 – 17		Допустимый с аттестацией (анализ, документирование)		
18 – 20		Допустимый без документации		

### Оценка факторов риска в рабочей среде (Шведский Технологический университет Тампере, 5-балловая система)

Таблица 3

Вероятность риска	Последствия риска		
	Малоопасные	Опасные	Очень опасные
Невозможная	Незначительный риск I	Допустимый риск II	Терпимый риск III
Маловозможная	Допустимый риск II	Терпимый риск III	Значительный риск IV
Возможная	Терпимый риск III	Значительный риск IV	Нетерпимый риск V
Степень риска	Необходимые мероприятия		
Незначительный риск I	Специальные мероприятия не требуются.		
Допустимый риск II	Специальные мероприятия не требуются. Риск нужно контролировать.		
Терпимый риск III	Необходимы мероприятия по снижению риска. Мероприятия необходимо проводить с интервалом от 3 до 5 раз в месяц.		
Значительный риск IV	Работу нельзя начинать, пока не произведены мероприятия по снижению или устранению риска. Проводится с интервалом от 1 до 3 раз в месяц.		
Нетерпимый риск V	Обязательно снижение риска. Категорически запрещается вести работы в опасной зоне.		

В соответствии с опасностью риска определяют, какие мероприятия необходимо провести на предприятии для предотвращения или уменьшения риска. Конечно, во внимание принимаются возможности предприятия (финансовые, технические и т.д.), а также время, необходимое для осуществления конкретного мероприятия. После проведения мероприятий оценку риска необходимо повторить.

### Список литературы

1. ГОСТ Р.22.0.06-95. *Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Источники природных чрезвычайных ситуаций. Поражающие факторы. Номенклатура параметров поражающих воздействий.* – М., 1995.
2. Левашов С.П. Оценка профессиональных рисков в РФ и за рубежом // *Проблемы анализа риска.* – 2012. – Т. 9. – № 6. – С. 54–66.
3. *Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 02.08.2019)*
4. Министерство труда и социальной защиты Российской Федерации - [Электронный ресурс]– Режим доступа:  
<https://rosmintrud.ru/docs/mintrud/orders/541>
5. Калькис В., Кристиныи И., Роя Ж. *Основные направления оценки рисков рабочей среды: учебное пособие.* – Рига., SIA «Jelgavas tipogrāfija», 2005. – 76 с.

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ БИОСЕНСОРОВ, ОСНОВАННЫХ НА НАНОТЕХНОЛОГИЯХ

А.С. Тишин

Сургутский государственный университет,

г. Сургут

**Аннотация.** *Фундаментальной научной проблемой является совершенствование системы мониторинга разнообразных процессов, имеющих прямое отношение к загрязнению окружающей среды, а именно, экологической безопасности и контролю состояния почвы. Решение этой проблемы актуально для всей хозяйственной деятельности, но особенно необходимо для достижения целей рационального природопользования.*

*Для решения этих проблем разработана новая методология экспрессного экологического мониторинга, а также научные основы новых методов контроля токсичности, в первую очередь, почвы, в том числе для оценки нефтезагрязнений, наиболее распространенных и опасных как по объему, так и по токсичности для окружающей среды в Российской Федерации, особенно в Сибирском регионе.*

*При этом методы биотестирования нефтезагрязнений и оценки степени их опасности разработаны крайне недостаточно. Сложность оценки токсичности нефти и нефтепродуктов заключается в том, что в зависимости от их состояния (твердом, жидком, водорастворимом, эмульгированном и газообразном,) они обладают разной биодоступностью и воздействием на организмы. Кроме того, эти поллютанты резко различаются по химическому составу и физико-химическим свойствам,*

*что требует изучения механизмов и закономерностей их влияния на живые системы и ферментативные процессы для понимания возможностей использования комплексной ферментативной методики.*

*Полученные новые практические результаты, представляют интерес для экологов, биологов, медиков и математиков и будут внедрены в систему экологического мониторинга почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами.*

**Цель:** Применение новой методологии комплексной экспрессной оценки качества и загрязнения почвы на основе ферментативных методов анализа для экологического мониторинга почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами.

**Задача:** Выделить степень зависимости интенсивности свечения «дафний» от степени загрязнения исследуемого образца на биоллюминометре.

**Актуальность:** Фундаментальной научной проблемой, на решение которой направлено исследование, является совершенствование системы мониторинга разнообразных процессов, имеющих прямое отношение к загрязнению окружающей среды, а именно, экологической безопасности и контролю состояния почвы. Решение этой проблемы актуально для всей хозяйственной деятельности, но особенно необходимо для достижения целей рационального природопользования.

Исследуемую почву разбавляют дистиллированной водой в соотношении 1:5, перемешивают и фильтруют до получения прозрачного раствора без помутнения, поскольку в мутновом растворе интенсивность свечения бактерий «дафний» будет малозаметна и проводимый эксперимент станет неэффективным.

Далее проводят исследование на приборе «биоллюминометр» с дистиллированной водой, чтобы выявить эталонное фоновое значение – степень свечения бактерий «дафний» в чистой воде (идеальной среде). Для этого в пробирку с дистиллированной водой добавляют сублимированную пластинку из бактерий и рибофлавин, встряхивают пробирку и помещают в прибор. Затем происходит оценка графика, который показывает степень испускаемого света бактериями. Суть в том, что сублимированные бактерии при контакте с рибофлавином (катализатором) начинают биоллюминисцировать, прибор фиксирует значение испускаемого света. Опыт необходимо проводить несколько раз, для установления среднего значения, поскольку количественная степень сублимированных бактерий в каждой пластинке не одинакова. В загрязненной среде бактерии погибают, следовательно, степень и интенсивность свечения, регистрируемая прибором, будет отличаться. В различии степени интенсивности свечения

бактерий, регистрируемого билюминометром, в эталонной и загрязненной среде заключается основная суть исследования.

Работа состояла из 10 этапов. На первом этапе производилась пробоподготовка из эталонного образца почвы и дистиллированной воды и пробоподготовка эталонной почвы, дистиллированной воды и нефти, искусственной введенной в эталонный образец.

С помощью необходимых реагентов вычисляется среднее значение степени интенсивности свечений бактерий в эталонном образце почвы. Сохраняются графики исследования, данные заносятся в таблицу (таблица ниже). Проводится аналогичный эксперимент с искусственно загрязненным образцом эталонной почвы. Находится среднее значение степени интенсивности свечения бактерий, сохраняются графики и заносятся данные в таблицу.

Далее проводятся аналогичные эксперименты с увеличением количества загрязняющего вещества (нефти) эталонной почвы и дистиллированной воды в пропорции вес пробы \* пятикратное количество дистиллированной воды.

Таблица 1

Результаты анализов эталонного образца почвы относительно количества загрязнителя, содержащегося в нем

Эталонная почва		Этап	Нефть		Соотношение Э/н	Отклонение значения э/н (%)
Значение	Вес (гр)		Значение	Вес (гр)		
75 000	20	1	67 500	2	1:10	10
75 000	20	2	60 000	4	1:5	20
75 000	20	3	52 500	6	1:3	30
75 000	20	4	45 000	8	1:2,8	40
75 000	20	5	37 500	10	1:2	50
75 000	20	6	30 000	12	1:1,6	60
75 000	20	7	22 500	14	1:1,4	70
75 000	20	8	15 000	16	1:1,25	80
75 000	20	9	7 500	18	1:1,1	90
75 000	20	10	0	20	1:1	100

#### **Выводы:**

1. По процентному отклонению значения эталонного образца почвы и значения образца почвы, загрязненного нефтью, можно судить о соотношении (количестве) загрязнителя в образце почвы.

2. По процентному соотношению определяется количество загрязнителя.

## Список литературы

1. Кратасюк В.А. Физика и химия биолюминесценции: учебное пособие / В.А. Кратасюк. - Красноярск: СФУ, 2012. - 217 с.
2. <http://scholar.sfu-kras.ru/publication/37576811/fulltext>.

## К ПРОБЛЕМЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ СОКРАЩЕНИЯ ВЫБРОСОВ ОКСИДОВ АЗОТА ИЗ КОТЛОВ И ПЕЧЕЙ

В.Д. Катин<sup>1,2</sup>, А.В. Приходько<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Дальневосточный государственный университет путей сообщения,  
г. Хабаровск

<sup>2</sup> Тихоокеанский государственный университет,  
г. Хабаровск

*Аннотация.* В статье рассматриваются теоретические и практические основы образования токсичных оксидов азота при горении топлива в котлах и печах. Дана характеристика основных механизмов образования оксидов азота и установлены факторы, влияющие на их выход в процессе сжигания различных видов топлива. Рекомендованы к применению эффективные методы сокращения выбросов оксидов азота в атмосферу.

В стационарной теплоэнергетике на предприятиях железнодорожного транспорта в качестве топлива, сжигаемого в котлах и печах, применяют уголь, мазут и газ. При этом продукты сгорания газообразного и жидкого топлива существенно меньше загрязняют окружающую среду, чем дымовые газы, образующие при сжигании угля. Достоверно установлено, что если уровень загрязнения атмосферы при сжигании угля принять за 100 %, то за сжигание мазута дает 60 %, а газа 20 % [1]. Техничко-экономические и экологические преимущества сжигания газообразного и жидкого топлива обусловили их широкое использование в стационарной теплоэнергетике.

В нашей стране накоплен большой опыт и имеются определенные научно-технические достижения в области сжигания газа и мазута. Так, успешно решаются проблемы обеспечения полного сгорания без теплотерь от химического недожога топлива при малых избытках воздуха в топках тепловых агрегатов: котлов и печей. Определенные успехи достигнуты в последние годы и в решении экологических проблем, касающихся снижения выбросов токсичных оксидов азота с продуктами сгорания топлива [2, 3].

Знание теоретических основ образования оксидов азота при горении топлива необходимо при разработке практических рекомендаций по подавлению их выбросов непосредственно в топках котлов и печей. Так,

действительные концентрации загрязняющих веществ в продуктах горения отличаются от величин, рассчитанных в предположении химического равновесия, что подчеркивает вклад химической кинетики в процессы образования вредных веществ.

Правильное описание химического механизма с включением полной системы кинетических уравнений является важным этапом при составлении теоретической модели эмиссии ингредиентов, т.к. позволяет качественно и количественно определять факторы, влияющие на эмиссию.

В реальных процессах горения топлива к основным компонентам дымовых газов добавляются продукты неполного горения: углеводороды, оксид углерода, сажа. На сегодняшний день наиболее актуальным является разработка и реализация методов подавления выбросов оксидов азота, так как выбросы других ингредиентов можно предотвратить обеспечением полноты сжигания топлива.

В настоящее время существуют три основных механизма образования оксида азота: тепловой или термический, предложенный академиком Я.Б. Зельдовичем: механизмы образования «топливного» и «быстрого» оксидов азота [4]. Дальнейшее развитие термическая теория образования оксида азота при горении получила в работе [5]. Так, установлено, что среди факторов, определяющих уровень образования оксида азота, кроме максимальной температуры горения, следует выделить концентрации компонентов в высокотемпературной зоне реакции (или локальный коэффициент избытка воздуха) и фактическое время пребывания продуктов реакции в топочной камере. На этих выявленных факторах и будут базироваться методы подавления образования оксидов азота в топках котлов и печей.

В связи с этим для практического использования рекомендуются следующие способы снижения выбросов оксидов азота из топливосжигающих устройств:

- рециркуляция части (10-20 %) дымовых газов в воздушный тракт горелок или в топку котла или печи;
- двухступенчатое сжигание топлива;
- впрыск водяного пара в ядро факела;
- сжигание мазута в виде водомазутных эмульсий.

В таблице приведены данные по экологической эффективности методов сжигания газа и мазута в котлоагрегатах [6].

Выбор приоритетных методов сокращения образования оксидов азота в котлах и печах из числа вышеназванных основных способов в каждом конкретном случае должен определяться не только технико-экономическими соображениями, но и конструктивными особенностями печных и котельных агрегатов.

Экологическая эффективность (%) сокращения выбросов оксидов азот при различных методах сжигания газа и мазута

Наименование метода сжигания топлива	Топливо:	
	Газообразное	Жидкое (мазут)
Снижение коэффициента избытка воздуха $\alpha_t$ до 1,15-1,05	33	33
Рециркуляция части дымовых газов в топку	33	33
Впрыск влаги в ядро факела	10	10
Двухступенчатое сжигание топлива	50	40

Реальные возможности внедрения указанных способов необходимо рассматривать комплексно, т.е. с учетом протекания в топках взаимосвязанных процессов горения, теплообмена и образования не только  $\text{NO}_x$ , но и сопутствующих загрязняющих веществ в продуктах сгорания. Чаще всего на практике при эксплуатации печей для подавления образования оксидов азота используют способ снижения избытка воздуха в топке. Однако появляется опасность загрязнения атмосферного воздуха оксидом углерода и углеводородами. Поэтому уменьшение избытка воздуха как метод сокращения выбросов  $\text{NO}_x$  в тепловых агрегатах можно рекомендовать при условии хорошего смесеобразования и в сочетании с мероприятиями дожигания продуктов химической неполноты сгорания в хвосте факела.

### Список литературы

1. Сигал И.Я. Защита воздушного бассейна при сжигании топлива / И.Я. Сигал. – СПб: Недра, 1998. – 312 с.
2. Внуков А.К. Защита атмосферы от выбросов энергообъектов / А.К. Внуков. – М.: Издательство Энергоатом, 1998. – 265 с.
3. Катин В.Д. Охрана воздушного бассейна при сжигании топлива в котлах и печах предприятий железнодорожного транспорта и нефтепереработки / В.Д. Катин, А.И. Старовойт. – Владивосток: Дальнаука, 2007. – 160 с.
4. Зельдович Я.Б. Окисление азота при горении / Я.Б. Зельдович. – М.: Наука, 1947. – 145 с.
5. Ахмедов Р.Б. Технология сжигания горючих газов и жидких топлив / Р.Б. Ахмедов, Л.М. Цирюльников. – М.: Недра, 1994. – 238 с.
6. Роддатис К.Ф. Справочник по котельным установкам малой производительностью / К.Ф. Роддатис. – М.: Энергия, 2002. – 488 с.

# СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРМИЧЕСКОГО РАСПАДА О-МЕТИЛ- И О-ФЕНИЛКАРБАМАТОВ КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ ФУНКЦИОНАЛА ПЛОТНОСТИ

А.Я. Самуилов, Д.Н. Хризанфоров, Д.Р. Алекбаев, Я.Д. Самуилов  
Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
г. Казань

**Аннотация.** Квантово-химическим методом функционала плотности  $V3LYP/6-311++G(df, p)$  изучены механизмы термического распада О-фенил- и О-метил-N-метилкарбаматов с образованием метилизоцианата и фенола и метанола. Реакции протекают через циклические согласованные переходные состояния. Определены термодинамические параметры активации и реакций рассматриваемых процессов. В интервале 0-300°C N-метил-О-фенилкарбамат распадается быстрее, чем N,О-диметилкарбамат. В этом интервале температур константы равновесия распада N,О-диметилкарбамата малы. Константы равновесия распада N-метил-О-фенилкарбамата резко возрастают при температурах выше 150°C. Получение изоцианатов термическим распадом О-фениловых эфиров карбаминовой кислоты и с кинетических, и с термодинамических позиций является более предпочтительным, чем получение изоцианатов распадом О-алкиловых эфиров.

Изоцианаты являются мономерами для получения полиуретанов, мировое производство которых в мире в настоящее время достигло 16 млн. тонн в год. Широко распространенной схемой получения изоцианатов является взаимодействие первичных аминов с фосгеном:

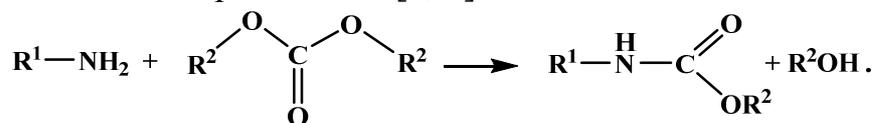


В экологическом отношении этот процесс является крайне неблагоприятным. Фосген является боевым отравляющим веществом, не имеющим противоядия. В ходе реакции выделяется много хлористого водорода, который нуждается в утилизации.

Термический распад карбаматов позволяет получать изоцианаты бесфосгенным способом [1, 2]:

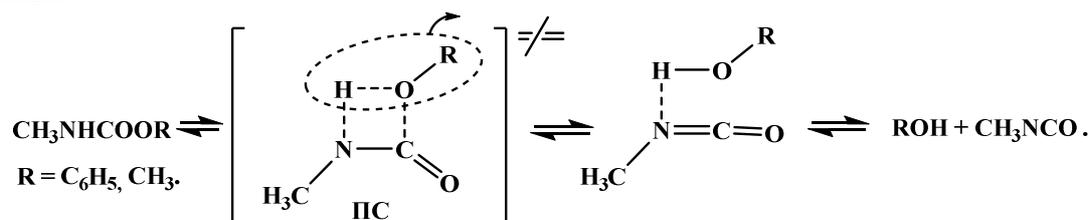


Карбаматы для этих целей получают взаимодействием первичных аминов с органическими карбонатами [3, 4]:



Доступными являются диметил- и дифенилкарбонаты, крупнотоннажное производство которых освоено на ПАО «Казаньоргсинтез» (г. Казань). Они позволяют получать либо *O*-метиловые, либо *O*-фениловые эфиры карбаминовых кислот. С целью выяснения того, какие эфиры наиболее целесообразно использовать для получения изоцианатов бесфосгенным способом, мы квантово-химическим методом функционала плотности B3LYP/6-311++G(df, p) изучили термический распад *O*-фенил- и *O*-метил-*N*-метилкарбаматов на метилизоцианат и фенол и метанол, соответственно. Расчеты проводили с использованием пакета прикладных программ Gaussian 09 [5]. Все вычисления проводили с полной оптимизацией структур реагентов, переходных состояний и продуктов реакции. Истинность переходных состояний определяли использованием процедуры спуска с вершины энергетического барьера в долины реагентов и продуктов (процедура IRC).

Термический распад обоих карбаматов протекает через циклические согласованные переходные состояния. В ходе реакции, как промежуточные продукты, образуются комплексы с водородными связями метилизоцианата с фенолом и метанолом, которые далее распадаются на индивидуальные соединения:



Образование комплексов между метилизоцианатом и метанолом и фенолом отмечено в работах [6, 7]. Поиск интермедиатов ионной или радикальной природы в реакциях распада карбаматов не привел к успеху.

В таблице приведены энтальпии и энтропии активации и реакций рассматриваемых превращений. Энтальпии активации распада *N*-метил-*O*-фенилкарбамата значительно ниже, чем *N,O*-диметилкарбамата. Энтропии активации этих процессов незначительны, и барьер свободной энергии на пути этих превращений в основном контролируется энтальпией активации.

Энтальпии и энтропии активации и реакций термического распада *N,O*-диметилкарбамата и *N*-метил-*O*-фенилкарбамата в газовой фазе

Параметр	<i>N,O</i> - диметилкарбамат	<i>N</i> -метил- <i>O</i> - фенилкарбамат
$\Delta H^\ddagger$ , кДж/моль	211.9	187.4
$\Delta S^\ddagger$ , Дж/К·моль	21.4	5.1
$\Delta H_{p-ш}$ , кДж/моль	83.3	50.7
$\Delta S_{p-ш}$ , Дж/К·моль	190.5	163.9

Обе реакции являются эндотермичными. Однако и в этом случае распад *N*-метил-*O*-фенилкарбамата является более благоприятным. Из приведенных в таблице данных были вычислены константы скорости и константы равновесия при разных температурах мономолекулярного распада карбаматов (рис). Как видно из приведенных данных, *N*-метил-*O*-фенилкарбамат распадается во всем рассмотренном температурном интервале быстрее, чем *N,O*-диметилкарбамат (рис. а). Константы равновесия термического распада *N,O*-диметилкарбамата во всем указанном температурном интервале малы (рис. б). В широком интервале температур равновесие этого процесса сдвинуто в сторону карбамата.

Константы равновесия распада *N*-метил-*O*-фенилкарбамата резко возрастают при увеличении температуры выше 150°C (рис. б). В интервале 200÷250°C эта реакция становится практически необратимой.

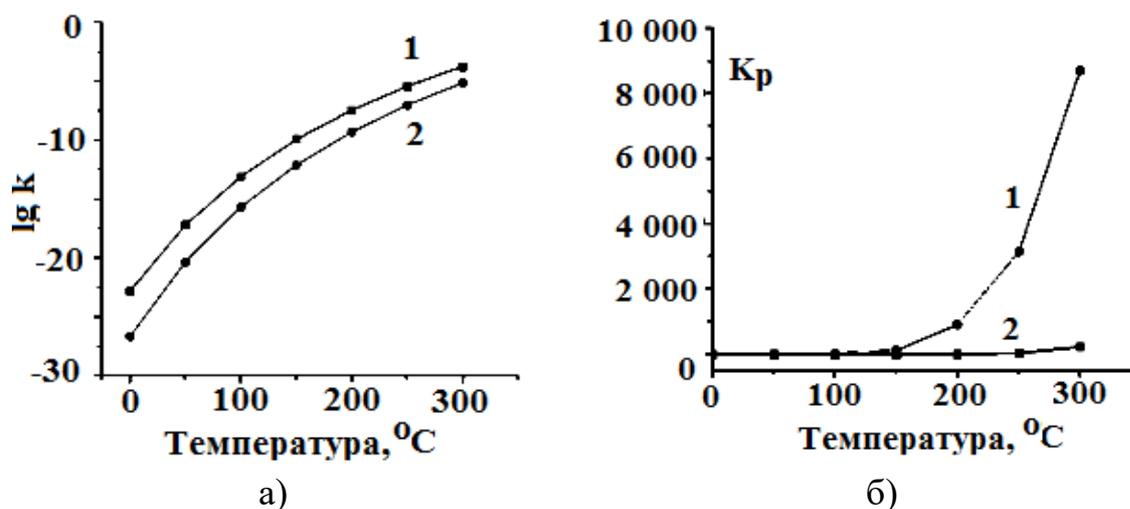


Рис. Зависимость логарифмов констант скоростей ( $\lg k$ ) (а) и констант равновесия ( $K_p$ ) (б) термического распада карбаматов от температуры. Газовая фаза. 1- *N*-метил-*O*-фенилкарбамат, 2 - *N,O*-диметилкарбамат

Полученные данные указывают на то, что получение изоцианатов термическим распадом *O*-фениловых эфиров карбаминовой кислоты и с кинетической, и с термодинамической точки зрения является более предпочтительным, чем получение изоцианатов распадом *O*-метиловых эфиров. Данный метод является безотходным. Выделяющийся в ходе термического *O*-фенилкарбаматов фенол может быть использован для получения дифенилкарбоната.

### Список литературы

1. Samuilov A.Ya. *Thermodynamic Parameters of the Thermal Decomposition of Dimethyl Toluylenedicarbamates to Toluylene Diisocyanates* / A. Ya. Samuilov, F.B. Balabanova, Ya. D. Samuilov, A.I. Konovalov / *Russ. J. Gen. Chem.*, 2012. Vol. 82. Iss. 6. P. 1110-1114. <https://doi.org/10.1134/S1070363212060126>.

2. Samuilov A.Ya. *Thermodynamic parameters of urethane formation reactions and concomitant processes* / A.Ya. Samuilov, L.A. Zenitova, I.N. Bakirova, Ya.D. Samuilov / *Russ. J. Appl. Chem.*, 2008. Vol. 81. Iss. 8. - P. 1419-1422. <https://doi.org/10.1134/S1070427208080193>

3. Samuilov A.Ya. *Quantum Chemical Study of Addition–Elimination Reactions of Dimethyl Carbonate with Methylamine* / A.Ya. Samuilov, D.R. Alekbaev, Ya.D. Samuilov / *Russ. J. Org. Chem.*, 2018. Vol. 54. Iss. 10. - P. 1453-1462. <https://doi.org/10.1134/S1070428018100032>.

4. Samuilov A.Ya. *Computational study of the reaction of dimethyl carbonate with methyl amine on Zn<sub>4</sub>O<sub>4</sub> cluster*/ A.Ya. Samuilov, F.B. Balabanova, Ya.D. Samuilov / *Comput. Theor. Chem.*, 2015. Vol. 1067, - P. 33-39. <https://doi.org/10.1016/j.comptc.2015.05.004>.

5. M..J. Frisch, G.W. Trucks, H.B. Schlegel, G.E. Scuseria, M.A. Robb, J.R. Cheeseman, G. Scalmani, V. Barone, B. Mennucci, G.A. Petersson, H. Nakatsuji, M. Caricato, X. Li, H.P. Hratchian, A.F. Izmaylov, J. Bloino, G. Zheng, J.L. Sonnenberg, M. Hada, M. Ehara, K. Toyota, R. Fukuda, J. Hasegawa, M. Ishida, T. Nakajima, Y. Honda, O. Kitao, H. Nakai, T. Vreven, J.A. Montgomery Jr., J.E. Peralta, F. Ogliaro, M. Bearpark, J.J. Heyd, E. Brothers, K.N. Kudin, V.N. Staroverov, R. Kobayashi, J. Normand, K. Raghavachari, A. Rendell, J.C. Burant, S.S. Iyengar, J. Tomasi, M. Cossi, N. Rega, J.M. Millam, M. Klene, J.E. Knox, J.B. Cross, V. Bakken, C. Adamo, J. Jaramillo, R. Gomperts, R.E. Stratmann, O. Yazyev, A.J. Austin, R. Cammi, C. Pomelli, J.W. Ochterski, R.L. Martin, K. Morokuma, V.G. Zakrzewski, G.A. Voth, P. Salvador, J.J. Dannenberg, S. Dapprich, A.D. Daniels, O. Farkas, J.B. Foresman, J.V. Ortiz, J. Cioslowski, D.J. Fox, *Gaussian 09, Revision A.1*, Gaussian Inc., Wallingford CT, 2009.

6. Samuilov A.Ya. *Quantum-chemical study on reactions of isocyanates with linear methanol associates: VII. Effect of nonspecific solvation on the reaction of methyl isocyanate with linear methanol associates* / A.Ya. Samuilov, F.B. Balabanova, Ya.D. Samuilov, A.I. Konovalov / *Russ. J. Org. Chem.*, 2013. Vol. 49. Iss. 1. P. 22-27. <https://doi.org/10.1134/S1070428013010053>.

7. Samuilov A.Y. *Quantum-chemical study of isocyanate reactions with linear methanol associates: IX. Methyl isocyanate reaction with methanol-phenol complexes* / A.Y. Samuilov, S.V. Nesterov, F.B. Balabanova, Y.D. Samuilov, A.I. Konovalov / *Russ. J. Org. Chem.* 2014. Vol. 49. Iss. 1. P. 155-159. <https://doi.org/10.1134/S1070428014020018>.

# ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И УСТРОЙСТВА ДЛЯ ЭКОЛОГИЧНОГО СЖИГАНИЯ ТОПЛИВА В НЕФТЕЗАВОДСКИХ ПЕЧАХ

А.В. Артемов<sup>1</sup>, В.Д. Катин<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Дальневосточный государственный университет путей сообщения,  
г. Хабаровск

<sup>2</sup> Тихоокеанский государственный университет,  
г. Хабаровск

***Аннотация.** В работе рассмотрены действующие и апробированные в заводских условиях новые малоотходные технологии сжигания топлива, имеющие высокую экологическую эффективность и рекомендованные к применению на предприятиях нефтепереработки. Разработаны подходы к проектированию комбинированных горелок для нефтезаводских печей и даны рекомендации по созданию новых горелочных устройств двухступенчатого совместного сжигания газа и мазута в одном корпусе горелки.*

Современные технологии создают экологический риск и наиболее значимой становится проблема повышения экологической безопасности различных производств, в том числе нефтеперерабатывающих. В связи с этим перспективность применения новых технологий на нефтеперерабатывающих заводах (НПЗ) должна представляться с учетом негативных экологических последствий, в том числе загрязнения атмосферы. Нефтепереработка и нефтехимия по загрязнению воздушного бассейна занимает ведущее место среди других отраслей промышленности [1]. По данным [2] предельные выбросы загрязняющих веществ составили для Хабаровского НПЗ (в килограммах на тонну нефти): диоксид серы – 0,11; оксид углерода – 0,06; оксиды азота – 0,003.

При этом основными источниками выбросов вредных веществ в атмосферу являются трубчатые технологические печи. Дальнейший анализ полученных данных показывает, что требуется расширение экологических исследований с целью разработки малоотходных технологий сжигания топлива в печах. При этом нельзя не отметить, что распоряжением Правительства РФ №398-р от 19.03.2014г. утвержден ряд мер, направленных на отказ от использования устаревших технологий и переход на принципы наилучших доступных технологий, то есть безопасных в экологическом отношении технологий, к которым относятся малоотходные методы сжигания топлива. В этой связи в таблице приведены данные по экологической эффективности способов подавления образования оксидов азота в топках печей по результатам авторских исследований малоотходных технологий сжигания газообразного топлива [3].

Из приведенных в таблице технологий экологичного сжигания топлива заслуживает особого внимания способ двухступенчатого горения, апробированный на установке каталитического риформинга Хабаровского НПЗ и в пуско-пиковой котельной Ачинского НПЗ [3,4]. Отметим, что предлагаемый способ сжигания топлива защищен патентом на изобретение [5]. Отличием принципиально нового способа сжигания от аналогов является то, что в качестве топлива в I-й зоне горения используется пропан-бутановый газ. Отметим, что малоотходная технология сжигания нефтезаводских газов позволяет снизить на 40-50 % выбросы оксидов азота и других загрязняющих веществ в атмосферу, что доказывает ее экологическую эффективность.

Экологическая эффективность (%) методов снижения выбросов оксидов азота при совместном применении малоотходных технологий сжигания газа

Наименование малоотходной технологии сжигания топлива	Газ
Снижение $\alpha_r$ до 1,05-1,15	10-20
Рециркуляция части (10-20 % объема) дымовых газов в топку	25-30
Двухступенчатое сжигание топлива	40-50
Подача пара или воды в факел	5-10

По мнению авторов, другим перспективным направлением в реализации двухступенчатого сжигания топлива на НПЗ является также внедрение новых горелок с двухзонным подводом воздуха и топлива [6]. В работе [7] авторами изложены подходы к конструированию комбинированных горелок для нефтезаводских печей и приведены рекомендации по созданию новых горелочных устройств с разделенной двойной амбразурой: отдельно для сжигания газа и для автономного горения мазута.

Таким образом, авторские результаты экологических исследований и разработанные рекомендации по сокращению выбросов вредных веществ в атмосферный воздух имеют практический интерес для оценки состояния охраны воздушного бассейна на других предприятиях отрасли, а также для обмена передовым опытом в области малоотходных технологий сжигания газообразного и жидкого топлива на НПЗ.

### Список литературы

1. Соркин Я.Г. *Безотходное производство в нефтеперерабатывающей промышленности* / Я.Г. Соркин. – М.: Химия, 1993. – 200 с.

2. Катин В.Д. Методы сокращения вредных выбросов в атмосферу на нефтеперерабатывающих заводах // *Безопасность в техносфере*. – 2009. - № 1. – С. 50–52.

3. Катин В.Д., Киселев И.Г. Результаты исследований эколого-технического уровня эксплуатации горелок котельно-печного парка Ачинского НПЗ // *Нефтепереработка и нефтехимия*. – 1999, № 2. – С. 38–41.

4. Катин В.Д. Охрана воздушной среды на нефтеперерабатывающих заводах. / В.Д. Катин, Н.Г. Пайметов. – Хабаровск: ДВГУПС, 2008. – 152 с.

5. Патент № 2288404 РФ, МПК F 23C 99/00 Способ сжигания топлива / В.Д. Катин, Н.Г. Пайметов, А.И. Старовойт. – Оpubл. 27.11.2006. Бюл № 33.

6. Катин В.Д. Модернизация горелочных устройств нефтезаводских трубчатых печей и охрана окружающей среды / В.Д. Катин. – Владивосток: Дальнаука, 2011. – 190 с.

7. Катин В.Д. Новые эффективные горелки и форсунки для нефтезаводских печей и котлов / В.Д. Катин. – Хабаровск: ТОГУ, 2019 – 131 с.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ ПЕЧЕЙ НА ВЫХОД ОКСИДОВ АЗОТА В ПРОДУКТАХ СГОРАНИЯ**

В.Д. Катин<sup>1,2</sup>, Л.Е. Фалилеев<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Дальневосточный государственный университет путей сообщения,  
г.Хабаровск

<sup>2</sup> Тихоокеанский государственный университет,  
г. Хабаровск

***Аннотация.** В работе приводятся результаты экологических исследований по определению влияния технологического назначения нефтезаводских печей на образование и выбросы оксидов азота в атмосферу. Предлагается классификация технологических трубчатых печей в зависимости от степени нагрева нефти и нефтепродукта.*

Разработка мероприятий по нормированию и уменьшению выбросов вредных веществ в атмосферный воздух на нефтеперерабатывающих заводах (НПЗ) является актуальной задачей до настоящего времени. В современных условиях недостаточно изучено влияние технологического назначения трубчатых печей на уровень образования токсичных оксидов азота как одних из основных загрязнителей атмосферы, поскольку по данным [1] токсичность продуктов сгорания газообразного топлива определяется на 92-98% содержанием в них оксидов азота (NO<sub>x</sub>).

По степени воздействия на живой организм оксиды азота относятся к веществам 3-го класса опасности. Нормы содержания  $\text{NO}_x$  в атмосферном воздухе жестко лимитированы (ПДК <sub>м.р.</sub> в пересчете на  $\text{NO}_2$  составляет 0,085 мг/м<sup>3</sup>). Таким образом, достаточно высокая токсичность оксидов азота вызывает необходимость проведения исследования условий их образования при сжигании газообразного топлива в нефтезаводских печах различного технологического назначения.

