



**МАТЕРИАЛЫ XIII МЕЖДУНАРОДНОЙ ЗАОЧНОЙ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

# **ИННОВАЦИИ В НАУКЕ**

**Часть I**

Новосибирск, 2012 г.

УДК 08  
ББК 94  
И66

**И66 «Инновации в науке»:** материалы XIII международной заочной научно-практической конференции. Часть I. (17 октября 2012 г.); [под ред. Я. А. Полонского]. Новосибирск: Изд. «Сибирская ассоциация консультантов», 2012. — 110 с.

ISBN 978-5-4379-0142-7

Сборник трудов XIII международной заочной научно-практической конференции «Инновации в науке» отражает результаты научных исследований, проведенных представителями различных школ и направлений современной науки.

Данное издание будет полезно аспирантам, студентам, специалистам в области инноваций и всем интересующимся актуальным состоянием и тенденциями развития современной науки.

ISBN 978-5-4379-0142-7

ББК 94

Редакционная коллегия:

Председатель редколлегии:

- канд. техн. наук Полонский Яков Аркадьевич.

Члены редколлегии:

- канд. юрид. наук Андреева Любовь Александровна;
- канд. филол. наук Бердникова Анна Геннадьевна;
- канд. мед. наук, д-р психол. наук Дмитриева Наталья Витальевна;
- канд. психол. наук Красовская Наталия Рудольфовна;
- канд. пед. наук Ле-ван Татьяна Николаевна;
- канд. экон. наук Леонидова Галина Валентиновна;
- д-р искусствоведения Мышьякова Наталия Михайловна;
- канд. ист. наук Прошин Денис Владимирович;
- д-р филол. наук Труфанова Ирина Владимировна;
- канд. биол. наук Харченко Виктория Евгеньевна;
- канд. пед. наук Якушева Светлана Дмитриевна.

© НП «Сибирская ассоциация консультантов», 2012 г.

## **Оглавление**

<b>Секция 1. Физико-математические науки</b>	<b>6</b>
СПОСОБ ОБУЧЕНИЯ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ НА ОСНОВЕ ЗНАНИЙ ЭКСПЕРТА Цуриков Александр Николаевич	6
<b>Секция 2. Химические науки</b>	<b>13</b>
СРАВНИТЕЛЬНАЯ КИНЕТИКА ТЕРМИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ ГЛУТАТИОНА, ЦИСТЕИНА И ГЛИЦИНА Васина Янина Александровна Яблоков Вениамин Александрович	13
СТРУКТУРА И СВОЙСТВА УЛЬТРАМИКРОГЕТЕРОГЕННЫХ КОЛЛОИДНЫХ СИСТЕМ «МАСЛО В ВОДЕ» Журавлева Людмила Анатольевна Крайник Виктория Викторовна	19
<b>Секция 3. Биологические науки</b>	<b>27</b>
УСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ ГРУШИ К СТРЕСС-ФАКТОРАМ ЗИМНЕГО ПЕРИОДА В УСЛОВИЯХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ Киселева Галина Константиновна Можар Нина Васильевна	27
ДИНАМИКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОБЪЕМНО-ЕМКОСТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЫХАНИЯ ЮНЫХ ЛЕГКОАТЛЕТОВ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ЕСТЕСТВЕННЫХ ЭРГОГЕНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ Серединцева Наталья Владимировна Медведев Денис Владиславович	33
ИССЛЕДОВАНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ ДЛЯ БИОРЕМЕДИАЦИИ ВОДНЫХ СРЕД Шарапова Ирина Эдмундовна Шубаков Анатолий Александрович Михайлова Елена Андрияновна Володин Владимир Витальевич	38

<b>Секция 4. Технические науки</b>	<b>46</b>
<p>НАНОСТРУКТУРИРОВАННОЕ ПОЛИМЕРНО-БИТУМНОЕ ВЯЖУЩЕЕ ДЛЯ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ Высоцкая Марина Алексеевна Кузнецов Дмитрий Алексеевич Русина Светлана Юрьевна</p>	46
<p>АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ВОЗНИКНОВЕНИЯ КАВИТАЦИИ В СИСТЕМАХ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ОТОПЛЕНИЯ Гаврилова Татьяна Олеговна</p>	55
<p>ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ С 2,4-БИС (ГИДРОКСИИМИНО)-6- МЕТИЛЦИКЛОГЕКСАН-1, 3, 5-ТРИОНАТОМ НАТРИЯ Ковальчукова Ольга Владимировна Нгуен Динь До Страшнова Светлана Болеславна</p>	60
<p>ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ В УСЛОВИЯХ РОСТА АВТОМОБИЛИЗАЦИИ Макарова Ирина Викторовна Хабибуллин Рифат Габдулхакович Беляев Эдуард Ирекович Маврин Вадим Геннадьевич</p>	71
<p>СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ СТАЛЕЙ 12Х18Н10Т И 12Х15Г9НД В РАСТВОРЕ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ Матвиенко Мария Александровна Ковалюк Елена Николаевна</p>	86
<p>СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ С АЗОПРОИЗВОДНЫМИ БЕНЗО[4,5]ИМИДАЗО[1,2-С]ХИНАЗОЛИН КАРБОНОВЫХ КИСЛОТ Страшнова Светлана Болеславна Аль Тахан Рана Ковальчукова Ольга Владимировна</p>	91

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПОИСКА УЯЗВИМОСТЕЙ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ Угрюмов Дмитрий Викторович	98
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ПОМЕХИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ: ПРИНЦИПЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И ВЛИЯНИЕ НА ЭЛЕКТРОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ Шабалина Наталья Анатольевна	103

## СЕКЦИЯ 1.

### ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

#### СПОСОБ ОБУЧЕНИЯ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ НА ОСНОВЕ ЗНАНИЙ ЭКСПЕРТА

*Цуриков Александр Николаевич*

*аспирант Федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего профессионального  
образования Ростовский государственный университет  
путей сообщения, г. Ростов-на-Дону  
E-mail: [tsurik7@yandex.ru](mailto:tsurik7@yandex.ru)*

#### METHOD OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORK'S TRAINING ON BASIS OF EXPERT'S KNOWLEDGE

*Alexander Tsurikov*

*Postgraduate student of Federal state budgetary educational institution  
of higher professional education Rostov state transport university,  
Rostov-on-Don*

#### АННОТАЦИЯ

В статье описан способ обучения искусственной нейронной сети, предназначенной для решения задач классификации. Способ позволяет расширить возможности искусственной нейронной сети. Рассмотренный способ защищен заявкой РФ на выдачу патента на изобретение.

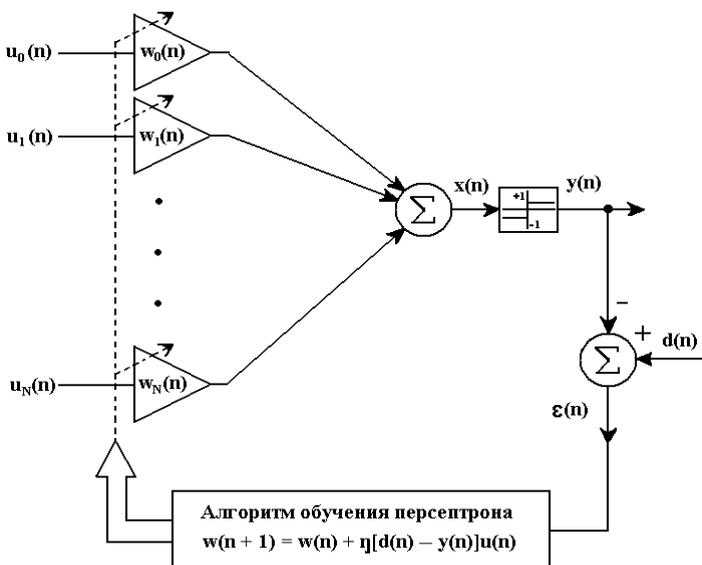
#### ABSTRACT

The article describes method of artificial neural network's training, which designed for solving classification's problems. The method allows of extend capabilities of artificial neural network. The method is protected by invention application of Russian Federation.

**Ключевые слова:** гиперплоскость; классификация; искусственная нейронная сеть; обучающий вектор; обучение с учителем; решающая граница; эксперт.

**Keywords:** hyperplane; classification; artificial neural network; learning vector; learning by instruction; decision boundary; expert.

Рассмотрим известный способ обучения искусственной нейронной сети (ИНС), называемый «обучение с учителем», на примере случая двухклассовой классификации линейно сепарабельных объектов, когда число классов  $M$  равняется двум, который может служить основой для решения более сложных задач. Одной из моделей ИНС, решающих эту задачу, является нейронная сеть, называемая персептрон [2, с. 21—25], структура которой представлена на рисунке 1.



*Рисунок 1. Структура персептрона*

Задача персептрона заключается в классификации вектора входных сигналов ИНС  $u = [u_1, \dots, u_N]^T$  в смысле отнесения его к одному из двух классов ( $M=2$ ), обозначаемых символами  $L_1$  и  $L_2$ . Персептрон относит вектор  $u$  к классу  $L_1$ , если выходной сигнал  $y$  принимает значения 1 и, к классу  $L_2$ , если выходной сигнал  $y$  принимает значение  $-1$ . После этого персептрон разделяет  $N$ -мерное пространство

входных векторов  $u$  на два полупространства, разделяемые  $(N-1)$ -мерной гиперплоскостью, задаваемой уравнением сигнала  $x$  на выходе линейной части персептрона:

$$\sum_{i=1}^N w_i u_i - v = \sum_{i=0}^N w_i u_i = 0. \quad (1)$$

где  $u_1, \dots, u_N$  — входные сигналы ИНС;

$w_1, \dots, w_N$  — синаптические веса;

$w_0=v$  — пороговое значение;

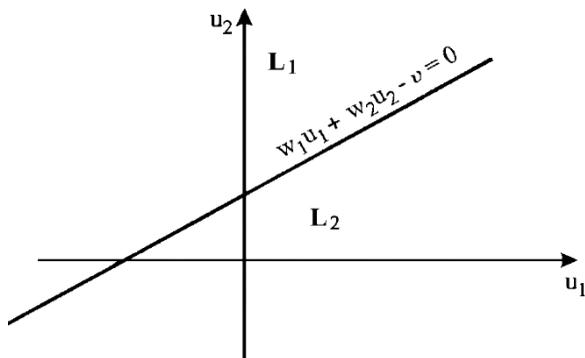
$u_0=-1$ .

Гиперплоскость (1) называется решающей границей (decision boundary). Если  $N=2$ , то решающая граница — это прямая линия, задаваемая уравнением:

$$w_1 u_1 + w_2 u_2 - v = 0. \quad (2)$$

Любая точка  $(u_1, u_2)$ , лежащая над этой прямой, показанной на рисунке 2, относится к классу  $L_1$ , тогда как точка  $(u_1, u_2)$ , лежащая под этой прямой, относится к классу  $L_2$ .

Веса  $w_i, i=0, 1, \dots, N$  в уравнении гиперплоскости (1) неизвестны, тогда как на вход персептрона последовательно подаются так называемые обучающие векторы (сигналы)  $u(n), n=1, 2, \dots$ , где  $u(n)=[u_1(n), \dots, u_N(n)]^T$ .



**Рисунок 2. Двумерное пространство входных векторов (гиперплоскость)**

Неизвестные значения весов определяются в процессе обучения персептрона. Такой подход получил название «обучение с учителем». Роль «учителя» заключается в корректном отношении сигналов  $u(n)$  к классам  $L_1$  или  $L_2$ , несмотря на неизвестность весов уравнения решающей границы (1). По завершении процесса обучения персептрон должен корректно классифицировать поступающие на его вход сигналы, в том числе и те, которые отсутствовали в обучающей последовательности  $u(n)$ ,  $n=1, 2, \dots, K$ . Кроме того примем, что множества векторов  $u(n)$ ,  $n=1, 2, \dots, K$ , для которых выход персептрона принимает соответственно значения 1 и  $-1$ , линейно отделены, т. е. лежат в двух различных полупространствах, разделенных гиперплоскостью (1). Иначе говоря, допускается разделение обучающей последовательности  $\{u(n)\}$  на две последовательности  $\{u_1(n)\}$  и  $\{u_2(n)\}$  так, что  $\{u_1(n)\} \in L_1$  и  $\{u_2(n)\} \in L_2$ .