В зависимости от назначения в технологической схеме производства того или иного нефтепродукта трубчатые печи могут быть подогревателями и испарителями сырья, а также высокотемпературными нагревателями и перегревателями продуктов и полупродуктов. В таблице 1 представлены результаты экспериментальных исследований изменения температурного уровня нефтепродукта или сырья в технологических печах

Таблица 1

Изменение температурного уровня нефтепродукта в печах различного технологического назначения

Нагреваемый нефтепродукт или сырье	Технологическая установка	Тип печей	Температура нефтепродукта °С	
			На входе	На выходе
Отбензиненная нефть	АТ и АВТ	Коробчатые, шатровые	220-230	350-370
Стабильный гидрогенизат	Каталитический риформинг	Цилиндрические	200	240
Газосырьевая смесь	Гидроочистка	Цилиндрические	315-330	370-390
Сырье или полупродукт	Стабилизация на АТ	Коробчатые	135-180	190-200
Тяжелые углеводороды	Расщепление на установке орто- и параклилолов	Цилиндрические	196	215
Газосырьевая смесь	Риформинг	Коробчатые	305	420

По результатам исследований в зависимости от степени нагрева нефтепродукта авторами были условно классифицированы трубчатые печи на четыре группы:

- весьма энергоемкие (коробчатого или шатрового типа), применяемые в технологических установках первичной переработки нефти и характеризующиеся степенью нагрева нефти  $\Delta t=120-150^\circ\text{C}$ ;

- энергоемкие (коробчатого или другого типа), применяемые для нагрева газосырьевой смеси в установках риформинга и характеризующиеся степенью нагрева  $\Delta t=115^\circ\text{C}$ ;

- умеренно энергоемкие (различной конструкции), применяемые для подогрева газосырьевой смеси или поддержания постоянной температуры сырья или полупродуктов в установках АТ, гидроочистки и характеризующиеся умеренной степенью нагрева, равной  $\Delta t=20-75^\circ\text{C}$ ;

- малоэнергоёмкие, в основном цилиндрической конструкции, применяемые в качестве кипятильников для расщепления тяжелых углеводородов (C<sub>9</sub> и более), характеризующиеся степенью нагрева нефти Δt=5-20°C;

Результаты выполненных исследований по определению концентрации NO<sub>x</sub> в продуктах сгорания вертикально-цилиндрических печей различных технологических установок приведены в таблице 2 [2,3].

Таблица 2

Концентрации оксидов азота в продуктах сгорания вертикально-цилиндрических печей различного технологического назначения

Нагреваемый продукт	Технологический процесс	Тепловая мощность	Температура нефтепродукта, °С		Концентрация NO <sub>x</sub> , мг/м <sup>3</sup>
			На входе	На выходе	
Газосырьевая смесь	Риформинг	13,4	305	420	170
	Получение орто- и параксилолов	10,5	350	420	160
	Гидроочистка	3,4	320	370	160
Сырье или продукт	Гидроочистка	5,2	290	340	160
Полупродукт	Стабилизация на АТ	3,5	190	210	210
Тяжелые углеводороды	Получение орто- и параксилолов	3,1	156	161	205
Тяжелые углеводороды	Расщепление на установке орто- и параксилолов	5,6	196	215	210
Стабильный гидрогенизат	Каталитический риформинг	6,5	200	240	210

Полученные авторами опытные данные по степени нагрева нефтепродукта были в дальнейшем учтены при оценке уровня максимальных температур в топке печей, оказывающих существенное влияние на выход оксидов азота. Авторские экспериментальные экологические исследования предусматривали определение влияния технологического назначения трубчатых печей одной и той же конструкции (вертикально-цилиндрической) при сжигании газа на выход оксидов азота в продуктах сгорания. Концентрацию оксидов азота определяли газоанализатором Testo-350 немецкой фирмы «Testoterm».

Если условно принять для исследованных печей теплоемкость сырья в заданном интервале температур постоянной, то при определенной скорости движения продукта по трубам теплоотвод от зоны горения и уровень максимальных температур в топке будут зависеть от перепада температуры сырья на входе и выходе радиантной камеры трубчатой печи.

Из таблицы 2 видно, что на уровень выхода оксидов азота для трубчатых печей примерно одинаковой тепловой мощности оказывает влияние степень нагрева нефтепродукта, которая, в свою очередь, определяется технологическим назначением печей. Повышенное значение концентрации  $\text{NO}_x$  (205-210  $\text{мг/м}^3$ ) характерно для печей с незначительной степенью нагрева сырья или продуктов. Таким образом, неодинаковая степень нагрева нефтепродуктов для различных технологических процессов оказывает существенное влияние на выход оксидов азота в продуктах сгорания. Следовательно, технологическое назначение трубчатых печей играет определенную роль при установлении выбросов оксидов азота в атмосферный воздух.

### Список литературы

1. Сигал И.Я. *Защита воздушного бассейна при сжигании топлива* / И.Я. Сигал. – СПб: Недра, 1998. – 310с.
2. Катин В.Д. *Охрана окружающей среды при эксплуатации печных и котельных установок* / В.Д.Катин. – Хабаровск: ДВГУПС, 2004. – 174с.
3. Катин В.Д. *Горелки нефтезаводских печей и охрана окружающей среды от химического и шумового загрязнения* / В.Д. Катин, А.Ю. Березуцкий. – Владивосток: Дальнаука, 2016. – 220с.

## ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ВОЗДУХА РАБОЧЕЙ ЗОНЫ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Т.Г. Константинова, Л.И. Мухортова, К.В. Липин  
ФГБОУ ВО Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова,  
г. Чебоксары

*Аннотация.* Определена степень загрязнения воздуха рабочей зоны на промышленных предприятиях по кратности превышения предельно допустимой концентрации.

Действующим законодательством РФ, предусмотрена обязанность выполнения производственного контроля на предприятии и осуществлении специальной оценки условий труда [1]. В нашей стране осуществляется постоянный контроль за соблюдением содержания предельно допустимых концентраций токсичных веществ в воздухе рабочей зоны.

Степень загрязнения воздуха производственных помещений зависит от отрасли промышленности, типа производства и особенностей технологического процесса, свойств используемого сырья и вспомогательных компонентов.

Целью исследования являлось определение содержания основных загрязняющих вещества в воздухе рабочей зоны на различных

предприятиях, оценка степени загрязнения в воздухе рабочей зоны и установление класса условий труда на основе степени загрязнения.

Всего было рассмотрено 6 различных предприятий: три предприятия относятся к машиностроительной отрасли, два к строительной и одно предприятие к коммунальной отрасли. Основными видами их деятельности являются: монтаж, наладка, изготовление элементов для средств автоматизации процессов; монтаж отопительных систем и систем кондиционирования воздуха; производство установок электротехнического высоковольтного оборудования электростанций и сетей; ремонтно-механические, ремонтно-строительные работы; разборка и снос зданий, строительство жилых и нежилых зданий.

В зависимости от технологического процесса, который сопровождается выбросами веществ определенного класса опасности, на каждом предприятии были определены участки (всего 19 участков) и выделены рабочие зоны (всего 40 рабочих зон), в которых выделяются загрязняющие вещества, характерные для определенного участка.

Содержание загрязняющих веществ на каждом предприятии определяли с помощью специального оборудования ГАНК – 4 газоанализатора. Отбор проб воздуха рабочей зоны проводили в зоне дыхания работника либо с максимальным приближением к ней воздухозаборного устройства (на высоте 1,5 м от пола при работе стоя или 1 м при работе сидя).

Перечень веществ, выделяющихся в воздух рабочей зоны при ведении технологического процесса на предприятиях состоял из 24 химических веществ: углерод оксид (угарный газ), озон, марганец в сварочных аэрозолях при его содержании: до 20 %, оксид железа(III), азота диоксид, пропан-2-он (ацетон), метилбензол (толуол), уайт-спирит (в пересчете на C), азота диоксид, азота оксиды (в пересчете на NO<sub>2</sub>), углеводороды алифатические предельные, проп-2-ен-1-аль (акролеин), масла минеральные нефтяные, ацетальдегид, формальдегид, пыль, сера диоксид, щелочи едкие (растворы в пересчете на NaOH), свинец и его неорганические соединения (по свинцу), аммиак, гидрохлорид (HCl; хлоргидрат), азотная кислота, уксусная кислота, серная кислота.

В результате исследования было выявлено, что из 24 анализируемых загрязняющих веществ только для 6 показателей зафиксировано превышение предельно допустимой концентрации (ПДК).

На каждом из предприятий в рабочих зонах, где проводятся сварочные работы, выявлено превышения фактической концентрации вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны над предельно допустимой концентрацией данных веществ. Так, кратность превышения ПДК для показателя «Марганец в сварочных аэрозолях» находится в диапазоне от 1,3 до 5,1 раза, а для показателя «Диоксид азота» кратность превышения ПДК составляет 1,8 - 3,3 раза.

Отнесение условий труда к классу (подклассу) условий труда при воздействии химического фактора осуществляли в зависимости от соотношения фактической концентрации вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны к соответствующей (максимальной и (или) среднесменной) предельно допустимой концентрации данных веществ, соответственно ПДК<sub>макс</sub> и ПДК<sub>сс</sub> [2].

На большинстве участков (56 % от общего числа) в рабочих зонах концентрации вредных веществ в воздухе не превышают значение ПДК, что соответствует 2 классу условий труда – допустимые условия труда.

На остальных участках по критерию превышения загрязняющих веществ в воздухе рабочей зоны, класс условий труда относится к вредным условиям труда – 3 класса. Для кратности превышения ПДК загрязняющих веществ от 1,1 до 3 раз, класс условий труда определен как 3.1 - вредными условиями труда 1 степени. А при кратности превышения от 3,0 до 6,4 раза, класс условий труда соответствует 3.2 – вредные условия труда 2 степени.

Таким образом, отнесение условий труда к классу (подклассу) условий труда при воздействии химического фактора определили по степени загрязнения воздуха рабочей зоны на промышленных предприятиях.

#### **Список литературы**

1. *Федеральный закон РФ «О специальной оценке условий труда» от 28.12.2013 N 426-ФЗ [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_156555/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_156555/)*

2. *Приказ Минтруда России от 24.01.2014г. N 33 (с изм.20.01.2015г.) «Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению».* <https://base.garant.ru/>

### **ВЛИЯНИЕ РТУТИ НА ЭЛЕКТРОЛИТНЫЙ СОСТАВ КРОВИ У ЛЮДЕЙ С СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

М.А. Гусева

Череповецкий государственный университет,  
г. Череповец

*Аннотация.* Влияние ртути на электролитный состав крови оценивался у женщин (n= 188) и мужчин (n= 163) в возрасте от 40 до 94 лет с сердечно-сосудистыми заболеваниями проживающие в Вологодской области. Содержание ртути в волосах определяли с помощью ртутного анализатора РА-915+ с приставкой ПИРО (Люмэкс).

*Функциональные нарушения работы водно-солевого обмена определяли с помощью определения концентрации натрия, калия, хлора в крови. Исследования показали, что воздействие ртути на организм людей с сердечно-сосудистыми заболеваниями может вызывать нарушение электролитного баланса.*

Ртуть (Hg) является природным элементом, который присутствует во всей окружающей среде. Ртуть признана глобальным загрязнителем, она может переноситься на большие расстояния в атмосфере, накапливаться в пищевой сети и оказывать серьезное негативное воздействие на здоровье человека и экосистемы [7]. Основными источниками поступления ртути в организм человека является морская рыба, морепродукты, рис [4].

Биомониторинг человека является общепризнанным инструментом оценки воздействия загрязнителей окружающей среды на население. При хроническом воздействии низких доз, ртуть оказывает вредное воздействие на сосудистую систему. Ртуть может рассматриваться как важный фактор риска сердечно-сосудистых заболеваний, который может играть определенную роль в развитии сердечно-сосудистых заболеваний [5]. Поэтому целью данного исследования явилось определение влияния ртути на электролитный состав крови у людей с сердечно-сосудистыми заболеваниями Вологодской области.

В исследовании приняли участие 351 человек в возрасте от 40 до 94 лет имеющие сердечно-сосудистые заболевания. Из них 188 женщин (53,6 %) и 163 мужчин (46,4 %). Обследованные были разделены на 4 группы по возрасту. Женщины: 1 группа- 40-58 лет, 2 группа- 59-67 лет, 3 группа- 68-79 лет, 4 группа- 80 и более лет и мужчины: 1 группа - 40-57 лет, 2 группа- 58-63 лет, 3 группа- 64-69 лет, 4 группа- 70 и более лет, соответственно. Аналогично делению по возрасту, выборка делилась на 4 группы по содержанию ртути в волосах. Женщины: 1 - 0-0,201 мг/кг, 2 – 0,202- 0,381 мг/кг, 3- 0,382-0,687 мг/кг, 4- 0,688 – более мг/кг и мужчины: 1- 0-0,209 мг/кг, 2- 0,21-0,45 мг/кг, 3- 0,451- 0,843 мг/кг, 4- 0,844- более мг/кг соответственно.

Показатели, отражающие функциональные нарушения работы водно-солевого обмена: натрий, калий, хлор определяли общепринятыми клиническими методами.

Отбор биоматериала на определение ртути в волосах осуществлялся по стандартной методике с затылочной части головы. Концентрация ртути в волосах измерялась на ртутном анализаторе РА-915+ с приставкой ПИРО (Люмэкс) атомно-абсорбционным методом холодного пара без предварительной подготовки.

Во всей выборке среднее содержание ртути в волосах у женщин составляет  $0,586 \pm 0,699$  мг/кг, у мужчин  $0,69 \pm 0,783$  мг/кг.

Проведенный корреляционный анализ у женщин первой группы по содержанию ртути выявил достоверную связь между содержанием ртути в волосах и концентрацией калия в крови ( $r_s = 0,306$ ,  $p \leq 0,035$ ).

Выявлена положительная зависимость содержания ртути в волосах и калия в сыворотке во второй возрастной группе ( $r_s = 0,319$ ,  $p \leq 0,048$ ) и отрицательная зависимость в четвертой возрастной группе ( $r_s = -0,339$ ,  $p \leq 0,032$ ) у мужчин.

Разнонаправленный характер изменений концентрации калия в крови можно связать с разным временем поступления и периодом выведения ртути из организма людей [3, 6, 8].

Установлено, что с увеличением концентрации ртути в волосах у женщин четвертой группы по содержанию ртути повышается содержание хлора в крови ( $r_s = 0,324$ ,  $p \leq 0,039$ ).

Повышение содержания хлора в крови объясняется токсическим действием ртути на почки, что приводит к нарушению клубочковой фильтрации [2]. А так же, может иметь место при декомпенсации сердечно-сосудистой системы [1].

Не установлено корреляционной связи между концентрацией натрия в крови и ртути в волосах у женщин и мужчин.

Таким образом, воздействие ртути на организм людей с сердечно-сосудистыми заболеваниями может вызывать нарушение электролитного баланса.

### Список литературы

1. Кишкун А.А. *Руководство по лабораторным методам диагностики* / А.А. Кишкун. - М.: ГЭОТАР - Медиа, 2007. - 800 с.
2. Кокаев Р.И. Сравнительный анализ изменений водо-электролитовыделительной функции почек при хроническом отравлении солями ртути и кадмия / Р.И. Кокаев, В.Б. Брин // *Владикавказский медико-биологический вестник*, 2010. - Т. 11. - № 18. - С. 72-76.
3. Кубракова М.Е. Влияние соединений ртути на электролитный состав крови / М.Е. Кубракова, Л.Н. Белимова, Н.С. Долгушева // *Фундаментальные исследования*. - 2006. - № 5. - С. 33-34.
4. Скальный А.В. *Химические элементы в физиологии и экологии человека* / А.В. Скальный. - М.: Издательский дом «ОНИКС 21 век»: Мир, 2004. - 216 с.
5. Azevedo B. F. *Toxic effects of mercury on the cardiovascular and central nervous systems.* / B. F. Azevedo, L. B. Furieri, F. M. Pecanha et al // *Journal of biomedicine and biotechnology*, 2012.
6. Dargan P. I. *Case report: Severe mercuric sulphate poisoning treated with 2,3-dimercaptopropane-1-sulphonate and haemodiafiltration* / P.I. Dargan, L.J. Giles, C. I. Wallace, I. M. House, A. H. Thomson, R. J. Beale, A. L. Jones. // *Critical Care*, 2003. V. 7.

7. Liu G. Overview of mercury in the environment./ G. Liu, Y. Cai, N. O'driscoll, X. Feng, G. Jiang. // Environmental chemistry and toxicology of mercury. Hoboken, New Jersey, 2012. - 1-12 p.

8. Murphy M. J. A case of poisoning with mercuric chloride / M.J. Murphy, E. J. Culliford, V. Parsons // Resuscitation, 1979. Vol. 7. - 35-44 p.

## **СОДЕРЖАНИЕ РТУТИ В ВОЛОСАХ МУЖЧИН И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА НЕКОТОРЫЕ БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ИХ КРОВИ (НА ПРИМЕРЕ Г. ЧЕРЕПОВЦА ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ)**

А.И. Корнилова, О.Ю. Румянцева, Е.С. Иванова  
Череповецкий государственный университет,  
г. Череповец

***Аннотация.** Средняя концентрация ртути в волосах мужчин г. Череповца составляет  $0,483 \pm 0,043$  мг/кг, что не превышает рекомендованного безопасного значения в 1 мг/кг. Выявлена положительная корреляционная зависимость накопления ртути от: возраста ( $r=0,292$ ) и скорости оседания эритроцитов (ESR) ( $r=0,230$ ), при  $p < 0,05$ . Отрицательная корреляционная связь выявлена с показателями лейкоцитов (WBC) ( $r=-0,251$ ) и аланинаминотрансферазы (ALT) ( $r=-0,427$ ), при  $p < 0,05$ .*

Ртуть не является необходимым элементом и присутствует в следовых количествах в организме, но в то же время обладает токсическими свойствами. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) рассматривает ртуть и ее соединения как основные химические вещества, которые представляют весомую проблему для общественного здравоохранения [1]. Основным источником поступления данного тяжелого металла в организм является рыба и другие рыбные продукты. В водоемах Вологодской области отмечались высокие концентрации ртути в мышцах рыб [2]. Частое употребление рыбы с высоким содержанием данного металла, приводит к риску получить отравление метилртутью, патологические изменения со стороны нервной и сердечно-сосудистой систем. Поэтому целью работы стало определение ртути в волосах мужчин, проживающих в г. Череповце, и влияния данного металла на их здоровье.

Сбор материала осуществлялся в 2019 году в медицинских учреждениях города Череповца. В исследовании участвовали 116 мужчин в возрасте от 19 до 91 года. Обследование мужчин проводилось с их информированного согласия в соответствии с принципами этики Всемирной медицинской Ассоциации (Хельсинкская декларация) для экспериментов с участием человека [3, 4]. Пробы волос отбирались в виде пучка. Для участников исследования медперсоналом медицинских учреждений

заполнялись анкеты, куда входили данные о: возрасте, весе, курении, наличии/отсутствии сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ), показателях артериального давления (АД) и биохимии крови. Содержание ртути в образцах определяли на ртутном анализаторе РА-915М с приставкой ПИРО методом пиролиза. Статистическая обработка данных проводилась при помощи программы STATISTICA.

Средняя концентрация ртути в волосах мужчин, проживающих в г. Череповце, составляет  $0,483 \pm 0,043$  мг/кг (табл. 1). Содержание ртути до рекомендованного безопасного значения в 1 мг/кг выявлена у 88 % мужчин, превышение в 1 мг/кг выявлено у 10 % обследуемых, выше 2 мг/кг – у 2 %. Установлено, что концентрация ртути в волосах у мужчин увеличивается с возрастом ( $r=0,292$ ;  $p<0,05$ ) (рис. 1).

Таблица 1

Показатели содержания ртути по всей выборке мужчин г. Череповца

N	AM	Median	Min	Max	Q25	Q75	SD	SE
116	0,483	0,379	0,001	2,330	0,145	0,600	0,468	0,043

*Примечание.* N – выборка; AM – среднее арифметическое; Median – медиана, Q25 – нижний квартиль; Q75 – верхний квартиль; SD – стандартное отклонение; SE – ошибка среднего.

Не установлено различий концентрации ртути в волосах мужчин, проживающих в Череповце, от курения, от индекса массы тела (ИМТ), от финансового положения, от возрастной группы, от частоты потребляемой рыбы и от показателей АД.

Мужчины г. Череповца употребляют  $263 \pm 25$  грамм рыбы в месяц. И в основном она приобреталась в супермаркетах, а не была выловлена в ближайших водоемах области – р. Шексне, р. Ягорбе и Рыбинском водохранилище.

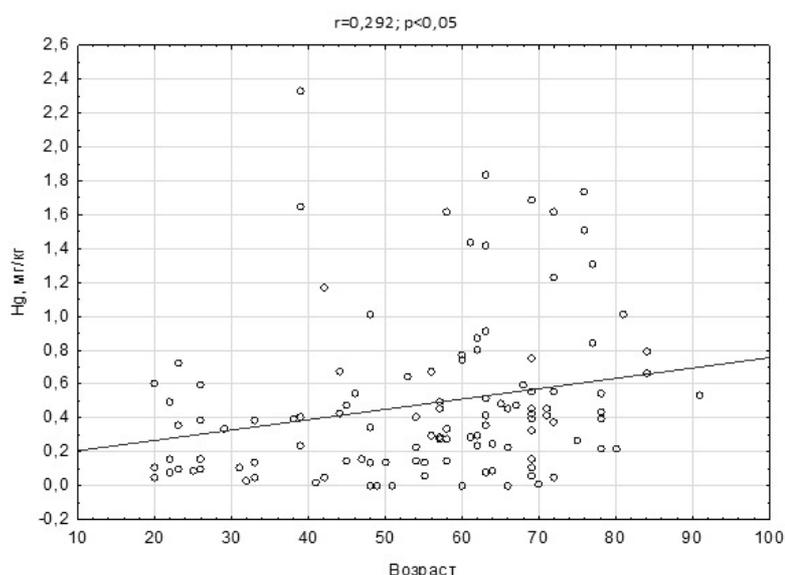


Рис. 1. Зависимость содержания ртути в волосах мужчин от возраста

Выявлена положительная корреляционная связь между содержанием ртути в волосах мужчин и скоростью оседания эритроцитов (СОЭ) ( $r=0,230$ ;  $p<0,05$ ) в крови (рис. 2а). При этом отрицательная корреляционная связь выявлена с показателями лейкоцитов ( $r=-0,251$ ;  $p<0,05$ ) и аланинаминотрансферазы (АЛТ) ( $r=-0,427$ ;  $p<0,05$ ) (рис. 2б, 2в).

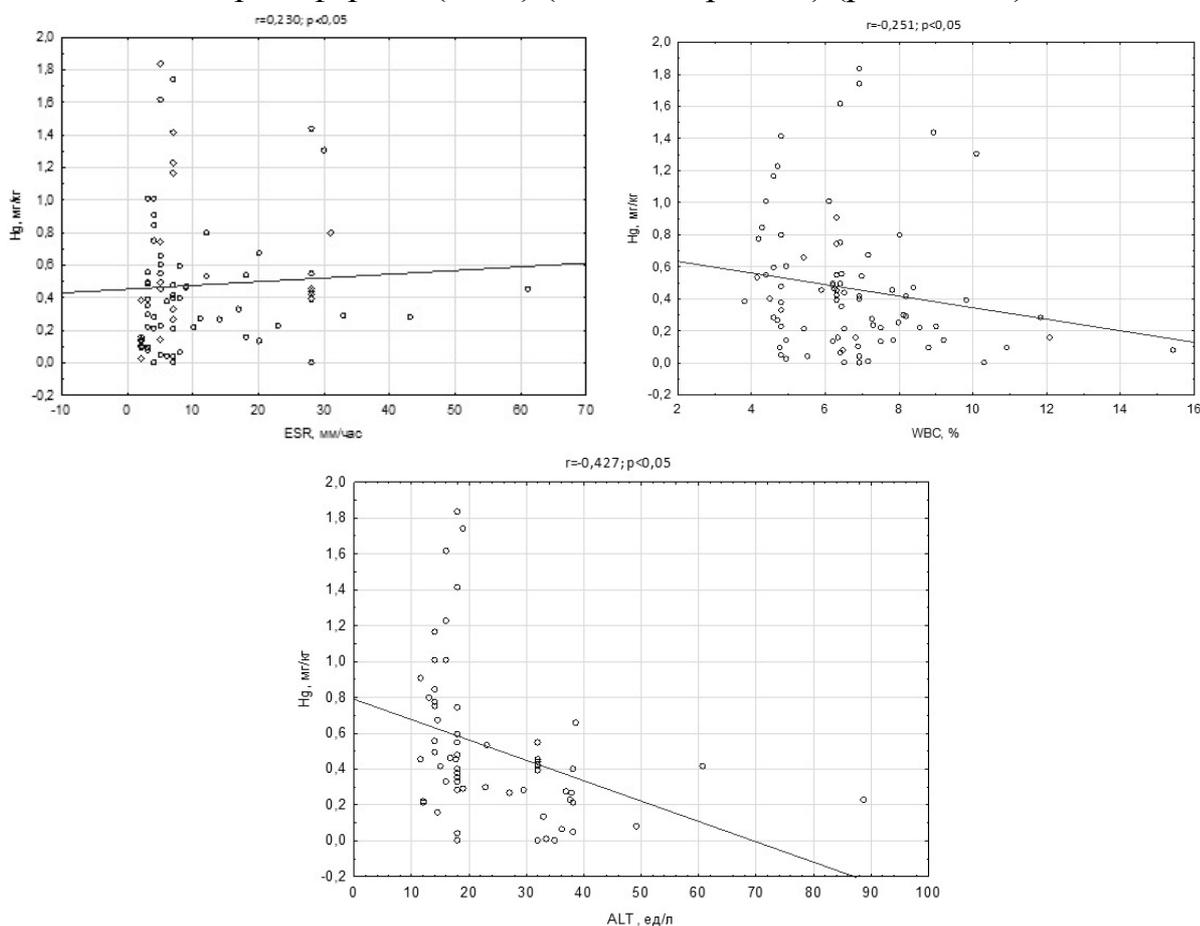


Рис. 2. Зависимость биохимических показателей крови от содержания ртути в волосах мужчин: а) – скорость оседания эритроцитов (ESR), б) – лейкоциты (WBC), в) – аланинаминотрансфераза (ALT)

Таким образом, средняя концентрация ртути в волосах мужчин г. Череповца составляет  $0,483 \pm 0,043$  мг/кг – это не превышает рекомендованного безопасного значения. При этом у 10 % мужчин обнаружено превышение безопасного значения в 2 раза. Установлены различия концентрации ртути в волосах мужчин от возраста и биохимических показателей крови.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-34-00569.*

### Список литературы

1. Метилртуть: совмест. изд. Progr. ООН по окружающей среде, Международ. орг. труда и ВОЗ: [пер. с англ.]. – М.: Медицина, 1993. – 124 с.:

ил. - Гигиенические критерии состояния окружающей среды / ВОЗ; 101. МПХБ: с. 97-121.

2. Степанова И.К. Накопление ртути в рыбе из водоемов Вологодской области / И.К. Степанова, В.Т. Комов // Экология, 1997. – Т. 28, № 4. – С. 234-239.

3. Глашев А.А. Медицинское право: Практическое руководство для юристов и медиков / А.А. Глашев. – М.: Волтерс Клувер, 2004. – 202 с.

4. Williams J.R. Medical Ethics Manual. 3rd edition / J.R. Williams / Ferney – Voltaire: World Medical Association, 2015. – 134 p.

## НАУЧНО-ОБОСНОВАННЫЕ ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ЗДОРОВЬЕ

Н.В. Толмачева, Ж.В. Маслова, Л.П. Романова  
Чувашский государственный университет,  
г. Чебоксары

*Аннотация.* В современных условиях невозможно не учитывать влияние факторов окружающей среды на здоровье человека и их изучение является достаточно сложной задачей, которая в современных условиях может быть разрешима при тесном взаимодействии специалистов различного профиля (экологов, гигиенистов, клиницистов, социологов и др.) с использованием комплекса уже имеющихся и новых методических приемов.

Известно, что состояние окружающей среды определяется суммой факторов, как природных, так и антропогенных (химических, биологических, физических). Сочетание неблагоприятных факторов взаимно усиливает их влияние на организм, является риском развития экологически обусловленных заболеваний. Обеспечение экологической безопасности жизнедеятельности является главной задачей природоохранительного законодательства нашей страны. Такие задачи как предупреждение вредного воздействия антропогенной деятельности, охрана и оздоровление окружающей природной среды, улучшение ее качества реализуются через различные механизмы, в том числе группы нормативов.

Важными направлениями в регламентировании факторов окружающей среды являются различные виды мониторинга, а также гигиеническое и экологическое нормирование с учетом комбинированного, комплексного и сочетанного воздействий.

Оценивая уже имеющиеся подходы к оценке факторов окружающей среды можно отметить, что наиболее часто применяется определение различных показателей: максимально-допустимой нагрузки (МДН), аналогично предельно-допустимой концентрации (ПДК), определение ПДВ

(предельно-допустимого выброса) и ряда других. Кроме того, известны методы интегральной оценки состояния окружающей среды по фактору Р [4], методы регламентации на основе иммунологического критерия вредности. Также ряд исследователей предлагают использовать концентрацию вредных веществ в тканях и выделениях человека в качестве показателя степени неблагоприятного влияния экологических факторов на организм. В педиатрической практике широкое применение имела концепция оценки среды обитания по показателям здоровья новорожденных и детей различных возрастных групп и многие другие [4]. По-прежнему для оценки влияния факторов окружающей среды на здоровье населения используются методы, позволяющие установить тесные корреляционные связи между показателями здоровья населения и некоторыми параметрами среды обитания.

Принимая во внимание разработанные ранее подходы и методы оценки экологических факторов и качества среды обитания в целом, их широкое практическое применение, необходимо также обратить внимание на научно-обоснованные приемы в отношении оценки влияния не только природных, экологических, но и биогеохимических факторов.

Многочисленными научными исследованиями, полученными в рамках созданной профессором В.Л. Сусликовым научной школы «Геохимическая экология болезней. Первичная профилактика» подтверждено особое значение роли биогеохимических факторов среды обитания в развитии хронических неинфекционных заболеваний, а также показателях здоровья населения, проживающих в особенных биогеохимических условиях [1, 2, 5].

В настоящее время, наиболее методически правильно использовать интегрированный подход, который предполагает использование данных по величинам реальной нагрузки (РН) на человека антропогенных факторов с учетом биогеохимических особенностей территории проживания населения [4].

Так ранее, в полном соответствии с методическими рекомендациями по определению реальной нагрузки на человека химических веществ, поступающих с атмосферным воздухом, питьевой водой и пищевыми продуктами, была рассчитана реальная нагрузка в баллах по всем административно-территориальным районам Чувашской Республики. Показатель РН определялся суммой кратностей отношений между фактической концентрацией (С) вещества в воздухе, воде и пище к предельно-допустимым концентрациям веществ, утвержденных нормативными документами [4]. Величины реальной нагрузки в районах Чувашской Республики были определены в пределах от 1,2 до 6,7 баллов.

По результатам данных исследований все районы Чувашской Республики были объединены в три зоны по бальной шкале экологической опасности для человека. Зона благополучия с РН от 0 до 3,3 балла – районы

центральной части республики, входящие по биогеохимическим характеристикам в эколого-биогеохимическую зону риска и оптимума [4]. Зона экологического бедствия с РН от 6,8 до 10 баллов в пределах Чувашии отсутствует. В зону напряженной экологической обстановки (РН от 3,4 до 6,7 балла) входят административно-территориальные районы, в пределах которых ежегодно регистрируются значительные загрязнения атмосферного воздуха, связанные с выбросами крупных промышленных предприятий и автотранспорта городов Чебоксары, Новочебоксарск, Канаш и др. По данным эколого-биогеохимического районирования эти территории относятся преимущественно к эколого-биогеохимической зоне кризиса [4].

На основании результатов многолетних исследований, полученных в ходе подробного изучения биогеохимических особенностей территории Чувашской Республики, была разработана и апробирована методика комплексного изучения причинно-следственных связей процесса «здоровье↔болезнь». На первоначальном этапе исследований проводится поэтапное изучение особенностей распространения заболевания на четырех уровнях (глобальном, региональном, локальном, индивидуально-групповом), что позволяет свести к минимуму статистические ошибки, скорректировать полученные данные [3]. Второй этап методики предусматривает выделение ограниченных территорий распространения заболевания среди населения в соответствии с принципами и методами биогеохимического районирования. В соответствии с третьим этапом проводится сравнительное эколого-гигиеническое изучение условий проживания, образа жизни населения. Физиологические, биохимические, гормональные, иммунологические, микробиологические и другие исследования в организме практически здоровых жителей изучаемых территорий проводятся на четвертом этапе. На данном этапе исследований определяются эндогенные причинные и антипричинные факторы в организме практически здоровых жителей изучаемых территорий из выборочной совокупности «копия-пара». На пятом обязательном этапе методики предусмотрен многофакторный математический корреляционный анализ для выделения потенциального главного «пускового» причинного экзогенного фактора [3].

Таким образом, интегрированный подход к экологической оценке территории проживания совместно с методикой комплексного изучения причинно-следственных связей процесса «здоровье↔болезнь» позволяет наиболее методически правильно оценить влияние различных неблагоприятных факторов окружающей среды на здоровье населения, а также получить достоверные сведения об экологической ситуации, качестве среды обитания, показателях здоровья населения. В дальнейшем это позволит на ранних этапах прогнозировать риск развития заболеваний и патологических состояний.

### Список литературы

1. Винокур Т.Ю. Гигиеническая оценка влияния эколого-биогеохимических факторов на развитие ИБС: автореф. дис. ... канд. мед. наук. - Казань, 2007. – 21 с.
2. Маслова Ж.В. Физиолого-гигиеническое обоснование причинно-следственных связей артериальной гипертензии с биогеохимическими факторами: автореф. дис. ... канд. биол. наук. - Чебоксары, 2008. – 19 с.
3. Сусликов В.Л. Геохимическая экология болезней: в 4 т. Т.4. Атеросклероз / В.Л. Сусликов. - Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2011. – 379 с.
4. Сусликов В.Л. Геохимическая экология болезней: в 4 т. Т.3. Атомовитозы / В.Л. Сусликов. - М.: Гелиос АРВ, 2002. – 670 с.
5. Сусликов В.Л., Эколого-физиологическое и философское обоснование причинно-следственных связей процесса «здоровье↔атеросклероз» / В.Л. Сусликов, Н.В. Толмачева, Ж.В. Маслова / *Фундаментальные исследования*. – 2015. – №1 (часть 3) – С. 609-612.

### К ПРОБЛЕМЕ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ БЛАГОПРИЯТНОГО ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ РАБОТНИКОВ СКЛАДА

А.А. Журавлев, В.Д. Катин

Дальневосточный государственный университет путей сообщения,  
г. Хабаровск

*Аннотация.* Статья посвящена к проблеме улучшения психоэмоционального состояния работников склада. Авторская программа предлагает комплекс мероприятий, способствующих снижению общих заболеваний.