Определим так называемый эталонный (заданный) сигнал  $d(n)$  в форме:

$$d(n) = \begin{cases} +1, & \text{если } u(n) \in L_1; \\ -1, & \text{если } u(n) \in L_2. \end{cases} \quad (3)$$

Обучение персептрона заключается в рекуррентной коррекции вектора весов  $w(n)$  согласно формуле:

$$w(n+1) = w(n) + \eta[d(n) - y(n)]u(n), \quad (4)$$

где  $u(n) = [-1, u_1(n), u_2(n), \dots, u_N(n)]^T$ ;

$w(n) = [v(n), w_1(n), w_2(n), \dots, w_N(n)]^T$ ;

$\eta$ , при  $0 < \eta < 1$ , — шаг коррекции;

$d(n) - y(n) = \varepsilon(n)$  — погрешность между эталонным (заданным) сигналом  $d(n)$  и фактическим выходным сигналом  $y(n)$ .

Начальные значения компонент вектора весов устанавливаются равными нулю, т. е.  $w(0) = 0$ .

По завершении обучения решающая граница персептрона определяется выражением:

$$\sum_{i=0}^N w_i(n_0) u_i = 0, \quad (5)$$

и персептрон корректно классифицирует как сигналы, которые принадлежат к обучающей выборке  $\{u(n)\}$ , так и не входящие в это множество, но выполняющие условие линейной сепарабельности.

Обучение других моделей ИНС для решения более сложных задач способом «обучение с учителем», в целом, происходит аналогично описанному выше.

Известно [1], что для формирования обучающей выборки для обучения ИНС способом «обучение с учителем» обычно используют данные, получаемые из следующих источников: локальные данные организаций; внешние данные, доступные через интернет; данные, получаемые от различных устройств.

Недостатком описанного способа является невозможность его применения в случае отсутствия статистически достаточного ряда наблюдений исследуемых объектов, что не позволяет сформировать достаточного числа обучающих векторов для корректного обучения ИНС способом «обучение с учителем».

Проблемой, решаемой в предлагаемом автором способе обучения ИНС, является расширение класса задач, решаемых с помощью технологии ИНС, на случай отсутствия статистически достаточного ряда наблюдений исследуемых объектов. Описываемый способ защищен заявкой РФ на выдачу патента на изобретение № 2012123310/08(035485) от 05.06.2012.

Решение проблемы достигается тем, что обучающие векторы формируют на основе знаний эксперта в рассматриваемой области. Эксперт последовательно определяет классы исследуемых объектов, к которым относятся сгенерированные с помощью генератора псевдослучайных чисел обучающие векторы входных сигналов ИНС, принадлежащие некоторой рассматриваемой области, и созданные компьютером визуальные образы, наглядно описывающие объекты, задаваемые сгенерированными обучающими векторами. Результаты работы эксперта записывают на материальный носитель и используют для обучения ИНС.

Реализуемый с использованием компьютера порядок выполнения действий предлагаемого способа содержит следующие этапы:

1. определение необходимого числа  $K$  обучающих векторов  $u(n)$ ,  $n=1, 2, \dots, K$  для обучения ИНС, т. е. числа точек на  $N$ -мерном пространстве входных векторов  $u$ ;
2. указание диапазона изменения входных сигналов ИНС, т. е. ограничение всего  $N$ -мерного пространства входных векторов  $u$  некоторой рассматриваемой областью  $O$ ;

3. указание  $M$  векторов, описывающих наиболее типичных представителей каждого из  $M$  исследуемых классов объектов  $L_1, L_2, \dots, L_j$  ( $j=1, 2, \dots, M$ ), принадлежащих области  $O$ ;

4. генерация компьютером с помощью генератора псевдослучайных чисел  $K$  обучающих векторов  $u(n)$ ,  $n=1, 2, \dots, K$  входных сигналов ИНС, принадлежащих области  $O$ , вначале вблизи окрестности точек, указанных экспертом на этапе 3 рассматриваемого способа, т. е. вблизи окрестности точек  $M$  векторов, описывающих наиболее типичных представителей каждого из  $M$  исследуемых классов объектов  $L_1, L_2, \dots, L_j$ , с последующим последовательным равномерным расширением этой окрестности до указанной ранее области  $O$ ;

5. создание компьютером визуальных образов, наглядно описывающих объекты, задаваемые сгенерированными обучающими векторами;

6. демонстрация эксперту сгенерированных обучающих векторов и визуальных образов, наглядно описывающих объекты, задаваемые сгенерированными обучающими векторами;

7. определение экспертом, на основе своих знаний об исследуемых объектах, в пределах рассматриваемой области  $O$ , одного из  $M$  классов, к которому относится каждый из  $K$  сгенерированных обучающих векторов  $u(n)$  входных сигналов ИНС;

8. запись сгенерированных обучающих векторов  $u(n)$  и эталонных сигналов  $d_j(n)$ , соответствующих классам  $L_j(n)$  объектов, к которым, по мнению эксперта, относятся сгенерированные вектора, в виде пар  $\langle u(n), d_j(n) \rangle$  на материальный носитель;

9. считывание записанных пар вида  $\langle u(n), d_j(n) \rangle$  с материального носителя и подача на входы ИНС считанных сигналов обучающих векторов  $u(n)$  и соответствующих эталонных сигналов  $d_j(n)$ ;

10. коррекция вектора синаптических весов нейронов  $w(n)$  ИНС в соответствии с формулой (4) с шагом коррекции  $\eta$  до завершения обучения.

Описанный способ может быть дополнен тем, что эксперт в случае затруднения с определением принадлежности какого-либо из  $K$  сгенерированных обучающих векторов  $u(n)$  входных сигналов ИНС к тому или иному из  $M$  классов (этап 7 описанного выше порядка действий), имеет возможность отказаться от работы с данным вектором и повторно генерировать новые обучающие векторы (возврат к этапу 4) без определения их принадлежности до тех пор, пока он не сможет корректно определить принадлежность одного из вновь сгенерированных векторов.

Использование предлагаемого способа обучения ИНС обеспечивает по сравнению с известным способом «обучение с учителем» следующие преимущества: расширение класса задач, решаемых с помощью технологии ИНС; ИНС содержит в себе знания конкретного эксперта и может имитировать его интеллектуальную деятельность; создание компьютером визуальных образов облегчает работу эксперта.

### **Список литературы:**

1. Пучков Е.В. Разработка нейросетевой системы управления технологическими процессами на сортировочных горках: дис. на соискание ученой степени кандидата технических наук по спец-ти 05.13.06. — Ростов-на-Дону, 2011 г.
2. Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: пер. с польск. И.Д. Рудинского / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский / — М.: Горячая линия — Телеком, 2006. — 452 с.

## СЕКЦИЯ 2.

### ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

#### СРАВНИТЕЛЬНАЯ КИНЕТИКА ТЕРМИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ ГЛУТАТИОНА, ЦИСТЕИНА И ГЛИЦИНА

*Васина Янина Александровна*

*старший преподаватель кафедры химии ННГАСУ,  
г. Нижний Новгород*

*E-mail: [vasina1@rambler.ru](mailto:vasina1@rambler.ru)*

*Яблоков Вениамин Александрович*

*д-р хим. наук, зав. кафедрой химии, профессор ННГАСУ,  
г. Нижний Новгород*

#### THE RELATIVE KINETIC OF THERMAL DECOMPOSITION OF GLUTATHIONE, CYSTEINE AND GLYCINE

*Yanina Vasina*

*Senior teacher of chemistry departament of Nizhniy Novgorod State  
University of Architecture and Civil Engineering*

*Veniamin Yablokov*

*Head of chemistry departament of Nizhniy Novgorod State University  
of Architecture and Civil Engineering*

## АННОТАЦИЯ

Рассчитаны эффективные константы скорости реакции разложения кристаллического глутатиона в интервале температур 170—220°C. Скорость брутто-процесса описывается кинетическим уравнением реакции первого порядка. Скорости термического разложения глутатиона и составляющих его аминокислот цистеина и глицина изменяются в ряду глицин < цистеин ≈ глутатион. Установлено, что в процессе термического разложения глутатиона образуется 2-пирролидон-5-карбоновая кислота.

## ABSTRACT

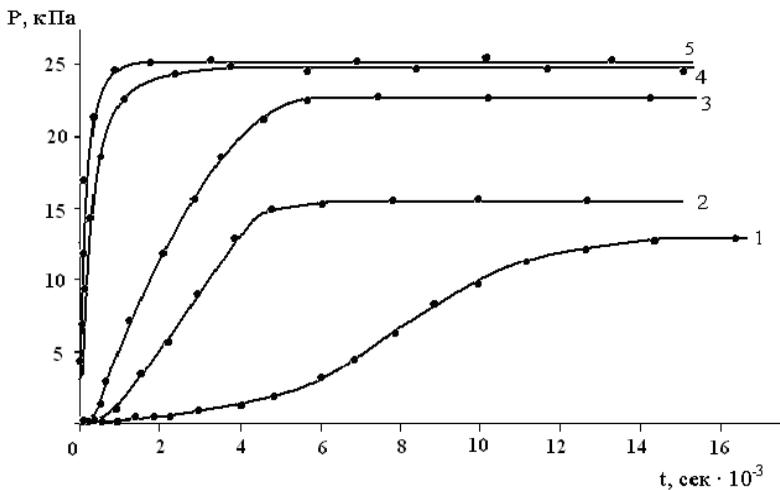
Kinetic constants of rate reaction decomposition of solid glutathione in the temperature range of 170—220°C have been determined. The effective reaction order for glutathione is first. Rates of thermal decomposition of glutathione and composable his aminoacides glycine and cysteine are change in a row of glycine < cysteine ≈ glutathione. 2-pirrolidon-5-carbon acid is obtained at the thermal decomposition of glutathione.

**Ключевые слова:** термическое разложение; глутатион; аминокислоты; глицин; цистеин; кинетические параметры.

**Keywords:** thermal decomposition; glutathione; aminoacides; cysteine; glycine; kinetic constants.

В качестве объекта исследования выбран глутатион (L-γ-глутамил-L-цистеинилглицин) — низкомолекулярный тиол, входящий во многие растительные, микробные и все животные клетки. Глутатион (GSH) защищает клетки от токсичных агентов, пероксидов, свободных радикалов, определяет редокс-статус внутриклеточной среды [3]. С фруктами и овощами в организм человека поступает более 50 % GSH, с мясными продуктами — менее 25 % [1]. Термическая обработка пищевых продуктов неизбежно приводит к разложению белков, аминокислот, пептидов, включая такой трипептид, как GSH.

Целью исследования является определение сравнительных кинетических параметров термического разложения GSH и входящих в его состав аминокислотных фрагментов цистеина (Cys) и глицина (Gly), изучение состава продуктов термораспада, а также установление вероятного механизма разложения GSH.



**Рисунок 1. Кинетические кривые роста давления газообразных продуктов разложения глутатиона от времени: 1 — 171, 2 — 188, 3 — 201, 4 — 210 и 5 — 218°С соответственно**

На рисунке приведены кривые роста давления летучих продуктов реакции разложения GSH от времени реакции в интервале температур 170—220°С. Фактически наблюдается брутто-процесс термического разложения GSH и промежуточных продуктов в реакторе постоянного объема, конструкция которого описана в работе [4]. При расчете констант скорости ( $k$ ) использовали уравнение реакции первого порядка для среднего участка кривой вне индукционного периода разложения GSH. Температурная зависимость констант скорости реакции подчиняется уравнению Аррениуса.

Для сравнения реакционной способности сопоставлены константы скорости термического разложения GSH, Cys [4] и Gly [5] при температуре 220°С (табл. 1).