В жизни каждого человека работа занимает значительную часть времени. Факторы производственной среды, при выполнении трудовых обязанностей, могут оказывать негативное воздействие на здоровье человека.

В первую очередь, состоянием здоровья должен интересоваться, непосредственно сам работник, поскольку, пребывая в хорошем физическом и психоэмоциональном состоянии в значительной степени повышает качество жизни и продолжительность жизни. Кроме того, работодателю выгодно создать условия труда для работников, которые не проводят трудовые часы на больничном.

Экономические рычаги подталкивают работодателей внедрять на предприятиях различные программы по оздоровлению и привитию принципов здорового образа жизни, поскольку жизнь не ограничивается

только работой, то и следить за своим здоровьем работник должен вне пределов рабочей зоны.

Суть технологии создания благоприятного психоэмоционального состояния работников склада заключается в том, что работодатель использует методы и приемы, которые по отдельности и в совокупности, благоприятно влияют на психоэмоциональное состояние работника, повышают его работоспособность и производительность труда.

Исследование предусматривало следующие этапы:

- разработка системы оздоровления;
- обсуждение системы оздоровления на планерках высшего и среднего менеджерского состава;
- подготовка к внедрению системы;
- постепенное включение структурных подразделений в систему оздоровления;
- корректировка системы оздоровления;
- поддержание системы оздоровления.

В качестве основы для системы оздоровления использовалась авторская программа сохранения психологической безопасности личности [1]. Авторами эта программа в процессе внедрения была в значительной степени упрощена и модернизирована. Существенным отличием является то, что менеджерский состав, а именно: старший кладовщик, менеджер склада, контролер зоны экспедиции и др. работники создавали в сообществе своих подчиненных доверительные отношения. В результате достигалось:

- исключение в речи с работниками ненормативной и оскорбительной лексики;
- сдержанность и дружелюбие, при постановке задач;
- терпимость и понимание, при совершении работниками ошибок в работе. Руководитель не искал повод обвинить работника, когда он совершил ошибку, а искал причины, почему он допустил эту ошибку. Накопленный опыт позволяет снизить вероятность возникновения ошибок в будущем.
- построение системы обучения. В случае совершения работниками ошибок в наборке товара, выверке и т.д. Работника не лишали премии, а отправляли на повторное обучение.

На этапе обсуждения руководители выдвигали свои предложения по улучшению и изменению действующей системы поддержания здоровья работников на предприятии. Ранее, она не включала ни один из пунктов первого этапа.

На стадии подготовки работникам проводили лекции, по основам вежливого и уважительного отношения к коллегам и руководителям, а также о важности и значимости ведения здорового образа жизни. Работники отмечали положительный эффект от таких занятий, поскольку ни где на

рабочих местах подобные мероприятия не проводились, а пропаганда здорового образа жизни разве что была в школьные годы.

Поскольку система была экспериментальной, то сразу пускать её в работу для всех подразделений, без учета специфики было слишком рискованно. Первым подразделением являлся сухой пищевой склад, на нем работают рабочие специальности: кладовщик, товаровед, водитель погрузчика и т.д. Одновременно с этим, это один из самых многочисленных отделов. На температурном складе уровень заболеваемости и часов нетрудоспособности был отмечен выше среднего, после введения системы, уровень относительно себя и других подразделений снизился (таблица).

Не в меньшей степени были подвержены работники отдела качества и операторский отдел высокой напряженности труда на рабочих местах, поскольку их работа связана с обработкой большого количества информации, а также присутствует непосредственное общение с поставщиками.

Исследования проводились с 14.12.2018 г. по 31.08.2019 г. Также учитывался сезон повышения заболеваемости острыми респираторными заболеваниями. В качестве профилактики на предприятии проводилась вакцинация против кори, дифтерии, столбняка и гриппа. Массовая вакцинация против кори позволила усилить санитарную и гигиеническую безопасность на предприятии.

#### Динамика изменения уровня заболеваемости

Наименование подразделения	Процент часов нетрудоспособности от общего числа часов рабочего времени для подразделения в период 14.12.2018	Процент часов нетрудоспособности от общего числа часов рабочего времени для подразделения в период 25.04.2019	Процент часов нетрудоспособности от общего числа часов рабочего времени для подразделения в период 31.08.2019
Сухой склад	4	4	3
Температурный склад	9	7	4
Алкогольный склад	5	5	4
Отдел качества	6	5	4
Операторский отдел	5	3	3
Цех фасовки овощей и фруктов	4	4	4
Рыбоперерабатывающий цех	7	6	4

Как видно из таблицы, динамика изменения уровня заболеваемости от общих заболеваний для большинства подразделений, является позитивной. Особо стоит отметить изменение на температурном складе, где был зафиксирован самый высокий процент потери трудочасов, но вместе с тем, на температурном складе зафиксировано максимальное изменение, равное 5 % трудочасов.

Таким образом, применение технологии создания благоприятного психоэмоционального состояния для работников склада, а также внедрение системы оздоровления работников, пропаганда здорового образа жизни, в значительной степени повышает уровень общего иммунитета и понижает частоту общих заболеваний, что положительно сказывается на работоспособности не только конкретного работника, но и всего трудового коллектива предприятия в целом.

### Список литературы

1. Вербина Г.Г. Психологическая безопасность личности // Вестник ЧГУ. 2013. №4. URL:<https://cyberleninka.ru/article/n/psihologicheskaya-bezopasnost-lichnosti> (дата обращения: 01.10.2019).

## СИНУСОИДАЛЬНЫЕ КЛЕТКИ ПЕЧЕНИ ПРИ ДЕЙСТВИИ ХОЛОДОВОГО ФАКТОРА И ПРИ ДЕЙСТВИИ ХОЛОДОВОГО ФАКТОРА НА ФОНЕ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ ОПИСТОРХОЗА

Н.Н. Петрук

Сургутский государственный университет,  
г. Сургут

***Аннотация.** В статье рассматривается реакция со стороны клеток синусоидных капилляров печени при различных формах описторхоза на фоне действия холодого фактора. Установлено, что при воздействии холодого фактора и при воздействии холодого фактора на фоне различных форм описторхоза происходит активация синусоидальных клеток печени в опыте.*

**Актуальность проблемы.** Холодовой фактор является одним из определяющих экологических факторов Ханты-Мансийского автономного округа. Установлено, что низкие температуры, воздействуя на организм, вызывают в нём изменения, касающиеся почти всех систем, органов и тканей.

Ряд авторов изучали влияние действия низкой температуры на печень животных в эксперименте [1, 2, 3, 4].

Проблема описторхоза в настоящее время является актуальной и занимает приоритетное место в медицине. Обь-Иртышский бассейн, занимающий значительную часть Западной Сибири, является крупнейшим очагом описторхоза на территории России. Это определяет высокую пораженность населения описторхозной инвазией, достигающей в некоторых районах Тюменской области, по результатам эпидемиологических исследований, 80-90 % (Завойкин В.Д., 2001; Альперович Б.И., 2004).

Таким образом, особый интерес представляет изучение изменений со стороны синусоидальных клеток печени при воздействии холодового фактора и при воздействии холодового фактора на фоне различных форм описторхоза.

### **Материал и методы исследования**

Эксперимент проводился на сирийских хомяках-самцах. Охлаждение животных производилось при  $-20^{\circ}\text{C}$  в течение 20 минут (на 2, 4, 10, 20, 25, 35, 45, 55, 75, 85 сутки эксперимента). Выведение животных проводилось под эфирным рауш-наркозом на 3, 7, 15, 30, 60 и 90-е сутки опыта.

Описторхозную инвазию моделировали путём однократного введения в глотку животных 50 жизнеспособных метацеркариев, суперинвазионный описторхоз – путём введения в глотку животных 30 жизнеспособных метацеркариев, а на 21-е сутки производили повторное заражение в дозе 20 метацеркариев.

Кусочки печени фиксировали в 10 % нейтральном формалине и  $90^{\circ}$  холодном этиловом спирте. Из материала изготавливались гистологические срезы толщиной 5 микрон. Определялось количество клеток синусоидных капилляров на 1000 гепатоцитов (в ‰). Статистическая обработка результатов исследования была проведена с использованием процедур математической статистики, реализованных в пакетах прикладных программ IBM PC БИОСТАТ, а также пакета программ статистического анализа и Microsoft Excel V-5,0. Для каждого показателя вычисляли среднюю арифметическую и её ошибку [ $M \pm m$ ].

### **Результаты исследований**

Нами установлено, что в группе животных, подвергавшихся только действию холодового фактора, увеличение количества клеток синусоидных капилляров происходит с 3-х по 90-е сутки опыта (от  $165 \pm 8,04\%$ ,  $p_1 < 0,05$ ,  $p_2 < 0,05$  до  $350 \pm 8,33\%$ ,  $p_1 < 0,05$ ,  $p_2 < 0,05$ ,  $p_4 < 0,05$ ). Сведения о реакции клеток синусоидных капилляров в ответ на действие холодового фактора немногочисленны. Так, автор [6] в своей работе указывал, что после гипотермического воздействия активизировались макрофаги мозговых синусов лимфоузла, легких и печени. Чудаков А.Ю. [8] также отмечал активацию альвеолярных макрофагов при действии холодового фактора на лёгкие.

При описторхозной инвазии статистически достоверный максимальный подъем клеток синусоидных капилляров отмечается на 15-е сутки ( $248,6 \pm 8,7\%$ ,  $p_2 < 0,05$ ,  $p_4 < 0,05$ ). При суперинвазионном описторхозе первое увеличение количества клеток синусоидных капилляров наблюдается к 7-м суткам ( $172,7 \pm 19,3\%$ ,  $p_2 > 0,05$ ,  $p_4 < 0,05$ ), а максимального статистически достоверного значения оно достигает к 30-м суткам суперинвазии ( $219,6 \pm 13,58\%$ ,  $p_2 < 0,05$ ,  $p_4 < 0,05$ ), что связано с повторным введением антигенного начала. При действии холодового фактора на фоне описторхозной инвазии их максимальные значения приходится на к 30-е сутки опыта ( $325,5 \pm 10,91\%$ ,  $p_4 < 0,05$ ), причем подъём более значительный, чем при описторхозной инвазии без действия холода. Последнее, можно объяснить протекторной ролью звёздчатых макрофагов в раннем периоде гельминтоза, когда разрушение клеток носит распространённый характер [5;7]. При действии холодового фактора на фоне суперинвазии первое увеличение количества клеток синусоидных капилляров отмечается на 15-е сутки ( $251,7 \pm 10,54\%$ ,  $p_4 < 0,05$ ), повторное на 60-е сутки ( $243 \pm 10,48\%$ ,  $p_4 < 0,05$ ), к 90-м суткам происходит снижение их количества. Подъём количества клеток синусоидных капилляров на 60-е сутки паразитоза, когда выраженность альтерации и воспаления снижаются, а процессы регенерации оживляются, может быть обусловлено их ростстимулирующей функцией, посредством синтеза веществ, способных стимулировать пролиферацию гепатоцитов. Последнее является важным условием для сохранения системы «паразит-хозяин» [5].

### Список литературы

1. Борисов В.А. *Морфо-функциональные изменения в печени при гипотермии животных с различной исходной резистентностью: автореф. дис. ... канд. мед. наук / В.А. Борисов. - Минск, 1998. - 18 с.*
2. Гуторов С.Л. *Морфология печени при острой холодовой травме / С.Л. Гуторов // Здоровоохранение Таджикистана. - 1981. - № 2. - С. 92-93.*
3. Елисеева Т.И. *Морфогистохимическая характеристика печени при экспериментальной гипотермии / Т.И. Елисеева / Теоретические и практические проблемы действия низких температур на организм. - Л., 1975. - С. 72.*
4. Захарова А.А. *Морфология сосудистого русла печени при охлаждении (экспериментальное исследование): автореф. дис. ... канд. мед. наук / А.А. Захарова. - Новосибирск., 1990. - 17 с.*
5. Крылов Г.Г. *Суперинвазионный описторхоз: пато - и морфогенез осложненных форм и микст-патологии: автореф. дис. ... д-ра мед. наук / Г.Г. Крылов. - М., 2005. - 40 с.*
6. Мяделец О.Д. *Изменения функциональной активности макрофагов кожи и регионарного лимфоузла после воздействия на организм белых крыс*

*общей глубокой гипотермии / О.Д. Мяделец // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. – 1989. - № 6. – С. 65-69.*

7. Рычагова И.Г. Морфогенез клеточных реакций печени при различных клинко-морфологических формах описторхоза: (Ультраструктур. исслед.): автореф. дис. ... д-ра мед. наук / И.Г. Рычагова. – Челябинск, 1995. – 40 с.

8. Чудаков А.Ю. Структурные изменения в печени, почках и надпочечниках при иммерсионной общей глубокой гипотермии в эксперименте: сб. Отечеств. воен. мед. акад / А.Ю. Чудаков. – СПб, 1997. – С. 117-119.

## **ГИСТОПАТОЛОГИЯ ПЕЧЕНИ ПРИ ОСТРОМ ОПИСТОРХОЗЕ НА РАННИХ СРОКАХ ИНВАЗИИ**

Н.Н. Петрук

Сургутский государственный университет,

г. Сургут

***Аннотация.** В статье рассматриваются морфологические изменения в печени при остром описторхозе в сроки от 3-х до 15 суток инвазии. Динамика поражений сосудистой стенки характеризуется фибриноидным набуханием, формированием некроза, разволокнением эластических мембран. Отмечается полнокровие капилляров, повышение проницаемости сосудистой стенки и её плазматическое пропитывание. Количество некротизированных гепатоцитов достигает максимума к 15-м суткам, параллельно с этим к 15-м суткам повышается количество двуядерных гепатоцитов. Кроме того, количество клеток синусоидных капилляров достигает своего максимума к 15-м суткам.*

### **Актуальность проблемы.**

*Opisthorchis felinus* относится к семейству трематод Opisthorchidae. Заражение гельминтозом происходит после употребления в пищу инвазированной рыбы. В организме человека личинки мигрируют во внутрипеченочные желчные протоки, где они за 2-4 недели достигают половозрелого возраста и начинают откладывать яйца. Наибольшее воздействие паразит оказывает на печень дефинитивного хозяина – человека.

Наибольшее число больных и самые высокие показатели, превышающие среднефедеральный уровень, зарегистрированы в основных очагах описторхоза – Западной Сибири [1, 5].

В основе морфологических изменений печени при описторхозной инвазии, по мнению большинства авторов [3,4], лежит аллергический механизм. Наблюдение ранней фазы описторхоза описано в работах [2,6,7].

Таким образом, интерес представляет изучение изменений со стороны печени при остром описторхозе на ранних сроках описторхозной инвазии.

### **Материал и методы исследования**

Эксперимент проводился на сирийских хомяках-самцах. Животные инвазировались в 3-4 месячном возрасте. Описторхозную инвазию моделировали путём однократного введения в глотку животных 50 жизнеспособных метацеркариев. Выведение животных проводилось под эфирным рауш-наркозом на 3, 7, 15, 30, 60 и 90-е сутки опыта.

Кусочки печени фиксировали в 10 % нейтральном формалине и 90° холодном этиловом спирте. Из материала изготавливались гистологические срезы толщиной 5 микрон. Также производился подсчёт двуядерных и гипертрофированных клеток на 1000 гепатоцитов. С целью оценки деструктивных процессов в паренхиме печени определялось количество погибших гепатоцитов на 1000 клеток (в ‰). Кроме того, определялось количество клеток синусоидных капилляров на 1000 гепатоцитов (в ‰), а также изучался состав клеточных инфильтратов (в ‰).

Статистическая обработка результатов исследования была проведена с использованием процедур математической статистики, реализованных в пакетах прикладных программ IBM PC БИОСТАТ, а также пакета программ статистического анализа и Microsoft Excel V-5,0. Для каждого показателя вычисляли среднюю арифметическую и её ошибку [ $M \pm m$ ].

### **Результаты исследований**

Инвазия 3 сутки. Перипортальная ткань отёчна и инфильтрирована гистиоцитами и малыми лимфоцитами. Кровеносные сосуды печени полнокровны. В цитоплазме некоторых гепатоцитов отмечается зернистая дистрофия слабой степени.

Количество некротизированных гепатоцитов составляет  $113,9 \pm 7,22\%$ . Содержание клеток синусоидных капилляров составляет  $159 \pm 6,1\%$  на 1000 гепатоцитов. Содержание двуядерных гепатоцитов находится на уровне  $87,67 \pm 4,43\%$ , гипертрофированных гепатоцитов –  $60,3 \pm 2,23\%$  на 1000 клеток. В составе инфильтратов преобладают малые лимфоциты –  $53,87 \pm 9,25\%$ , эозинофилы составляли –  $11,57 \pm 2,66\%$ , клетки Купфера –  $7,93 \pm 2,1\%$ , макрофаги -  $9,8 \pm 3,45\%$ .

Эксперимент инвазии 7 суток. Отмечается повышенное кровенаполнение органа. В стенках артерий мелкого и среднего калибра регистрируется набухание и плазматическое пропитывание. Выявляется повышенная проницаемость стенок сосудов. Капилляры полнокровны. Просветы отдельных желчных протоков умеренно расширены, в них залегают неполовозрелые описторхисы.

Аллергическая альтерация также сопровождается набуханием холангиоцитов. В эпителии некоторых желчных протоков отмечается формирование эпителиальных подушечек и сосочковых выростов.

Количество погибших гепатоцитов повышается до  $135 \pm 6,64$  ‰ на 1000 клеток, что выше, чем на предыдущем сроке инвазии. Повышается содержание клеток синусоидных капилляров до  $175,4 \pm 7,99$ ‰. Клетки Купфера набухшие, ядра их гиперхромны. Воспалительные инфильтраты формируются в паренхиме печени, в околопротоковой ткани, а также паравазально. В составе инфильтратов преобладают нейтрофилы  $40,5 \pm 6,82$ % и большие лимфоциты  $21,83 \pm 8,24$ %. Количество двуядерных гепатоцитов так же несколько ниже, чем на предыдущем сроке ( $80,67 \pm 4,35$ ‰), количество гипертрофированных гепатоцитов составляет  $57,83 \pm 1,78$  ‰ на 1000 клеток.

Эксперимент инвазии 15 суток. Отмечаются самые разнообразные морфологические изменения стенок сосудов: как прогрессирование деструктивных изменений стенок (некроза эндотелиоцитов, значительное плазматическое пропитывание стенок сосудов), так и пролиферация эндотелиальных клеток, утолщение меди и интимы и др. В стенках вен также отмечаются явления воспаления. В соединительной ткани нарастает отёк. Стенки желчных протоков ещё более утолщаются, в их просвете регистрируется наличие половозрелых гельминтов.

В инфильтратах преобладают эозинофилы –  $45,63 \pm 6,08$ % и малые лимфоциты –  $29,2 \pm 2,80$ %. В гепатоцитах происходит усиление дистрофических и некротических процессов. Количество погибших гепатоцитов доходит до  $146,1 \pm 6,68$ ‰ на 1000 клеток.

Отмечается застойное полнокровие синусоидных капилляров. Содержание клеток синусоидных капилляров повышается до  $248,6 \pm 8,70$ ‰. Отмечается увеличение количества двуядерных гепатоцитов  $94,9 \pm 4,25$ ‰ и количество гипертрофированных гепатоцитов до  $72,6 \pm 2,54$ ‰.

### **Выводы:**

1. Ранняя фаза описторхозной инвазии носит характер острого аллергоза. Об этом же свидетельствует наивысшая тканевая эозинофилия на 15-е сутки паразитоза.

2. Одновременно с некротическими процессами в печени регистрируются и репаративные процессы, что выражается в увеличении количества двуядерных клеток печени на 7-15-е сутки эксперимента.

3. Изменения в стенках сосудов характеризуются формированием некроза, фибриноидным набуханием, а также разволокнением и утолщением эластических мембран. Отмечается застойное полнокровие синусоидных капилляров.

4. К 15-м суткам своего максимума достигает и количество клеток синусоидных капилляров.

### **Список литературы**

1. Белобородова, В.И. Поражение толстой кишки при хроническом

*описторхозе / В.И. Белобородова, Р.В. Репникова // Мед. паразитология и паразитар. болезни. - 2004. - № 3. - С. 32-35.*

2. *Зубов, Н.А. Лейкемоидные реакции эозинофильного типа при первичном заражении человека описторхозом / Н.А. Зубов, Н.Ф. Зубова, Н.И. Скарედнов // Материалы научной конференции по медицинской паразитологии. - Тюмень, 1964. - С. 29.*

3. *Зуевский, В.П. Патоморфология печени при описторхозе в зависимости от возраста инвазируемых животных: автореф. дис. ... канд. мед. наук / В.П. Зуевский. - Тюмень, 1985. - 18 с.*

4. *Зуевский, В.П. Патоморфология поражений желудка при различных формах описторхоза и их роль в канцерогенезе: автореф. дис. ... д-ра. мед. наук / В.П. Зуевский. – Тюмень; Сургут, 1995. - 40 с.*

5. *Ильинских, Е.Н. Актуальные вопросы изучения описторхоза в Си-бири / Е.Н. Ильинских // Бюл. сибирской медицины. - 2002. - Т. 1, № 1. - С. 63-69.*

6. *Озерецковская, Н.Н. Органная патология в острой стадии тканевых гельминтозов: роль эозинофилии крови и тканей, иммуноглобулинемии Е, С 4 и факторов, индуцирующих иммунный ответ / Н.Н. Озерецковская // Мед. паразитология и паразитар. болезни. - 2000. - № 3. - С. 3-8.*

7. *Подклетнова, Л.Ф. Влияние кратности заражения на хозяино-паразитарные отношения при описторхозе / Л.Ф. Подклетнова, Т.Ф. Степанова // Мед. паразитология и паразитар. болезни. – 2003. - № 1. - С. 16-20.*

## **ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЕ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

К.А. Егорова, В.А. Ишутов, Л.М. Хасанова  
Башкирский государственный аграрный университет  
г. Уфа

***Аннотация.** Рассматривается проблема повышенного содержания железа в питьевой воде и его негативное влияние на здоровье человека. Приводятся результаты испытаний инновационной технологии обезжелезивания питьевой воды на базе электрокондиционера в Ленинградской области. Обсуждаются преимущества его использования.*

***Ключевые слова:** безреагентный метод очистки, обезжелезивание, электрокондиционер, электродные секции, гранулированные наполнители, фильтрование, эффективность очистки.*

Высокие требования нормативных документов [1,2], предъявляемых к качеству питьевой воды выдвигают на передний план вопрос высокого

содержания железа в источниках водоснабжения. Данная проблема является актуальной для многих регионов России – Московской области, Республики Адыгея, Карелии, Дальнего Востока, Республики Башкортостан и др.

Своевременное и качественное обеспечение населения питьевой водой, соответствующей нормативным требованиям, является одной из главных государственных задач, приобретающих особую актуальность в связи с наблюдающимся ухудшением общей экологической обстановки и загрязнением источников водоснабжения. Особенно остро это проявляется в сельских населенных пунктах – водой низкого качества пользуется 45 % населения из 39,5 млн сельских жителей России. Республика Башкортостан традиционно относится к регионам страны с высоким удельным весом сельского населения. По итогам всероссийской переписи населения 2010 года в сельской местности проживает 39,6 % населения республики, для которых основной источник водоснабжения – подземные воды (82 %). Проблема повышенного содержания железа в воде наблюдается в Учалинском, Баймакском, Абзелиловском, Хайбулинском, Уфимском и других районах РБ [3,4,5].

Повышенное содержание железа отрицательно влияет на техническое состояние водораспределительной и отопительной систем, откладываясь в виде ржавчины на внутренней поверхности труб и выводя сантехническое оборудование из строя, принося значительные финансовые потери. При потреблении человеком воды с повышенным содержанием железа происходит его накопление данного элемента в организме, что может привести к гепатиту, диабету, заболеваниям нервной системы, сердечным патологиям, изменению морфологического состава крови, а также возможна внезапная остановка сердца [5]. Таким образом, контролирование  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  и  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  в питьевой воде является важной задачей, решением которой специалисты занимаются уже давно.

Первые станции обезжелезивания воды были построены в Германии в Галле (1868 г.) и Шарлоттенбурге (1874 г.). В России методы обезжелезивания были известны в 20 веке, но лишь 1968-1970 годах были утверждены первые типовые проекты станций, сооруженные в населенных пунктах страны.

Перечень используемых методов по обезжелезиванию достаточно широк. Основой безреагентных методов очистки является предварительное аэрирование воды с последующим фильтрованием через зернистую загрузку.

В реагентных методах осаждение железа достигается за счет использования  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{O}_3$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , и др., и довольно часто эти методы применяются совместно с безреагентными способами очистки.

Микробиологический метод обезжелезивания, являясь достаточно ресурсоемким, но экологически самым правильным, используется реже

вышеупомянутых способов и основан на использовании бактерий, способных разрушать трудноокисляемые формы железа.

Известно обезжелезивание подземных вод в водоносном пласте, когда у водозаборных скважин создают искусственно окислительные геохимические зоны путем закачки в скважины воды, насыщенной кислородом. В этом случае железо окисляется и осаждается в толще пород.

Подходы по обезжелезиванию воды совершенствуются и в настоящее время. Так одним из последних инновационных решений в области очистки воды от железа является использование электрокондиционеров при безреагентном методе очистки. Электрокондиционер представляет собой проточный емкостный аппарат из нержавеющей стали, с плоскопараллельными электродными секциями и гранулированным наполнителем (рисунок). Вода проходит сверху вниз через наполнитель при поданном на электродные секции напряжении. Под воздействием электрического поля происходит электрохимическая деструкция загрязнителя воды. Клеточные мембраны микроорганизмов разрушаются локальными электрическими полями в окрестности гранул наполнителя. На анодах аппарата происходит окисление органических соединений и ионов металлов (кроме элементов, принадлежащих щелочной группе), а в прикатодных пространствах образуются окислы железа и их агрегирование. Далее проходит электросорбция ионов загрязнителя на поверхности твердых частиц в электростатическом поле, и электрофильтрация – осаждение коллоидных заряженных частиц загрязнителя на поверхности твердых частиц в электростатическом поле.

Основное преимущество электрокондиционеров заключается в том, что они эффективно очищают воду от самых различных загрязнений, токсичных минеральных и органических веществ. В отличие от других устройств водоочистки, основанных на других принципах, электрокондиционеры не нуждаются в замене каких-либо рабочих элементов – наполнителя, мембран, и т.д. Установка имеет блок автоматического управления, что позволяет ей работать автономно. В составе установки предусматривается электроконвектор рН воды, который преобразует воду в кислую без использования кислоты под воздействием электростатического поля для периодической промывки. Процессы очистки и регенерации происходят автоматически. Контейнер установки изготавливают по индивидуальным размерам и обустраивают необходимыми системами освещения, отопления, вентиляции. Простота технологической схемы делает несложной ее эксплуатацию.

ООО «Экостройпроект» провел успешные испытания данной технологии в системе очистки воды п. Глажево Ленинградской области (~ 2,5 тыс. человек) с подземным источником и содержанием железа общего от 0,4 до 3 мг/дм<sup>3</sup> (таблица 1).

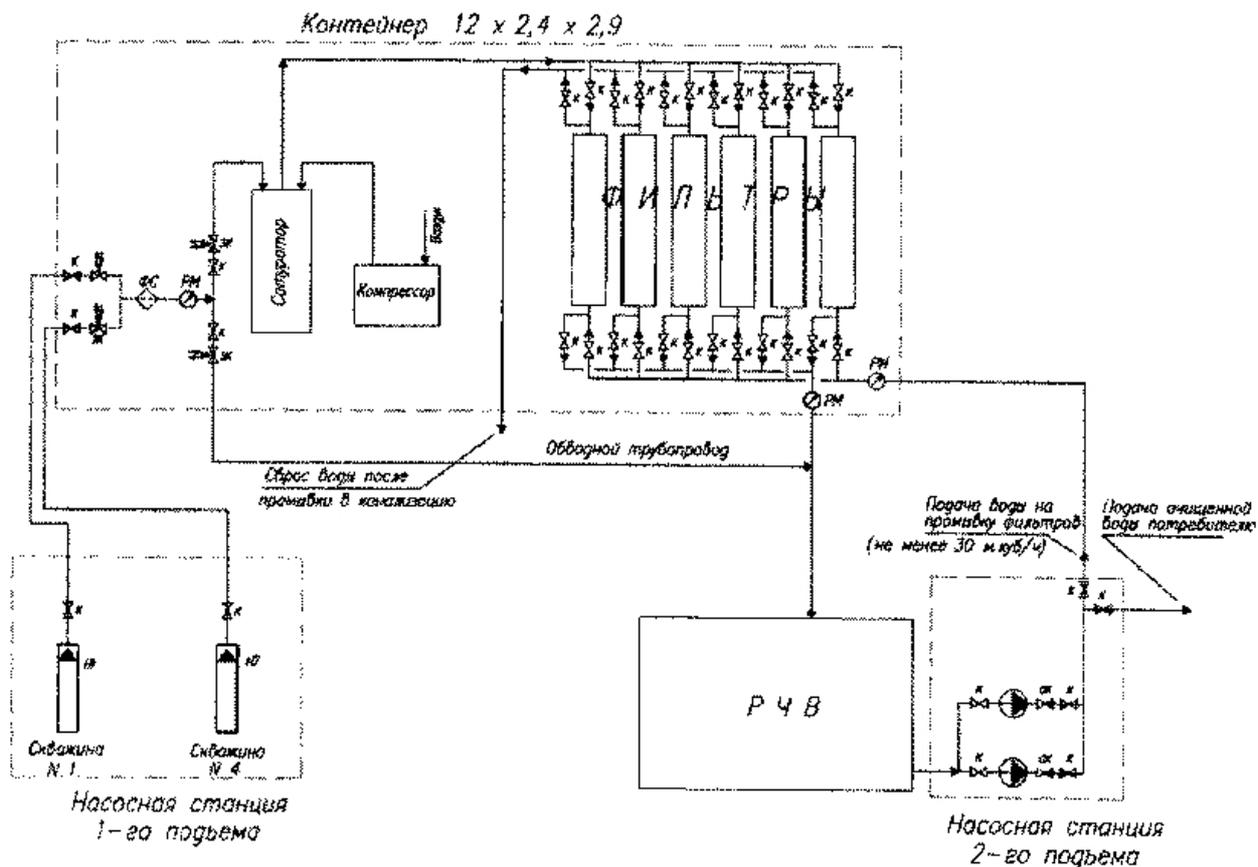


Рис. 1. Принципиальная схема обезжелезивания питьевой воды с использованием электрокондиционера

Таблица 1

Среднегодовое значение результатов лабораторных исследований железа в воде за 2014-2016гг.

№ скважины	2014 г, мг/дм <sup>3</sup>	2015 г, мг/дм <sup>3</sup>	2016 г, мг/дм <sup>3</sup>	Норма по СанПиН 2.1.4.1074-01, мг/дм <sup>3</sup>
1	0,73	0,66	0,87	<0,3
4	1,30	0,94	0,71	

Опытно-промышленные испытания продемонстрировали ее высокую эффективность (таблица 2).

В Республике Башкортостан сегодня также широко применяются современные технологии по очистке воды от железа - скорые фильтры с мелкозернистой загрузкой (например, горелой породы), коагуляция и осветление, и др. Однако мало известны примеры использования электрокондиционеров в системах водоснабжения. Представляется весьма своевременным и актуальным широкое внедрение инновационного метода обезжелезивания питьевой воды с использованием электрокондиционеров в населенных пунктах как РБ, так и страны в целом.

Таблица 2

Результаты лабораторных исследований железа в воде в период проведения опытно-промышленных испытаний

№ п/п	Железо общ., мг/л	
	Вход	Выход
1	0,66	0,08
2	0,60	0,00
3	0,75	0,04
4	0,75	0,00
5	0,87	0,00

Данная технология обезжелезивания питьевой воды позволяет:

- существенно снизить негативное воздействие  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  и  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  на здоровье водопотребителей и тем самым повысить качество и продолжительность жизни населения страны;

- свести к минимуму негативное воздействие  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  и  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  на техническое состояние систем водоснабжения и тем самым сократить расходы на ее содержание.

#### Список литературы

1. СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения» (с изменениями на 2 апреля 2018 года)

2. Федеральный закон от 10.01.2002 №7-ФЗ (в ред. от 03.07.2016г.) «Об охране окружающей среды»

3. Абдрахманов Р.Ф., Чалов Ю.Н., Абдрахманова Е.Р. Пресные подземные воды Башкортостана. – Уфа: Информреклама, 2007. – 184 с

4. Хасанова Л.М., Мозжерина Е.А. Питьевая вода в республике Башкортостан – состояние, особенности и перспективы. В сборнике: Современное состояние, традиции и инновационные технологии в развитии АПК материалы международной научно-практической конференции в рамках XXVII Международной специализированной выставки «Агрокомплекс-2017». Башкирский государственный аграрный университет. 2017. С. 187-192.

5. Хасанова Л.М., Альбеева Р.В. Проблемы качества питьевой воды на примере Уфимского района Республики Башкортостан. В сборнике: Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительные технологии сборник статей. Самарский государственный архитектурно-строительный университет; под ред. М.И. Бальзанникова, К.С. Галицкова, А.К. Стрелкова. Самара, 2016. С. 305-308.

## ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ Р. УВОДЬ (Г. ИВАНОВО) ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИМИ АРОМАТИЧЕСКИМИ УГЛЕВОДОРОДАМИ

И.А. Искинова, Н.А. Кобелева, Т.В. Извекова, А.А. Гушин  
Ивановский государственный химико-технологический университет,  
г. Иваново

*Аннотация.* В работе приводятся результаты измерений содержания полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в природной воде (река Уводь) на территории г. Иваново. Полученные данные позволили оценить суммарные концентрации ПАУ в воде р. Уводь, которые варьируются в диапазоне 203 – 4306 нг/л.

В связи с загрязнением окружающей среды (ОС) требуется постоянный аналитический контроль (мониторинг) состояния атмосферного воздуха, природной и питьевой воды, почвы и растительности. К одним из приоритетных загрязнителей ОС относят полициклические ароматические углеводороды (К.Ю. Воробьева, 2017). Полициклические ароматические углеводороды – это большая группа (более чем 100 различных органических соединений), содержащих два и более конденсированных ароматических кольца (Д.В. Машкин, 2017).