*Таблица 1.*

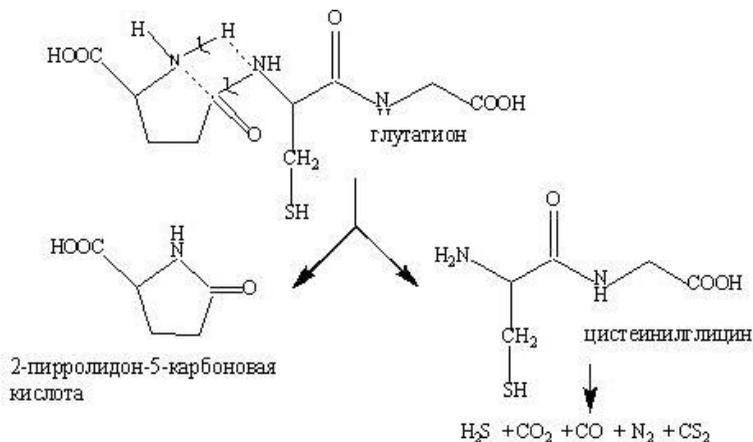
**Сравнение кинетических и активационных параметров разложения глутатиона, цистеина и глицина**

Вещество	$T, ^\circ\text{C}$	$k \cdot 10^4, \text{c}^{-1}$	$E, \text{кДж/моль}$	$\ln k_0$
GSH	171	2,4±0,2		
	188	16,8±9		
	201	29,3±1,6	131 ± 15	27,5±0.2
	210	58,1±8		
	218	75±10		
	220*	116,7		
Cys	220*	114,8	193±15	42,5±2
Gly	220*	5,5	157±7	30,8±3

*Примечание: \*значения констант при 220<sup>0</sup>С рассчитаны из энергетических параметров.*

Реакционная способность соединений изменяется в последовательности: Gly < Cys ≈ GSH. Близкие значения констант скорости для GSH и Cys могут свидетельствовать об однопипном механизме начальной стадии термического разложения этих соединений. Хромато-масс-спектрометрический анализ продуктов термического разложения GSH показал присутствие в конденсированной фазе 2-пирролидон-5-карбоновой кислоты.

Термическое разложение GSH начинается с разрыва С—N и N—H связей в глутаматном участке GSH. Образуется 2-пирролидон-5-карбоновая кислота и цистеинилглицин. Далее цистеинилглицин распадается с образованием летучих продуктов:



Известно, что GSH при кипячении в воде образует 2-пирролидон-5-карбоновую кислоту и цистеинилглицин [2], что согласуется с результатами термического разложения GSH, полученными в данной работе. Тот факт, что мы обнаружили 2-пирролидон-5-карбоновую кислоту, но не обнаружили цистеинилглицина, объясняется термической неустойчивостью последнего соединения. Об этом говорят найденные в газовой фазе летучие соединения: сероводород, оксид углерода (IV), оксид углерода (II), азот и сероуглерод.

Аналогичные продукты найдены при распаде цистеина [4].

Таким образом, нами установлено, что глутатион распадается в интервале температур 170—220°C с кажущейся энергией активации  $E_A=131$  кДж/моль. Его разложение происходит с более высокой скоростью, чем разложение глицина и примерно с такой же скоростью как разложение цистеина. Найденные нами в продуктах реакции 2-пирролидон-5-карбоновая кислота указывает, что на начальной стадии GSH термически распадается с образованием этой кислоты и цистеинилглицина.

#### Экспериментальная часть

Для исследований использовали кристаллический глутатион марки ч. Скорость термического разложения изучали в статических условиях. Схема лабораторной установки, техника проведения эксперимента описаны в работе [4]. Предварительно подготовленную пробу газообразных продуктов, объемом 1 мл, вводили с помощью шприца в инжектор хроматомасс-спектрометра Trace GC Ultra/DSQII. Использовалась капиллярная колонка TR 5 MS длиной 30 м и диаметром 0,25 мм. Температура инжектора 200—250°C.

Регистрировались масс-спектрограммы положительных ионов в диапазоне массовых чисел 12—200 (для определения легких газов) и 30—350 (для остальных газообразных продуктов). Идентификация компонентов смеси осуществлялась с использованием электронной библиотеки масс-спектров NIST 2005. Для анализа конденсированной фазы проводилось растворение образца продуктов в подходящем растворителе, и последующий анализ полученного раствора проводили по вышеописанной методике.

### **Список литературы:**

1. Мазо В.К. // Журнал гастроэнтерологии, гепатологии. 1998. № 1. С. 47.
2. Торгинский Ю.М. Сера в белках. М.: Наука, 1977. С. 302.
3. Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.А. Биоорганическая химия. М.: Дрофа, 2010. С. 542.
4. Яблоков В.А., Васина Я.А., Зеляев И.А., Митрофанова С.В. // Ж. общ. хим. 2009. Т. 79. Вып. 6. С. 969.
5. Яблоков В.А., Смельцова И.Л., Зеляев И.А., Митрофанова С.В. // Ж. общ. хим. 2009. Т. 79. Вып. 8. С. 1344.

**СТРУКТУРА И СВОЙСТВА  
УЛЬТРАМИКРОГЕТЕРОГЕННЫХ  
КОЛЛОИДНЫХ СИСТЕМ «МАСЛО В ВОДЕ»**

***Журавлева Людмила Анатольевна***

*канд. хим. наук, доцент Сургутского государственного университета*

*ХМАО — Югры, г. Сургут*

*E-mail: [zhlaLA@yandex.ru](mailto:zhlaLA@yandex.ru)*

***Крайник Виктория Викторовна***

*канд. хим. наук, старший преподаватель*

*Сургутского государственного университета ХМАО — Югры,*

*г. Сургут*

*E-mail: [kraynikvika@mail.ru](mailto:kraynikvika@mail.ru)*

**COLLOID PROPERTIES OF OIL/WATER  
MICROEMULSIONS**

***Ludmila Zhuravleva***

*Candidate of Science, assistant professor of Surgut State University, Surgut*

*E-mail: [zhlaLA@yandex.ru](mailto:zhlaLA@yandex.ru)*

***Viktoriya Kraynik***

*Candidate of Science, senior teacher of Surgut State University, Surgut*

*E-mail: [kraynikvika@mail.ru](mailto:kraynikvika@mail.ru)*

**АННОТАЦИЯ**

Рефрактометрически и методом Ребиндера установлены критические концентрации мицеллообразования в двух- и трехкомпонентных системах на основе цетилтриметиламмония бромида, этилолеата, метиллинолеата и воды в интервале температур 23—70°C. Рассчитаны термодинамические характеристики процесса мицеллообразования. Выявлена солюбилизующая способность микроэмульсий ЦТМАБ, что дает возможность использовать водно-липидные коллоидные системы, стабилизированные ЦТМАБ в качестве окисляемого субстрата при исследовании пероксидного окисления. Предложены и обоснованы формулы мицелл.

## ABSTRACT

Surface activities of two and three-component systems of ethyl oleate, methyl linoleate, water using cetyltrimethylammonium bromide were studied by refractometric and Rehbinder methods. Thermodynamic properties of micelle formation process have been determined in the temperature range (296 to 343)K. The results show a high solubilizing capacity of cetyltrimethylammonium bromide. It could be used as an emulsifier in the study of lipid peroxidation. Formulas of micelles have been proposed in this study.

**Ключевые слова:** поверхностно-активные вещества; критическая концентрация мицеллообразования; энтальпия мицеллообразования.

**Keywords:** surfactant; critical micelle concentrations; enthalpy of micelle formation.

Микроэмульсии — самоорганизующиеся, термодинамически устойчивые коллоидные системы с высокоразвитой поверхностью раздела и высокой солюбилизующей способностью, что обеспечивает эффективный контакт между реагентами с различной растворимостью в водной и органической фазах. Эти свойства коллоидных систем определяют возможность их применения как материалов и как среды для исследования кинетики и механизма многих химических процессов [7], в том числе протекающих в клетке.

Вопросы выявления особенностей характеристик микроэмульсий, определяющих скорость и направление химических реакций, протекающих в них как в нанореакторах, являются актуальной задачей.

Настоящая работа является продолжением и развитием наших исследований [2, 3, 4] особенностей использования микроэмульсий «масло в воде» в процессах свободнорадикального окисления липидов и возможности тестирования антиоксидантной активности водорастворимых антиоксидантов.

Целью настоящей работы является изучение свойств прямых эмульсий «масло в воде» в двух- и трехкомпонентных системах для возможности их использования в качестве окисляемого субстрата в реакциях свободнорадикального окисления молекулярным кислородом.

Для выбора оптимального, с точки зрения кинетики, состава микроэмульсий важна информация о размере коллоидных частиц, распределении компонентов между органической и водной фазами, проникновении молекул дисперсионной среды в мицеллы.

С этой целью изучено мицеллообразование в системах ПАВ — вода, эфир ненасыщенной жирной кислоты (ЭНЖК) — вода, ЭНЖК — ПАВ — вода; а также оценено влияние меди (II) на процесс мицеллообразования в двух- и трехкомпонентных системах.

В качестве эмульгаторов выбраны катионный (цетилтриметиламмоний бромид (ЦТМАБ)) и анионный (додецилсульфат натрия (ДДСNa)) ПАВ. В качестве окисляемого субстрата — этилолеат (ЭО) и метиллинолеат (МЛ). Выбор данных ЭНЖК обусловлен тем, что они в значительных концентрациях входят в большинство триглицеридов биомембран и обладают оптимальной окисляемостью. Известно, что скорость аутоокисления линолевой кислоты в 10—12 раз выше скорости окисления олеиновой кислоты и примерно в 100 раз выше скорости окисления стеариновой кислоты.

Массовые доли ЦТМАБ и ДДСNa в исследуемых системах соответственно составляют от  $3,5 \cdot 10^{-4}$  до 0,36 % и от  $2,7 \cdot 10^{-4}$  до 0,27 %. Объемные доли дисперсной фазы ЭО и МЛ в воде составили от  $3,6 \cdot 10^{-4}$  до 0,36 % и от  $3,2 \cdot 10^{-4}$  до 0,33 %.

В образовании микроэмульсий ЭО и МЛ в трехкомпонентных коллоидных системах в качестве эмульгатора использовали ЦТМАБ с массовой долей 0,036 % в конечной пробе. Концентрацию ЭО и МЛ меняли от  $1 \cdot 10^{-5}$  до  $1 \cdot 10^{-2}$  моль/л.

Прежде всего, методом Ребиндера определили критическую концентрацию мицеллообразования (ККМ) в двух- и трехкомпонентных дисперсных системах. Выбор метода наибольшего давления пузырька обусловлен рядом преимуществ: точность определения почти не зависит от определяемой ККМ, т. е. одинакова для веществ с длинной и короткой цепью, т. к. поверхностное натяжение во всех случаях изменяется на одну и ту же величину; средняя квадратичная ошибка определения ККМ по поверхностному натяжению составляет 2—3 %. Так же величина поверхностного натяжения позволяет оценить поверхностную активность мицеллообразующих ПАВ, рассчитать величину адсорбции, размеры мицелл и площадь, занимаемую молекулами ПАВ в насыщенном адсорбционном слое.

Величины ККМ двух- и трехкомпонентных систем, определенные в интервале температур 23—70°C позволяют рассчитать энтальпию, энтропию и энергию Гиббса мицеллообразования и оценить вклад процессов десольватации молекул ПАВ и перехода молекул мицеллообразующих ПАВ из водной фазы в углеводородное ядро мицеллы.

МЛ марки «х.ч.» использовали без дополнительной очистки. ЭО получали этерификацией олеиновой кислоты пятикратным избытком абсолютного этанола в кислой среде с последующей

экстракцией петролевым эфиром и перегонкой под вакуумом при температуре 184—185°C. По данным газожидкостной хроматографии целевой продукт в качестве примесей содержит 9,0±0,5 % этиллинолеата, 1,1±0,2 % этиллинолената, 11,0±0,25 % этилпальмиата и 2,7±0,2 % этилстеарата. Состав липидного субстрата не оказывает существенного влияния на величину поверхностного натяжения и ККМ, поскольку гидрофобные хвосты молекул липидов различаются на две метиленовые группировки.

Все измерения проводятся в изобарных условиях.

Прежде всего, исследовали поверхностное натяжение в системах «ЦТМАБ — вода» и «ДДСNa — вода» в интервале концентраций  $1 \cdot 10^{-6}$ — $1 \cdot 10^{-2}$  моль/л. По экспериментальным данным строили изотермы поверхностного натяжения растворов ПАВ в зависимости от концентрации дисперсионной фазы, по перегибу которых определили ККМ исследуемого ПАВ. Установлено, что ККМ ЦТМАБ составило  $(0,9—1,0) \cdot 10^{-3}$ , а ДДСNa —  $(8,2—9,0) \cdot 10^{-3}$  моль/л, что согласуется с литературными данными [1].

Полученные результаты определили выбор ЦТМАБ в качестве эмульгатора, поскольку ККМ ЦТМАБ на порядок ниже, чем ККМ ДДСNa и дальнейшее исследование дисперсных систем проводили с ЦТМАБ.

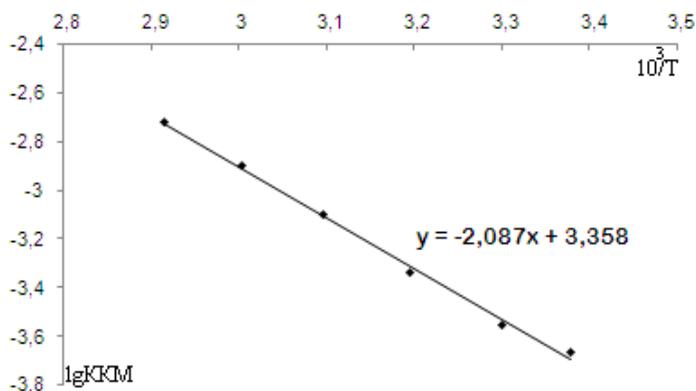
Далее, графически по изотерме адсорбции ( $\Gamma = f(C_{ПАВ})$ ) определили предельную адсорбцию ( $\Gamma_{\infty}$ ) и по выражению  $\delta = \frac{\Gamma_{\infty} M}{\rho}$  рассчитали размеры мицелл. Радиус мицелл ЦТМАБ составил  $7,6 \pm 0,5$  нм.

**Таблица 1.**

**Характеристики исследуемых дисперсных систем, 296 К**

ККМ <sub>1</sub> , моль/л	$\Gamma_{\infty}$ , моль/м <sup>2</sup>	$S_0$ , м <sup>2</sup>	$\delta$ , нм
«ЦТМАБ—H <sub>2</sub> O»			
$(1,0 \pm 0,2) \cdot 10^{-3}$	$(2,1 \pm 0,1) \cdot 10^{-5}$	$(46,4 \pm 0,3) \cdot 10^{-20}$	7,6±0,5
«ДДСNa — H <sub>2</sub> O»			
$(9,0 \pm 0,2) \cdot 10^{-3}$	$(1,4 \pm 0,1) \cdot 10^{-5}$	$(33,0 \pm 0,2) \cdot 10^{-20}$	6,5±0,3
«ЭО — H <sub>2</sub> O»			
$(2,0 \pm 0,5) \cdot 10^{-3}$	$(6,5 \pm 0,3) \cdot 10^{-6}$	$(25,6 \pm 0,2) \cdot 10^{-20}$	2,3±0,2
«ЭО — ЦТМАБ — H <sub>2</sub> O» C <sub>ККМ</sub> =1·10 <sup>-3</sup> моль/л			
$(3,5 \pm 0,1) \cdot 10^{-3}$	$(3,9 \pm 0,1) \cdot 10^{-5}$	$(28,6 \pm 0,3) \cdot 10^{-20}$	20,8±0,5
«ЦТМАБ — Cu <sup>2+</sup> — H <sub>2</sub> O»			
$(1,9 \pm 0,1) \cdot 10^{-3}$	$(4,9 \pm 0,1) \cdot 10^{-7}$	$(33,6 \pm 0,4) \cdot 10^{-20}$	18,1±0,3
«МЛ — ЦТМАБ (1·10 <sup>-3</sup> моль/л) — Cu <sup>2+</sup> — H <sub>2</sub> O»			
$(3,0 \pm 0,2) \cdot 10^{-3}$	$(3,4 \pm 0,1) \cdot 10^{-6}$	$(48,7 \pm 0,3) \cdot 10^{-20}$	20,8±0,5

Микроэмульсии — термодинамически устойчивые, лиофильные коллоидные системы, в которых в динамическом равновесии сосуществует молекулярно растворенное и агрегированное в мицеллы ПАВ. Для определения вклада процессов десольватации и перехода мицеллообразующих ПАВ из дисперсионной среды в мицеллу необходимо определить тепловой эффект мицеллообразования, его энтальпию и энтропию. С этой целью определили ККМ исследуемых систем в интервале температур 23—70°C. По экспериментальным данным строили график зависимости  $\lg K_{KM} = f\left(\frac{1}{T}\right)$  и по тангенсу угла наклона  $\Delta H_m = 2,3R \frac{\Delta \lg K_{KM}}{\Delta\left(\frac{1}{T}\right)}$  определили величину энтальпии мицеллообразования в исследуемых системах (рис 1).



**Рисунок 1. Графический расчет энтальпии мицеллообразования ЦТМАБ в интервале концентраций**

Энтальпия мицеллообразования ЦТМАБ составила  $0,16 \pm 0,05$  кДж/моль (табл. 2).

**Таблица 2.**

**Термодинамические параметры исследованных дисперсных систем**

Дисперсная система	$\Delta H_m$ , кДж/моль	$\Delta S_m$ , Дж/моль·К при 298К	$\Delta S_m$ , Дж/моль·К при 333К
«ЦТМАБ-Н <sub>2</sub> O»	$0,16 \pm 0,05$	$0,54 \pm 0,03$	$0,48 \pm 0,02$
«МЛ—ЦТМАБ—Cu <sup>2+</sup> —Н <sub>2</sub> O»	$0,26 \pm 0,04$	$0,89 \pm 0,05$	$0,79 \pm 0,04$

Поскольку система находится в равновесии, то энтропию мицеллообразования при данной температуре можно рассчитать по формуле:  $\Delta S_m = \frac{\Delta H_m}{T}$ . Для системы «ЦТМАБ—Н<sub>2</sub>О» при 298 К и 343 К энтропия соответственно составляет 0,54±0,03 и 0,48±0,02 Дж/(моль·К).

Установлено, что энтальпия и энтропия мицеллообразования ЦТМАБ имеет положительные значения, что свидетельствует об увеличении неупорядоченности в системе, но образование мицелл не может быть причиной увеличением энтропии. Основной причиной является десольватация молекул ЦТМАБ в момент агрегации и увеличение конфигурационной энтропии углеводородной цепи молекул ПАВ при переходе молекул мицеллообразующих ПАВ из водной фазы в углеводородное ядро мицеллы.

Из литературы [5] известно, что при увеличении алифатической цепи ПАВ мольная доля его в мицелле уменьшается, т. к. полярная группа молекулы ПАВ (головка) взаимодействует с молекулами воды дисперсионной среды, которые достаточно глубоко проникают в ядро прямых мицелл. Мы можем установить число СН-связей, втянутых в воду, рассчитав свободную поверхностную энергию мицеллообразования. Установлено, что величина свободной поверхностной энергии, приходящаяся на одну СН-связь молекулы ЦТМАБ составляет  $1,76 \pm 0,03$  кДж/моль, тогда число связей втянутых в воду составило 43 % от всей углеводородной цепи или 14—15 СН-связей (7 метиленовых групп).

Аналогично были исследованы микроэмульсии ЭО и МЛ в воде в интервале концентраций  $2,5 \cdot 10^{-4}$ — $5 \cdot 10^{-2}$  моль/л и ЭО и МЛ в том же интервале концентраций в присутствии ЦТМАБ с концентрацией  $1 \cdot 10^{-3}$  моль/л в конечной пробе. Экспериментальные и расчетные данные приведены в таблице 1.

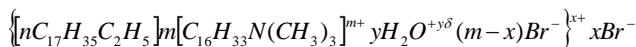
Установлено, что ККМ в системе «ЭО—Н<sub>2</sub>О», «МЛ—Н<sub>2</sub>О» соответственно составляют  $(2,0—1,95) \cdot 10^{-3}$  и  $(3,2—3,5) \cdot 10^{-3}$  моль/л. В системе «ЭО—ЦТМАБ—Н<sub>2</sub>О» наблюдается укрупнение мицелл по сравнению с соответствующими двухкомпонентными системами, возможно за счет увеличения числа агрегации и удлинения углеводородной цепи мицеллообразующих ПАВ ЭО и МЛ. При этом поверхностное натяжение в трехкомпонентной системе существенно снижается, очевидно, из-за синергического действия ЦТМАБ на эфиры ненасыщенных жирных кислот. Установлено, что образование мицелл в системе наблюдается при соотношении эфира и ПАВ равном 3:1. При введение в данную систему ЦТМАБ в концентрации его ККМ наблюдается увеличение на порядок размеров мицелл, что вероятно

связано с образованием более сложных структур мицелл, которые можно представить следующей схемой:



Можно предположить сферическую структуру мицелл, в которых ядром являются молекулы эфира, потенциалопределяющим слоем — катионы цетилтриметиламмония.

Возможны также мицеллы, в которых потенциалопределяющими ионами выступают ионы цетилтриметиламмония и поляризованные молекулы воды, а адсорбционный и диффузионный слои образуют ионы брома:



Обе предполагаемые формулы мицелл, включают воду в качестве ад-сорбционного или потенциал образующего компонента, что согласуется с большим избытком воды и ее высокой поляризуемостью. Это подтверждает эксперимент по определению числа метиленовых групп, втянутых в воду.

Другой причиной увеличения размеров мицелл трехкомпонентных систем может быть солубилизация молекул эфира микроэмульсиями ЦТМАБ. Для подтверждения данного предположения рефрактометрически исследовали солубилизирующую способность микроэмульсий ЦТМАБ. Установлено, что объем солубилизованного ЭО составляет  $26,3 \pm 0,5$  мкл, это еще раз подтверждает правильность предложенных структур мицелл, агрегатами которых являются молекулы ЭО.

Из литературы известно, что введение электролитов в дисперсную систему снижает величину ККМ. Установлено, что для исследованных систем добавки ионов меди (II) в концентрации  $2 \cdot 10^{-3}$  моль/л в конечной пробе снижают величину ККМ на два порядка (табл. 1), что подтверждает литературные данные [6]. Причиной такого эффекта является частичная дегидратация полярных групп ПАВ за счет гидратации катионов металла. При этом, уменьшение гидратной оболочки молекул ПАВ повышает их склонность к ассоциации и снижает степень ионизации ионогенного ПАВ как в истинном растворе, так и в мицеллярном, что так же увеличивает число агрегации и снижает величину ККМ.

С другой стороны, введение ионов в дисперсную систему увеличивает долю противоионов адсорбционного и диффузионного слоев, при этом заряд мицеллообразующих ПАВ снижается, тем самым

снижая эффективную работу против сил отталкивания, необходимую для введения мицеллообразующего ПАВ в заряженное ядро мицеллы, что облегчает процесс мицеллообразования.

Следующей причиной увеличения размеров мицелл в присутствии катионов меди (II) может быть обращение прямых мицелл.

**Выводы:**

1. При агрегации молекул мицеллообразующих ПАВ идет процесс их дегидратации, что подтверждает положительное значение энтропии;

2. Молекулы воды проникают до седьмой метиленовой группировки гидрофобного углеводородного хвоста молекул ЦТМАБ и восьмой — ЭО в мицелле, что делает доступным проникновение кислорода к двойной связи ЭО и МЛ при реакциях свободнорадикального окисления липидов;

3. Гидрофобное ядро мицелл ЦТМАБ солюбилизирует молекулы эфира, что позволяет использовать данную дисперсную систему как среду для исследования процессов свободнорадикального окисления молекулярным кислородом.

### **Список литературы:**

1. Абрамзон А.А. Поверхностно-активные вещества. Свойства и применение. — Ленинград: Химия, 1981. — 304 с.
2. Журавлева Л.А., Ушкалова В.Н., Крайник В.В. Разработка метода тестирования средств антиоксидантотерапии // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. 2006. № 2(4). С. 144—154.
3. Крайник В.В., Ушкалова В.Н. Исследование механизма каталитического окисления водно-липидной системы // Журн. физ. хим. — 2010. — Т. 84. — № 5. — С. 998—1000.
4. Крайник В.В., Ушкалова В.Н., Журавлева Л.А. Моделирование процессов окисления липидов биомембран. // Вестник ННГУ им. Н.И. Лобачевского. — 2008. — № 5. — С. 31—38.
5. Русанов А.И. Мицеллообразование в растворах поверхностно-активных веществ. — Л.: Химия, 1992. — 280 с.
6. Штыков С.Н. Поверхностно-активные вещества в анализе. Основные достижения и тенденции развития // Журн. аналит. химии. — 2000. — Т. 55. — № 7. — С. 679—686.
7. Chaiyasit W., Silvestre P.C., McClements D.J., Decker E.A. // J. Agric. Food Chem. Ability of Surfactant Hydrophobic Tail Group Size To Alter Lipid Oxidation in Oil-in-Water Emulsions. — 2000. — № 48(8). — PP. 3077—3080.