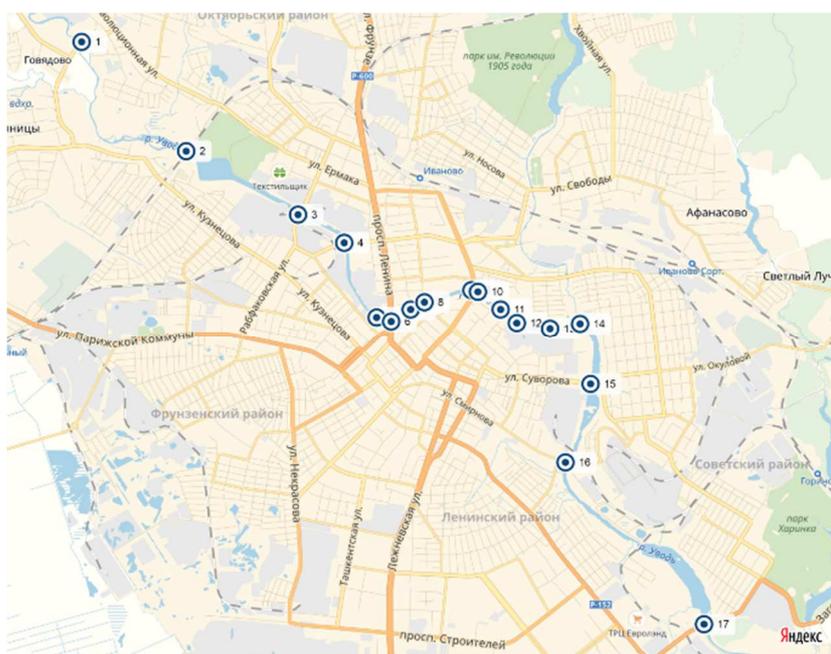
На человека ПАУ воздействует через атмосферный воздух, питьевую воду и продукты питания (Т. Wenzl, 2006). Агентство по охране окружающей среды США внесло в список приоритетных ПАУ 16 соединений: нафталин, аценафтилен, аценафтен, флуорен, фенантрен, антрацен, флуорантен, пирен, бенз[а]антрацен, хризен, бенз[б]флуорантен, бенз[к]флуорантен, бенз[а]пирен, индено[1,2,3-сd]пирен, бенз[g,h,i]перилен и дибенз[а,h]антрацен.

Объектом исследования являлась река Уводь на территории города Иваново (Ивановская область, Российская Федерация). В качестве контрольных точек были выбраны мосты вдоль реки. Для оценки фонового уровня загрязнения были отобраны пробы воды вне сферы локального антропогенного воздействия (точка № 1 на рисунке).

На рассматриваемых участках отбор образцов осуществляли в соответствии с требованиями (РД. 52.04.186 – 89, 1991). Пробы воды отбирали в апреле 2018 г. Всего было отобрано 16 проб воды. Анализ проб проводили согласно (ФР 1.31.2001, 2001). Суммарное содержание ПАУ в реке Уводь приведено в таблице.

Средний уровень содержания ПАУ в воде р. Уводь в черте города в 3 раз выше фонового уровня. Проведенный также анализ позволил выявить приоритетные для реки Уводь ПАУ, к которым можно отнести антрацен,

аценафтен и фенантрен, т.к. они присутствуют в большинстве из анализируемых проб и в значительных концентрациях.



Карта р. Уводь, с указанием мест отбора проб

#### Концентрация ПАУ в пробах воды реки Уводь г. Иваново (нг/л)

Показатель	Концентрации ПАУ в воде р. Уводь, нг/л		
	Среднее значение	Медианное значение	Диапазон концентраций
ΣПАУ	830	596	203÷4306

Результаты мониторинга содержания ПАУ в воде позволили выявить, что наибольшие концентрации наблюдаются в местах с интенсивным движением автотранспорта, т.е. именно локальные источники ответственны за формирование качества ОС. Данное подтверждают результаты ранее проведенных исследований по оценке уровня загрязнения почвенного покрова г. Иваново (Д.В. Машкин, 2017).

#### Список литературы

1. Воробьева К.Ю. Бенз(а)пирен и нефтепродукты в почвенном покрове населенных пунктов разного статуса в Самарской области: [Текст] / К.Ю. Воробьева, Н.В. Прохорова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2017. - № 2-2. – С. 239-243.

2. ФР.1.31.2001. Государственная система обеспечения единства измерений. Качество снежного покрова. Поверхностная плотность бенз(а)пирена. Методика выполнения измерений методом ВЭЖХ / Восточно-Сибирский НИИ физико-технических и радиотехнических измерений. – Иркутск, 2001.

3. Машкин, Д. В., Извекова, Т. В., Гущин, А. А., Гриневич, В. И. (2017). Оценка уровня загрязнения почв г. Иваново тяжелыми металлами и нефтепродуктами. Известия высших учебных заведений. Серия «Химия и химическая технология», 60(5), 94-99.

4. Wenzl T., Simon R., Anklam E., Kleiner J. Analytical methods for polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in food and the environment needed for new food legislation in the European Union // Trends in Analytical Chemistry. - 2006. - Т. 25, № 7. - С. 716-725.

5. РД. 52.04.186 – 89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. - М.: Госкомгидромет, 1991. - 693 с.

## **КОНТРОЛЬ СОДЕРЖАНИЯ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ГОРЬКОВСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ**

А.А. Спирина, Т.В. Извекова, Ю.С. Моклокова  
Ивановский государственный химико-технологический университет,  
г. Иваново

***Аннотация.** Работа посвящена исследованию поверхностного и придонного слоев воды Горьковского водохранилища (ниже г. Юрьево межсубъектовый створ Ивановской и Нижегородской областей). Определение биогенных элементов, таких как аммонийный, нитратный, нитритный азот и фосфат – ионов (по фосфору).*

Поступление биогенных элементов в водные системы является актуальной проблемой. Основное количество биогенных элементов поступает в водоемы и водотоки с хозяйственно-бытовыми сточными водами, а также в виде поверхностного стока с территорий населенных пунктов.

Горьковское водохранилище образовано плотиной Нижегородской ГЭС, заполнено в 1955-1957 годах. Расположено на территориях Ярославской, Костромской, Ивановской и Нижегородской областей.

Цель исследования – определить содержания основных биогенных элементов в воде исследуемого водохранилища.

Пробы были отобраны из поверхностного и придонного слоев на территории Горьковского водохранилища в марте, июне и сентябре 2019 г. Определяли аммонийный, нитратный, нитритный азот и фосфат – ионов (по фосфору) по общепринятым методикам [1]. Анализ биогенных элементов приведен ниже в таблице.

Аммонийный азот поступает в водные объекты с неочищенными сточными водами, от разлагающихся на дне органических веществ и т.д. [2]. В исследуемой воде водохранилища содержание аммонийного азота в

поверхностном слое превышало ПДК<sub>рх</sub> в марте 2019 г. почти в 4 раза. В остальных пробах превышения не наблюдалось.

Таблица

Содержание биогенный элементов в воде Горьковского водохранилища

Показатель	Слой воды	Март	Июнь	Сентябрь
Аммонийный азот	Правый берег			
	Поверхностный	1,54	0,2	0,09
	Придонный	0,4	0,21	0,08
	Левый берег			
	Поверхностный	0,21	0,21	0,12
	Придонный	0,24	0,21	0,07
ПДК <sub>рх</sub> (в пересчете на азот)		0,4		
Нитритный азот	Правый берег			
	Поверхностный	0,011	0,01	0,01
	Придонный	0,023	0,012	0,007
	Левый берег			
	Поверхностный	0,018	0,011	0,011
	Придонный	0,025	0,01	0,011
ПДК <sub>рх</sub>		0,02		
Нитратный азот	Правый берег			
	Поверхностный	0,48	0,32	0,35
	Придонный	0,6	0,37	0,37
	Левый берег			
	Поверхностный	0,61	0,66	0,33
	Придонный	0,6	0,35	0,32
ПДК <sub>рх</sub>		9		
Фосфат - ионы	Правый берег			
	Поверхностный	0,16	-	0,02
	Придонный	0,02	-	0,02
	Левый берег			
	Поверхностный	0,14	-	0,03
	Придонный	0,03	-	0,02
ПДК <sub>рх</sub>		0,2		

Нитриты являются показателями загрязнения водоема – повышенное содержание их указывает на усиленное разложение органического вещества [2].

В марте 2019 г. превышение ПДК<sub>рх</sub> по нитритному азоту наблюдается в придонном слое воды.

Нитратная форма азота является наиболее важной для деятельности гидробионтов в водохранилищах [2]. Содержание нитратного азота в исследуемых пробах Горьковского водохранилища не превышает ПДК<sub>рх</sub>.

Минеральные фосфаты поступают в природные воды в результате выветривания пород, содержащих ортофосфаты. Они также поступают в

водоемы при внесении в почву минеральных удобрений. Кроме того, ортофосфаты образуются при биологической переработки остатков животных и растительных организмов, т.е. вследствие их минерализации [2]. Содержание фосфат – ионов (по фосфору) в исследуемых слоях воды Горьковского водохранилища не превышает ПДК<sub>рх</sub>.

### Список литературы

1. Методы химического анализа в гидробиологических исследованиях. – Владивосток, 1979. – 127 с.
2. Харина С.Г. Динамика содержания биогенных элементов в воде водохранилищ агроландшафта в Амурской области / С.Г. Харина, Т.П. Колесникова // Экология. - №11. - Вестник КрасГАУ. 2009. – С. 120 – 126.

## ПОРЯДОК РЕАЛИЗАЦИИ МЕТОДА ОЦЕНКИ КОМПЛЕКСНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ВРЕДНЫХ И ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ НА РАБОТНИКОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ПРИ ИХ МОНИТОРИНГЕ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

В.М. Панарин, А.А. Маслова, К.В. Гришаков, Н.А. Рыбка  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В статье представлен порядок реализации метода оценки комплексного воздействия вредных и опасных факторов на работников промышленных предприятий при их мониторинге в режиме реагирования на заранее заложенные пределы значений условно опасных факторов. Все данные, подвержены первичному анализу так называемой Smart-каскаой, так же они передаются на сервер. На сервере ведется карта здоровья человека, где собирается вся информации о времени и величине тех или иных воздействий на организм, состояние организма и динамика реакции организма на один или группу вредных факторов.

На основе идентификации на рабочем месте факторов производственной среды и трудового процесса, источников вредных и опасных факторов принимается решение о проведении исследований (испытаний) и измерений вредных и (или) опасных факторов.

Выявление на рабочем месте факторов производственной среды и трудового процесса, источников вредных и (или) опасных факторов осуществляется путем изучения представляемых работодателем:

- технической (эксплуатационной) документации на производственное оборудование (машины, механизмы, инструменты и приспособления), используемое работником на рабочем месте;

- технологической документации, характеристик технологического процесса;
- исследований (испытаний) и измерений вредных и (или) опасных факторов;
- предложений работников по осуществлению на их рабочих местах идентификации потенциально вредных и (или) опасных производственных факторов (при наличии таких предложений).

Выявление на рабочем месте факторов производственной среды и трудового процесса, источников вредных и (или) опасных факторов может также проводиться путем обследования рабочего места путем осмотра и ознакомления с работами, фактически выполняемыми работником в режиме штатной работы, а также путем опроса работника и (или) его непосредственных руководителей.

Все вредные и (или) опасные факторы, которые идентифицированы на рабочем месте, подлежат исследованиям (испытаниям) и измерениям.

Исходя из выявленных потенциально вредных и (или) опасных производственных факторов, создается Smart-каска с уникальным для каждого рабочего места набором датчиков, ведущая непрерывный анализ установленных факторов. Так же вне зависимости от установленных факторов каждая Smart-каска оснащена средствами диагностики физиологических функций организма человека, а именно датчик пульса, температуры тела и кожной проводимости. Данные с датчиков подвергаются первичному анализу локально, ресурсами самой каски. В случае превышения, отправляя сигнал самому работнику, а так же экстренно оповещая специальные службы.

На сервере в свою очередь создается карта здоровья для каждого человека по отдельности. Таким образом, все записываемые данные с датчиков остаются строго персонализированы.

Принципиально метод делится на три основных этапа.

1. Реализация метода в режиме реагирования на заранее заложенные пределы значений условно опасных факторов.

2. Реализация метода в режиме корректировки пределов в соответствии с полученными данными.

3. Реализация метода в режиме реагирования на пределы сформированные в соответствии с уникальными особенностями организма каждого отдельного человека.

Начальный режим работы подразумевает, что персональное устройство мониторинга будет реагировать на изменение условий труда и воздействие факторов рабочей зоны в соответствии с верхними значениями безопасных условий труда установленных санитарными нормами, т.е.:

$$\begin{bmatrix} SC_N^1 \\ SC_N^2 \\ SC_N^3 \\ SC_N^k \\ St^\circ C_N \\ SL_{AN} \\ Sa_N \\ Sk1g_N \\ SE \text{ экс }_N \end{bmatrix} < \begin{bmatrix} DC_N^1 \\ DC_N^2 \\ DC_N^3 \\ DC_N^k \\ Dt^\circ C_N \\ DL_{AN} \\ Da_N \\ Dk1g_N \\ DE \text{ экс }_N \end{bmatrix} \quad (1)$$

где  $SC_N^1$  – фактическое значение концентрации вредного для человека вещества 1 в производственной среде мг/м.куб.;  $SC_N^2$  – фактическое значение концентрации вредного для человека вещества 2 в производственной среде, мг/м.куб.;  $SC_N^3$  – фактическое значение концентрации вредного для человека вещества 3 в производственной среде, мг/м.куб.;  $SC_N^k$  – фактическое значение концентрации вредного для человека вещества  $k$  в производственной среде, мг/м.куб.;  $St^\circ C_N$  – фактическое значение температуры производственной среды, в которой находится работник, град.;  $SL_{AN}$  – фактическое значение уровня шума производственной среды, в которой находится работник, дБА;  $Sa_N$  – фактическое значение значения виброускорений производственной среды, воздействующей на организм человека, м/с<sup>2</sup>;  $Sk1g_N$  – фактическое значение значения ударных воздействий на защитную каску через набор измеренных ускорений по отношению к ускорению свободного падения  $g$ , м/с<sup>2</sup>;  $SE \text{ экс }_N$  – фактическое значение значения эксплуатационной освещенности производственной среды, в условиях которой производит действия работник, Лк;  $DC_N^1$  – установленная верхняя граница концентрации вредного для человека вещества 1 в производственной среде мг/м.куб.;  $DC_N^2$  – установленная верхняя граница концентрации вредного для человека вещества 2 в производственной среде, мг/м.куб.;  $DC_N^3$  – установленная верхняя граница концентрации вредного для человека вещества 3 в производственной среде, мг/м.куб.;  $DC_N^k$  – установленная верхняя граница концентрации вредного для человека вещества  $k$  в производственной среде, мг/м.куб.;  $Dt^\circ C_N$  – установленная верхняя граница температуры производственной среды, в которой находится работник, град.;  $DL_{AN}$  – установленная верхняя граница уровня шума производственной среды, в которой находится работник, дБА;  $Da_N$  – установленная верхняя граница значения виброускорений производственной среды, воздействующей на организм человека, м/с<sup>2</sup>;  $Dk1g_N$  – установленная верхняя граница значения ударных воздействий на защитную каску через набор измеренных ускорений по отношению к ускорению свободного падения  $g$ , м/с<sup>2</sup>;  $DE \text{ экс }_N$  – установленная верхняя граница значения эксплуатационной освещенности производственной среды, в условиях которой производит действия работник, Лк.

Параллельно с этим, у работника должны постоянно измеряться основные физиологические показатели здоровья: частота пульса работника, температура тела, кожная проводимость, положение тела работника. Как и в случае с факторами условий труда, в соответствии с методом происходит реагирование на негативное изменение функционального состояния человека, т.е.:

$$\begin{bmatrix} L_{чсс} N \\ LT^{\circ}C_N \\ Lg N \\ L\text{Ў вер}_N \end{bmatrix} < \begin{bmatrix} S_{чсс} N \\ ST^{\circ}C_N \\ Sg N \\ S\text{Ў вер}_N \end{bmatrix} < \begin{bmatrix} D_{чсс} N \\ DT^{\circ}C_N \\ Dg N \\ D\text{Ў вер}_N \end{bmatrix} \quad (2)$$

где  $D_{чсс} N$  – установленная верхняя граница частоты сердечных сокращений (частота пульса), уд/мин;  $DT^{\circ}C_N$  – установленная верхняя граница температуры тела работника, находящегося под действием факторов производственной среды, град.;  $Dg N$  – установленная верхняя граница электропроводности кожи работника, См;  $D\text{Ў вер}_N$  – установленная верхняя граница значения отклонения оси каски от вертикальной оси, рад;  $D_{чсс} N$  – установленная нижняя граница частоты сердечных сокращений (частота пульса), уд/мин;  $DT^{\circ}C_N$  – установленная нижняя граница температуры тела работника, находящегося под действием факторов производственной среды, град.;  $Dg N$  – установленная нижняя граница электропроводности кожи работника, См;  $D\text{Ў вер}_N$  – установленная нижняя граница значения отклонения оси каски от вертикальной оси, рад;

В рамках соблюдения метода первого этапа работы необходимо одновременное соблюдение условий (1) и (2), т.е.:

$$\left\{ \begin{array}{l} \begin{bmatrix} SC_N^1 \\ SC_N^2 \\ SC_N^3 \\ SC_N^k \\ St^{\circ}C_N \\ SL_{AN} \\ Sa_N \\ Sk1g_N \\ SE \text{ экс}_N \end{bmatrix} < \begin{bmatrix} DC_N^1 \\ DC_N^2 \\ DC_N^3 \\ DC_N^k \\ Dt^{\circ}C_N \\ DL_{AN} \\ Da_N \\ Dk1g_N \\ DE \text{ экс}_N \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} L_{чсс} N \\ LT^{\circ}C_N \\ Lg N \\ L\text{Ў вер}_N \end{bmatrix} < \begin{bmatrix} S_{чсс} N \\ ST^{\circ}C_N \\ Sg N \\ S\text{Ў вер}_N \end{bmatrix} < \begin{bmatrix} D_{чсс} N \\ DT^{\circ}C_N \\ Dg N \\ D\text{Ў вер}_N \end{bmatrix} \end{array} \right. \quad (3)$$

Все данные, подвержены первичному анализу Smart-каскай, так же они передаются на сервер. На сервере ведется карта здоровья человека, где собирается вся информации о времени и величине тех или иных

воздействий на организм, состояние организма и динамика реакции организма на один или группу вредных факторов.

Во время второго этапа работы происходит наиболее активная форма обратной связи сервера и Smart-каска, а именно: уделяется повышенное внимание физиологическим показателям. В случае негативного изменения физиологических показателей организма (не соблюдаются условия (2), но соблюдаются условия (1)) сервер посылает сигнал на Smart-каска о снижении верхних границ вредных воздействий, причем верхняя граница устанавливается таким образом, чтобы быть ниже значения, при котором произошло не соблюдение условия (2), т.е.:

$$\begin{bmatrix} DC_N^1 \\ DC_N^2 \\ DC_N^3 \\ DC_N^k \\ Dt^\circ C_N \\ DL_{AN} \\ Da_N \\ Dk1g_N \\ DE \text{ экс }_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} HC_N^1 \\ HC_N^2 \\ HC_N^3 \\ HC_N^k \\ Ht^\circ C_N \\ HL_{AN} \\ Ha_N \\ Hk1g_N \\ HE \text{ экс }_N \end{bmatrix} \quad (4)$$

где  $DC_N^1$  – значение в момент не соблюдения условия (2) концентрации вредного для человека вещества 1 в производственной среде мг/м.куб.;  $DC_N^2$  – значение в момент не соблюдения условия (2) концентрации вредного для человека вещества 2 в производственной среде, мг/м.куб.;  $DC_N^3$  – значение в момент не соблюдения условия (2) концентрации вредного для человека вещества 3 в производственной среде, мг/м.куб.;  $DC_N^k$  – значение в момент не соблюдения условия (2) вредного для человека вещества  $k$  в производственной среде, мг/м.куб.;  $Dt^\circ C_N$  – значение в момент не соблюдения условия (2) температуры производственной среды, в которой находится работник, град.;  $DL_{AN}$  – значение в момент не соблюдения условия (2) уровня шума производственной среды, в которой находится работник, дБА;  $Da_N$  – значение в момент не соблюдения условия (2) значения виброускорений производственной среды, воздействующей на организм человека, м/с<sup>2</sup>;  $Dk1g_N$  – значение в момент не соблюдения условия (2) значения ударных воздействий на защитную каску через набор измеренных ускорений по отношению к ускорению свободного падения  $g$ , м/с<sup>2</sup>;  $DE \text{ экс }_N$  – значение в момент не соблюдения условия (2) эксплуатационной освещенности производственной среды, в условиях которой производит действия работник, Лк. Запуская таким образом механизм персонализации.

Далее происходит следующее. Сниженные искусственно верхние границы вредных условий труда становятся стандартом для данного человека. Так же, мониторинг физиологических показателей организма подвергается наиболее тщательному контролю.

Границы верхних показателей условий труда снижаются для всех факторов, тогда как очевидно негативное воздействие на организм человека оказывает один или конкретная группа факторов, таким образом, для исключения ошибочного занижения факторов включается следующий механизм: каждый раз, когда Smart-каска отправляет сигнал о превышении воздействия вредных и опасных факторов, устройство начинает сравнивать физиологические параметры в момент превышения по фактору на данный момент и физиологические параметры на момент установки новых верхних порогов. В случае, если физиологические параметры в норме, то верхний предел для данного вредного и опасного фактора следует вернуть к исходным значениям, если же физиологические параметры достигают значения установленных верхних пределов, в таком случае заданную границу следует оставить без изменений, т.е.:

$$\left\{ \begin{array}{l} \left[ \begin{array}{l} SC_N^1 \\ SC_N^2 \\ SC_N^3 \\ SC_N^k \\ St^\circ C_N \\ SL_{AN} \\ Sa_N \\ Sk1g_N \\ SE \text{ экс } N \end{array} \right] \geq \left[ \begin{array}{l} HC_N^1 \\ HC_N^2 \\ HC_N^3 \\ HC_N^k \\ Ht^\circ C_N \\ HL_{AN} \\ Ha_N \\ Hk1g_N \\ HE \text{ экс } N \end{array} \right] \\ \left[ \begin{array}{l} Lчсс N \\ LT^\circ C_N \\ Lg N \\ L\text{¥ вер } N \end{array} \right] \geq \left[ \begin{array}{l} Sчсс N \\ ST^\circ C_N \\ Sg N \\ S\text{¥ вер } N \end{array} \right] \end{array} \right. \quad (5)$$

ИЛИ

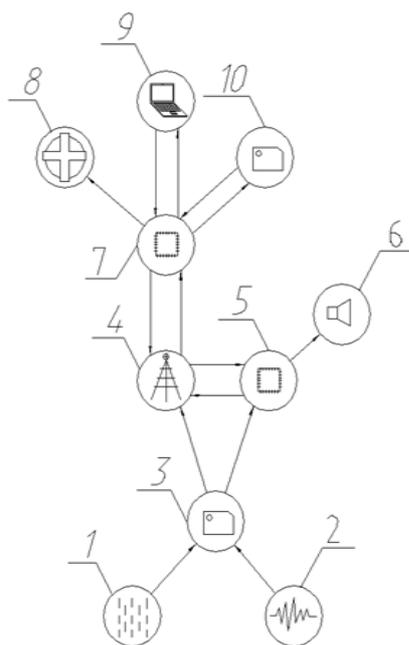
$$\left\{ \begin{array}{l} \left[ \begin{array}{l} SC_N^1 \\ SC_N^2 \\ SC_N^3 \\ SC_N^k \\ St^\circ C_N \\ SL_{AN} \\ Sa_N \\ Sk1g_N \\ SE \text{ экс } N \end{array} \right] \geq \left[ \begin{array}{l} HC_N^1 \\ HC_N^2 \\ HC_N^3 \\ HC_N^k \\ Ht^\circ C_N \\ HL_{AN} \\ Ha_N \\ Hk1g_N \\ HE \text{ экс } N \end{array} \right] \\ \left[ \begin{array}{l} Sчсс N \\ ST^\circ C_N \\ Sg N \\ S\text{¥ вер } N \end{array} \right] \geq \left[ \begin{array}{l} Dчсс N \\ DT^\circ C_N \\ Dg N \\ D\text{¥ вер } N \end{array} \right] \end{array} \right. \quad (6)$$

если условие (5) или (6) верно, тогда выражение (3) приобретает следующий вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} \left[ \begin{array}{c} SC_N^1 \\ SC_N^2 \\ SC_N^3 \\ SC_N^k \\ St^{\circ}C_N \\ SL_{AN} \\ Sa_N \\ Sk1g_N \\ SE \text{ экс }_N \end{array} \right] < \left[ \begin{array}{c} HC_N^1 \\ HC_N^2 \\ HC_N^3 \\ HC_N^k \\ Ht^{\circ}C_N \\ HL_{AN} \\ Ha_N \\ Hk1g_N \\ HE \text{ экс }_N \end{array} \right] \\ \left[ \begin{array}{c} Lчсс N \\ LT^{\circ}C_N \\ Lg N \\ L\text{¥ вер }_N \end{array} \right] < \left[ \begin{array}{c} Sчсс N \\ ST^{\circ}C_N \\ Sg N \\ S\text{¥ вер }_N \end{array} \right] < \left[ \begin{array}{c} Dчсс N \\ DT^{\circ}C_N \\ Dg N \\ D\text{¥ вер }_N \end{array} \right] \end{array} \right. \quad (7)$$

что справедливо при полном совпадении условий (5) или (6), для всех вредных и опасных факторов, в противном случае значения сниженных искусственно верхних границ вредных условий труда возвращаются к значениям заданных ранее из нормативов.

Метод работы системы в основном режиме.



Общая схема работы метода работы персонального мониторинга

Данный режим работы позволит проконтролировать интенсивность вредных воздействий на работника, во время рабочего процесса, изучить персональный отклик организма каждого сотрудника на определенный вид деятельности или влияние различных факторов, снизить общий уровень опасности. На рисунке представлена принципиальная схема реализации метода с указанием блоков:

1. Группа датчиков отслеживающих уровень воздействия внешних факторов влияющих на человека;
2. Группа датчиков отслеживающих физиологическое состояние организма человека;
3. Первичное запоминающее устройство;
4. Устройство передачи данных;
5. Локальное устройство обработки данных;
6. Устройство оповещения;
7. Удаленное устройство обработки данных;
8. Быстрый доступ к экстренным службам;
9. Пользовательский интерфейс;
10. Удаленные базы данных.

В соответствии с методом: первая группа датчиков собирает весь предусмотренный спектр данных состояния окружающей среды. В то же время вторая группа датчиков отслеживает наиболее важные показатели физиологического состояния человека. Считанная информация без какой-либо предварительной обработки постоянно загружается на локальное запоминающее устройство в Smart-каске. Вся полученная информация отправляется по двум каналам на два различных устройства обработки данных. Локальное устройство обработки данных проводит первичный анализ полученной информации, а именно сравнивает текущие данные с заданными верхними значениями, причем различается два основных вида верхних параметров (вредные и опасные). В случае превышения заданных значений вредных параметров, в первую очередь передается оповещающий сигнал самому сотруднику, в случае же выхода параметров показания датчиков за предел опасных значений, к звуковому сигналу сотруднику, добавляется передача экстренного сигнала спасательным службам и ближайшим сотрудникам. Второе устройство обработки данных расположено удаленно и является более мощным. Задачей этого устройства является более глубокая обработка полученных данных, учитывающая не только превышения по основным параметрам, но и эффекты накопительного и корреляционного воздействия на организм. В случае незначительного превышения по приведенным параметрам устройство отмечает отслеженный фактор, как вредный и сохраняет текущую функцию в памяти для дальнейшего оперативного к ней обращения. Устройство передачи данных обеспечивает непрерывный обмен информацией между первичным запоминающим устройством, внутренним устройством обработки данных и внешними устройствами. Удаленное устройство обработки данных после глубокого изучения информации сохраняет все в удаленных базах данных. Так же удаленное устройство обработки данных связано быстрым доступом с сигнализатором экстренных служб, а так же имеет пользовательский интерфейс, позволяющий просматривать историю процессов и вносить корректировки в основной алгоритм и программу

работы системы в целом и каждого устройства в частности. Базы данных системы сохраняют полученную информацию с момента первого запуска устройства и позволяют обратиться к ним, как устройству обработки данных в автоматическом режиме, так и пользователю, через специализированный закрытый интерфейс, образуя карту здоровья.

В текущем режиме работы системы основной метод и функция состоят в том, что внешние датчики считывают информацию о воздействии вредных и опасных производственных факторов, сравнивая ее с новыми заданными значениями вредных воздействий, т.е. выполняется условие (7).

Помимо этого, продолжается мониторинг основных физиологических показателей организма. До тех пор, пока физиологические показатели в норме, система работает автономно, не изменяя заданных границ, в случае не соблюдения условия (2) выхода физиологических показателей за пределы нормы, система переходит в режим работы в соответствии со вторым пунктом настоящей методики, повторяя цикл до установления постоянных границ.

*Материалы подготовлены в рамках Гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – докторов наук (конкурс МД-2018).*

### **Список литературы**

1. Захарьева С.Н., Еренев С.И. Оценка профессиональных и производственных факторов риска здоровью работников предприятий машиностроения // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. - 2005. - №8(46). - С. 123-128.

2. ILO standards on occupational safety and health. Promoting a safe and healthy working environment. International Labour Conference. Geneva, Switzerland, 2009, 162 p.

3. Панарин В.М. Дистанционный контроль параметров микроклимата рабочей зоны с коррекцией по температуре // В.М. Панарин, А.А. Маслова, К.В. Гришаков, Л.В. Кашинцева // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. - 2018. - Вып.3. - С.61-73.

4. Панарин В.М. Разработка интеллектуальной системы персонального мониторинга здоровья работников/ В.М. Панарин, А.А. Маслова, Л.В. Кашинцева, К.В. Гришаков // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. - 2018. - Вып.4.

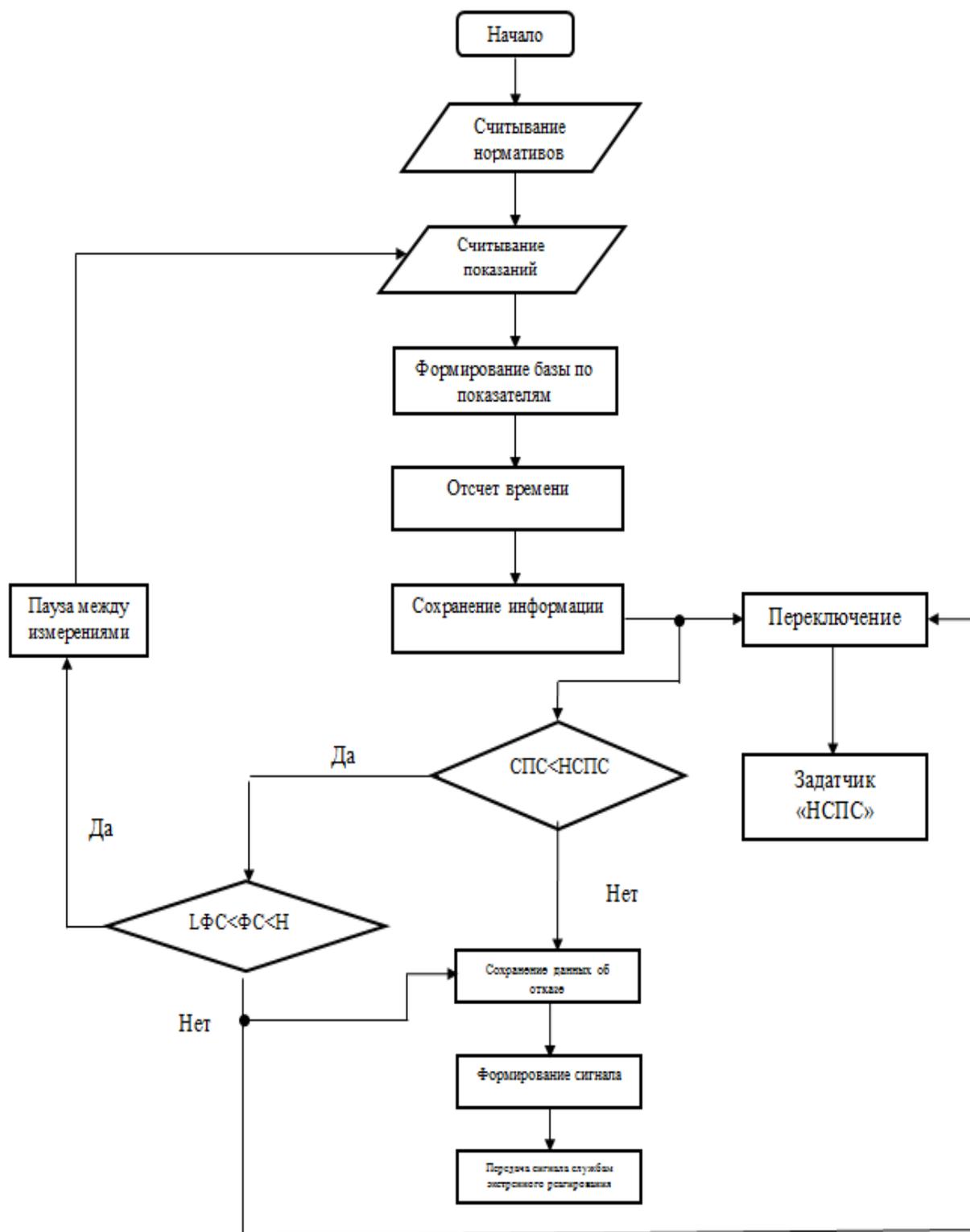
## **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОЦЕНКИ КОМПЛЕКСНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ВРЕДНЫХ И ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ НА РАБОТНИКОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ПРИ ИХ МОНИТОРИНГЕ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ**

В.М. Панарин, А.А. Маслова, К.В. Гришаков, Н.А. Рыбка  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В статье представлен алгоритм оценки комплексного воздействия вредных и опасных факторов на работников промышленных предприятий при их мониторинге в реальном времени.

На кафедре охраны труда и окружающей среды Тульского государственного университета разработан алгоритм оценки комплексного воздействия вредных и опасных факторов на работников промышленных предприятий при их мониторинге в реальном времени, который позволяет обеспечить своевременный контроль интенсивности вредных воздействий на работника, во время рабочего процесса, с учетом персонального отклика организма каждого сотрудника на определенный вид деятельности или влияние различных факторов. Блок-схема алгоритма оценки комплексного воздействия вредных и опасных факторов на работников промышленных предприятий при их мониторинге в реальном времени изображена на рисунке.