### СЕКЦИЯ 3.

## БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

### УСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ ГРУШИ К СТРЕСС-ФАКТОРАМ ЗИМНЕГО ПЕРИОДА В УСЛОВИЯХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

***Киселева Галина Константиновна***

*канд. биол. наук, доцент,  
ст. науч. сотр. лаборатории физиологии и биохимии растений  
Государственного научного учреждения  
Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт  
садоводства и виноградарства Россельхозакадемии,  
г. Краснодар  
E-mail: [galina-kiseleva-1960@mail.ru](mailto:galina-kiseleva-1960@mail.ru)*

***Можар Нина Васильевна***

*канд. с.-х. наук,  
ст. науч. сотр. лаборатории селекции и сортоизучения семечковых  
и орехоплодных культур  
Государственного научного учреждения  
Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт  
садоводства и виноградарства Россельхозакадемии,  
г. Краснодар  
E-mail: [kubansad@kubannet.ru](mailto:kubansad@kubannet.ru)*

# THE STABILITY OF THE PLANTS OF PEAR TO THE STRESS FACTORS OF WINTER PERIOD UNDER THE CONDITIONS OF KRASNODAR KRAY

**Galina Kiseleva**

*Candidate of Science, assistant professor, senior scientific worker  
of the laboratory of physiology and biochemistry of the plants  
of State scientific organization North Caucasian Regional Research  
Institute of Horticulture and Viticulture  
of the Russian Academy of agricultural sciences,  
Krasnodar*

**Nina Mozhar**

*Candidate of Science, senior scientific worker of the laboratory of selection  
and sortoizucheniya of the semechkovykh and orekhoplodnykh cultures  
of State scientific organization  
North Caucasian Regional Research Institute of Horticulture and  
Viticulture of the Russian Academy of agricultural sciences,  
Krasnodar*

## АННОТАЦИЯ

Анатомо-морфологическими исследованиями выявлены наиболее зимостойкие сорта груши, способные к быстрой адаптации к изменяющимся условиям зимнего периода Краснодарского края. Анализ повреждений почек и тканей побегов показал, что сорта груши Левен и Зимняя Млиевская являются наиболее перспективными и адаптированными к почвенно-климатическим условиям данного региона.

## ABSTRACT

Anatomo- morphological studies revealed the most winter-hardy types of pear, capable of the rapid adaptation to the changing conditions of the winter period of Krasnodar edge. The analysis of the damages of buds and tissues of flights showed that the types of the pear leven and winter Mlievskaya are most promising and adapted to the soil-and-climatic conditions of this region

**Ключевые слова:** стресс-факторы зимнего периода; адаптация.  
**Keywords:** the stress factors of winter period; adaptation.

На юге России наибольшие повреждения плодовым растениям причиняют стресс-факторы зимнего периода. В связи с глобальным изменением климата на территории Краснодарского края за последние десятилетия увеличилась частота наступления ранних морозов в фазу подготовки растений к физиологическому покою, повысилась частота длительных оттепелей в начале и середине зимнего периода [2, с. 17]. В связи с этим актуальным является поиск сортов плодовых культур, в том числе груши, устойчивых к стресс-факторам зимнего периода

Груша — одна из наиболее распространенных плодовых культур на юге России, у которой при отборе сортов, наиболее пригодных для выращивания в почвенно-климатических условиях Краснодарского края, необходимо учитывать не только высокую продуктивность, но и способность к быстрой и эффективной адаптации при стрессе.

Цель настоящих исследований — выявить наиболее зимостойкие сорта груши, способные к быстрой адаптации к изменяющимся условиям зимнего периода Краснодарского края.

Исследования проводились в ОПХ «Центральное» (г. Краснодар) на базе коллекционных насаждений СКЗНИИСиВ. Объектами исследований являлись 8 сортов груши: Левен, Аббат Фетель, Зимняя млиевская, Нарт, Дево, Бере Клержо, Киффер, Люберская.

Для оценки адаптационной устойчивости изучаемых сортов груши к стрессам зимнего периода 2011—2012 гг. использовали комплекс анатомо-морфологических показателей. Для анатомо-морфологических исследований использовали световой микроскоп «Olympus BX 41» и стереоскопический микроскоп МБС-10. Определение повреждений почек и тканей побегов после воздействия низких температур проводили по методикам [1, с. 158; 3, с. 155].

### **Обсуждение результатов**

Погодные условия для перезимовки деревьев груши в 2011—2012 гг. складывались недостаточно благоприятно. Рано наступившие в ноябре морозы не способствовали нормальному прохождению фаз закаливания. На 14.12.11 г. все изучаемые сорта груши не закончили вегетацию и вошли в зиму с листовым аппаратом. Они не прошли подготовку к периоду зимнего покоя и закаливание.

Осыпание листового аппарата произошло только после второй волны морозов. В дальнейшем длительный период низких температур в конце января — начале февраля (минимальная температура воздуха опускалась до  $-27^{\circ}\text{C}$ ) привел к подмерзанию деревьев груши. Растения в это время находились в состоянии глубокого (органического) покоя. В этот период покоя кора и камбий отличаются высокой

морозоустойчивостью. Наименее устойчивы клетки сердцевин, а затем древесины. В конце вынужденного покоя, перед началом распускания почек, клетки коры и камбия повреждаются сильнее, чем клетки древесины и сердцевин [2]. Это объясняется тем, что в тканях коры и камбия раньше и интенсивнее начинают проходить процессы жизнедеятельности.

Определение повреждений почек и тканей побегов груши проводили 24.02.12 г. (табл. 1).

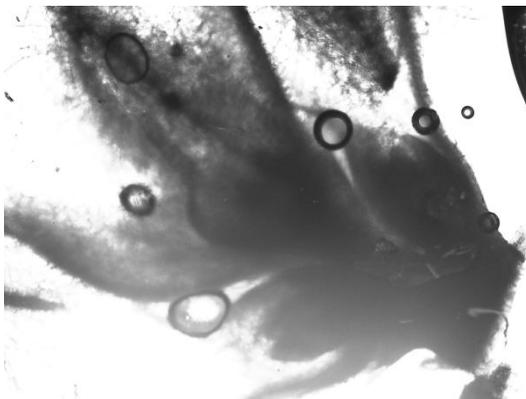
*Таблица 1.*

**Оценка степени повреждений почек различных сортов груши на одно- и двухлетних побегах после воздействия пониженных температур в середине зимнего периода**

Сорт	Повреждение плодовых почек в %	Повреждение побегов в баллах							
		сердцевина		древесина		кора		камбий	
		1-лет	2-лет	1-лет	2-лет	1-лет	2-лет	1-лет	2-лет
Левен	10	2	2	1	1	0	0	0	0
Аббат Фетель	40	3	3	3	3	1	1	2	1
Зимняя млиевская	15	2	2	1	0	0	0	0	0
Нарт	30	4	4	3	3	1	1	2	1
Дево	40	3	3	1	2	0	0	0	0
Бере Клержо	35	4	3	2	3	1	0	1	0
Киффер	70	4	4	2	2	1	1	1	0
Люберская	50	3	3	2	2	1	1	0	0

В результате проведенных исследований обнаружено подмерзание цветочных почек от 10 до 70 % в зависимости от сорта. У сорта Левен наименьшее подмерзание цветочных почек — 10 % Максимальное подмерзание цветочных почек — 70 % отмечено у сорта Киффер.

У сортов Аббат Фетель, Киффер повреждены сосудистый пучок и часть зачаточных цветков в цветочной почке; у сорта Нарт — часть зачаточных листочков (рис. 1).

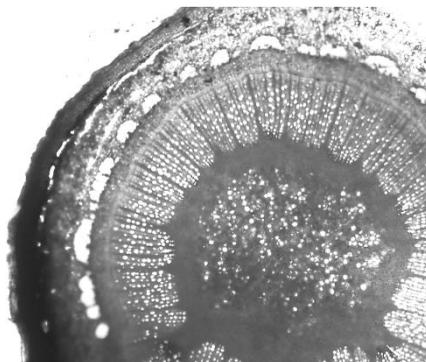


***Рисунок 1. Микрофото отпрепарированной почки греши сорта Киффер с поврежденными зачатками цветков***

Эти повреждения вызывают снижение урожая плодов и задержку роста побегов. У сортов Бере Клержо, Нарт, Дево обнаружено повреждение паренхимы под почкой и кроющих листочков, что не скажется в сильной степени на ее последующем росте.

Кора и камбий при воздействии экстремально низких температур пострадали в меньшей степени, чем сердцевина и древесина, и получили повреждения у сортов Аббат Фетель, Нарт, Бере Клержо, Киффер, Люберская в 1—2 балла. У сортов Левен, Зимняя млиевская, Дево кора и камбий не пострадали. Камбий — самая жизнедеятельная ткань, которая осенью успевает закалиться лучше других. Подмерзание в 1—2 балла не оказывает существенного влияния на создание новой древесины и луба, благодаря чему деревья в дальнейшем развиваются нормально. Подмерзание древесины одно- и двулетних побегов отмечено от 1 до 3 баллов у всех сортов в различной степени. У сорта Зимняя млиевская древесина двулетних побегов не пострадала. Больше всего древесина пострадала у сортов Аббат Фетель, Нарт (по 3 балла), Бере Клержо (2—3 балла). У сортов Левен, Зимняя млиевская древесина пострадала в меньшей степени (1 балл). При повреждении древесины возможно восстановление поврежденных морозом участков, иногда ослабляются ростовые процессы.

Сердцевина подмерзла сильнее: до 4 баллов у сортов Нарт, Бере Клержо, Киффер; до 3 баллов у сортов Аббат Фетель, Дево, Люберская, до 2 баллов у сорта Левен, Зимняя млиевская (рис. 2).



***Рисунок 2. Микрофото поперечного среза однолетнего побега груши сорта Аббат Фетель с поврежденной сердцевиной в 3 балла***

В сердцевине откладываются запасные питательные вещества, редко используемые деревом, ее повреждение обычно не сказывается на ростовых процессах весной.

**Выводы.** Комплексный подход, сделанный на основе анатомо-морфологических исследований выявил, что более устойчивыми в условиях зимнего периода покоя 2011—2012 гг. были сорта груши Левен и Зимняя млиевская. Эти сорта способны к быстрой адаптации к изменяющимся условиям зимнего периода Краснодарского края. Сорта Аббат Фетель, Нарг, Дево, Бере Клержо, Киффер, Люберская обладают недостаточно быстрой и эффективной адаптацией к зимним стрессам.

### **Список литературы:**

1. Ненько Н.И., Киселева Г.К. Оценка зимостойкости плодовых культур микроскопическими методами. — Методическое и аналитическое обеспечение исследований по садоводству. — Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2010. С. 157—161.
2. Современные методологические аспекты организации селекционного процесса в садоводстве и виноградарстве. Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2012. 569 с.
3. Соловьева М.А. Оценка зимостойкости плодовых культур. — Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям (методическое руководство). Л.: ВИР, 1988. С. 154—165.

**ДИНАМИКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ  
ОБЪЕМНО-ЕМКОСТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ  
ДЫХАНИЯ ЮНЫХ ЛЕГКОАТЛЕТОВ  
ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ЕСТЕСТВЕННЫХ  
ЭРГОГЕНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ**

***Серединцева Наталья Владимировна***

*доцент, канд. биол. наук, доцент кафедры анатомии и физиологии  
Волгоградской государственной академии физической культуры,  
г. Волгоград  
E-mail: [vgafk@vlink.ru](mailto:vgafk@vlink.ru)*

***Медведев Денис Владиславович***

*канд. биол. наук, ст. преподаватель кафедры анатомии и физиологии  
Волгоградской государственной академии физической культуры,  
г. Волгоград  
E-mail: [vgafk@vlink.ru](mailto:vgafk@vlink.ru)*

**DYNAMICS OF THE FUNCTIONAL CONDITION  
IT OF VOLUMETRIC-CAPACITOR PARAMETERS  
OF BREATH OF YOUNG ATHLETES UNDER INFLUENCE  
OF THE NATURAL ERGOGENIC SUBSTANCES**

***Natalia Seredintzeva***

*Candidate of Biology, the Senior Lecturer of the Physiology and Anatomy  
Department of Volgograd State Academy of Physical Culture,  
Volgograd city*

***Denis Medvedev***

*Candidate of Biology, the Elder Teacher of the Physiology and Anatomy  
Department of Volgograd State Academy of Physical Culture,  
Volgograd city*

## АННОТАЦИЯ

Проведено исследование по изучению влияния пчелиной перги на физическую работоспособность и объемно-емкостные параметры дыхательной системы юных спортсменов, специализирующихся в легкой атлетике. Анализ результатов эксперимента показал, что курсовой прием пчелиной перги способствовал повышению физической работоспособности и оптимизации функционального состояния дыхательной системы спортсменов.

## ABSTRACT

A research is carried out on studying the influence of bee bread on physical working capacity and volumetric-capacitor parameters of respiratory system of the young sportsmen specializing track and field athletics. The analysis of results of the experiment has shown, that course reception of bee bread promoted increase of physical working capacity and optimization of a functional condition of respiratory system of sportsmen.

**Ключевые слова:** физическая работоспособность; юные спортсмены; пчелиная перга; дыхательная система.

**Keywords:** physical working capacity; young sportsmen; bee bread; respiratory system.

**Введение.** Повышение эффективности адаптации организма к экстремальным условиям тренировочной и соревновательной деятельности является одной из актуальных проблем в современном спорте, характеризующейся возрастанием физических и нервных нагрузок.

Это обуславливает поиск новых средств и методов совершенствования адаптационных механизмов, повышения эффективности учебно-тренировочного процесса [3].

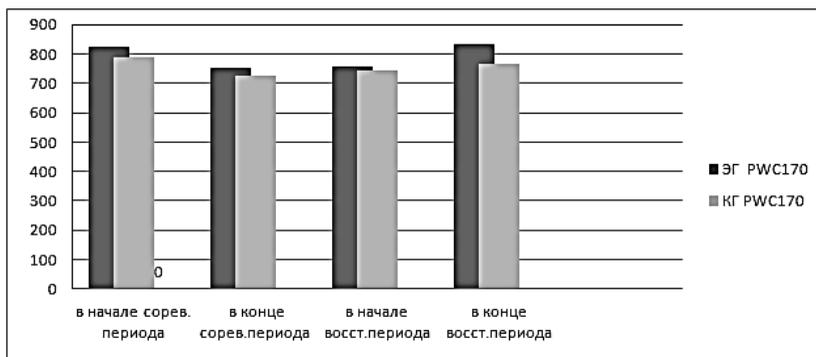
По литературным данным, на сегодняшний день именно перга обладает наибольшей биологической активностью (среди натуральных продуктов) и представляет собой высокопитательный белково-липидно-витаминный состав, обогащенный ферментами пчелы [4].

Исследованиями целого ряда авторов подробно изучены особенности динамики функционального состояния дыхательной системы лиц различного возраста и пола под влиянием систематических занятий различными видами спорта [1, 2]. Вместе с тем, актуальными представляются экспериментальные исследования, направленные на изучение влияния биологически активных веществ на работоспособность и функциональное состояние системы внешнего дыхания юных спортсменов.

**Материалы и методы исследования.** Исследования проводились в соревновательном и восстановительном периодах годичного цикла тренировки. В эксперименте принимали участие 53 спортсмена в возрасте 12—13 лет, специализирующихся в легкой атлетике. Испытуемые были разделены на две группы: экспериментальную (ЭГ, n=25) и контрольную (КГ, n=28). Экспериментальная группа принимала пергу пчел (в дозе 4 г) в течение месяца, контрольная группа ничего не принимала. В начале и конце соревновательного и восстановительного периодов осуществляли контроль уровня физической работоспособности по тесту PWC<sub>170</sub>. Регистрацию основных параметров внешнего дыхания: частоты дыхания (ЧД), дыхательного объема (ДО), минутного объема дыхания (МОД), резервного объема дыхания (РО) производили посредством комбинированного прибора «Ergo-oxyscreen (Jaeger)».

Результаты исследований обрабатывали статистически с использованием t-критерия Стьюдента.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Анализ полученных результатов показал, что у всех испытуемых после соревновательного периода было отмечено снижение физической работоспособности (PWC<sub>170</sub>). Так показатель PWC<sub>170</sub> в среднем уменьшился на 8,4 % (P<0,01), что свидетельствует об ухудшении функционального состояния юных спортсменов (рисунок 1).



**Рисунок 1. Динамика физической работоспособности юных спортсменов**

Некоторые показатели системы дыхания также имели отрицательную динамику. Так частота дыхательных циклов (ЧД) недостоверно увеличилась в среднем на 4,2% (таблица 1).

Таблица 1.

## Динамика показателей дыхательной системы юных спортсменов

№	Показатели	Группы	Соревновательный период			Восстановительный период		
			Этапы обследования					
			Начальный	Конечный	Р	Начальный	Конечный	Р
1	РО вд, л	ЭГ	1,28 ± 0,05	1,04 ± 0,08	P < 0,05	1,04 ± 0,08	1,43 ± 0,06	P < 0,05
		КГ	1,30 ± 0,06	1,04 ± 0,08	P < 0,05	1,04 ± 0,09	1,48 ± 0,06	P < 0,05
2	РО выд, л	ЭГ	1,85 ± 0,07	1,53 ± 0,06	P < 0,05	1,54 ± 0,10	1,96 ± 0,05	P < 0,05
		КГ	1,83 ± 0,05	1,41 ± 0,09	P < 0,05	1,43 ± 0,08	1,83 ± 0,06	P < 0,05
3	Тиффно	ЭГ	95,3 ± 4,12	91,2 ± 3,46	P > 0,05	91,2 ± 4,18	98,5 ± 3,38	P > 0,05
		КГ	95,9 ± 3,88	88,9 ± 2,99	P > 0,05	89,3 ± 3,68	94,2 ± 3,08	P > 0,05
4	ЧД, ц/мин	ЭГ	20,1 ± 0,5	20,9 ± 0,45	P > 0,05	20,7 ± 0,65	19,8 ± 0,39	P > 0,05
		КГ	18,7 ± 0,82	19,6 ± 0,57	P > 0,05	19,2 ± 0,73	18,4 ± 0,39	P > 0,05
5	ЖЕЛ выд, л	ЭГ	2,49 ± 0,12	1,98 ± 0,13	P < 0,01	2,0 ± 0,11	2,53 ± 0,13	P < 0,05
		КГ	2,3 ± 0,10	1,75 ± 0,16	P < 0,01	1,72 ± 0,12	2,20 ± 0,13	P < 0,05
6	ДО, л	ЭГ	0,50 ± 0,02	0,47 ± 0,04	P > 0,05	0,50 ± 0,03	0,53 ± 0,02	P > 0,05
		КГ	0,49 ± 0,01	0,46 ± 0,02	P > 0,05	0,45 ± 0,01	0,39 ± 0,03	P < 0,05
7	МОД, л	ЭГ	10,0 ± 0,09	10,5 ± 0,14	P > 0,01	10,3 ± 0,25	9,42 ± 0,35	P < 0,05
		КГ	9,56 ± 0,11	10,1 ± 0,13	P > 0,05	10,0 ± 0,36	9,87 ± 0,41	P > 0,05
8	Проба Штанге	ЭГ	60,2 ± 2,82	47,7 ± 2,63	P < 0,05	47,0 ± 2,54	80,5 ± 1,85	P < 0,001
		КГ	57,6 ± 2,86	44,7 ± 2,11	P < 0,01	44,63 ± 1,98	35,6 ± 2,06	P < 0,01
9	Проба Генчи	ЭГ	47,6 ± 2,12	37,1 ± 2,87	P < 0,01	37,14 ± 2,97	69,8 ± 3,13	P < 0,001
		КГ	45,9 ± 2,65	33,1 ± 2,16	P < 0,01	32,12 ± 1,98	40,5 ± 2,09	P < 0,01

ЖЕЛ уменьшилась в среднем на 22,2 % (P < 0,01), дыхательный объем (ДО) недостоверно на 6,1 %. Минутный объем дыхания (МОД) вырос на 5,1 % (P > 0,05). Параметры дыхания, характеризующие гипоксическую устойчивость, имели наибольший процент изменений. Так задержка дыхания на вдохе (проба Штанге) уменьшилась по сравнению с началом соревновательного периода на 21,6 % (P < 0,01), задержка дыхания на выдохе (проба Генчи) на 24,9 % (P < 0,05). Резервный объем на вдохе (РО вд) снизился на 19,1 % (P < 0,05), на выдохе (РО выд) 20,1 % (P < 0,05) соответственно. Показатель Тиффно на 5,8 %. В конце восстановительного периода у испытуемых обеих групп было отмечено повышение показателей

дыхательной системы. Так ЖЕЛ увеличилась у обеих групп испытуемых, у спортсменов экспериментальной группы на 20,9 % ( $P<0,05$ ), контрольной — 21,8 % ( $P<0,05$ ). ДО недостоверно увеличился у испытуемых экспериментальной группы на 5,7 %, у спортсменов контрольной группы этот показатель уменьшился на 13,5 % ( $P<0,05$ ). МОД у спортсменов контрольной группы снизился на 8,5 % ( $P<0,05$ ), в то время как в контрольной группе спортсменов этот показатель практически не изменился. РО вд значительно увеличился у испытуемых обеих групп: в экспериментальной на 27,3 % ( $P<0,05$ ), контрольной — 29,7 % ( $P<0,05$ ). Несколько меньше увеличился данный показатель на выдохе, у спортсменов экспериментальной группы на 21,4 % ( $P<0,05$ ), контрольной 21,9 % ( $P<0,05$ ) соответственно. У спортсменов экспериментальной группы существенно возросли показатели задержки дыхания на вдохе и выдохе. Так задержка дыхания на вдохе возросла на 41,6 % ( $P<0,001$ ), на выдохе — 46,8 % ( $P<0,001$ ) соответственно, что возможно связано с влиянием перги на кислородтранспортные функции крови [5]. У спортсменов контрольной группы данные показатели имели также положительную динамику, но с меньшим приростом, чем у спортсменов экспериментальной группы. Так время задержки дыхания на вдохе увеличилась на 20,5 % ( $P<0,01$ ), выдохе — 20,7 % ( $P<0,01$ ) соответственно.

### **Выводы**

Таким образом, соревновательный период годового цикла тренировочного процесса юных легкоатлетов приводят к снижению физической работоспособности и ухудшению функционального состояния дыхательной системы. Прием пчелиной перги в восстановительном периоде тренировочного процесса юных спортсменов способствует повышению физической работоспособности и оптимизации функции дыхательной системы, что расширяет границы адаптации.

### **Список литературы:**

1. Басенко А.И. Оценка резервных возможностей дыхания, кардио- и гемодинамики спортсменов // Гигиена и санитария. — 1995. — № 2. — С. 20—22.
2. Ванюшин Ю.С. Механизм срочной адаптации подростков, занимающихся спортом // В сб.: Тез. докл. конф. «Медико-социальные проблемы охраны здоровья». — Казань. — 1995. — 19 с.
3. Сейфулла Р.Д. Новые комбинированные адаптогены, повышающие работоспособность спортсменов. // Теория и практика физической культуры. — 1998. — № 10. — С. 47—50.