Первым действием после начала работы идет считывание нормативов и считывание показаний датчиков. Далее проходит формирование базы по показаниям датчиков, запускается отсчет времени, далее происходит сохранение данных. Сохраненная информация проходит через переключатель на задатчик предельных значений вредных и опасных факторов (Задатчик «НСПС»). Кроме этого сохраненные данные поступают на блок сравнения, где сравниваются с нормативами (СПС < НСПС), если это условие выполняется, то сигнал идет дальше, на блок сравнения функциональных показателей организма (ЛФС<ФС<НФС), в случае не совпадения условий идет сохранение данных о превышении, формируется сигнал и данные передаются в службы экстренного реагирования; В блоке сравнения функциональных показателей организма если условие выполняется, то после паузы, алгоритм повторяется, в случае не исполнения условия происходит следующее: идет сохранение данных о превышении, формируется сигнал и данные передаются в службы экстренного реагирования, а так же идет сигнал на переключатель, где данные задатчика меняются с заранее заложенных нормативов, на данные с датчиков во время превышения [1-2].



Блок-схема алгоритма оценки комплексного воздействия вредных и опасных факторов на работников промышленных предприятий при их мониторинге в реальном времени

Разработанный алгоритм соответствует предложенной методике в следующей части: персональное устройство мониторинга будет реагировать на изменение условий труда и воздействие факторов рабочей зоны в

соответствии с верхними значениями безопасных условий труда установленных санитарными нормами, так же у работника должны постоянно измеряться основные физиологические показатели здоровья: частота пульса работника, температура тела, кожная проводимость, положение тела работника. Как и в случае с факторами условий труда, в соответствии с методом происходит реагирование на негативное изменение функционального состояния человека. В случае негативного изменения физиологических показателей организма, но при этом сохранения низких показателей вредных и опасных факторов рабочей зоны, отправляется сигнал о снижении верхних границ вредных воздействий, причем верхняя граница устанавливается таким образом, чтобы быть ниже значения, при котором произошло превышение функциональных показателей человека. Постоянное сохранение данных с датчиков, а так же данных о превышениях показателей, позволяют сформировать полную картину влияния на здоровье вредных факторов, а так же отклика организма, на отдельные виды воздействий [3-4].

*Материалы подготовлены в рамках Гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых - докторов наук (конкурс МД-2018).*

### **Список литературы**

1. Serdyuk N.N. *Functional task of assessing the influence of harmful production factors on people // Eastern-European journal of enterprise technologies. - 2013. - Vol. 4, № 4(64). - pp. 22-25.*

2. Борисова А.В., Финоченко В.А. *Теоретические аспекты выбора технических средств для проведения контроля и мониторинга вредных и опасных производственных факторов // Вестник РГУПС. - 2014. - №4(56). - С. 24-30.*

3. Панарин В.М., Гришаков К.В., Мешалкин В.П. *Устройство дистанционного контроля параметров условий труда с коррекцией по температуре / Патент на изобретение № 2643109. Оpubл. 30.01.2018. Бюл. № 4.*

4. Панарин В.М., Гришаков К.В., Мешалкин В.П. *Устройство дистанционного контроля параметров условий труда в условиях загазованности / Патент на изобретение № 2652701. Оpubл. 28.04.2018. Бюл. № 13.*

## ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ПЕРСОНАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА ЗДОРОВЬЯ РАБОТНИКОВ

В.М. Панарин, А.А. Маслова, К.В. Гришаков, Н.А. Рыбка  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

***Аннотация.** Разработана интеллектуальная система персонального мониторинга, позволяющего выполнить анализ вредного воздействия физических факторов производственной среды на организм работника. Предлагаемое устройство контроля физиологических параметров предполагает многолетнюю систему наблюдений за процессом накопления избыточных доз вредного воздействия. К измеряемым показателям физиологического состояния работника относят температуру тела, кожную проводимость, пульс. Путем оптимизации составляющих доз и мер профилактики интеллектуальная система персонального мониторинга позволяет оценивать и управлять профессиональным риском, сохранять здоровье и продлевать трудовое долголетие.*

В последние годы в теоретических и практических направлениях исследований, касающихся охраны здоровья работников, получила распространение концепция доказательной медицины (evidence-based medicine), использующей математико-статистические подходы и эпидемиологические данные, необходимые для внедрения компьютерных технологий в медицину, что позволяет разработать методологию прогноза сроков сохранения трудоспособности работников по комплексу гигиенических и физиологических критериев, т.е. дать научный прогноз на основе фактов, исключающих болезненные последствия. В настоящее время утвердилось мнение, что норма есть единство количества и качества, сложившееся в процессе эволюции вида. Это явление общее для представителей данного вида, сформировавшегося как результат стабилизации наиболее выгодных гено-фенотических приобретений, необходимых для его существования в окружающей среде. Норма – зона колебаний морфо-функциональных свойств организма, изменяющаяся во времени в зависимости от экзогенных и эндогенных условий и соответствующая границам приспособления к среде обитания. Поэтому первоочередной задачей установления гигиенической нормы является определение количественных величин отдельных конкретных показателей состояния органов, систем и функций целостного организма, которые обеспечивают его жизнедеятельность.

Контроль состояния, а так же сохранение здоровья работников, является задачей, которая в современных реалиях выходит на первый план

[1-3]. Ввиду настоящего наращивания темпов производства, далеко не все предприятия имеют возможность обновить устаревшее морально и физически оборудование. Многие работодатели, особенно в таких отраслях, как горное дело или производство строительных материалов, все еще используют оборудование 70-80 годов 20 века, зачастую пренебрегая всеми нормами безопасности. Износ основных фондов в подотрасли нерудных стройматериалов является самым высоким среди отраслей строительного комплекса, на некоторых предприятиях он достигает 90 %, технический и технологический уровень производства соответствует, зачастую, уровню 1960-1970-х годов [4].

При этом одной из причин смерти в трудоспособном возрасте является работа во вредных условиях труда [5]. В настоящее время во вредных условиях труда работает около 40 % трудоспособного населения [6]. При этом в отраслях, таких как добыча полезных ископаемых, их доля по официальным статистическим данным превышает 55 %, реально же – доходит до 90 %. На рис. 1 показан удельный вес численности работников, занятых на работах с вредными и опасными условиями труда по отраслям промышленности за 2010, 2014 и 2015 гг.

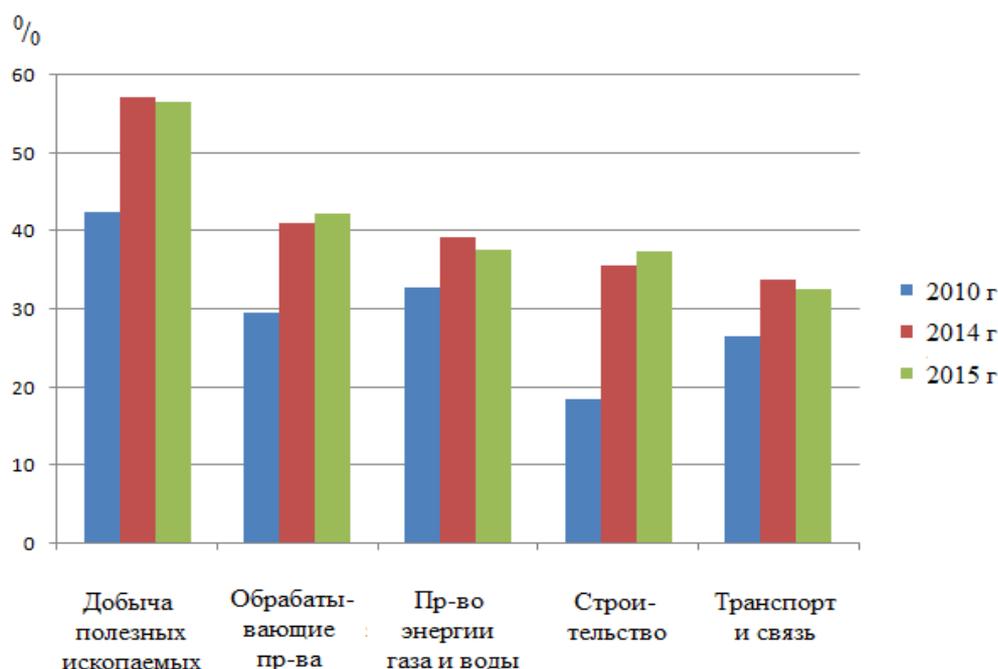


Рис.1. Удельный вес численности работников, занятых на работах с вредными и опасными условиями труда по отраслям промышленности за 2010, 2014 и 2015 гг

При работе во вредных условиях труда на работников действует целый комплекс факторов производственной среды (шум, вибрация общая и локальная, пыль, неблагоприятный микроклимат, тяжесть и напряженность трудового процесса и пр.), уровни которых, как правило,

превышают предельно-допустимые величины. Всё это создает условия для физиологических стрессовых перегрузок работающих со стороны сердечно-сосудистой и нервной системы, опорно-двигательного аппарата и выливается в рост профессиональной и общей заболеваемости.

Условия труда на рабочем месте зависят не только от показателей производственной среды, но и от характеристик трудового процесса. В частности физический труд с различными мышечными нагрузками характерен для многих профессий. Имеющиеся результаты исследований показывают, что в зависимости от массы поднимаемого груза, величины динамической и статической нагрузки, числа движений за смену, времени нахождения в вынужденной, неудобной позе, и работы стоя, возникают различные патологические нарушения периферической нервной системы и опорно-двигательного аппарата, а так же ортостатическое напряжение – напряжение механизмов регуляции сердца и сосудов, обусловленное значительным или прогрессирующим депонированием крови в нижней половине тела.

Для оценки влияния этих факторов на здоровье работников, на основании данных Руководства по оценке профессионального риска для здоровья работников, разработана *интеллектуальная система персонального мониторинга*, позволяющего отслеживать уровни вредного воздействия любых физических факторов производственной среды: пыли, аэрозолей, шума, вибрации общей и локальной, микроклимата, освещения, электромагнитных полей и излучений. Ретроспективные исследования позволили выявить необходимость разработки подобных мобильных программно-инструментальных комплексов мониторинга физиологического состояния работников, которые позволяют решать разные задачи медицины и охраны труда с учетом вида трудовой деятельности [7-9]. Путем оптимизации составляющих доз и мер профилактики *интеллектуальная система персонального мониторинга* позволяет оценивать и управлять профессиональным риском, сохранять здоровье и продлевать трудовое долголетие [10-12].

Предлагаемая *интеллектуальная система персонального мониторинга* предполагают многолетнюю систему наблюдений за процессом накопления «избыточных доз» вредного воздействия. К измеряемым показателям физиологического состояния работника относят температуру тела, кожную проводимость, пульс. Кроме того, ведутся работы по разработке безманжетного датчика давления.

При этом длительность исследований повышает ценность получаемой информации, т.к. продолжительные исследования дают возможность проследить естественное развитие профессионально-обусловленных заболеваний, что в настоящее время вызывает наибольший интерес и наибольшие трудности. На основании полученных данных можно прогнозировать риск развития заболевания, в зависимости от определенных, изменяющихся во времени факторов условий труда и трудового про-



Устройство работает следующим образом: первая группа датчиков собирает весь предусмотренный спектр данных состояния рабочей среды, вторая группа датчиков отслеживает наиболее важные показатели физиологического состояния человека: температуру тела, кожную проводимость, пульс.

Считанная информация без какой-либо предварительной обработки постоянно загружается на локальное запоминающее устройство. Вся полученная информация отправляется по двум каналам на два различных устройства обработки данных. Локальное устройство обработки данных проводит первичный анализ полученной информации, а именно сравнивает текущие данные с заданными верхними значениями, причем различается два основных вида верхних параметров (вредные и опасные). В случае превышения заданных значений вредных параметров, в первую очередь передается оповещающий сигнал самому сотруднику, в случае же выхода параметров показания датчиков за предел опасных значений, к звуковому сигналу сотруднику, добавляется передача экстренного сигнала службам охраны труда и ближайшим сотрудникам. Второе устройство обработки данных расположено удаленно и является более мощным. Задачей этого устройства является более глубокая обработка полученных данных, учитывающая не только превышения по основным параметрам, но и эффекты накопительного и корреляционного воздействия на организм. В случае незначительного превышения по приведенным параметрам устройство отмечает отслеженный фактор, как вредный, и сохраняет текущую функцию в памяти для дальнейшего оперативного к ней обращения. Устройство передачи данных обеспечивает непрерывный обмен информацией между первичным запоминающим устройством, внутренним устройством обработки данных и внешними устройствами. Удаленное устройство обработки данных после глубокого изучения информации сохраняет все в удаленных базах данных. Так же удаленное устройство обработки данных связано быстрым доступом с сигнализатором экстренных служб, а так же имеет пользовательский интерфейс, позволяющий просматривать историю процессов и вносить корректировки в основной алгоритм и программу работы системы в целом и каждого устройства в частности. Базы данных системы сохраняют полученную информацию с момента первого запуска устройства и позволяют обратиться к ним, как устройству обработки данных в автоматическом режиме, так и пользователю, через специализированный закрытый интерфейс. Отдельного внимания заслуживает устройство соединений и коммуникации системы (рис.3) [16].

Важной особенностью системы соединений и коммуникации является постоянная двусторонняя связь между устройствами и сервером. Причем каждое устройство по отдельности соединено между собой напрямую. Таким образом, в случае, когда устройство в силу обстоятельств не имеет

прямого соединения с сервером, сигнал будет передаваться к серверу через устройство, имеющее стабильный контакт с удаленным сервером по цепи: устройство – устройство – сервер. Благодаря текущей архитектуре системы коммуникации устройство всегда остается на связи, что позволяет экстренно реагировать на сигнал тревоги. При передаче сигнала от устройства 1-А к устройству 1-Б, владелец устройства 1-Б имеет необходимую минимальную информацию для принятия решения о дальнейших действиях в экстренной ситуации. Так, например, при подаче сигнала с устройства 1-А о высокой концентрации химических веществ в воздухе рабочей зоны, владельцы устройств 1-Б и 1-В могут оперативно среагировать, применив к себе средства индивидуальной защиты, так и в случае, когда устройство 1-А не имеет прямой связи с сервером, но имеет устойчивое соединение с устройством 1-Б и (или) 1-В, двусторонняя связь с сервером будет реализовываться, через устройства, соединенные в данный момент с сервером.

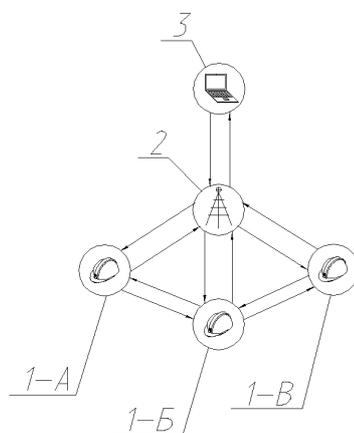


Рис.3. Схема устройства соединений и коммуникации системы персонального мониторинга: 1 – персональное устройство мониторинга; 2 – устройство передачи данных; 3 – сервер системы

Разработанное устройство индивидуального мониторинга позволяет в полной мере оценивать обстановку во время рабочего процесса с точки зрения сохранения здоровья работника. Встроенные камера и микрофон позволят скоординировать сотрудника извне в случае чрезвычайной ситуации, а группа датчиков параметров рабочей зоны, позволяют своевременно уведомить о превышении допустимых уровней вредных и опасных факторов. Важной отличительной особенностью новой системы индивидуального мониторинга является алгоритм расчета сочетанного и коррелирующего воздействия факторов рабочей зоны на организм человека. Для реализации в полной мере данного решения потребовалось разместить в устройстве непрерывный передатчик данных, связанный с сервером [15].

Архитектура системы имеет модульный характер, что позволяет оперативно менять группы датчиков, под конкретные рабочие условия, не внося кардинальных изменений в структуру системы мониторинга в целом.

Предлагаемое устройство контроля физиологических параметров предполагает многолетнюю систему наблюдений за процессом накопления избыточных доз вредного воздействия. Путем оптимизации составляющих доз и мер профилактики интеллектуальная система персонального мониторинга позволяет оценивать и управлять профессиональным риском, сохранять здоровье и продлевать трудовое долголетие.

*Материалы подготовлены в рамках Гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – докторов наук (конкурс МД-2018).*

### **Список литературы**

1. Указ Президента РФ от 31 декабря 2015 г. № 683 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации».
2. ГОСТ Р 54934-2012 «Системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья».
3. Хрупачев А.Г. Экономические аспекты охраны труда на основе количественной оценки профессионального риска // Региональная экономика: теория и практика / А.Г. Хрупачев, А.А. Хадарцев, Л.В. Кашинцева, О.А. Седова. – 2011. – № 19. – С. 22-28.
4. Буткевич Г.Р. Промышленность нерудных строительных материалов на современном этапе // Горная промышленность / Г.Р. Буткевич. - 2009. – № 10.
5. Измеров Н.Ф. Смертность населения трудоспособного возраста в России и развитых странах Европы: тенденции последнего двадцатилетия // Вестник Российской академии медицинских наук / Н.Ф. Измеров, Г.И. Тихонова, Т.Ю. Горчакова. – М.: Изд-во: «Педиатр», 2014. – Т. 69, № 7-8. – С.121-126.
6. Российский статистический ежегодник. 2016: Стат.сб. / Росстат. – М., 2016. – 725 с.
7. Филин В.А. Мобильный программно-инструментальный комплекс мониторинга физиологического состояния студента // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии / В.А. Филин, Е.С. Травова, Е.В. Обухова. – 2012. – № 2. – С. 18-23.
8. Жернаков С.В. Система медицинского мониторинга и коррекции функционального состояния организма человека // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета / С.В. Жернаков, М.А. Шулакова. – Уфа: УГФТУ, 2011. –Т.15, №2 (42). – С. 196-203.
9. Пустозеров Е.А. Телемедицинская система удаленного мониторинга состояния здоровья людей с хроническими заболеваниями // Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии – ФРЭМЭ'2016. Доклады XII Междунар. науч. конф. с научной молодежной сессией /

Е.А. Пустозеров, А.А. Анисимов, З.М. Юлдашев. – Владимир: Изд-во Владимирский государственный университет, 2016. – С. 88-92.

10. Седова О.А. Возможности оценки влияния микроклимата производственной среды на здоровье работников // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание / О.А. Седова, А.Г. Хрупачев, А.А. Хадарцев, И.В. Панова, Л.В. Кашинцева. – 2013. – № 1. – С. 93.

11. Хрупачев А.Г. Компьютерные технологии на службе профессионального здоровья // Фундаментальные исследования / А.Г. Хрупачев, А.А. Хадарцев, Л.В. Кашинцева, О.А. Седова. – 2013. – № 9-1. – С. 163-171.

12. Хрупачёв А.Г. Количественная оценка вредного воздействия шума и вибрации на здоровье человека // Национальные интересы: приоритеты и безопасность / А.Г. Хрупачёв, А.А. Хадарцев, О.А. Седова, Л.В. Кашинцева. – 2013. – № 28. – С. 44-52.

13. Горюнкова А.А. Автоматизированная система мониторинга состояния окружающей среды // Химическая промышленность сегодня / А.А. Горюнкова, В.П. Мешалкин, В.М. Панарин [и др.]. – 2015. – № 3. – С. 25-32.

14. Панарин В.М. Информационная система оптимизации работы среднего и младшего медицинского персонала // Известия ТулГУ. Технические науки. Вып. 7 / В.М. Панарин, А.А. Горюнкова, К.В. Гришаков. – Тула: изд-во ТулГУ, 2014. – С.210-214.

15. Патент 2643109 РФ. Устройство дистанционного контроля пара-метров условий труда с коррекцией по температуре / В.П. Мешалкин, В.М. Панарин, К.В. Гришаков, А.А. Горюнкова [и др.]. Оpubл. 30.01.2018. Бюл. № 4.

16. Патент 2335794 РФ. Устройство дистанционного контроля параметров условий труда / Э.М. Соколов, В.М. Панарин, В.Г. Павпертов, О.Н. Хаустова [и др.]. Оpubл. 28.05.2007. Бюл. № 31.

# ВОПРОСЫ РАДИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

## ПРОБЛЕМЫ И ВОПРОСЫ РАДИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

С.С. Тигишвили, О.А. Гладышева, И.Н. Садчикова, А.Н. Кизиева  
Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ)  
имени М.И. Платова,  
г. Новочеркасск

*Аннотация.* Ядерные физика и технологии обеспечивают развитие атомной энергетики и позволяют использовать источники ионизирующих излучений во многих других областях промышленности (судостроении, нефтегазодобыче, медицине), при этом главной их задачей является обеспечение радиационной безопасности человека и окружающей среды. Еще с самых первых шагов развития ядерной отрасли промышленности возникла проблема обеспечения радиационной безопасности как персонала, непосредственно работающего в отрасли, так и населения, проживающего вблизи соответствующих производственных объектов.

В современном мире одной из наиболее важных проблем является обеспечение радиологической безопасности. Радиационная безопасность населения – состояние защищенности настоящего и будущего поколений людей от вредного для их здоровья воздействия ионизирующего излучения.

### **Основными принципами обеспечения радиационной безопасности являются:**

- принцип нормирования – не превышение допустимых пределов индивидуальных доз облучения граждан от всех источников ионизирующего излучения;
- принцип обоснования – запрещение всех видов деятельности по использованию источников ионизирующего излучения, при которых полученная для человека и общества польза не превышает риск возможного вреда, причиненного дополнительным к естественному радиационному фону облучением;
- принцип оптимизации – поддержание на возможно низком и достижимом уровне с учетом экономических и социальных факторов индивидуальных доз облучения и числа облучаемых лиц при использовании любого источника ионизирующего излучения.

В частности, как в нашей стране, так и в мире в результате проявления различных техногенных факторов данная проблема наиболее актуальна. Эти факторы можно объединить в следующие пункты:

1. **Испытания различных видов ядерного оружия** по всему миру. Данные испытания проводились практически во всех сферах нашей

планеты. Известны случаи испытаний ядерного оружия в космосе на околоземной орбите.

Кроме испытания ядерного оружия в военных целях, производились взрывы в так называемых «мирных целях». Например, для строительства подземных газовых хранилищ, углубления русел рек, изменения ландшафта и т.д.

**2. Различные техногенные катастрофы**, которые привели к выбросу радиоактивных материалов в окружающую среду. К наиболее крупным можно отнести:

- Чернобыль, Украина (1986);
- Токаймура, Япония (1999);
- Авария на АЭС Три-Майл-Айленд, штат Пенсильвания;
- Гояния, Бразилия (1987);
- К-19, Атлантический океан (1961);
- Кыштым, Россия (1957);
- Уиндскейл, Англия (1957);
- и т.д.

**3. Захоронения радиоактивных материалов.** На территории нашей страны находится огромное количество хранилищ радиоактивных материалов.

Таким образом, вопрос радиационной безопасности стоит очень остро ввиду огромного риска для населения. В Российской Федерации существуют нормативные документы регламентирующие вопросы радиационной безопасности, санитарного контроля и т.д. Одним из таких документов является СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)» [1].

Внимательно изучив приведенную информацию можно сделать вывод, что основной проблемой радиационной безопасности являются:

1. Контроль, учет радиоактивных материалов от производства до утилизации;
2. Развитие новых технологий по утилизации радиоактивных материалов;
3. Внедрение и постоянный контроль систем безопасности на объектах связанных с использованием радиоактивных материалов;
4. Информирование, обучение населения мерам предосторожности, а также способам контроля радиологической обстановки;
5. Разработка современных, доступных для населения устройств контроля радиационной обстановки. Обучение работы с ними на уровне образовательных учреждений и т.д.
6. Популяризация среди населения норм и правил радиационной безопасности;
7. Обеспечение населения набором медикаментов для уменьшения влияния опасных доз радиационного облучения.

В нашей стране проводится огромная работа по приведенным выше пунктам. В рамках Программы преодоления последствий радиационных аварий до 2015 года реализован проект по созданию настоящей Единой межведомственной информационной системы по проблемам преодоления последствий радиационных аварий и катастроф.

Целями создания информационной системы являются:

- предоставление с использованием Интернет-технологий федеральным органам исполнительной власти, специалистам и населению официальной информации по всем аспектам обеспечения радиационной безопасности;
- развитие ведомственных банков данных по вопросам преодоления последствий радиационных аварий и обеспечения радиационной безопасности населения на единой методической и организационно-технической основе.

Единая межведомственная информационная система по вопросам обеспечения радиационной безопасности населения и проблемам преодоления последствий радиационных аварий интегрирует действующие информационные системы МЧС России, Росгидромета, Роспотребнадзора и Российской академии наук [2].

Основной задачей, решаемой Интернет-порталом, является консолидация деятельности федеральных органов исполнительной власти по информированию населения о проблемах радиационной безопасности и действиях государственных органов по преодолению последствий радиационных аварий и катастроф, в том числе:

- информирование о режимах природопользования, безопасного проживания населения и хозяйственной деятельности на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению;
- информирование о радиационной обстановке и мерах по обеспечению радиационной безопасности;
- пропаганда в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций;
- популяризация знаний в области обеспечения радиационной безопасности.

Таким образом, в данной работе решение проблем и вопросов радиационной безопасности должно осуществляться при тесном взаимодействии научных институтов, государства и населения с целью обеспечения здоровья и качества жизни будущих поколений.

### **Список литературы**

1. [docs.cntd.ru/document/985501334](http://docs.cntd.ru/document/985501334). *ТЕХЭКСПЕРТ Электронный Фонд правовой и нормативно-технической документации.*
2. <http://rb.mchs.gov.ru/> *Межведомственная информационная система по вопросам обеспечения радиационной безопасности населения и проблемам преодоления последствий радиационных аварий.*

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОЛОГИИ

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ СВЯЗИ

А.Ю. Виноградов<sup>1</sup>, В.Ю. Виноградов<sup>2</sup>, В.В. Романов<sup>2</sup>, А.А. Гурьянов<sup>2</sup>,  
Э.Э. Шарафутдинова<sup>2</sup>, Д.И. Гимадиев<sup>2</sup>, Н.В. Виноградова<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Ростелеком, г. Москва

<sup>2</sup> КНИТУ-КАИ, г. Казань

<sup>3</sup> СДЮШОР ЛА, г. Казань

***Аннотация.** Рассматриваются методы и средства обеспечивающие комплексную безопасность, предприятий связи и непосредственно касающиеся защиты информации. Обязательным элементом стратегии предприятий связи является достоверность и конфиденциальность, то есть защищенность всей передаваемой информации.*

Телевизионные системы видеоконтроля можно назвать основным звеном интегрированных средств охраны, так как они возводят систему охраны объекта на качественно более высокий уровень и позволяют решать в данной области практически любые задачи. Однако телевизионные системы видеоконтроля относятся к разряду довольно сложной и, соответственно, дорогостоящей техники, поэтому потребителю нужно иметь четкое представление о тактико-технических и функциональных возможностях этой аппаратуры. Ценность телевизионных систем состоит в том, что они позволяют получить визуальную картину состояния охраняемого объекта, обладающую такой высокой информативностью, какую не могут дать никакие другие технические средства охраны. При этом человек выводится из зоны наблюдения в безопасную зону, что создает ему условия для анализа получаемой информации и принятия обдуманного решения [1-4].

Обязательным элементом стратегии предприятий связи является достоверность и конфиденциальность, то есть защищенность всей передаваемой информации и предоставляемых услуг информационного обмена. Вместе с этим менеджмент современных предприятий предписывает в обязательном порядке их защиту не только от аварий или катастроф, но и проникновения злоумышленников и посторонних людей. Применительно к предприятиям связи такая политика должна проводиться еще более жестко. Поэтому на предприятиях связи развернуты различные средства защиты информации, защиты оборудования, сотрудников и всего предприятия. Современные методы и средства защиты чрезвычайно разнообразны. Методы и средства, касающиеся сферы деятельности предприятий связи можно разделить на непосредственно касающиеся

защиты информации и остальные. Среди остальных, которые касаются защиты предприятия, и значит, опосредованно информации можно выделить охранно – пожарную сигнализацию и системы видео- и аудио-контроля. В последние годы наряду с ростом количества преступлений наметились тенденция к изменению качественных характеристик преступных посягательств. Преступления стали более дерзкими, вырос процент вооруженных разбойных нападений и ограблений. Нынешние преступники, как правило, хорошо технически оснащены и подготовлены.

### Список литературы

1. Nureev I.I. *Microwave photonic polyharmonic probing for fiber optical telecommunication structures and measuring systems sensors monitoring* / I.I. Nureev, O.G. Morozov, V.I. Anfinogentov, V.Y. Vinogradov, A.F. Agliyullin, V.V. Purtoev, D.L. Ovchinnikov // в сборнике: *Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering 15. Сер. «Optical Technologies for Telecommunications 2017»* - 2018. - С. 107741J.

2. Vinogradov V.Y. *A practical approach to the development of aircraft gate's noise suppression system on the base of fiber optic sensors* / V.Y. Vinogradov, O.G. Morozov, A.Z. Sakhabutdinov, I.I. Nureev, A.A. Kuznetsov, L.M. Faskhutdinov, L.M. Sarvarova, G.A. Morozov // в сборнике: *Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering 14. Сер. «Optical Technologies for Telecommunications 2016»* - 2017. - С. 1034219.

3. Виноградов В.Ю. *Диагностика состояния газотурбинных двигателей в условиях аэродромного базирования* / В.Ю. Виноградов // *Известия высших учебных заведений. Авиационная техника*. - 2000. - № 2. - С. 32.

4. Виноградов В.Ю. *Практический подход к вопросам разработки систем глушения шума авиационных ГТД* / В.Ю. Виноградов // *Авиационная промышленность*. - 2013. - № 3. - С. 18-20.

## ОБОСНОВАНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ СРЕДЫ ПЕРЕДАЧИ

Э.Э. Шарафутдинова<sup>1</sup>, А.А. Гурьянов<sup>1</sup>, В.Ю. Виноградов<sup>1</sup>,  
А.Ю. Виноградов<sup>2</sup>, Н.В. Виноградова<sup>3</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ, г. Казань

<sup>2</sup> Ростелеком, г. Москва

<sup>3</sup> СДЮШОР ЛА, г. Казань

**Аннотация.** Разработаны специально для возможности превышения полосы пропускания, сервис UBR который, представляет собой адекватное решение для тех непредсказуемых «взрывных» приложений, которые не готовы согласиться с фиксацией параметров трафика.

Сервис UBR предлагает только доставку «по возможности», без гарантий по утере ячеек, задержке ячеек или границам изменения задержки. Разработанный специально для возможности превышения полосы пропускания, сервис UBR представляет собой адекватное решение для тех непредсказуемых «взрывных» приложений, которые не готовы согласиться с фиксацией параметров трафика. Вместе с тем, UBR позволяет обеспечить максимальную пропускную способность в том, случае, когда происходит сложение нескольких потоков данных, имеющих разнесенные во времени пики нагрузки [1-4].

Главными недостатками подхода UBR являются отсутствие управления потоком данных и неспособность принимать во внимание другие типы трафика. Когда сеть становится перегруженной, UBR-соединения продолжают передавать данные.

Коммутаторы сети могут буферизовать некоторые ячейки поступающего трафика, но в некоторый момент буфера переполняются и ячейки теряются. А так как UBR-соединения не заключали никакого соглашения с сетью об управлении трафиком, то их ячейки отбрасываются в первую очередь. Для устранения этого недостатка в мультиплексорах допускается использование режима UBR+, который предоставляет возможность устанавливать минимально гарантированную скорость передачи - MCR.

В зависимости от класса обслуживания, подключаемым абонентам может предоставляться либо гарантированная полоса пропускания (CBR), либо негарантированная (UBR). Классы сервиса содержат ряд параметров, которые определяют гарантии качества сервиса. Рассмотрим несколько классов сервиса - CBR, UBR и UBR+.

Сервис CBR (constant bit rate, сервис с постоянной битовой скоростью) представляет собой наиболее простой класс сервиса. Когда сетевое приложение устанавливает соединение CBR, оно заказывает пиковую скорость трафика ячеек (peak cell rate, PCR), которая является максимальной скоростью, которое может поддерживать соединение без риска потерять ячейку. Затем данные передаются по этому соединению с запрошенной скоростью - не более и, в большинстве случаев, не менее.

В отличие от CBR, сервис UBR (unspecified bit rate, неопределенная битовая скорость) не определяет ни битовую скорость, ни параметры трафика, ни качество сервиса.

Обычно трафиковые характеристики задаются в виде типовых профилей абонентов. Обычно устанавливается профиль, обеспечивающий минимальную гарантированную скорость приема из сети (MCR) 64 Кбит/с - 256 Кбит/с. Сумма максимальных (негарантированных) скоростей передачи всех абонентов не должна превышать имеющейся полосы пропускания системы передачи, умноженной на коэффициент перегрузки. Если пакетные послылки не превосходят скорость порта подключения абонента, и каналы

передачи сети достаточно свободны, абонент может превысить согласованное значение MCR.

### Список литературы

1. Nureev I.I. *Microwave photonic polyharmonic probing for fiber optical telecommunication structures and measuring systems sensors monitoring* / I.I. Nureev, O.G. Morozov, V.I. Anfinogentov, V.Y. Vinogradov, A.F. Agliyullin, V.V. Purto, D.L. Ovchinnikov // в сборнике: *Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering 15. Сер. «Optical Technologies for Telecommunications 2017»* - 2018. - С. 107741J.

2. Vinogradov V.Y. *A practical approach to the development of aircraft engine's noise suppression system on the base of fiber optic sensors* / V.Y. Vinogradov, O.G. Morozov, A.Z. Sakhabutdinov, I.I. Nureev, A.A. Kuznetsov, L.M. Faskhutdinov, L.M. Sarvarova, G.A. Morozov // в сборнике: *Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering 14. Сер. «Optical Technologies for Telecommunications 2016»* - 2017. - С. 1034219.

3. Виноградов В.Ю. *Диагностика состояния газотурбинных двигателей в условиях аэродромного базирования* / В.Ю. Виноградов // *Известия высших учебных заведений. Авиационная техника*. - 2000. - № 2. - С. 32.

4. Виноградов В.Ю. *Практический подход к вопросам разработки систем глушения шума авиационных ГТД* / В.Ю. Виноградов // *Авиационная промышленность*. - 2013. - № 3. - С. 18-20.

## ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ПРОЕКТНОГО РЕШЕНИЯ ПО ОБОРУДОВАНИЮ IP-УЗЛА

Э.Э. Шарафутдинова<sup>1</sup>, А.А. Гурьянов<sup>1</sup>, В.Ю. Виноградов<sup>1</sup>,  
А.Ю. Виноградов<sup>2</sup>, Н.В. Виноградова<sup>3</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ, г. Казань

<sup>2</sup> Ростелеком, г. Москва

<sup>3</sup> СДЮШОР ЛА, г.Казань

**Аннотация.** Обеспечивается высокая скорость передачи информации, стандарты ATM обеспечивают передачу разнородного трафика (цифровых, голосовых и мультимедийных данных) по одним и тем же системам и линиям связи.

В сетях с коммутацией каналов обеспечивается прямое физическое соединение между двумя узлами только в течение сеанса связи.

Достоинством сетей коммутации каналов является возможность передачи аудиоинформации и видеоинформации без задержек, простота ее реализации, а недостатком - низкий коэффициент использования каналов, высокая стоимость передачи данных, повышенное время ожидания других пользователей (в узлах коммутации образуются очереди).

В сетях с пакетной коммутацией (Packet-Switched Network – PSN) осуществляется обмен небольшими пакетами фиксированной структуры, поэтому в узлах коммутации не создаются очереди. К достоинствам сетей с коммутацией каналов относятся: эффективность использования сети, надежность, быстрое соединение [1-4].

Коммутация пакетов в сетях PSN осуществляется двумя способами:

- основан на предварительном образовании виртуальных каналов (сети с асинхронным режимом передачи (Asynchronous Transfer Mode – ATM), X.25, Frame Relay);

- основан на технологии дейтограмм, т.е. на самостоятельном продвижении пакетов в пакетных сетях без установления логических каналов (сети Internet Protocol (IP)). Сети ATM разрабатывалась для передачи всех видов трафика, т.е. передачи разнородного трафика (цифровых, голосовых и мультимедийных данных) по одним и тем же системам и линиям связи. Скорость передачи данных в магистральных ATM составляет 155 Мбит/с – 2200 Мбит/с. Самая известная и популярная глобальная сеть – это Интернет.

По принципу коммутации глобальные сети подразделяются на сети с коммутацией каналов и сети с коммутацией пакетов.

Преимущества: обеспечение высокой скорости передачи информации, стандарты ATM обеспечивают передачу разнородного трафика (цифровых, голосовых и мультимедийных данных) по одним и тем же системам и линиям связи.

### Список литературы

1. Nureev I.I. *Microwave photonic polyharmonic probing for fiber optical telecommunication structures and measuring systems sensors monitoring* / I.I. Nureev, O.G. Morozov, V.I. Anfinogentov, V.Y. Vinogradov, A.F. Agliyullin, V.V. Purto, D.L. Ovchinnikov // в сборнике: *Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering 15. Сер. «Optical Technologies for Telecommunications 2017»* - 2018. - С. 107741J.

2. Vinogradov V.Y. *A practical approach to the development of aircraft gte's noise suppression system on the base of fiber optic sensors* / V.Y. Vinogradov, O.G. Morozov, A.Z. Sakhabutdinov, I.I. Nureev, A.A. Kuznetsov, L.M. Faskhutdinov, L.M. Sarvarova, G.A. Morozov // в сборнике: *Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering 14. Сер. «Optical Technologies for Telecommunications 2016»* - 2017. - С. 1034219.

3. Виноградов В.Ю. *Диагностика состояния газотурбинных двигателей в условиях аэродромного базирования* / В.Ю. Виноградов // *Известия высших учебных заведений. Авиационная техника*. - 2000. - № 2. - С. 32.

4. Виноградов В.Ю. *Практический подход к вопросам разработки систем глушения шума авиационных ГТД* / В.Ю. Виноградов // *Авиационная промышленность*. - 2013. - № 3. - С. 18-20.

## ВОПРОСЫ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ IP-УЗЛА

Э.Э. Шарафутдинова<sup>1</sup>, В.Ю. Виноградов<sup>1</sup>, А.Ю. Виноградов<sup>2</sup>,  
Н.В. Виноградова<sup>3</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ, г. Казань

<sup>2</sup> Ростелеком, г. Москва

<sup>3</sup> СДЮШОР ЛА, г.Казань

***Аннотация.** Рассматриваются вопросы электробезопасности при эксплуатации оборудования IPузла, соединение, ответвление и оконцевание жил кабелей которых производится при помощи опрессовки, сварки, пайки или сжимов (винтовых, болтовых и т. п.) в соответствии с действующими инструкциями, утвержденными в установленном порядке.*

В производственных помещениях и электропомещениях для выполнения электропроводок следует применять провода и кабели с оболочками только из труднотгораемых или негоряемых материалов. При этом под электро-помещениями подразумеваются помещения или отгороженные части помещений, доступные только для квалифицированного персонала, обслуживающего данные электроустановки.

Соединение, ответвление и оконцевание жил кабелей должны производиться при помощи опрессовки, сварки, пайки или сжимов (винтовых, болтовых и т.п.) в соответствии с действующими инструкциями, утвержденными в установленном порядке.

Соединение и ответвление кабелей должны выполняться в соединительных и ответвительных коробках, в изоляционных корпусах соединительных и ответвительных сжимов, в специальных нишах строительных конструкций, внутри корпусов электроустановочных изделий, аппаратов и машин.

Поскольку напряжение фазное переменного тока составляет 220 В, помещение является помещением с повышенной опасностью поэтому прокладка кабеля должна выполняться на высоте 2.5 м от пола.

Требования к электропроводке с точки зрения электрической и пожарной безопасности [1-4].

В местах прохода проводов и кабелей через стены, межэтажные перекрытия или выхода их наружу необходимо обеспечить возможность смены электропроводки. Для этого проход должен быть выполнен в трубе, коробе, проеме и т. п. С целью предотвращения проникновения и скопления воды и распространения пожара в местах прохода через стены, перекрытия или выхода наружу следует заделывать зазоры между проводами, кабелями и трубой (коробом, проемом и т.п.) а также резервные трубы (короба, проемы и т. п.) легко удаляемой массой из негоряемого материала. Заделка должна допускать замену, дополнительную прокладку новых проводов и кабелей и обеспечивать предел огнестойкости проема не менее предела

огнестойкости стены (перекрытия). Необходимо произвести расчет эксплуатационных параметров электропроводки IP-узла в нормальном и послеаварийном режимах работы. Электроснабжение устанавливаемых устройств, размещенных в аппаратном помещении, осуществляется в соответствии с требованиями, предъявляемыми к 1-й категории электроприемников (согласно приказу Министерства информационных технологий и связи №150 от 28 декабря 2005г.). Можно сделать вывод, что  $Q_{пер} < Q_{отв}$ , т.е. количество теплоты, выделяющееся в проводнике сети переменного тока единичной длины за 1 с, много меньше количества теплоты, отводимого с поверхности того же проводника, нагретого до 50 °С при температуре окружающей среды 25 °С, перегрева проводки не будет. Общий вывод: проектируемая проводка достаточна для подключения нового оборудования.

### Список литературы

1. Nureev I.I. *Microwave photonic polyharmonic probing for fiber optical telecommunication structures and measuring systems sensors monitoring* / I.I. Nureev, O.G. Morozov, V.I. Anfinogentov, V.Y. Vinogradov, A.F. Agliyullin, V.V. Purtov, D.L. Ovchinnikov // в сборнике: *Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering 15. Сер. «Optical Technologies for Telecommunications 2017»* - 2018. - С. 107741J.

2. Vinogradov V.Y. *A practical approach to the development of aircraft gte's noise suppression system on the base of fiber optic sensors* / V.Y. Vinogradov, O.G. Morozov, A.Z. Sakhabutdinov, I.I. Nureev, A.A. Kuznetsov, L.M. Faskhutdinov, L.M. Sarvarova, G.A. Morozov // в сборнике: *Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering 14. Сер. «Optical Technologies for Telecommunications 2016»* - 2017. - С. 1034219.

3. Виноградов В.Ю. *Диагностика состояния газотурбинных двигателей в условиях аэродромного базирования* / В.Ю. Виноградов // *Известия высших учебных заведений. Авиационная техника*. - 2000. - № 2. - С. 32.

4. Виноградов В.Ю. *Практический подход к вопросам разработки систем глушения шума авиационных ГТД* / В.Ю. Виноградов // *Авиационная промышленность*. - 2013. - № 3. - С. 18-20.

### ВОПРОСЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ РАБОЧЕГО МЕСТА ОПЕРАТОРА

Д.О. Антонов<sup>1</sup>, В.Ю. Виноградов<sup>1</sup>, А.Ю. Виноградов<sup>1,2</sup>, Н.В. Виноградова<sup>3</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ, г. Казань

<sup>2</sup> Ростелеком, г. Москва

<sup>3</sup> СДЮШОР ЛА, г. Казань

**Аннотация.** Рассматриваются вопросы проектирования рабочих мест, снабженных видеотерминалами, относящиеся к числу важнейших

*проблем эргономического проектирования в области вычислительной техники.*

Аспект производственной безопасности включает в себя:

- правовую сферу охраны труда;
- технику безопасности и технические системы безопасности;
- производственную санитарию;
- пожарную безопасность.

Основными правовыми документами, определяющими безопасность жизнедеятельности, являются конституция РФ, трудовой кодекс, закон об охране окружающей среды, федеральный закон «О техническом регулировании». Нормы и стандарты отдельных составляющих определяется также соответствующими ГОСТами. Безопасность жизнедеятельности (БЖД) определяется системой знаний, направленных на изучение определенного воздействия природной и антропогенной среды и выработки мероприятий и средств для защиты.

Составляющие БЖД:

- правовая безопасность;
- экологическая безопасность;
- производственная безопасность (охрана труда);
- гражданская оборона, чрезвычайные ситуации и ликвидация последствий.

Проектирование рабочих мест, снабженных видеотерминалами, относится к числу важнейших проблем эргономического проектирования в области вычислительной техники. Рациональное освещение рабочего места является одним из важнейших факторов, влияющих на эффективность трудовой деятельности человека, предупреждающих травматизм и профессиональные заболевания. Правильно организованное освещение создает благоприятные условия труда, повышает работоспособность и производительность труда. Освещение на рабочем месте программиста должно быть таким, чтобы работник мог без напряжения зрения выполнять свою работу. Утомляемость органов зрения зависит от ряда причин:

- недостаточность освещенности;
- чрезмерная освещенность [1-4];
- неправильное направление света.

Недостаточность освещения приводит к напряжению зрения, ослабляет внимание, приводит к наступлению преждевременной утомленности. Чрезмерно яркое освещение вызывает ослепление, раздражение и резь в глазах. Неправильное направление света на рабочем месте может создавать резкие тени, блики, дезориентировать работающего. Все эти причины могут привести к несчастному случаю или профзаболеваниям, поэтому столь важен правильный выбор освещенности рабочего места оператора ПЭВМ. Требования к освещению на рабочих

местах, оборудованных ПЭВМ определены в организационно-правовых актах министерства здравоохранения РФ, таких как «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03», «Естественное и искусственное освещение. СНиП 23-05-95». Правильно спроектированное и выполненное освещение улучшает условия зрительной работы, снижает утомляемость, способствует повышению производительности труда, благотворно влияет на производственную среду, оказывая положительное психологическое воздействие на работающего, повышает безопасность труда.

### Список литературы

1. Nureev I.I. *Microwave photonic polyharmonic probing for fiber optical telecommunication structures and measuring systems sensors monitoring* / I.I. Nureev, O.G. Morozov, V.I. Anfinogentov, V.Y. Vinogradov, A.F. Agliyullin, V.V. Purtov, D.L. Ovchinnikov // в сборнике: *Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering 15. Сер. «Optical Technologies for Telecommunications 2017»* - 2018. - С. 107741J.

2. Vinogradov V.Y. *A practical approach to the development of aircraft gte's noise suppression system on the base of fiber optic sensors* / V.Y. Vinogradov, O.G. Morozov, A.Z. Sakhabutdinov, I.I. Nureev, A.A. Kuznetsov, L.M. Faskhutdinov, L.M. Sarvarova, G.A. Morozov // в сборнике: *Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering 14. Сер. «Optical Technologies for Telecommunications 2016»* - 2017. - С. 1034219.

3. Виноградов В.Ю. *Диагностика состояния газотурбинных двигателей в условиях аэродромного базирования* / В.Ю. Виноградов // *Известия высших учебных заведений. Авиационная техника*. - 2000. - № 2. - С. 32.

4. Виноградов В.Ю. *Практический подход к вопросам разработки систем глушения шума авиационных ГТД* / В.Ю. Виноградов // *Авиационная промышленность*. - 2013. - № 3. - С. 18-20.

### ВОПРОСЫ ОРГАНИЗАЦИИ КЛИЕНТСКИХ ПОДКЛЮЧЕНИЙ

Д.О. Антонов<sup>1</sup>, В.Ю. Виноградов<sup>1</sup>, А.Ю. Виноградов<sup>2</sup>, Н.В. Виноградова<sup>3</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ, г. Казань

<sup>2</sup> Ростелеком, г. Москва

<sup>3</sup> СДЮШОР ЛА, г.Казань

**Аннотация.** Обсуждается эффективное применение мультисервисных сетей и широкое распространение Интернета, использование IP-ориентированных приложений и технологии передачи голоса и видео по сетям данных способствовали мощному развитию мультисервисных операторских IP-сетей.

Рост популярности мультисервисных сетей связи – одна из самых заметных тенденций российского рынка телекоммуникационных услуг в последние годы. Услуги такой сети в первую очередь предназначены для компаний, ориентированных на интенсивное развитие бизнеса, оптимизацию затрат, автоматизацию бизнес-процессов, современные методы управления и обеспечение информационной безопасности. Наиболее эффективное применение мультисервисные сети могут найти у традиционных телекоммуникационных операторов, которые таким образом значительно расширяют гамму предоставляемых услуг. Для корпоративного рынка объединение всех удаленных подразделений в единую мультисервисную сеть на порядок увеличивает оперативность обмена информацией, обеспечивая доступность данных в любое время. Широкое распространение Интернета, использование IP-ориентированных приложений и технологии передачи голоса и видео по сетям данных способствовали мощному развитию мультисервисных операторских IP-сетей [1-4]. Предоставление только услуги канала связи первого и второго уровней существенно ограничивает набор услуг провайдера в условиях высококонкурентного рынка телекоммуникаций. Сегодня услуги различных IP-сервисов являются своего рода стандартом, причем ведущие операторы кроме доступа в Интернет уже обеспечивают функции пакетной телефонии, телевидения и видео по запросу, виртуальных частных сетей.

Мультисервисная сеть представляет собой универсальную многоцелевую среду, предназначенную для передачи речи, изображений и данных с использованием технологии коммутации пакетов. Она отличается надежностью, характерной для телефонных сетей (в противоположность негарантированному качеству связи через Интернет), и обеспечивает низкую стоимость передачи в расчете на единицу объема информации (приближающуюся к стоимости передачи данных по Интернету). Вообще говоря, основная задача мультисервисных сетей заключается в том, чтобы обеспечить работу разнородных информационных и телекоммуникационных систем и приложений в единой транспортной среде, когда для передачи и обычного трафика (данных), и трафика другой информации (речи, видео и т. д.) используется единая инфраструктура.

Мультисервисная сеть открывает массу возможностей для построения многообразных наложенных сервисов поверх универсальной транспортной среды – от пакетной телефонии до интерактивного телевидения и Web-сервисов.

### Список литературы

1. Nureev I.I. *Microwave photonic polyharmonic probing for fiber optical telecommunication structures and measuring systems sensors monitoring* / I.I. Nureev, O.G. Morozov, V.I. Anfinogentov, V.Y. Vinogradov, A.F. Agliyullin, V.V. Purtov, D.L. Ovchinnikov // в сборнике: *Proceedings of SPIE - The*

*International Society for Optical Engineering 15. Сер. «Optical Technologies for Telecommunications 2017» - 2018. - С. 107741J.*

2. Vinogradov V.Y. *A practical approach to the development of aircraft gte's noise suppression system on the base of fiber optic sensors / V.Y. Vinogradov, O.G. Morozov, A.Z. Sakhabutdinov, I.I. Nureev, A.A. Kuznetsov, L.M. Faskhutdinov, L.M. Sarvarova, G.A. Morozov // в сборнике: Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering 14. Сер. «Optical Technologies for Telecommunications 2016» - 2017. - С. 1034219.*

3. Виноградов В.Ю. *Диагностика состояния газотурбинных двигателей в условиях аэродромного базирования / В.Ю. Виноградов // Известия высших учебных заведений. Авиационная техника. - 2000. - № 2. - С. 32.*

4. Виноградов В.Ю. *Практический подход к вопросам разработки систем глушения шума авиационных ГТД / В.Ю. Виноградов // Авиационная промышленность. - 2013. - № 3. - С. 18-20.*

## **УСТРОЙСТВА ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ОХРАННО-ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ И ВИДЕОМОНИТОРИНГА**

Д.О. Антонов<sup>1</sup>, В.Ю. Виноградов<sup>1</sup>, А.Ю. Виноградов<sup>2</sup>, Н.В. Виноградова<sup>3</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ, г. Казань

<sup>2</sup> Ростелеком, г. Москва

<sup>3</sup> СДЮШОР ЛА, г. Казань

***Аннотация.** Рассматриваются вопросы по разработке устройств электропитания оборудования охранно-пожарной сигнализации и видеомони-торинга на предприятиях.*

Для питания контроллеров охранно-пожарной сигнализации используется источник бесперебойного питания UZ6 постоянного тока с буферным подключением аккумуляторной батареи 24В (GB4). Вместе с этим система содержит источник UZ5 бесперебойного питания 12В для вспомогательных цепей системы пожаротушения и связи и источник UZ4 бесперебойного питания 220В переменного тока для системы видеомониторинга. Особенностью электропитания устройств комплексной системы мониторинга и охранно-пожарной сигнализации заключается в том, что надежность их энергообеспечения должна удовлетворять самым высоким требованиям. При этом во время аварий энергообеспечение должно осуществляться от собственных источников энергии. В схеме электропитания выделен фрагмент, включающий устройства электропитания комплексной системы видеомониторинга и охранно – пожарной сигнализации. Электропитание контроллера или прибора приемно – контрольного, охранно-пожарной сигнализации осуществляется

от источника постоянного напряжения 24В с заземленным минусом. Общий ток контроллера в значительной мере определяется конфигурацией, то есть количеством шлейфов и типом оповещателей. Питание оповещателей светового типа производится от электросети гарантированного напряжения 220В переменного тока предприятия. В большинстве контрольных точек системы охранной сигнализации (закладных) используются извещатели магнитоконтактного типа. В состав интегрированной системы охраны входят извещатели. Извещатели по средствам аварийной сигнализации можно подразделить на звуковые и световые. Кроме того в состав системы диспетчеризации входят специальные средства оповещения, в частности сигнализация в организацию охраны по телефонной линии и сигнализация путем звонка по сотовой связи ответственным и административным работникам. Ток, потребляемый оборудованием охранно-пожарной сигнализации и видеомониторинга в буферном режиме, задан как ток часа наибольшей нагрузки. И напряжение питания всех устройств оборудования охранно-пожарной сигнализации и видеомониторинга (кроме световых оповещателей выбирается +24 В. А ток потребления двух контроллеров оборудования составляет величину 19 А.

### Список литературы

1. Nureev I.I. *Microwave photonic polyharmonic probing for fiber optical telecommunication structures and measuring systems sensors monitoring* / I.I. Nureev, O.G. Morozov, V.I. Anfinogentov, V.Y. Vinogradov, A.F. Agliyullin, V.V. Purtoev, D.L. Ovchinnikov // в сборнике: *Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering 15. Сер. «Optical Technologies for Telecommunications 2017»* - 2018. - С. 107741J.

2. Vinogradov V.Y. *A practical approach to the development of aircraft gte's noise suppression system on the base of fiber optic sensors* / V.Y. Vinogradov, O.G. Morozov, A.Z. Sakhabutdinov, I.I. Nureev, A.A. Kuznetsov, L.M. Faskhutdinov, L.M. Sarvarova, G.A. Morozov // в сборнике: *Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering 14. Сер. «Optical Technologies for Telecommunications 2016»* - 2017. - С. 1034219.

3. Виноградов В.Ю. *Диагностика состояния газотурбинных двигателей в условиях аэродромного базирования* / В.Ю. Виноградов // *Известия высших учебных заведений. Авиационная техника*. - 2000. - № 2. - С. 32.

4. Виноградов В.Ю. *Практический подход к вопросам разработки систем глушения шума авиационных ГТД* / В.Ю. Виноградов // *Авиационная промышленность*. - 2013. - № 3. - С. 18-20.

## ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ СИСТЕМ ОХРАННО-ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ

Д.О. Антонов<sup>1</sup>, В.Ю. Виноградов<sup>1</sup>, А.А. Сайфуллин<sup>1</sup>,  
А.Ю. Виноградов<sup>2</sup>, Н.В. Виноградова<sup>3</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ, г. Казань

<sup>2</sup> Ростелеком, г. Москва

<sup>3</sup> СДЮШОР ЛА, г. Казань

***Аннотация.** Рассматриваются вопросы проектирования комплексных систем ОПС которые могут быть выполнены только в специализированной проектной организации, имеющей достаточную нормативную базу и опыт работы.*

Комплексы и их устройства (ОПС) электропитания строят и проектируют по своим специфическим требованиям, с особой тактикой охраны. Кроме этого, главным требованием, предъявляемым к проектированию, является высокий профессиональный уровень разработок. Все эти условия могут быть выполнены только в специализированной проектной организации, имеющей достаточную нормативную базу и опыт работы. В связи с этим вся проектная и эксплуатационная документация должна быть по сути конфиденциальной, исключая возможность ознакомления случайными лицами (то есть существует необходимость обеспечения соответствующих условий хранения и работы с данными документами).

В состав проектной документации обычно входят:

- пояснительная записка;
- схемы закладных (по требованию заказчика или монтажной организации);
- план сети охранно – пожарной сигнализации (совмещенный или отдельный по каждому виду сигнализации);
- схема соединений структурная общая (совмещенная или отдельная по каждому виду сигнализации);
- электрическая схема соединений (совмещенная или отдельная по каждому виду сигнализации);
- схема (таблица) разводки электропитания;
- спецификация оборудования.

В зависимости от назначения объекта, архитектурно – планировочных решений, требований заказчика и монтажных организаций состав проектной документации может быть изменен и дополнен [1-4].

Пояснительная записка (в общем случае) содержит следующие разделы:

- общие положения;
- описание и характеристика объекта;

- основные технические решения;
- монтаж оборудования и электропроводов;
- электропитание и заземление оборудования;
- приложение.

В разделе «Общие положения» указывают документы (акт обследования, техническое задание, строительные чертежи и так далее), на основании которых разработан проект; руководящие и нормативные документы, которым отвечают технические решения, принятые в данном проекте.

### Список литературы

1. Nureev I.I. *Microwave photonic polyharmonic probing for fiber optical telecommunication structures and measuring systems sensors monitoring* / I.I. Nureev, O.G. Morozov, V.I. Anfinogentov, V.Y. Vinogradov, A.F. Agliyullin, V.V. Purto, D.L. Ovchinnikov // в сборнике: *Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering 15. Сер. «Optical Technologies for Telecommunications 2017»* - 2018. - С. 107741J.

2. Vinogradov V.Y. *A practical approach to the development of aircraft gte's noise suppression system on the base of fiber optic sensors* / V.Y. Vinogradov, O.G. Morozov, A.Z. Sakhabutdinov, I.I. Nureev, A.A. Kuznetsov, L.M. Faskhutdinov, L.M. Sarvarova, G.A. Morozov // в сборнике: *Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering 14. Сер. «Optical Technologies for Telecommunications 2016»* - 2017. - С. 1034219.

3. Виноградов В.Ю. *Диагностика состояния газотурбинных двигателей в условиях аэродромного базирования* / В.Ю. Виноградов // *Известия высших учебных заведений. Авиационная техника*. - 2000. - № 2. - С. 32.

4. Виноградов В.Ю. *Практический подход к вопросам разработки систем глушения шума авиационных ГТД* / В.Ю. Виноградов // *Авиационная промышленность*. - 2013. - № 3. - С. 18-20.

## УСТРОЙСТВА И СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ОХРАННО-ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ НА ПРЕДПРИЯТИИ

А.С. Громков<sup>1</sup>, В.В. Романов<sup>1</sup>, В.Ю. Виноградов<sup>1</sup>,  
А.Ю. Виноградов<sup>2</sup>, Н.В. Виноградова<sup>3</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ, г. Казань

<sup>2</sup> Ростелеком, г. Москва

<sup>3</sup> СДЮШОР ЛА, г. Казань

**Аннотация.** Комплекс позволяет путем непрерывного мониторинга параметров оборудования и обеспечения оперативного взаимодействия всех служб эксплуатации сократить эксплуатационные затраты,

*повысить надежность и безопасность функционирования основных инженерных систем.*

Комплекс автоматизации, диспетчеризации и безопасности объекта (предприятия связи) предназначен для управления и контроля за работой оборудования основных инженерных систем, организации автоматизированного учета энергоресурсов, ведения архива технологических процессов инженерных систем и действий обслуживающего персонала. Комплекс позволяет путем непрерывного мониторинга параметров оборудования и обеспечения оперативного взаимодействия всех служб эксплуатации сократить эксплуатационные затраты, повысить надежность и безопасность функционирования основных инженерных систем, снизить количество применяемого оборудования за счет унификации и построения единой среды обмена данными систем контроля и управления [1-4].

Комплексы охранно-пожарной сигнализации (ОПС) и их устройства электропитания строят и проектируют по своим специфическим требованиям, с особой тактикой охраны. В связи с этим вся проектная и эксплуатационная документация должна быть по сути конфиденциальной, исключая возможность ознакомления случайными лицами (то есть существует необходимость обеспечения соответствующих условий хранения и работы с данными документами). Кроме этого, главным требованием, предъявляемым к проектированию, является высокий профессиональный уровень разработок. Все эти условия могут быть выполнены только в специализированной проектной организации, имеющей достаточную нормативную базу и опыт работы. Современное предприятие связи, отвечает новым технологиям часто называемым «интеллектуальный дом». Технологии строительства (в широком понимании) интеллектуальных промышленных предприятий позволяет за счет широкой автоматизации, унификации и построения единой среды обмена данными сократить эксплуатационные расходы, повысить надежность функционирования инженерных систем здания, снизить количество применяемого оборудования.

Основная сложность при проектировании «интеллектуального здания» состоит в объединении отдельных подсистем различных производителей в управляемый комплекс. При интеграции информации от эксплуатируемых подсистем – климат-контроля, охранно-пожарной сигнализации, видеонаблюдения и контроля доступа, систем водоснабжения, электроснабжения, освещения и других появляется возможность оперативно принимать верные решения и выполнять необходимые действия, связанные с эксплуатацией технологического оборудования и здания.

### **Список литературы**

*1. Nureev I.I. Microwave photonic polyharmonic probing for fiber optical telecommunication structures and measuring systems sensors monitoring /*

*I.I. Nureev, O.G. Morozov, V.I. Anfinogentov, V.Y. Vinogradov, A.F. Agliyullin, V.V. Purto, D.L. Ovchinnikov // в сборнике: Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering 15. Сер. «Optical Technologies for Telecommunications 2017» - 2018. - С. 107741J.*

*2. Vinogradov V.Y. A practical approach to the development of aircraft engine's noise suppression system on the base of fiber optic sensors / V.Y. Vinogradov, O.G. Morozov, A.Z. Sakhabutdinov, I.I. Nureev, A.A. Kuznetsov, L.M. Faskhutdinov, L.M. Sarvarova, G.A. Morozov // в сборнике: Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering 14. Сер. «Optical Technologies for Telecommunications 2016» - 2017. - С. 1034219.*

*3. Виноградов В.Ю. Диагностика состояния газотурбинных двигателей в условиях аэродромного базирования / В.Ю. Виноградов // Известия высших учебных заведений. Авиационная техника. - 2000. - № 2. - С. 32.*

*4. Виноградов В.Ю. Практический подход к вопросам разработки систем глушения шума авиационных ГТД / В.Ю. Виноградов // Авиационная промышленность. - 2013. - № 3. - С. 18-20.*

## **ВОПРОСЫ ГАШЕНИЯ ДУГИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА**

А.С. Громков<sup>1</sup>, О.В. Шуреева<sup>1</sup>, В.Ю. Виноградов<sup>1</sup>,  
А.Ю. Виноградов<sup>2</sup>, Н.В. Виноградова<sup>3</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ, г. Казань

<sup>2</sup> Ростелеком, г. Москва

<sup>3</sup> СДЮШОР ЛА, г. Казань

**Аннотация.** *Рассматриваются вопросы изменения бестоковой паузы интенсивность ионизации которой, сильно падает, так как не происходит термоионизации. В коммутационных аппаратах, кроме того, принимаются искусственные меры охлаждения дугового пространства и уменьшения числа заряженных частиц.*

В цепях переменного тока ток в дуге каждый полупериод проходит через нуль в эти моменты дуга гаснет самопроизвольно, но в следующий полупериод она может возникнуть вновь. Как показывают осциллограммы, ток в дуге становится близким нулю несколько раньше естественного перехода через нуль. Это объясняется тем, что при снижении тока энергия, подводимая к дуге, уменьшается, следовательно, уменьшается температура дуги и прекращается термоионизация. Длительность бестоковой паузы  $t_p$  невелика (от десятков до нескольких сотен микросекунды), но играет важную роль в гашении дуги. Если разомкнуть контакты в бестоковую паузу и развести их с достаточной скоростью на такое расстояние, чтобы не произошел электрический пробой, то цепь будет отключена очень быстро.

В коммутационных аппаратах необходимо не только разомкнуть контакты, но и погасить возникшую между ними дугу.

Во время бестоковой паузы интенсивность ионизации сильно падает, так как не происходит термоионизации. В коммутационных аппаратах, кроме того, принимаются искусственные меры охлаждения дугового пространства и уменьшения числа заряженных частиц. Эти процессы деионизации приводят к постепенному увеличению электрической прочности промежутка и пр.

Резкое увеличение электрической прочности промежутка после перехода тока через нуль происходит главным образом за счет увеличения прочности околокатодного пространства (в цепях переменного тока 150-250В). Одновременно растет восстанавливающееся напряжение  $u_{в}$ . Если в любой момент  $i_{пр} > i_{в}$  промежуток не будет пробит, дуга не загорится вновь после перехода тока через нуль. Если в какой-то момент  $i_{пр} = i_{в}$ , то происходит повторное зажигание дуги в промежутке. Таким образом, задача гашения дуги сводится к созданию таких условий, чтобы электрическая прочность промежутка между контактами  $i_{пр}$  была больше напряжения между ними  $u_{в}$  [1-4].

Процесс нарастания напряжения между контактами отключаемого аппарата может носить различный характер в зависимости от параметров коммутируемой цепи. Если отключается цепь с преобладанием активного сопротивления, то напряжение восстанавливается по апериодическому закону; если в цепи преобладает индуктивное сопротивление, то возникают колебания, частоты которых зависят от соотношения емкости и индуктивности цепи. Колебательный процесс приводит к значительным скоростям восстановления напряжения, а чем больше скорость  $du_{в}/dt$ , тем вероятнее пробой промежутка и повторное зажигание дуги. Для облегчения условий гашения дуги в цепь отключаемого тока вводятся активные сопротивления, тогда характер восстановления напряжения будет апериодическим. В результате гашения дуги в жидкости можно заключить, что возникновение электрической дуги при размыкании цепей практически исключается, т.к. даже при расстоянии между электродами в 1 мм пробное напряжение межэлектродного расстояния составляет около 10 000 В.

Следовательно, контакторы, помещенные в различные жидкости, защищают от возникновения электрических дуг и микроарядов при разрывании контактов.

### Список литературы

1. Nureev I.I. *Microwave photonic polyharmonic probing for fiber optical telecommunication structures and measuring systems sensors monitoring* / I.I. Nureev, O.G. Morozov, V.I. Anfinogentov, V.Y. Vinogradov, A.F. Agliyullin, V.V. Purtoev, D.L. Ovchinnikov // в сборнике: *Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering 15. Сер. «Optical Technologies for Telecommunications 2017»* - 2018. - С. 107741J.

2. Vinogradov V.Y. A practical approach to the development of aircraft engine's noise suppression system on the base of fiber optic sensors / V.Y. Vinogradov, O.G. Morozov, A.Z. Sakhabutdinov, I.I. Nureev, A.A. Kuznetsov, L.M. Faskhutdinov, L.M. Sarvarova, G.A. Morozov // в сборнике: Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering 14. Сер. «Optical Technologies for Telecommunications 2016» - 2017. - С. 1034219.

3. Виноградов В.Ю. Диагностика состояния газотурбинных двигателей в условиях аэродромного базирования / В.Ю. Виноградов // Известия высших учебных заведений. Авиационная техника. - 2000. - № 2. - С. 32.

4. Виноградов В.Ю. Практический подход к вопросам разработки систем глушения шума авиационных ГТД / В.Ю. Виноградов // Авиационная промышленность. - 2013. - № 3. - С. 18-20.

## **ИСКУССТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА**

А.С. Громков<sup>1</sup>, О.В. Шуреева<sup>1</sup>, В.Ю. Виноградов<sup>1</sup>,  
А.Ю. Виноградов<sup>2</sup>, Н.В. Виноградова<sup>3</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ, г. Казань

<sup>2</sup> Ростелеком, г. Москва

<sup>3</sup> СДЮШОР ЛА, г. Казань

***Аннотация.** В сфере производства существенную роль играет рациональная организация рабочего места, организация труда. При правильном освещении повышается производительность труда, улучшаются условия безопасности, снижается утомляемость.*

При недостаточном освещении рабочий плохо видит окружающие предметы и плохо ориентируется в производственной обстановке. Успешное выполнение рабочих операций требует от него дополнительных усилий и большого зрительного напряжения. Неправильное и недостаточное освещение может привести к созданию опасных ситуаций. Искусственное освещение для производственных и вспомогательных зданий промышленных предприятий должно соответствовать нормам искусственного освещения.

Недостаток естественного света восполняется искусственным освещением. Кроме того, от особенностей организации искусственного освещения, кажущихся весьма незначительными, во много зависит и производительность труда, и безопасность работы, и сохранность зрения, и архитектурный облик помещения. Искусственное освещение проектируется с применением электрических ламп накаливания или люминесцентных ламп.