4. Сейфулла Р.Д. Лекарства и БАД в спорте: Практическое руководство для спортивных врачей, тренеров и спортсменов. — М.: ЛитТерра, 2003. — 218 с.
5. Серединцева Н.В. Влияние продуктов пчеловодства на показатели кислородтранспортной функции крови / Н.Н. Серединцева // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. — 2012. — № 8 (90). — С. 76—79.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ ДЛЯ БИОРЕМЕДИАЦИИ ВОДНЫХ СРЕД**

***Шарапова Ирина Эдмундовна***

*вед. инженер лаборатории биохимии и биотехнологии  
Института биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар  
E-mail: [scharapova@ib.komisc.ru](mailto:scharapova@ib.komisc.ru)*

***Шубаков Анатолий Александрович***

*канд. биол. наук, доцент лаборатории биотехнологии  
Института физиологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар  
E-mail: [shubakov@physiol.komisc.ru](mailto:shubakov@physiol.komisc.ru)*

***Михайлова Елена Андрияновна***

*научный сотрудник лаборатории биотехнологии  
Института физиологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар  
E-mail: [elkina@physiol.komisc.ru](mailto:elkina@physiol.komisc.ru)*

***Володин Владимир Витальевич***

*д-р биол. наук, профессор, зав. лабораторией биохимии  
и биотехнологии Института биологии Коми НЦ УрО РАН,  
г. Сыктывкар  
E-mail: [volodin@presidium.komisc.ru](mailto:volodin@presidium.komisc.ru)*

# INVESTIGATION AND USE OF MICROALGAE FOR BIOREMEDIATION OF WATER ENVIRONMENTS

***Irina Sharapova***

*Leading engineer of Laboratory of Biochemistry and Biotechnology  
of Institute of Biology, Komi Science Centre, The Urals Branch  
of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar*

***Anatoly Shubakov***

*Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of Laboratory  
of Biotechnology of Institute of Physiology, Komi Science Centre,  
The Urals Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar*

***Elena Mikhailova***

*Researcher of Laboratory of Biotechnology of Institute of Physiology,  
Komi Science Centre, The Urals Branch of the Russian Academy of  
Sciences, Syktyvkar*

***Vladimir Volodin***

*Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of Laboratory  
of Biochemistry and Biotechnology of Institute of Biology,  
Komi Science Centre, The Urals Branch of the Russian Academy of  
Sciences, Syktyvkar*

## АННОТАЦИЯ

Показана возможность использования зеленых микроводорослей для эффективной биоремедиации нефтезагрязненных водных сред на примере культуры *Chlorella vulgaris* Beijer, а также возможность культивирования некоторых видов зеленых микроводорослей и цианопрокариот для получения биопрепаратов.

## ABSTRACT

Possibility of use of green microalgae for an effective bioremediation of the oil polluted aquatic environments on the culture of *Chlorella vulgaris* Beijer, as an example, and also possibility of cultivation of some species of green microalgae and cyanoprocarvate for production of biopreparation is shown.

**Ключевые слова:** микроводоросли; биоремедиация; вода; биопрепарат; культивирование.

**Keywords:** microalgae; bioremediation; water; biopreparation; cultivation.

*Работа выполнена при поддержке программы фундаментальных исследований УрО РАН, проект № 12-И-4-2007 «Биоресурсный потенциал и биохимическая оценка микроводорослей европейского северо-востока России в качестве объектов биотехнологии».*

В настоящее время одной из острейших проблем современности является борьба с загрязнением окружающей среды сточными водами. Загрязняющие вещества, попадая в природные водоемы, приводят к качественным изменениям воды, которые в основном проявляются в изменении физических свойств и химического состава воды. В связи с этим для улучшения качества очистки сточных вод различных отраслей промышленности (пищевой, целлюлозно-бумажной, нефтехимической) используют их биологическую доочистку [4]. Наиболее важные компоненты в системах биологической очистки — бактерии и водоросли. Процессы бактериального биосинтеза наряду с фотосинтезом водорослей являются основными биологическими процессами, обеспечивающими доочистку бытовых и различных промышленных сточных вод в биопрудах. Активное участие микроводорослей (МВ) освобождает сточные воды от избыточного количества минеральных соединений и специфических химических загрязнений, доводя их до норм, позволяющих производить безопасный сброс воды в открытые водоемы. Выделяя кислород в процессе фотосинтеза, водоросли обеспечивают бактериальное окисление различных органических загрязняющих веществ [13]. Благодаря этим процессам естественные воды обладают некоторой способностью амортизировать действие загрязняющих веществ, что и определяется понятием «самоочищение». В то же время МВ могут и непосредственно участвовать в аккумуляции и утилизации некоторых органических соединений и других веществ [4, 12].

Из литературных источников известно о флористическом составе, численности и динамике развития водорослей на различных типах сточных вод, а также определены основные эколого-физиологические аспекты их возможного участия в трансформации токсических соединений. Изучение таксономического состава водорослей различных водоёмов с разными видами сточных вод свидетельствует о том, что главное место среди них занимают зеленые, эвгленовые и диатомовые водоросли, иногда — синезеленые (цианопрокариоты). Среди зеленых водорослей наиболее часто

доминируют хлорококковые, которые в основном представлены видами родов *Chlorella*, *Scenedesmus*. В отдельных случаях альгофлора бывает представлена, по сути, монокультурой какого-либо вида водорослей, обладающих высокой устойчивостью ко многим токсическим веществам и способных адаптироваться к их длительному воздействию [4].

Например, известно, что зеленые водоросли рода *Chlorella* более других отличаются устойчивостью не только к естественным факторам среды, но и к антропогенным факторам, а также к различным поллютантам [2, 4, 6]. На основании этих данных, а также проведенных нами ранее исследований подтверждена возможность применения при очистке водных сред от нефтеуглеводородов (НУГВ) культуры зеленых микроводорослей *Chlorella vulgaris* Beijer (предоставлена лабораторией радиэкологии ИБ Коми НЦ). Применение накопительной культуры хлореллы было исследовано в водных средах, загрязненных нефтью и нефтепродуктами (дизельным топливом), а также в нефтезагрязненных водных средах из объектов шламонакопителя аэропорта г. Сыктывкар [9]. Разработан способ получения и применения комплексного биопрепарата на основе бактерий (*Rhodococcus equi*), дрожжевого (*Rhodotorula glutinis*) и мицелиального (*Trichoderma lignorum* (синоним *T. viride*)) грибов, а также микроводоросли (*Chlorella vulgaris*), микроорганизмов, адаптированных к условиям загрязненных объектов, а также к особенностям пищевых и климатических условий. При этом эффективность очистки от наиболее токсичных для гидробионтов НУГВ обеспечивал микробный комплекс, составленный из монокультур различных таксономических групп, которые применялись совместно с гидрофобным торфяным сорбентом Сорбонафт как в нативной, так и в иммобилизованной формах [10, 11]. Снижение содержания НУГВ в сорбенте за 90 суток: 33—50 % при загрязнении воды 2 % нефти и более 90 % при загрязнении воды 1 % дизельного топлива при совместном применении альго-бактериально-грибного биопрепарата с сорбентом. При применении комплексного биосорбента с иммобилизованными бактериями и грибами в присутствии накопительной культуры *Chlorella* снижение содержания НУГВ в сорбенте за 60 суток: 50—89 % при загрязнении воды 2 % нефти и более 90 % при загрязнении воды 1 % дизельного топлива, а также в техногенной водной среде 53—67 % от исходного загрязнения. Сорбент или комплексный биосорбент обеспечивал сорбцию НУГВ, а также являлся носителем и источником внесенных в иммобилизованной форме или «прикрепившихся» к загрязненному сорбенту в нативной форме

монокультур бактерий и грибов, активность которых в присутствии накопительной культуры зеленых микроводорослей *Chlorella vulgaris* в водных средах, загрязненных нефтью, дизельным топливом, а также в нефтезагрязненной воде шламонакопителя значительно возрастала.

Использование микроводорослей для очистки водных объектов представляет особый интерес, так как их развитие, спонтанное или индуцированное, играет большую роль в процессах биологического очищения водоемов. С другой стороны, микроводоросли могут быть использованы для получения ценных органических веществ: белков, жиров, витаминов, углеводов и других биологически-активных веществ [5]. Технологически получение биопрепарата микроводорослей может быть реализовано путем накопления монокультур на средах, обеспечивающих индивидуальные метаболические потребности, с последующим их высушиванием и смешиванием в комплексный биопрепарат, предназначенный для определенного применения. Исследования накопительных культур водорослей необходимы прежде всего с целью получения биомассы МВ в требуемых качестве и количествах. Следовательно, необходимы исследования оптимальных условий культивирования, пригодных для получения больших объемов МВ, с максимальным содержанием биомассы МВ в активной форме, а также условий концентрирования ее и хранения в нативной или в иммобилизованной на носителе формах. При этом известно о том, что накопление микроводорослей наиболее экономически малозатратный способ культивирования, основным требованием которого является создание необходимых условий для фотосинтеза, т. е. условий достаточного освещения.

Проводятся исследования различных монокультур микроводорослей, входящих в состав коллекции Института биологии Коми НЦ (авторы Патова Е.Н., Новаковская И.Н.). В коллекционном фонде представлены штаммы, выделенные в основном из почв северных регионов (Полярный и Приполярный Урал, архипелаг Шпицберген и др.). Коллекция культур водорослей (ККВ) насчитывает более 80 альгологически чистых штаммов [8].

Для экспериментов были взяты штаммы зеленых водорослей (ККВ ИБ Коми НЦ): *Chlorella vulgaris* Beijer, испытанный ранее в опытах при биоремедиации различных нефтезагрязненных вод, и штамм *Scenedesmus acutus* Meyen, а также штамм *Nostoc linckia* f. *muscorum* (Ag.) Elenk. из цианопрокариот. Очистку штаммов микроводорослей от бактерий и грибов проводили смесью антибиотиков [7]. Проведено культивирование различных видов микроводорослей с целью возможности их накопления в больших

объемах. Используются общепринятые для культивирования МВ среды: Тамия (Т), Болда (В) [7]. Также использовалась среда (М) — минеральная среда, содержащая удобрение азофоску  $N_{16}P_{16}K_{16}$ . Предварительные исследования показали, что при использовании минеральной питательной среды с различной концентрацией азофоски, а именно 0,25 %, 1 %, 2,5 %, наилучшие результаты при накоплении биомассы культур *Chlorella* и *Scenedesmus* за одинаковый период были получены при концентрации удобрения 0,25 %. Поэтому в дальнейшем использовалась минеральная среда с этой концентрацией. Посевной материал получен на минеральной среде Тамия. При условии инокулирования одинаковым количеством посевного материала получали накопительные культуры МВ. Наблюдения вели в течение 19 суток в динамических условиях под лампой в режиме день-ночь. По окончании опыта были определены чистота культуры, вес сухой биомассы (г/л), титр (КОЕ/мл) [3, 7]. В результате данного опыта определено, что наибольшее накопление биомассы на питательной среде происходит в ряду: для *Nostok* (В>Т>М, (0,5—1,3) ±0,1 г/л), для *Scenedesmus* (М>В=Т, (1,3—1,7)±0,1), для хлореллы (Т>М=В, (1,4 1,8)±0,1). Титр культур МВ *Chlorella vulgaris* и *Scenedesmus acutus* находился в пределах  $10^6$ — $10^7$  КОЕ/мл.

Поставлены долговременные эксперименты с культурами МВ, а также с использованием альгологических ассоциатов различных культур МВ, на предмет исследования динамики их роста. Помимо трех вышеуказанных культур, для исследований отобраны еще две культуры микроводорослей (ККВ ИБ Коми НЦ): *Scotiellopsis terrestris* (Reisigl) Punč. et Kalina (для видов МВ характерно наличие вторичных каротиноидов), *Pseudococcomyxa simplex* (Mainx) Fott (характерно наличие капель масла) [1]. Предусмотрены исследования компонентного состава экзогенных метаболитов в культуральной жидкости по окончании культивирования, а также исследование фотосинтезирующей активности накопительных культур микроводорослей в динамике роста. Если для одноклеточных зеленых микроводорослей определение численности возможно и чашечным методом Коха, и с помощью камеры Горяева, то для нитчатых МВ или цианопрокариот помимо показателя биомассы показатель содержания соответствующих хлорофиллов может оказаться дополнительным критерием качественного и количественного характера накопления культуры [7]. Биохимическая оценка накопительных культур микроводорослей также возможна путем определения наличия цитохромоксидазы, а также дегидрогеназной активности и количества

клеток, обладающих дегидрогеназной активностью, методами, принятыми для водных микроорганизмов [3, 7].

Таким образом, в проведенных опытах показана возможность эффективного использования зеленых микроводорослей для биоремедиации нефтезагрязненных пресноводных сред на примере культуры *Chlorella vulgaris* Beijer, обоснована необходимость исследований с целью получения альгопрепаратов, а также в поставленных экспериментах получены исходные данные условий культивирования для некоторых видов зеленых микроводорослей и цианопрокариот, отобранных из коллекции культур водорослей (ККВ ИБ Коми НЦ).