При выполнении точных зрительных работ (например, фрезерных,

токарных) в местах, где оборудование создает глубокие резкие тени или рабочие поверхности расположены вертикально (штампы, гильотинные ножницы), наряду с общим освещением применяют местное. Совокупность местного и общего освещения называют комбинированным освещением. Применение одного местного освещения внутри производственных помещений не допускается, поскольку образуются резкие тени, зрение быстро утомляется и создается опасность производственного травматизма. [1,2,3,4].

### Список литературы

1. Nureev I.I. *Microwave photonic polyharmonic probing for fiber optical telecommunication structures and measuring systems sensors monitoring* / I.I. Nureev, O.G. Morozov, V.I. Anfinogentov, V.Y. Vinogradov, A.F. Agliyullin, V.V. Purtov, D.L. Ovchinnikov // в сборнике: *Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering 15. Сер. «Optical Technologies for Telecommunications 2017»* - 2018. - С. 107741J.

2. Vinogradov V.Y. *A practical approach to the development of aircraft engine's noise suppression system on the base of fiber optic sensors* / V.Y. Vinogradov, O.G. Morozov, A.Z. Sakhabutdinov, I.I. Nureev, A.A. Kuznetsov, L.M. Faskhutdinov, L.M. Sarvarova, G.A. Morozov // в сборнике: *Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering 14. Сер. «Optical Technologies for Telecommunications 2016»* - 2017. - С. 1034219.

3. Виноградов В.Ю. *Диагностика состояния газотурбинных двигателей в условиях аэродромного базирования* / В.Ю. Виноградов // *Известия высших учебных заведений. Авиационная техника*. - 2000. - № 2. - С. 32.

4. Виноградов В.Ю. *Практический подход к вопросам разработки систем глушения шума авиационных ГТД* / В.Ю. Виноградов // *Авиационная промышленность*. - 2013. - № 3. - С. 18-20.

## ВОПРОСЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РАЙОНОВ РТ

А.С. Громков<sup>1</sup>, О.В. Шуреева<sup>1</sup>, В.Ю. Виноградов<sup>1</sup>,  
А.Ю. Виноградов<sup>2</sup>, Н.В. Виноградова<sup>3</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ, г. Казань

<sup>2</sup> Ростелеком, г. Москва

<sup>3</sup> СДЮШОР ЛА, г. Казань

**Аннотация.** Водоохранные зоны загрязнены мусором и бытовыми отходами. Основная часть загрязнений аккумулируется в балках и малых реках, происходит обмеление, заиливание рек, притоков водохранилища, в котором накопление загрязнений происходит в донных отложениях.

Загрязнителями малых рек, притоков водохранилища, а также основного ложа являются животноводческие фермы и комплексы предприятия по переработке сельхозпродукции, поверхностные стоки с полей, с которых выносятся минеральные удобрения при интенсивной эрозии почв в период весенних и летних паводков [1-4].

Хозяйственная деятельность человека оказывает определенное отрицательное воздействие на состояние почв района, растут масштабы и виды деградации почв. Среди основных причин деградации – эрозия. Также эти процессы возникают вследствие технологического переуплотнения и утраты комковато-зернистой структуры, приводящей к ухудшению водных свойств, воздушного и теплового режима. Эрозия вносит существенную пестроту в структуру почвенного покрова и снижает плодородие почв. На эродированных почвах снижается эффективность удобрений, возрастают расходы на их обработку.

Основными причинами, обуславливающими ухудшение агрофизических свойств почв, является обработка почвы с нарушением оптимальных сроков, переуплотнение почв с применением сельскохозяйственной техники на колесном ходу, недостаточное внесение органических удобрений в почву, малая доля в севооборотах многолетних трав, усиление минерализации и др.

Вредное воздействие на состояние земель оказывает ряд других факторов, прежде всего это техногенное загрязнение земель: засоление, загрязнение пестицидами, радионуклидами, нефтепродуктами, сточными водами, отходами производства и потребления.

Предприятия и жилой сектор территории Верхнеуслонского района являются источниками образования промышленных и хозяйственно-бытовых отходов. Технология захоронения твердых бытовых отходов на существующих свалках представляет серьезную опасность для окружающей среды, являясь мощным загрязнителем атмосферного воздуха, почвы и грунтовых вод.

### Список литературы

1. Nureev I.I. *Microwave photonic polyharmonic probing for fiber optical telecommunication structures and measuring systems sensors monitoring* / I.I. Nureev, O.G. Morozov, V.I. Anfinogentov, V.Y. Vinogradov, A.F. Agliyullin, V.V. Purtov, D.L. Ovchinnikov // в сборнике: *Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering 15. Сер. «Optical Technologies for Telecommunications 2017»* - 2018. - С. 107741J.

2. Vinogradov V.Y. *A practical approach to the development of aircraft gte's noise suppression system on the base of fiber optic sensors* / V.Y. Vinogradov, O.G. Morozov, A.Z. Sakhabutdinov, I.I. Nureev, A.A. Kuznetsov, L.M. Faskhutdinov, L.M. Sarvarova, G.A. Morozov // в сборнике: *Proceedings of*

*SPIE - The International Society for Optical Engineering 14. Сер. «Optical Technologies for Telecommunications 2016» - 2017. - С. 1034219.*

3. Виноградов В.Ю. Диагностика состояния газотурбинных двигателей в условиях аэродромного базирования / В.Ю. Виноградов // Известия высших учебных заведений. Авиационная техника. - 2000. - № 2. - С. 32.

4. Виноградов В.Ю. Практический подход к вопросам разработки систем глушения шума авиационных ГТД / В.Ю. Виноградов // Авиационная промышленность. - 2013. - № 3. - С. 18-20.

## **НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ В ОБЛАСТИ ОБРАЗОВАНИЯ И ЭКОЛОГИИ**

### **О НОВОМ СПОСОБЕ РАСЧЕТА МАССЫ НЕФТИ НА ДНЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ**

В.В. Перминова<sup>1,2</sup>, Д.С. Воробьев<sup>1,2</sup>, В.В. Перминов<sup>1</sup>, Е.Д. Воробьев<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Томский государственный университет,

<sup>2</sup> АО «Томский научно-исследовательский и проектный институт нефти и газа» (ОАО «ТомскНИПИнефть»),  
г. Томск

**Аннотация.** Авторы статьи обращают внимание читателей на актуальную проблему – загрязнение донных отложений водных объектов углеводородами в виде нефти и нефтепродуктов. При проведении исследований водных экосистем определение содержания нефти или нефтепродуктов в донных отложениях выражается в граммах на килограмм осадков в воздушно-сухом состоянии. Информация в таком виде не может быть ассоциирована с массой нефти на дне водного объекта, что весьма важно при разработке проектов технической документации на очистку и восстановление водных объектов. Предложен способ определения массы нефтезагрязнений на единицу площади донных отложений водных объектов, позволяющий решить эту задачу.

**Ключевые слова:** нефть, нефтепродукты, водоем, загрязнения водоемов, очистка водоемов от нефти, донные отложения водоемов.

В настоящее время одной из основных задач защиты окружающей среды в нефтегазовом комплексе является ликвидация последствий нефтяного загрязнения территорий, произошедшего вследствие аварийных разливов, как свежих, так и относящихся к категории «исторического наследия». В нефтедобывающих регионах с высокой озерностью и развитой речной сетью от загрязнения нефтью и нефтепродуктами в первую очередь

страдают водные экосистемы (Воробьев, 2013; Vorobiev, Noskov, 2015). Нефть и нефтепродукты обладают высокой токсичностью, мутагенными и канцерогенными свойствами и оказывают негативное воздействие на водную биоту, особенно на бентосные организмы (Noskov et al., 2018). Необходимость проводить оценку донных отложений (ДО) водоемов закреплена в общих принципах исчисления размера вреда, причиненного водным объектам (Методика исчисления..., 2009). В 2014 году были утверждены методические указания, согласно которым экологический мониторинг ДО является составной частью общего мониторинга водных объектов (Методические указания..., 2014). Однако данные документы не регламентируют процесс определения нефти на дне водного объекта.

При любом методе измерения содержания нефти и нефтепродуктов в ДО выражается в граммах на килограмм осадков в воздушно-сухом состоянии. Информация в таком виде не может быть ассоциирована с массой нефти на дне водного объекта, что весьма важно при разработке проектов технической документации на очистку и восстановление водных объектов. Предложенный способ определения массы нефти на единицу площади ДО водных объектов позволяет решить эту задачу (Способ определения..., 2019).

Важным аспектом суммарной оценки нефтяного загрязнения при проведении экологического мониторинга водных объектов является учет деградации нефтепродуктов во времени (Темердашев и др., 2016). При хроническом загрязнении водных объектов, когда летучие компоненты уже испарились, для анализа ДО широко используются инфракрасный и люминесцентный методы в сочетании с тонкослойной или колоночной хроматографией. Данные методики в обобщенном виде включают следующие обязательные этапы: отбор проб ДО, высушивание пробы до воздушно-сухого состояния, экстракция нефтепродуктов из ДО, определение концентрации загрязняющих веществ. Как правило, отбор проб регламентируется (ГОСТ 31861–2012) и должен осуществляться устройством-пробоотборником.

Пробоотборники характеризуются наличием определенной площади отбора проб ДО. Как известно, обязательный учет площади отбора применяется в гидробиологических исследованиях для определения количественных показателей кормовых организмов на единицу площади. Аналогично этому, предложенный нами способ включает обязательную фиксацию площади отбора пробы, а после стадии высушивания, необходимость ее взвешивания.

После определения содержания массовой концентрации нефтепродуктов в анализируемой пробе ДО –  $C_x$  (г/кг), производится сравнение данного показателя с установленными региональными фоновыми значениями, либо с нормативом допустимого остаточного содержания нефти и нефтепродуктов в ДО –  $C_f$  (г/кг). Если значение  $C_x > C_f$ , то в ДО с

высокой вероятностью присутствуют антропогенные загрязнители, и далее производится расчет содержания нефти  $C_0$  (г) во всей пробе донных отложений по формуле 1:

$$C_0 = (M_n \times (C_x - C_f))/1000 \quad (1), \text{ где}$$

$M_n$  – масса всей пробы донных отложений из точки  $n$ , г;

$C_x$  – массовая концентрация нефти по результатам измерений, г/кг;

$C_f$  – массовая концентрация нефти по установленным региональным фоновым значениям или нормативу допустимого содержания нефти в ДО, г/кг;

Расчет нефтезагрязнений на единицу площади донных отложений  $C_s$  (г/м<sup>2</sup>) производят по формуле 2:

$$C_s = C_0/S_n, \quad (2), \text{ где}$$

$C_0$  – масса нефти во всей пробе донных отложений из точки  $n$ , г;

$S_n$  – площадь захвата орудием донных отложений при взятии пробы, м<sup>2</sup>.

После определения  $C_s$  – массы нефтезагрязнений на единицу площади в каждой точке  $n$ , находится средняя арифметическая величина данного показателя для всего водного объекта или обследованного участка. Пример применения способа представлен в таблице.

Расчет массы нефти на 1 га ДО водоема

Площадь отобранной пробы ДО ( $S_n$ )	м <sup>2</sup>	0,025
Масса всей пробы в воздушно-сухом состоянии ( $M_n$ )	г	478
Концентрация нефти в донных отложениях (определяется по методике выполнения измерений) ( $C_x$ )	г/кг	38,5
Норматив для органогенных грунтов*	г/кг	4,0
Масса нефти в отобранном образце известной массы с определенной площади ( $C_0$ )	г	$16,491 = (38,5-4,0) \times 478 / 1000$
Масса нефти ( $C_s$ ) на 1 м <sup>2</sup> ДО	г/м <sup>2</sup>	$659,64 = 16,491 / 0,025$
Масса нефти на 1 га ДО	т/га	6,596

Примечание: \* – Постановления Правительства Ханты-Мансийского автономного округа - Югры № 432-п от 23.11.2018.

Таким образом, предложенный способ определения массы нефтезагрязнений на единицу площади ДО водных объектов позволяет проводить расчеты, необходимые не только для понимания степени загрязненности дна водного объекта, но и определения величины ущерба, нанесенного водному объекту. Следует особо обратить внимание на отсутствие в подавляющем большинстве субъектов Российской Федерации установленных нормативов допустимого остаточного содержания нефти и нефтепродуктов в ДО. Очевидно, что с развитием методов очистки ДО водных объектов от нефти и нефтепродуктов будет уделяться больше

внимания аспектам нормирования содержания этих загрязнителей. Данные задачи должны быть решены при реализации федеральных проектов национального проекта «Экология».

### Список литературы

1. Воробьев Д.С. Биологические основы очистки донных отложений от нефти и нефтепродуктов: Автореферат дис. ... д-р биол. наук. – Томск, 2013. – 46 с.

2. ГОСТ 31861–2012. Вода. Общие требования к отбору проб.

3. Методика исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства. Приказ Минприроды России от 13.04.2009 № 87.

4. Методические указания по осуществлению государственного мониторинга водных объектов в части организации и проведения наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях водных объектов от 24.02.2014 № 112 // Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти. 29.09.2014 г. №39.

5. Способ определения массы нефтезагрязнений на единицу площади донных отложений водных объектов / Воробьев Д.С., Перминова В.В., Покровский О.С.; Заявка на патент РФ № 2019113925; заявитель НИ ТГУ; заявл. 08.05.2019.

6. Темердашев З.А., Павленко Л.Ф., Корпакова И.Г., Ермакова Я.С., Экилик В.С. О некоторых методических аспектах оценки нефтяного загрязнения водных объектов с учетом деградации нефтепродуктов во времени // Аналитика и контроль. – 2016. – Т. 20. – №3. – С. 225–235.

7. Noskov Yu. A., Nikulina Yu. S., Romanov R.E., Tumanov M.D., Vorobiev D.S. Hydrobionts of a freshwater oil-polluted northern lake: bioaccumulation of heavy metals in fish and the rate of ecosystem recovery // Ukrainian Journal of Ecology. – 2018. – № 2. – P. 383–391.

8. Vorobiev D.S., Noskov Y.A. Oil Contamination of the Ob Basin // International Journal of Environmental Studies. – Vol. 72. – Issue 3, 2015. – P. 509-515. DOI:10.1080/00207233.2015.1027591.

## ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

В.А. Ячменев

Челябинский государственный университет,  
г. Челябинск

*Аннотация.* В принятых Организацией Объединенных Наций целях устойчивого развития не нашли прямого отражения вопросы формирования новой экологической культуры, что связано в том числе и со

*значительным различием в понимании терминов «культура» и «экологическая культура» как в массовом сознании, так и в научных кругах. Автор предлагает рассматривать появление культуры как закономерный этап эволюционного развития организмов с наличием сознания, разделяя ее на две основных части – социальную и экологическую. Показано отличие механизмов формирования социальной и экологической культур, которое объясняет необходимость реализации специальных программ по направленному формированию биофильной экологической культуры. Указаны некоторые проблемы практического характера, которые возникают при реализации таких программ.*

**Ключевые слова:** устойчивое развитие, экологическая культура.

Цели устойчивого развития (17 целей), принятые Организацией Объединенных Наций, реализация которых началась с 2016 года, одинаковы для всех государств, взявших на себя обязательства по их выполнению. Указанные цели направлены, в первую очередь, на искоренение нищеты и неравенства между людьми. Для каждой конкретной страны приоритетными являются разные цели устойчивого развития, а внутри целей – разные задачи.

Четвертая цель устойчивого развития обозначена как «обеспечение всеохватного и справедливого качественного образования и поощрение возможности обучения на протяжении всей жизни для всех» [1]. Безусловно, в целях развития образования всегда следует стремиться к улучшению его доступности и качества, но по сравнению с большинством стран у нас эта цель в значительной степени реализована. Что касается вопросов экологического образования, то в седьмой задаче этой цели сказано о необходимости обеспечить к 2030 году приобретение всеми учащимися знаний и навыков, «необходимых для содействия устойчивому развитию, в том числе по вопросам устойчивого развития и устойчивого образа жизни...» [1]. В связи с этим необходимо отметить, что «знаний и навыков» недостаточно, чтобы обеспечить поведение людей, соответствующее принципам устойчивого развития. Аналогично формулируется одна из задач двенадцатой цели: «обеспечить, чтобы люди во всем мире располагали соответствующей информацией и сведениями об устойчивом развитии и образе жизни в гармонии с природой» [2].

Видимо, относительно низкий средний уровень образования в мире и ряд других проблем, о которых пойдет речь ниже, не позволили поставить более амбициозную цель, связанную с необходимостью формирования соответствующей экологической культуры, что достаточно широко обсуждается на различных уровнях в нашей стране. Но и в Российской Федерации в большинстве случаев речь идет о месте и роли экологического образования в системе образования всех уровней при формировании экологической культуры. В то же время в таких обсуждениях и дискуссиях

обычно недостаточно говорится о том, что экологическая культура формируется не только в системе образования, но и в результате взаимодействия человека и окружающей его природной среды в любой сфере повседневной деятельности. Остается в стороне от обсуждения и ряд других вопросов, затрагивающих проблемы формирования у человека экологически допустимого поведения, без которого многие мероприятия по реализации идей устойчивого развития сложно реализовать в полной мере.

Остановимся на некоторых проблемах формирования экологической культуры нужного для устойчивого развития уровня, которые, по мнению автора, еще в недостаточной степени освещены в литературе экологической направленности. Предварительно заметим, что приведенная ниже очередность перечисления проблем хотя и имеет свою логику, но не претендует на последовательное их выстраивание по принципу важности или актуальности.

Первая трудность связана не с наличием нескольких десятков определений культуры (в том числе экологической), в которых перечисляются те или иные ее составные части, а с пониманием сути феномена культуры с точки зрения эволюции живой природы. Культура как эволюционное явление возникла на определенном этапе биологической эволюции вместе с появлением сознания, когда стало возможным передавать часть накопленного онтогенетического опыта последующим поколениям внегенетическим путем. Исходя из того, что сознанием обладает множество видов животных с относительно развитой нервной системой, этот механизм передачи накопленного опыта в живой природе является хотя и слабо изученным, но достаточно распространенным явлением [3], результат которого иногда (для различения с человеческим этапом развития культуры) называют биокультурой. Важно учитывать тот факт, что, хотя человеческая культура несравнимо сложнее любой биокультуры, она является эволюционным продолжением последней, то есть многие механизмы формирования человеческой культуры совпадают с предшествующим этапом развития культуры. Это означает, что при сознательном влиянии на культурный процесс следует учитывать его эволюционную консервативность.

Вторая трудность косвенно связана с первой и заключается в несколько искаженном представлении о ее главных составных частях. Культура как таковая делится всего на две основные части, каждая из которых в дальнейшем может классифицироваться до нужной степени детализации. Первая связана с передачей опыта взаимодействия между людьми (социальная культура), вторая – с передачей опыта взаимодействия людей с окружающей средой (экологическая культура). При внешней простоте деления в данном случае имеются некоторые сложности проведения четких границ между указанными объектами культуры, поскольку экология – это наука не только о взаимодействии живых

организмов с окружающей средой, но и о взаимодействии живых организмов и их сообществ между собой. Человек является частью животного мира, и поэтому часть опыта взаимодействия людей между собой (как биологических особей) следует отнести к экологической культуре. Несколько сложнее разграничить сферу познания. Человек моделирует свое взаимодействие с окружающей средой исходя из знания последствий не столько его возможного прямого взаимодействия с этой средой в данный момент времени, сколько взаимодействий других объектов между собой, которые напрямую не входят в сферу экологии. Как в социальную культуру входят знания закономерностей взаимодействий между людьми, так и в экологическую культуру входят знания законов и закономерностей взаимодействий между объектами окружающего природного мира, которые во многом определяют поведение человека в окружающей природной среде. Но это означает, что к экологической культуре (в широком смысле) относится почти все многообразие естествознания, которое формирует естественно-научную картину мира [4].

Следующая проблема связана с неверной оценкой текущего состояния экологической культуры в массовом сознании. Поскольку человек взаимодействовал с окружающей природной средой с момента своего появления, он всегда обладал определенной экологической (и социальной) культурой, вопрос только в ее «качестве». Тем не менее в массовом сознании преобладают представления о наличии культурных и некультурных людей, в данном случае смешиваются бытовое понимание культуры (соблюдение социальных норм поведения и наличие некоторых знаний из определенных сфер деятельности) и научное (результат внегенетической передачи части онтогенетического опыта), а термину «экологическая культура» априори придаются положительные коннотации (впрочем, как и базовому термину «культура»). В результате даже в научных публикациях иногда говорится об отсутствии экологической культуры у части населения и необходимости ее формирования чуть ли не с нуля.

Если говорить о проблеме качества экологической культуры, то необходимо учесть, что у предков человека (обезьян) никаких врожденных инстинктов по сохранению окружающей природной среды не наблюдалось (и сейчас не наблюдается), как и соответствующей биокультуры бережного отношения к природе. В живом мире вообще имеет место чисто потребительское отношение к окружающей природе. Аналогичное отношение к окружающей природной среде было и у человека в период его становления. Появление сознания привело лишь к дополнительному отчуждению человека от окружающей природной среды, полной опасностей для его выживания. Поэтому вполне естественно, что первоначальная экологическая культура была чисто утилитарна и зачастую биофобна, подтверждением чего служат сведения о многочисленных

локальных экологических кризисах далекого прошлого, к примеру истребление мегафауны [5]. Биофобность экологической культуры человечества и сейчас достаточно сильна, объективным показателем чего служит возникновение угрозы уже глобального экологического кризиса. Таким образом, одной из целей в области устойчивого развития должно стать формирование биофильной экологической культуры, а утилитарность в наших отношениях с природой следует постепенно заменить партнерством.

Деление культуры на социальную и экологическую важно не с точки зрения научной классификации, а с точки зрения понимания их различия в механизмах формирования, что необходимо учитывать при целенаправленном воздействии на экологическую культуру. Дело в том, что по современным представлениям нейробиологов первичная обработка информации у человека происходит на уровне подсознания, как и подготовка «проектов» всех решений, из которых только некоторая часть в том или ином виде «доводится» до сознания для принятия окончательного решения [6]. Сепарация информации на уровне подсознания означает, что ее актуальность и значимость для организма в значительной мере определяются эволюционно более древними критериями, чем ее сознательная оценка. На уровне же подсознания человека в значительно большей степени волнуют вопросы взаимодействия людей между собой, чем с окружающей средой, а это сфера не экологической, а социальной культуры. На основании вышеизложенного можно сделать по крайней мере два вывода.

Во-первых, для формирования биофильной экологической культуры требуются постоянные системные сознательные усилия, без которых она неизбежно будет скатываться к своему «естественному» состоянию, где преобладают утилитарность и биофобность. Такие усилия предполагают наличие соответствующих концепций и программ их реализации в рамках общей стратегии устойчивого развития. Внедрение экологического образования в систему образования разных уровней может являться только частью этих программ.

Во-вторых, учитывая повышенную значимость для человека социальной культуры, необходимо принимать меры по ее экологизации, то есть в социальные нормы и правила поведения должны включаться экологические «стандарты» поведения, при реализации которых статус человека в социальном обществе оценивается другими людьми с учетом их отношения к окружающей природной среде. При этом социальное регулирование предполагает не только «убеждение» в необходимости выполнять те или иные нормы через общественное одобрение или осуждение, но и наказание за их нарушение. Поэтому, принимая во внимание сегодняшнее состояние экологической культуры, необходимо совершенствовать правовое регулирование отношений с окружающей

природной средой, добиваясь при этом неотвратимости наказаний за нарушение природоохранных норм и правил поведения.

С сожалением можно констатировать тот факт, что на уровне Российской Федерации в настоящее время еще не разработана концепция (программа) формирования экологической культуры (биофильной), которая должна стать частью стратегии достижения целей в области устойчивого развития. В то же время ряд субъектов Российской Федерации принял концепции (программы) по реформатированию существующей экологической культуры. В Челябинской области принята Концепция по формированию экологической культуры населения Челябинской области до 2025 года [7], в создании и реализации которой автор принимал активное участие [8].

Опыт реализации указанной выше концепции выявил и ряд трудностей практического характера, связанных с текущим состоянием общества и его экологической культуры. Так, проведенные социологические исследования по оценке состояния экологической культуры показали значительную пассивность населения в решении экологических проблем (при публичном декларировании необходимости их решения), отсутствие готовности людей к финансовому партнерству для их решения, несформированность практики эффективного взаимодействия экологического актива и ряд других проблем [9].

### Список литературы

1. Цель 4: Обеспечение всеохватного и справедливого качественного образования и поощрение возможности обучения на протяжении всей жизни для всех. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/education/>.

2. Цель 12: Обеспечение перехода к рациональным моделям потребления и производства. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-consumption-production/>.

3. Арнольд О.Р. Культура у животных. <http://antropogenez.ru/article/1088/>

4. Ячменев В.А. Устойчивое развитие: взаимосвязь экологической и социальной культур // Социум и власть. 2017. № 5 (67). С. 7–13.

5. Истребление древними охотниками крупных животных Австралии привело к необратимым изменениям природных экосистем. 30.03.2012. [https://elementy.ru/novosti\\_nauki/431795](https://elementy.ru/novosti_nauki/431795).

6. Австралийские нейробиологи смогли предсказать выбор людей за 11 секунд до принятия ими решения. <https://hi-news.ru/research-development/avstralijskie-nejrobiologi-smogli-predskazat-vybor-lyudej-za-11-sekund-do-prinyatiya-imi-reshenij.html>.

7. Концепция по формированию экологической культуры населения Челябинской области до 2025 года. Утверждена постановлением Правительства Челябинской области от 20 февраля 2013 г. № 23-П // СПС КонсультантПлюс.

8. Ячменев В.А. К вопросу о концепции формирования экологической культуры // Вестник Челябинского государственного университета. - 2013. - № 7 (298). Биология. Вып. 2. - С. 157–159.

9. Экологическая культура региона: методика, диагностика, результаты (исследовательские тренды 2015–2017 гг.): коллектив. моногр. / Л.Б. Зубанова, Н.О. Обжорина, С.Б. Синецкий, В.С. Цукерман, М.Л. Шуб, В.А. Ячменев. Челябинск: ЧГИК, 2018. – 187 с.

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДАННЫХ ГЕОБОТАНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЯХ ПО ОБЩЕЙ ЭКОЛОГИИ**

С.Б. Кузнецова

ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет»,  
г. Ханты-Мансийск

*Аннотация.* Изучены методические вопросы использования данных геоботанических исследований, полученных в ходе учебной полевой практики, на лабораторных занятиях по общей экологии для студентов направления 05.03.06 «Экология и природопользование».

Выпускник, освоивший программу бакалавриата по направлению 05.03.06 «Экология и природопользование», должен быть готов к научно-исследовательской деятельности. В учебных программах дисциплин необходимо внедрение исследовательских и проектных методов, вовлекающих студентов в практическую и научно-исследовательскую деятельность.

Основной целью освоения дисциплины «Общая экология» является формирование у обучающихся системных базисных знаний основных экологических законов, определяющих существование и взаимодействие биологических систем разных уровней (организмов, популяций, биоценозов и экосистем).

При изучении темы «Биоценозы и экосистемы» большое значение придается формированию у студентов знаний о методах изучения экосистем. При этом используются данные научно-исследовательских работ, выполненных в ходе летней учебной полевой практики. Так, при изучении методических вопросов определения систематической, биоморфологической и экологической структуры фитоценозов используются результаты геоботанических описаний фитоценозов.

Учебная полевая практика предшествует изучению дисциплины «Общая экология» и включает полевые исследования (экскурсии) и камеральную обработку результатов. В ходе экскурсий проводится непосредственное исследование растительных сообществ, выполняются

геоботанические описания (установление видового состава растительного сообщества с определением количественных характеристик участия видов растений – показатели обилия и покрытия), проводится сбор растений. Собранный материал подвергается камеральной обработке: определяются собранные растения, готовится гербарий, уточняются геоботанические описания.

Далее эти данные используются на лабораторных занятиях для выявления характерных черт фитоценозов – флористического анализа. Студенты для работы делятся на бригады по 4-5 человек. Каждая бригада получает данные геоботанических описаний разных типов фитоценозов. Задания для студентов выглядят следующим образом: 1) определить систематическую структуру фитоценозов – соотношение числа видов различных семейств; 2) определить экологическую структуру фитоценозов – соотношение числа видов разных экологических групп растений по отношению к факторам среды; 3) определить биоморфологическую структуру фитоценозов – соотношение числа видов разных жизненных форм по классификации И.Г. Серебрякова.

*Систематическая структура флоры (или таксономический анализ)* – распределение видов среди систематических категорий высшего ранга. К таким показателям относятся соотношения между численностью видов, родов и семейств высших растений, которые характерны для исследуемой флоры. Распределение видов растений по семействам подвергается анализу чаще всего, причем особое внимание следует уделять первым 10 ведущим семействам, которые уже могут отражать как комплекс почвенно-климатических факторов, так и историю, и текущее состояние флоры, которая подверглась антропогенному воздействию [1, 2].

Оценка *экологических режимов* растений проводится по шкалам Д.Н. Цыганова [3]. Экологическое разнообразие растений, встречающихся на территории, оценивается с помощью потенциальной экологической валентности (PEV). Соотнесение суммы потенциальных экологических валентностей конкретного вида с числом шкал, учитывая, что вклад каждой шкалы равен единице, дает меру стено-эврибионтности, или индекс толерантности этого вида (It) [4].

Проведение *биоморфологического анализа* позволяет оценить исследуемую флору с экологических позиций, поскольку жизненная форма служит результатом адаптации растений к конкретной среде обитания и формируется в процессе долговременной эволюции. Биоморфологические спектры жизненных форм отражают не только общие климатические особенности географического региона, но и более частные особенности условий произрастания растений [5]. Для анализа биоморфологической структуры флоры используется классификация жизненных форм И.Г. Серебрякова [6, 7].

Таким образом, в результате выполнения задания студенты учатся применять на практике методы флористического анализа, используя данные геоботанических исследований, полученных в ходе летней учебной полевой практики.

### Список литературы

1. Никулин А.В., Олейникова Е.М. Таксономическая структура стержнекорневых травянистых растений Воронежской области // *Фундаментальные исследования*. - 2009. - № 7. - С. 16–17.
2. Толмачев А.И. Введение в географию растений / А.И. Толмачев. - Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1974. – 124 с.
3. Цыганов Д.Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов / Д.Н. Цыганов. - М.: Наука, 1983. – 197 с.
4. Жукова Л.А. Экологические шкалы и методы анализа экологического разнообразия растений: монография / Л.А. Жукова [и др.]. Йошкар-Ола: Марийский гос. ун-т., 2010. – 368 с.
5. Калашиникова О.В. Флора сосудистых растений Приволжской возвышенности Самарской области: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Оренбург. 2010. – 20 с.
6. Серебряков И.Г. Экологическая морфология растений: Жизненные формы покрытосеменных и хвойных / И.Г. Серебряков. - М.: Высшая школа, 1962. – 378 с.
7. Серебряков И.Г. Жизненные формы высших растений и их изучение // *Полевая геоботаника*. – Л.: Наука, 1964. – Т. III. – С. 146-205.

## ВЛИЯНИЕ ДООЧИСТКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ СОСТАВЛЯЮЩУЮ ОРЕНБУРЖЬЯ

Ф.Ф. Ковалёва, И.Р. Хусаинов  
Оренбургский медицинский университет  
г. Оренбург

**Аннотация.** Проблема «окружающая среда- здоровье человека» в настоящее время относится к числу приоритетных проблем. Одной из характерных особенностей современного этапа развития цивилизации является поиск путей решения эколого-химических проблем водопользования. Центральная зона Оренбургской области имеет мощную газодобывающую и газоперерабатывающую индустрию, что является причиной загрязнения атмосферного воздуха, почв, поверхностных и грунтовых вод. В связи с этим была определена экологическая составляющая питьевой воды г. Соль-Илецка, где половина жителей, а в отдельных районах до 70 % вынуждены употреблять питьевую воду, загрязненную опасными химическими веществами. Противоречие между

значимостью употребления населением качественной питьевой воды для сохранения своего здоровья и интенсивностью химического загрязнения водных объектов обусловило поиск альтернативных путей решения данной проблемы, а, следовательно, и актуальность темы исследования. Необходимо проводить дополнительную доочистку питьевой воды, чтобы понизить риск возникновения заболеваний.

Теоретическая значимость исследования заключается в установлении взаимосвязи между составом питьевой воды и здоровья. Для улучшения качества воды надо проводить доочистку питьевой воды фильтром Аквафор-осмо 50, чтобы устранить риск возникновения заболеваний. Материалы исследования можно рекомендовать для использования в учебной практике для медико-профилактического факультета при изучении разделов экологической химии в Оренбургском медицинском университете.

Проблема «окружающая среда – здоровье человека» в настоящее время относится к числу приоритетных проблем. Одной из характерных особенностей современного этапа развития цивилизации является поиск путей решения эколого-химических проблем водопользования [5,6]. Центральная зона Оренбургской области имеет мощную газодобывающую и газоперерабатывающую индустрию, что является причиной загрязнения атмосферного воздуха, почв, поверхностных и грунтовых вод [1]. В связи с этим была определена экологическая составляющая питьевой воды г. Соль-Илецка, где половина жителей, а в отдельных районах до 70 % вынуждены употреблять питьевую воду, загрязненную опасными химическими веществами. Противоречие между значимостью употребления населением качественной питьевой воды для сохранения своего здоровья и интенсивностью химического загрязнения водных объектов обусловило поиск альтернативных путей решения данной проблемы, а, следовательно, и актуальность темы исследования [3]. Необходимо проводить дополнительную доочистку питьевой воды, чтобы понизить риск возникновения заболеваний.

Исходя из этого, целью настоящего исследования явилось: изучение состояния водоснабжения населения города Соль-Илецка, находящихся в зоне влияния крупного газохимического комплекса, соляных озер и влияние индивидуальных средств доочистки воды на повышение качества питьевой воды.

Были поставлены следующие задачи: 1. Изучить технологию очистки воды; 2. Оценить качество воды по следующим показателям,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $Cl^-$ .

Были взяты пробы вод: в родниковой, водопроводной воде и пробы вод после доочистки, были исследованы на состав примесей ( $Mg^{2+}$   $Ca^{2+}$   $SO_4^{2-}$   $Cl^-$ .)

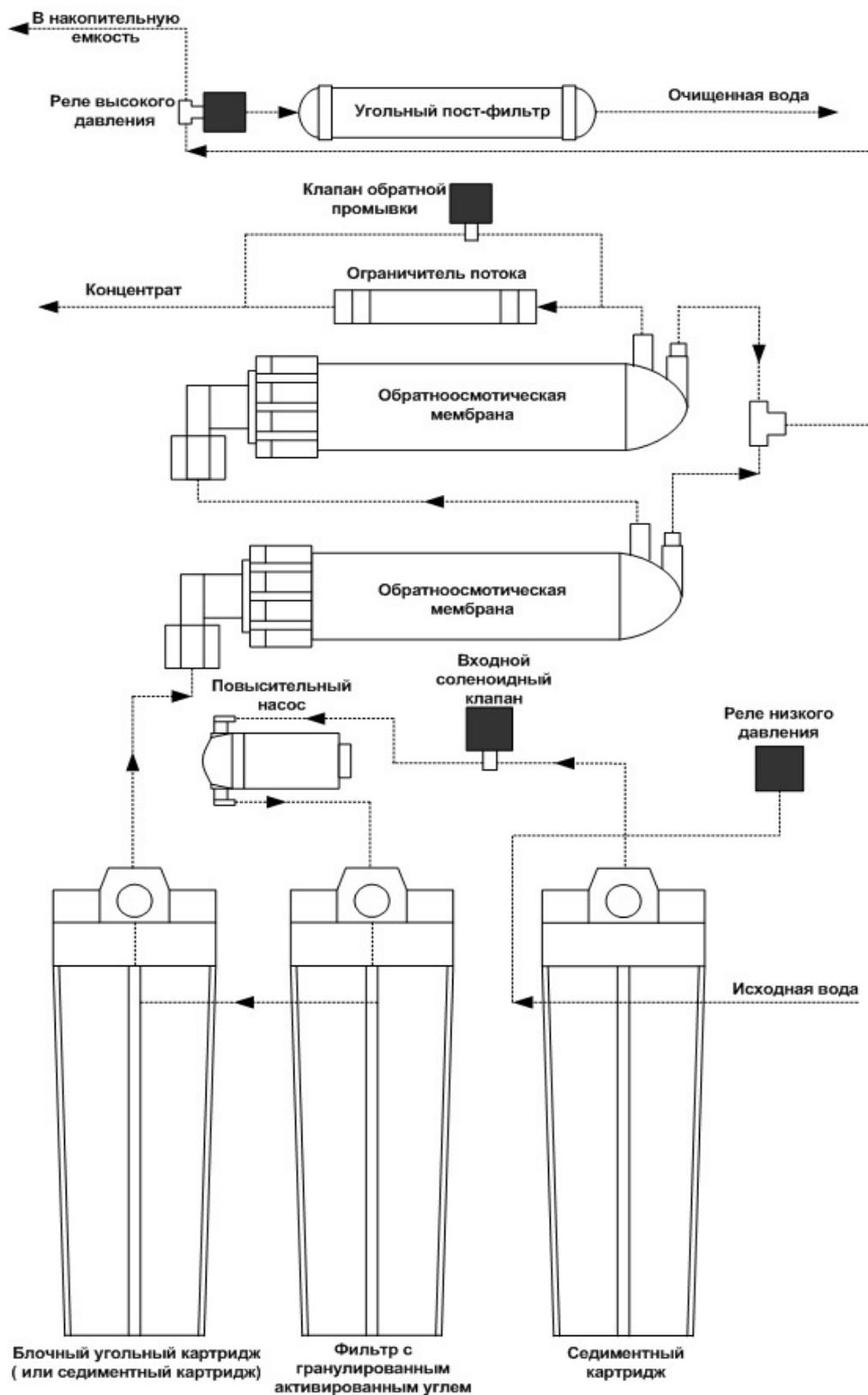


Рис.1. Принципиальная схема очистки питьевой воды системы основанной на обратном осмосе с использованием фильтра «Аквафор-Осмо 50»

Метод определения содержания хлоридов основан на осаждении хлорид-иона в нейтральной или слабо-щелочной среде с нитратом серебра в присутствии хромовокислого калия в качестве индикатора. После осаждения хлорида серебра в точке эквивалентности, образуется хромовокислое серебро, при этом желтая окраска раствора переходит в оранжево-желтую. Точность метода: 1-3мл/л хлор-иона. В определении содержания кальция и магния. Используется комплексометрический метод: определения  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$  при их совместном присутствии в растворе.

Сущность определения сводится к тому, что в начале определяются суммарное содержание молярной концентрации эквивалента 0,05 моль/л  $Mg^{2+}$  титруя фильтрат раствором трилона Б в присутствии хромогена черного. Затем находят содержание ионов  $Ca^{2+}$ , титруя фильтрат раствором трилона Б в присутствии индикатора мурексида. По разности этих двух определений находят содержание ионов  $Mg^{2+}$ .

Определение содержания  $SO_4^{2-}$ . Основан на колориметрическом определении концентрации сульфат ионов (мг/мл).

Очистка примесей воды г.Соль-Илецка производилась на обратном осмосе с использованием фильтра «Аквафор-Осмо 50».

В результате исследования были получены следующие данные, которые сравнивали с данными водопроводной воды. При сравнении, получили уменьшение количества  $Ca^{2+}$  в родниковой воде 45мг/л(45%), в питьевой воде после доочистки Аквафор-осмо 50: 63мг/л (63 %); количества  $Mg^{2+}$  в родниковой воде 9мг/л (18 %), в питьевой воде после доочистки 7мг/л (14 %); количества  $SO_4^{2-}$  в родниковой воде 25мг/л(5%), в питьевой воде после доочистки 58мг/л (11,6 %); количества  $Cl^-$  в родниковой воде 100мг/л (28,5 %), в питьевой воде после доочистки 34мг/л (9,7 %)

Теоретическая значимость исследования заключается в установлении взаимосвязи между составом питьевой воды и здоровья. Для улучшения качества воды надо проводить доочистку питьевой воды фильтром Аквафор-осмо 50, чтобы устранить риск возникновения заболеваний. Материалы исследования можно рекомендовать для использования в учебной практике для медико-профилактического факультета при изучении разделов экологической химии в Оренбургском медицинском университете.

### Список литературы

1. Аверьянов В. Н., Тулина Л.М., Боев В.М. Гигиеническая оценка питьевой воды как фактора риска для здоровья населения // *Окружающая среда-риск-Здоровье*. - 2002. - №4. - С. 4-5.
2. Боровский Е. А Правовые основы охраны окружающей среды в России // *Химия в школе*. - 2005. - №1. - С. 4-10.
3. Орлов А., Ломаев Д. Роль питьевой воды в нашей жизни // *Экологический вестник России*. - 2002. - №12. - С. 57-60.

4. Онищенко Г.Г. Государственный доклад «О санитарно-эпидемиологической обстановке в Российской Федерации в 2003 году». - М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. - 239 с.

5. Г. Онищенко подводит итоги года // <http://ecopalata.ru/?p=5797> // 2017г

6. «Анализ воды из различных природных источников на физико-химические показатели» // [http://novduz.ucoz.ru/Document2017/Dokument/elupakhina\\_marija-novoselovskij\\_rajon-analiz\\_vody\\_.pdf](http://novduz.ucoz.ru/Document2017/Dokument/elupakhina_marija-novoselovskij_rajon-analiz_vody_.pdf) //2017

7. Оценка качества водной среды // [http://ekolog.org/books/17/4\\_2.htm](http://ekolog.org/books/17/4_2.htm) // 2012г

## **РОЛЬ КЛИНИЧЕСКОЙ АНАТОМИИ В СИСТЕМЕ ВЫСШЕГО МЕДИЦИНСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

Н.Н. Петрук, М.В. Гюльмагомедова  
Сургутский государственный университет,  
г. Сургут

***Аннотация.** В статье рассматривается роль клинической анатомии в системе высшего медицинского образования. Изучение данной дисциплины крайне важно для формирования клинического мышления будущих врачей. Для ряда дисциплин в системе высшего медицинского образования клиническая анатомия является предшествующей (пропедевтика внутренних болезней, топографическая анатомия и оперативная хирургия, общая хирургия).*

Клиническая анатомия – совокупность прикладных направлений современной анатомии, изучающих строение и топографию органов и областей в норме и при патологии в интересах различных разделов клинической медицины [2].

Важнейшая задача медицинского образования – формирование и развитие у будущего врача клинического мышления. Для достижения этой цели студентам требуется полное усвоение как клинических, так и морфологических дисциплин.

Клиническая анатомия выступает связующим звеном между морфологическими и клиническими дисциплинами, так как позволяет объяснить с позиции знаний клинической анатомии особенности возникновения симптомов и синдромов заболеваний.

Студенты медицинского института СурГУ, обучающиеся по специальностям «Лечебное дело» и «Педиатрия», изучают клиническую анатомию на II курсе (IV семестр). Дисциплина преподается на кафедре морфологии. К основным формам обучения на курсе клинической анатомии

относятся лекции, практические занятия и самостоятельная работа студентов.

Целью дисциплины клиническая анатомия является возможность использования анатомических знаний для обоснования топической диагностики, понимания патогенеза заболеваний, оперативных доступов и приемов хирургических операций [1].

Задачами клинической анатомии являются: формирование клинически ориентированных знаний о строении, функциях и топографии органов тела, топографо-анатомических отношениях органов; формирование у студентов умений ориентироваться в строении тела человека, находить и определять проекции органов и различных анатомических образований для понимания развития симптомов при развитии патологических процессов.

Положение клинической анатомии в ряду дисциплин основной образовательной программы по специальностям: «Лечебное дело» и «Педиатрия» обуславливается преемственным характером между дисциплинами.

Системный подход в изучении дисциплины основывается на преемственности знаний, полученных студентами на других дисциплинах, таких как биология, гистология, эмбриология, латинский язык и анатомия.

Например, из курса эмбриологии преемственными являются такие разделы, как нарушение закладки комплекса осевых органов; из курса гистологии – строение дыхательных путей на протяжении, строение стенки желудка, гистологическое строение щитовидной железы, фасций тела человека и т.д.; из курса анатомии крайне важно знать клетчаточные пространства шеи, деление средостения на этажи, анатомию внепечёночных желчных путей и т.д.

Для ряда дисциплин в системе высшего медицинского образования клиническая анатомия является предшествующей (пропедевтика внутренних болезней, топографическая анатомия и оперативная хирургия, общая хирургия).

Например, из предшествующего курса клинической анатомии для изучения топографической анатомии и оперативной хирургии необходимо знать клиническое значение треугольника Кало, анатомическое обоснование появления клинических симптомов при остром холецистите (например, положительные симптомы Мерфи, Ортнера, Георгиевского – Мюсси); остром аппендиците (положительные симптомы Воскресенского, Щеткина-Блюмберга, Симптом Ровзинга, Ситковского, Образцова); остром панкреатите (болевая точка Дежардена, синдром Мэйо-Робсона); пути сообщения претрахеального и заглоточного клетчаточных пространств шеи с клетчатками переднего и заднего средостений.

Принцип преемственности знаний играет важную роль для обеспе-

чения более успешной адаптации студентов в ВУЗе и для качественной подготовки специалистов.

Кроме того, на курсе клинической анатомии используются учебно – исследовательская (УИРС) и научно-исследовательская работа (НИРС). В основном, учебно – исследовательская работа представлена рефератами и докладами. Тематика учебно – исследовательской работы посвящена разделам, которым уделяется меньше внимания на практических занятиях и лекциях, например: «Пороки развития щитовидной железы», «Пункция перикарда, показания», «Скользящие грыжи, особенности оперативного лечения», «Аппендикулярный инфильтрат, лечебная тактика», «Острый тромбоз подкожных вен нижних конечностей. Лечебная тактика».

Таким образом, роль клинической анатомии в системе высшего медицинского образования заключается в формировании клинического мышления будущих врачей.

### **Список литературы**

1. Идрисов А.А. Преподавание клинической анатомии и оперативной хирургии в 2-х годичной интернатуре // Вестник КазНМУ / А.А. Идрисов, Б.А. Алмабаев, А.К. Жаксылыкова, Н.И. Беклемишева, А.К. Кайназаров, Д.А. Абильдаев, Н.Л. Ткаченко. - № 3(2). - 2014. - С.140-141.

2. Каган И.И. Клиническая анатомия в современной морфологии и медицине. Медицинское образование и профессиональное развитие №2 (4) / И.И. Каган. – 2011. – С. 28- 35.

## **АСПЕКТЫ ПРЕПОДАВАНИЯ РАЗДЕЛА МЕДИЦИНСКОЙ ПАРАЗИТОЛОГИИ В КУРСЕ БИОЛОГИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКОГО ИНСТИТУТА СУРГУ**

Н.Н. Петрук, М.В. Гюльмагомедова  
Сургутский государственный университет,  
г. Сургут

*Аннотация.* В статье рассматриваются основные аспекты преподавания раздела медицинской паразитологии. В ходе изучения дисциплины студенты изучают классы паразитов, имеющие медицинское значение, решают тематические ситуационные задачи, занимаются учебно-исследовательской работой (УИРС).

Биология – наука о жизни, об общих закономерностях существования и развития живых существ [1].

Биология включает в себя следующие разделы – экология, генетика, цитология, эмбриология, эволюция, паразитология и т.д.

Среди всех направлений биологии, одним из наиболее приоритетных для клинической медицины, является раздел медицинской паразитологии.

Медицинская паразитология – наука, изучающая паразитов человека и болезни, обусловленные паразитами и мерами борьбы [1].

Студенты медицинского института СурГУ, обучающиеся по специальностям «Лечебное дело» и «Педиатрия» изучают биологию на I курсе (в I и II семестрах обучения). Дисциплина входит в блок морфологических дисциплин, являющихся предшествующими для изучения клинических дисциплин.

Основная форма обучения в курсе биологии представлена лекциями, практическими занятиями и самостоятельной работой студентов.

Практические занятия проводятся в традиционной форме: опрос студентов по пройденному материалу, определение цели и задач новой темы занятия и объяснение нового материала.

Лекционный материал по дисциплине представлен в виде мультимедийных презентаций. На практических занятиях используются различные формы работы: фронтальный опрос, составление жизненных циклов развития паразитов, зарисовки (например, морфологическое строение широкого лентеца, сибирской двуустки), решение тематических ситуационных задач, тест - контроль.

Изучение раздела медицинской паразитологии включает в себя ряд тем, подробно изучаемых на клинических дисциплинах (в курсах гигиены человека, инфекционных болезней и т.д.).

Особое внимание на занятиях преподаватель уделяет морфологической характеристике класса, этапам жизненного цикла паразита, а так же органам – «мишеням», где будет локализоваться половозрелая форма паразита. На практических занятиях студенты изучают как повсеместно распространенных паразитов, так и природно – очаговых представителей классов. Особенно важное значение придаётся изучению возбудителей природно-очаговых заболеваний Обь-Иртышского бассейна: кошачья двуустка, широкий лентец.

Например, на практических занятиях по теме «Цестоды» изучаются следующие представители класса: бычий цепень, свиной цепень, широкий лентец, альвеококкоз, эхинококкоз, карликовый цепень. При разборе данной темы преподаватель делает акцент на изучении строения, жизненного цикла широкого лентеца, а так же изучении мер профилактики, направленных на предотвращение заболеваемости дифиллоботриозом.

Широкий лентец (*D. latum*) является возбудителем природно-очагового биогельминтоза – дифиллоботриоза. Половозрелая форма паразита обитает у человека и хищных млекопитающих. В жизненном цикле дефинитивным хозяином является человек, рыбацкие животные (медведи, лисицы и др.).

Промежуточными хозяевами дифиллоботриоза являются пресноводные веслоногие рачки, а дополнительным хозяином – хищные рыбы (щука, окунь, сиг и др.).

Заражение окончательного хозяина (человека и рыбоядных животных) происходит алиментарным путём при поедании недостаточно термически обработанной, непросоленной рыбы и икры, в которой находятся живые личинки – плероцеркоиды.

Риск заражения дифиллоботриозом увеличивается при употреблении в пищу мороженой рыбы (строганины), недостаточно просоленной икры хищных рыб. Основным фактором передачи возбудителя дифиллоботриоза человеку является рыба, в основном щука, окунь.

Особую актуальность имеет санитарно-просветительная работа среди населения в очагах дифиллоботриоза. Также важным звеном профилактических мероприятий является проведение массового гельминтологического обследования населения.

Кроме того, к обязательному звену учебного процесса относится учебно – исследовательская работа (УИРС). В курсе биологии используются разные методы УИРС: написание рефератов, выполнение проектной работы.

В тематике УИРС предусмотрено изучение таких разделов паразитологии, которым уделяется меньше внимания в основном разделе курса. К таким темам относятся: предмет и задачи медицинской паразитологии; классификация паразитизма и паразитов; происхождение паразитизма; адаптация к паразитическому образу жизни; основные тенденции; циклы развития паразитов и организм хозяина; взаимоотношения в системе паразит – хозяин на уровне популяций; природно-очаговые заболевания; простейшие – факультативные паразиты человека и т.д.

Тематические ситуационные задачи повышают мотивацию обучающихся и интерес к поиску решения моделируемой ситуации. Ситуационные задачи помогают студенту освоить разделы учебного материала по курсу биологии позволяют контролировать степень усвоения знаний.

### **Список литературы**

1. Пехов А.П., *Биология: медицинская биология, генетика и паразитология [Электронный ресурс]: учебник для вузов / А.П. Пехов. - 3-е изд., стереотип. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 656 с.*

## О РОЛИ СТУДЕНЧЕСКОГО НАУЧНОГО ОБЩЕСТВА В КУРСЕ БИОЛОГИИ

Н.Н. Петрук, М.В. Гюльмагомедова  
Сургутский Государственный Университет,  
г. Сургут

*Аннотация.* На кафедре морфологии МИ СурГУ организовано Студенческое научное общество (СНО) по курсу биологии. При выборе тем научных работ основной акцент направлен на изучение природно – очаговых паразитов Обь – Иртышского бассейна. Привлечение наиболее способных студентов в научный кружок проводится преподавателями кафедры на практических занятиях и консультациях. Занятия в студенческом научном обществе позволяют углубить и расширить знания студентов, повышают мотивацию к обучению, развивают аналитические навыки обучающихся, а также позволяют сформировать у них интерес к проведению научной работы с применением морфо-функционального подхода.

Научно-исследовательская работа в системе медицинского образования является неотъемлемой частью подготовки будущих врачей. При выполнении научно-исследовательской работы студентами повышается интерес к дисциплине, развиваются навыки анализа и обобщения материала.

Участие студентов в студенческих научных конференциях позволяет выявить творчески одаренных студентов, сформировать у них интерес к проведению научно-исследовательской работы и поддержать их мотивацию к научным исследованиям.

На кафедре морфологии МИ СурГУ функционирует Студенческое научное общество по курсу биологии. Привлечение наиболее способных студентов в научный кружок проводится преподавателями кафедры на практических занятиях и консультациях. При организации работы студенческого научного общества крайне важно обеспечить правильную мотивацию обучающихся к научно – исследовательской работе.

Целью студенческого научного общества на кафедре морфологии являются повышение качества подготовки будущих врачей, а также усвоение студентами навыков исследовательской работы.

Тему научной работы определяет руководитель студенческого научного общества. В курсе биологии основной акцент при выборе тем направлен на изучение природно – очаговых паразитов Обь – Иртышского бассейна, таких как сибирская двуустка, широкий лентец и т.д.

Возбудителем описторхоза является сибирская двуустка *Opisthorchis felineus*.

Описторхоз относится к биогельминтозам с природной очаговостью [3]. Западная Сибирь является крупнейшей в России эндемичной по описторхозу территорией. Обь-Иртышский бассейн сочетает в себе благоприятные для функционирования очагов описторхоза климато-географические и социальные факторы.

В жизненном цикле *Opisthorchis felinus* происходит смена трех хозяев: промежуточным является пресноводный жаберный моллюск *Vithynia inflata* или *Vithynia leachi*, дополнительным – рыбы семейства карповых (язь, сазан, лещ и др.) и окончательным (дефинитивным) хозяином – человек, кошки, собаки др. [1].

Заражение гельминтозом происходит после употребления в пищу инвазированной рыбы [2]. Паразит, локализуясь в тканях и органах хозяина, вызывает различные патологические изменения: механическое разрушение органа присосками, отнятие пищевых веществ и витаминов хозяина, отравление продуктами жизнедеятельности.

Поэтому, важнейшее значение в предотвращении заражением *O. felinus* играют меры профилактики: лечебно-профилактические, санитарно-эпидемиологические и санитарно-просветительская работа среди населения.

К мерам профилактики паразитоза относят: паразитологический контроль рыбной продукции, обеззараживание рыбы от личинок описторхисов, санитарное просвещение населения в очаге биогельминтоза. Проводятся медицинские мероприятия, которые заключаются в обследовании населения с целью раннего выявления инвазированных лиц, диспансерное наблюдение. Также в природных очагах данного гельминта проводятся различные профилактические мероприятия по охране окружающей среды от обсеменения яйцами описторхисов.

На кафедре морфологии приняты следующие формы работы научного кружка: исследовательская работа, реферирование отечественной и иностранной литературы, стендовые доклады для участия в ежегодной студенческой научной конференции, участие в подготовке научных публикаций – статей, тезисов и т.д.

Участие в работе научного кружка способствует повышению мотивации студентов к изучению курса биологии, всестороннему развитию личности, приобретению знаний и умений для будущей профессиональной деятельности.

Таким образом, занятия в студенческом научном сообществе позволяют студентам отбирать и систематизировать теоретический материал, расширять знания по выбранной теме научно-исследовательской работы, позволяют повысить мотивацию к научным исследованиям и сформировать у них интерес к проведению научной работы с применением морфо-функционального подхода.

### **Список литературы**

1. Григорьева И.Н. *Описторхоз: традиции и инновации// Экспериментальная клиническая гастроэнтерология / И.Н. Григорьева. - № 04. - 2012. - С. 54-59.*
2. Ильинских Е.Н. *Актуальные вопросы изучения описторхоза в Сибири // Бюллетень сибирской медицины / Е.Н. Ильинских. - 2002. - Т. 1, № 1. - С. 63-69.*
3. Кальгина Г.А. *Показатели неспецифической резистентности у людей с хронической описторхозной инвазией в Тюменской области // Важнейшие вопросы инфекционных и паразитарных болезней. Пятый сборник научных работ, посвященный 95-летию со дня образования государственной санитарно - эпидемиологической службы России / Г.А. Кальгина, К.Б. Степанова, Т.Ф. Степанова, С.А. Григорьева, Л.В. Курлаева, Н.В. Фадеева. – 2017. - С.58-60.*

## СОДЕРЖАНИЕ

### РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

Мешалкин В.П., Канищев М.В., Ульев Л.М. Определение экологической и энергетической эффективности секции гидроочистки дизельного топлива и керосина на комбинированной установке ЛК-6Ус.....	3
Ибрагимов М.А., Худайбердыев М.Б., Мухамметмурадов К. Разработка вяжущих составов на основе местного сырья.....	13
Януш О.В., Максимов Л.В., Яшкевич Е.А., Гусарова (Маркова) Т.С. Энергосберегающее светорегулирующее термостойкое остекление.....	15
Мухортова Л.И., Константинова Т.Г. Утилизация шлаков литейного производства.....	18
Воробьев Д.С., Франк Ю.А., Трифонов А.А., Мерзляков О.Э., Носков Ю.А., Браневский Я.В., Кулижский С.П., Воробьев Е.Д., Стрюк К.В., Перминова В.В. Перспективы использования эрлифтной технологии в условиях Арктики и Субарктики.....	21
Шекуров В.Н., Михайлова С.Н., Шекуров К.В., Мухаметзянова А.Г. Рациональное использование отходов производства жидкого стекла из диатомитов.....	23
Яхонова Д.В., Куликова М.А., Колесникова Т.А. Исследования современных способов дезодорации воздуха свинокомплексов.....	25
Андреева А.Н., Колесникова Т.А., Куликова М.А. Анализ эффективных способов утилизации жидких отходов свинокомплексов.....	28
Дурова А.С., Дубшикова В. Влияние различных органических субстратов на процесс вермикомпостирования.....	32
Гыргенова Е.А., Гоготов А.Ф., Бабкин В.А. Комплексное использование отходов лесозаготовок и нефтехимического производства в получении древесно-полимерных композитов.....	35
Новикова Д.А., Грибут Е.А., Богачев А.Н. Возможность использования карбамида в качестве добавки к азотно-калийным удобрениям.....	38
Артемкина Ю.М., Акимова И.А., Щербаков В.В. Возможности применения кондуктометрического метода для оценки солености сточных вод и состава регенерированных растворов электролитов.....	41
Гущин А.А., Квиткова Е.Ю., Тюканова К.А. Применение диэлектрического барьерного разряда для очистки газовых выбросов от ЛОС.....	44

Еремченко О.З., Митракова Н.В., Пахоруков И.В., Зайкова А.С. Оценка влияния отходов на окружающую среду.....	46
Медведев Р.П., Шабельская Н.П., Астахова М.Н., Гайдукова Ю.А. Изучение возможности переработки фосфогипса в неорганический наполнитель полимерных материалов.....	49
Шабельская Н.П., Егорова М.А., Чернышева Г.М., Сулима Е.В. Синтез композиционного материала на основе феррита кобальта (II) для очистки водных растворов.....	52
Цап Т.В., Жарникова Д.В., Горочкун А.С., Садчикова И.Н., Лазарева Е.А. Классификация твёрдых отходов и способы их утилизации.....	56
Сысоева Ю.Д., Покидько Б.В., Еськова Е.В. Исследование адсорбции ионов Рb(II) на бентонитах.....	59
Дербенева Т.В., Дабижа О.Н. Эффективные органоминеральные нефтесорбенты.....	62
Егорова И.А., Сазанова А.А., Добросмыслова И.А. Обезвреживание сточных вод и кубовых остатков огневым методом.....	65
Фарносова Е.Н., Рид А.А., Жебраткина А.С. Очистка картофельного сока баромембранными методами.....	67
Заживихина Е.И., Маркова С.А., Заживихин Д.А. Рациональное использование местного сырья.....	69
Ашихмина Т.В., Антонова С.В., Дмитриев С.А. К вопросу регенерации растворов и электролитов, применяемых в экспериментально-опытном производстве.....	71
Торгашкова О.Н., Беликов А.С., Никифорова Е.Н., Гахраманов С.Г.О., Санелин М.В. Оценка устойчивости макрофитов к нефтезагрязнениям в водной среде.....	73
Новиков Д.О., Селиванов Е.Н. Современные проблемы захоронения мышьяка и его соединений.....	76
Погромская Н.Н. Изучение растворимости в системе $\text{Na}_2\text{SO}_3 - \text{NaHSO}_3 - \text{Na}_2\text{SO}_4 - \text{H}_2\text{O}$ ПРИ $60^\circ$ и $100^\circ\text{C}$ .....	80
Маслова А.А., Гришаков К.В. Искусственные нейронные сети для прогнозирования загрязнения водных объектов и атмосферного воздуха.....	86
Маслова А.А., Гришаков К.В. Структура и техническая реализация автоматизированной системы мониторинга загрязнения водных объектов и атмосферного воздуха.....	91
Чадова Д.Ю. К вопросу о прогнозировании природопользования.....	95
Пушилина Ю.Н., Кузичкин М.В. Экологический мониторинг.....	100
Пушилина Ю.Н., Воронина Е.А. Экологические проблемы современных парков.....	103

Жучкова М.В., Чеботаев Н.Ю., Кашинцева Л.В. Проектирование системы очистки воздуха на участке пескоструйной обработки механосборочного цеха.....	105
Чеботаев Н.Ю., Жучкова М.В., Кашинцева Л.В. Очистка выбросов термического цеха АО «АК «Туламашзавод» от оксида никеля.....	109

**ТЕХНОЛОГИИ ЗДОРОВЬЯ.  
ВЛИЯНИЕ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ФАКТОРОВ  
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ.  
ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Кашинцева Л.В., Марченко А.А. Проблема оценки рисков рабочей среды.....	114
Тишин А.С. Экологический мониторинг с использованием биолюминесцентных биосенсоров, основанных на нанотехнологиях.....	120
Катин В.Д., Приходько А.В. К проблеме научно-технического обоснования применения методов сокращения выбросов оксидов азота из котлов и печей.....	123
Самуилов А.Я., Хризанфоров Д.Н., Алекбаев Д.Р., Самуилов Я.Д. Сравнительная характеристика термического распада о-метил- и о-фенилкарбаматов квантово-химическим методом функционала плотности.....	126
Артемов А.В., Катин В.Д. Инновационные технологии и устройства для экологичного сжигания топлива в нефтезаводских печах.....	130
Катин В.Д., Фалилеев Л.Е. Результаты исследования влияния технологического назначения печей на выход оксидов азота в продуктах сгорания.....	132
Константинова Т.Г., Мухортова Л.И., Липин К.В. Оценка уровня загрязнений воздуха рабочей зоны на промышленных предприятиях.....	135
Гусева М.А. Влияние ртути на электролитный состав крови у людей с сердечно-сосудистыми заболеваниями Вологодской области.....	137
Корнилова А.И., Румянцева О.Ю., Иванова Е.С. Содержание ртути в волосах мужчин и ее влияние на некоторые биохимические показатели их крови (на примере г. Череповца Вологодской области).....	140
Толмачева Н.В., Маслова Ж.В., Романова Л.П. Научно-обоснованные подходы к изучению влияния факторов окружающей среды на здоровье.....	143
Журавлев А.А., Катин В.Д. К проблеме применения технологии создания благоприятного психоэмоционального состояния работников склада.....	146

Петрук Н.Н. Синусоидальные клетки печени при действии холодового фактора и при действии холодового фактора на фоне различных форм описторхоза.....	149
Петрук Н.Н. Гистопатология печени при остром описторхозе на ранних сроках инвазии.....	152
Егорова К.А., Иштуов В.А., Хасанова Л.М. Обезжелезивание питьевой воды с использованием инновационных технологий.....	155
Искинова И.А., Кобелева Н.А., Извекова Т.В., Гуцин А.А. Оценка уровня загрязнения р. Уводь (г. Иваново) полициклическими ароматическими углеводородами.....	160
Спирина А.А., Извекова Т.В., Моклокова Ю.С. Контроль содержания биогенных элементов в Горьковском водохранилище....	162
Панарин В.М., Маслова А.А., Гришаков К.В., Рыбка Н.А. Порядок реализации метода оценки комплексного воздействия вредных и опасных факторов на работников промышленных предприятий при их мониторинге в режиме реального времени.....	164
Панарин В.М., Маслова А.А., Гришаков К.В., Рыбка Н.А. Разработка алгоритма оценки комплексного воздействия вредных и опасных факторов на работников промышленных предприятий при их мониторинге в реальном времени.....	173
Панарин В.М., Маслова А.А., Гришаков К.В., Рыбка Н.А. Интеллектуальная система персонального мониторинга здоровья работников.....	176

## **ВОПРОСЫ РАДИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

Тигишвили С.С., Гладышева О.А., Садчикова И.Н., Кизиева А.Н. Проблемы и вопросы радиологической безопасности.....	184
--	-----

## **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОЛОГИИ**

Виноградов А.Ю., Виноградов В.Ю., Романов В.В., Гурьянов А.А., Шара-футдинова Э.Э., Гимадиев Д.И., Виноградова Н.В. Обеспечение комплексной безопасности предприятия связи.....	187
Шарафутдинова Э.Э., Гурьянов А.А., Виноградов В.Ю., Виногра- дов А.Ю., Виноградова Н.В. Обоснование пропускной способности среды передачи.....	188
Шарафутдинова Э.Э., Гурьянов А.А., Виноградов В.Ю., Виногра- дов А.Ю., Виноградова Н.В. Обоснование выбора проектного решения по оборудованию IP-узла.....	190
Шарафутдинова Э.Э., Виноградов В.Ю., Виноградов А.Ю., Виноградова Н.В. Вопросы электробезопасности при эксплуатации оборудования IP-узла.....	192

Антонов Д.О., Виноградов В.Ю., Виноградов А.Ю., Виноградова Н.В. Вопросы безопасности при эксплуатации рабочего места оператора.....	193
Антонов Д.О., Виноградов В.Ю., Виноградов А.Ю., Виноградова Н.В. Вопросы организации клиентских подключений.....	195
Антонов Д.О., Виноградов В.Ю., Виноградов А.Ю., Виноградова Н.В. Устройства электропитания оборудования охранно-пожарной сигнализации и видеомониторинга.....	197
Антонов Д.О., Виноградов В.Ю., Сайфуллин А.А., Виноградов А.Ю., Виноградова Н.В. Вопросы проектирования комплексных систем охранно-пожарной сигнализации.....	199
Громков А.С., Романов В.В., Виноградов В.Ю., Виноградов А.Ю., Виноградова Н.В. Устройства и системы безопасности охранно-пожарной сигнализации на предприятии.....	200
Громков А.С., Шуреева О.В., Виноградов В.Ю., Виноградов А.Ю., Виноградова Н.В. Вопросы гашения дуги переменного тока.....	202
Громков А.С., Шуреева О.В., Виноградов В.Ю., Виноградов А.Ю., Виноградова Н.В. Искусственное освещение и его влияние на безопасность труда.....	204
Громков А.С., Шуреева О.В., Виноградов В.Ю., Виноградов А.Ю., Виноградова Н.В. Вопросы экологической безопасности районов РТ.....	205

## **НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ В ОБЛАСТИ ОБРАЗОВАНИЯ И ЭКОЛОГИИ**

Перминова В.В., Воробьев Д.С., Перминов В.В., Воробьев Е.Д. О новом способе расчета массы нефти на дне водных объектов.....	207
Ячменев В.А. Проблемы формирования экологической культуры устойчивого развития.....	210
Кузнецова С.Б. Методические вопросы использования данных геоботанических исследований на лабораторных занятиях по общей экологии.....	216
Ковалёва Ф.Ф., Хусаинов И.Р. Влияние доочистки питьевой воды на экологическую составляющую Оренбуржья.....	218
Петрук Н.Н., Гюльмагомедова М.В. Роль клинической анатомии в системе высшего медицинского образования.....	222
Петрук Н.Н., Гюльмагомедова М.В. Аспекты преподавания раздела медицинской паразитологии в курсе биологии для студентов медицинского института СурГУ.....	224
Петрук Н.Н., Гюльмагомедова М.В. О роли студенческого научного общества в курсе биологии.....	227