### Список литературы:

1. Андреева В.М. Почвенные и аэрофильные зеленые водоросли (Chlorophyta: Tetrasporales, Chlorococcales, Chlorosarcinales). СПб.: Наука, 1998. — 351 с.
2. Андреева В.М. Род *Chlorella*. Л.: Наука, 1975. — 110 с.
3. Градова Н.Б., Бабусенко Е.С., Горнова И.Б., Гусарова Н.А. Лабораторный практикум по общей микробиологии. М., 1999. — 130 с.
4. Ленова Л.Н., Ступина В.В. Водоросли в доочистке сточных вод. Киев: Наукова думка, 1990. — 182 с.
5. Макарова Е.И., Отурина И.П., Сидякин А.И. Прикладные аспекты применения микроводорослей — обитателей водных экосистем // Экосистемы, их оптимизация и охрана. — 2009. — Вып. 20. — С. 120—133.
6. Мельников С.С., Мананкина Е.Е. Хлорелла: физиологически-активные вещества и их использование. Минск: Навука і тэхніка, 1991. — 79 с.
7. Методы физиолого-биохимического исследования водорослей в гидро-биологической практике. Киев: Наукова думка, 1975. — 247 с.
8. Новаковская И.В., Патова Е.Н. Коллекция живых штаммов микроводорослей Института биологии Коми НЦ УрО РАН и перспективы ее использования // Изв. Коми научного центра УрО РАН, 2012. — № 2 (10). — С. 36—41.
9. Шарапова И.Э., Гарабаджиу А.В., Маркарова М.Ю., Щемелинина Т.Н., Груздев И.В. Экологические аспекты и эффективность использования биосорбентов для очистки водных сред шламонакопителя // Экология и промышленность России. 2011. Февраль. С. 22—25.
10. Шарапова И.Э., Маркарова М.Ю., Гарабаджиу А.В. Комплексный биосорбент на основе штаммов бактерий и грибов для очистки водных сред от нефти и нефтепродуктов в присутствии микроводорослей // Патент России № 2422587. 2011. Бюл. № 18.

11. Шарапова И.Э., Маркарова М.Ю., Гарабаджиу А.В. Способ очистки водных сред от нефти и нефтепродуктов биопрепаратом в присутствии гидрофобного сорбента // Решение о выдаче Патента РФ от 14.06.2012. Заявка № 2011118843. Приоритет от 10.05.2011.
12. McGriff C., McKinney R.E. Activated algae: a nutrient removal process//Water and Sewage Works. — 1971. — 118, N 11. — P. 377—379.
13. Overbeck J. Distribution pattern of phytoplankton and bacterial, microbial decomposition of organic matter and bacterial production in eutropic, stratified lake // Proc. IBP-UNESCO Symp. Prod. Probl. Freshwaters. — Warszawa; Krakow, 1972. — P. 227—237.

**СЕКЦИЯ 4.**  
**ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

**НАНОСТРУКТУРИРОВАННОЕ  
ПОЛИМЕРНО-БИТУМНОЕ ВЯЖУЩЕЕ  
ДЛЯ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ**

***Высоцкая Марина Алексеевна***

*канд. техн. наук, доцент, БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород  
E-mail: [roruri@rambler.ru](mailto:roruri@rambler.ru)*

***Кузнецов Дмитрий Алексеевич***

*канд. техн. наук, доцент, БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород  
E-mail: [xidox@yandex.ru](mailto:xidox@yandex.ru)*

***Русина Светлана Юрьевна***

*магистрант, БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород*

**NANOSTRUCTURED POLYMER-BITUMEN BINDERS  
FOR ROAD CONSTRUCTION INDUSTRY**

***Marina Vysotskaya***

*Candidate of technical sciences, associate professor  
Belgorod Shukhov State Technology University, Belgorod*

***Dmitry Kuznetsov***

*Candidate of technical sciences, associate professor  
Belgorod Shukhov State Technology University, Belgorod*

***Svetlana Rusina***

*Graduate student, Belgorod Shukhov State Technology University,  
Belgorod*

## АННОТАЦИЯ

В работе рассматривается модифицирование полимерно-битумного вяжущего одностенными углеродными нанотрубками.

## ABSTRACT

In this paper regarded the modified polymer-bitumen binder with single-walled carbon nanotubes.

**Ключевые слова:** битум; полимер; одностенные углеродные нанотрубки.

**Keywords:** bitumen; polymer; single-wall carbon nanotubes.

*Работа выполнена в рамках реализации Программы стратегического развития БГТУ им. В.Г. Шухова на 2012—2016 гг.*

Человек, как существо, привязанное к земле силой гравитации, с древних времен прокладывал тропы. Сто с лишним лет назад, появились первые, многослойные конструкции твердых покрытий дорог, привычные для нашего сознания. С этого момента была начата борьба за повышение качества, долговечности и безопасности дорог.

Высокие темпы автомобилизации во второй половине XX века способствовали обострению внимания к состоянию дорог и транспортных сооружений. В это время становится как никогда актуальным общеизвестный постулат: материал — это основа любой конструкции, очевидно по этому, рождается множество разработок [3, 4, 6, 7 и др.], направленных на повышение эффективности материалов и увеличение срока службы дорожных покрытий.

Новое тысячелетие повлекло за собой новые перспективные направления в развитии материаловедения, в том числе дорожного, связанные с нанотехнологиями: фуллеренами, нанотрубками и другими углеродными каркасными структурами [2, 8, 10, 11].

В дорожной индустрии ряда стран отмечается одна особенность — большая часть твердых покрытий автомобильных дорог выполнена из асфальтобетона, материала склонного к образованию пластических деформаций и температурных трещин на покрытии. Одной из наиболее популярных технологий, разработанных в конце XX века, направленной на ликвидацию обозначенных дефектов является использование полимерно-битумных композиций. Начиная с 1960-х годов объемы производства пластических масс, эластомеров, синтетических смол, полимеров неуклонно растут, за последние десятилетия они стали одним из самых распространенных видов материалов, применяемых во многих отраслях строительства.

Возрастающие нужды строительства требуют освоения производства новых видов полимерных материалов и изделий. Эта задача может быть решена либо синтезом новых полимеров, либо модификацией существующих. Возможности синтеза новых полимеров безграничны, однако технико-экономическая целесообразность тормозит их разработку, отдавая предпочтение методам физико-химической и физической модификации существующих полимеров. По этому, модификация различных полимеров наноструктурными модифицирующими добавками (наномодификаторами) сегодня крайне популярна [1, 5, 9]. Этот метод позволяет создавать композиты нового поколения с улучшенными характеристиками, которые можно использовать для получения высокопрочных конструкционных, изоляционных строительных материалов и т. д.

Однако, если рассматривать нанотехнологии в материаловедческом направлении исследований, то стоит обозначить существующую сложность равномерного распределения наномодификаторов, если рассматривать дорожное материаловедение органических вяжущих, то приемы наноармирования или наноструктурирования практически отсутствуют.

В разрезе обозначенной проблемы в данной работе была предпринята попытка взглянуть на известные технологии в производстве полимерно-битумного вяжущего (ПБВ) через призму инновационных разработок.

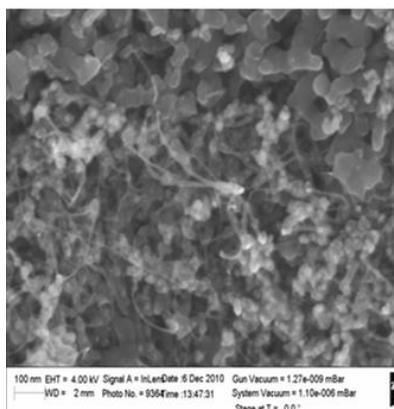
В процессе выполнения решались следующие задачи: создание равномерно наноармированной матрицы полимерного компонента путем изменения его состава и варьирования технологическими параметрами при приготовлении целевого продукта (ПБВ) с последующим его введением в битум; получение высокооднородного битумного вяжущего, обладающего высокими физико-механическими свойствами; сокращение расхода полимера в составе вяжущего без ухудшения свойств готового ПБВ.

Объектами исследований служили: исходный материал одностенных углеродных нанотрубок (ОУНТ), полученный методом термического испарения графита в присутствии Ni-Cr катализатора в электрической дуге (Arc ОУНТ), битум БНД 60/90 Рязанского НПЗ, полимер класса термоэластопластов — ДСТ-30Р-01 и модификатор.

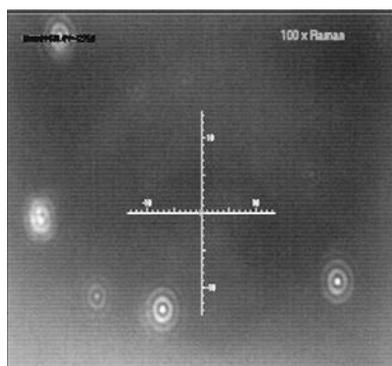
Наноматериал не подвергался очистке от примесей углеродных и металлических наночастиц. Содержание нанотрубок в нем составляло 5—10 вес.%. Содержание ОУНТ варьировалось в интервале 0,001—0,03 % от массы готового вяжущего. Приготовление ПБВ осуществлялось путем последовательного многофакторного перемешивания

компонентов в процессе приготовления. На первом этапе готовился наноструктурированный полимерный компонент, затем осуществлялось его перемешивание с разогретым битумом.

На рис. 1 и 2, изображены, соответственно, исходные ОУНТ и модифицированный им полимерный компонент с содержанием наноразмерных частиц 0,002 %.



**Рисунок 1. Микрофотоснимок исходного материала ОУНТ**



**Рисунок 2. Микрофотоснимок полимерного компонента, модифицированного ОУНТ**

Представленный микрофотоснимок ОУНТ (рис. 1), получен методом сканирующей электронной микроскопии на сканирующем автоэмиссионном электронном микроскопе ZEISS LEO SUPRA 25.

На фото видны наночастицы графита размером 20—100 нм и наночастицы металла размером 5 нм. Материал содержит нанотрубки в виде пучков размером 5—30 нм (в пучке 5—20 нанотрубок, диаметр одной нанотрубки 1,2 нм), длина пучка до 1 мкм.

Фиксировать равномерность распределения нанообъектов в битуме — задача, в настоящее время, невыполнимая, поэтому равномерность распределения ОУНТ оценивали в процессе приготовления полимерного компонента. Как видно, по рис. 2 рассыпаны радужные круги, если всмотреться внимательно, то обнаружить их можно и в глубине рисунка. Это объясняется тем, что видимые объекты внутри образца меньше длины световой волны (менее ~50 нм), поэтому наблюдается дифракционная картина. Очевидно, наблюдаемые объекты — это конгломераты нанотрубок, распределенные в объеме полимерного компонента.

Можно предположить, что последовательное распределение наномодифицированного полимерного компонента в битуме будет способствовать более равномерному распределению ОУНТ в объеме вяжущего, а видимые агрегаты нанотрубок, со структурированными вокруг них полимером, придадут ПБВ совокупность полезных свойств.

Равномерность данного предположения была доказана в лабораторных условиях при постановке эксперимента по приготовлению и исследованию ПБВ. Качество целевого продукта и равномерность распределения ОУНТ в его объеме оценивались по величине погрешности параллельных испытаний одной пробы и результатам, полученным при многократном воспроизведении опыта. Погрешность составляла не более 2 %.

В таблице 1 представлено несколько составов разработанного полимерного компонента для вяжущего.

*Таблица 1.*

**Состав полимерного компонента**

№/№ Обр.	Состав, мас. %	
	Наномодификатор ОУНТ	Стирол-бутадиен-стирол ДСТ-30Р-01
1	0,03	2,0
2	0,03	3,0
3	0,002	2,0
4	0,002	3,0
5	0,001	3,0

Отличительными признаками полученного наноструктурированного ПБВ, явились высокие показатели когезии, эластичности, адгезии, температуры размягчения и низкие показатели температуры хрупкости. Стоит отметить, что обозначенный положительный эффект был достигнут при уменьшении содержания полимера в полимерном компоненте.

Как видно, содержание полимера меньше значения, рекомендуемого для приготовления ПБВ (от 3 %). Характеристики образцов вяжущих, приготовленных с использованием полимерных компонентов с различным содержанием ОУНТ представлены в таблице 2.

*Таблица 2.*

### Характеристики образцов вяжущего

Показатели	Образцы вяжущего (№/№)					Требования ГОСТ Р 52056-2003 ПБВ60
	1	2	3	4	5	
Глубина проникания иглы, 0,1 мм						
при 25°С	72	73	69	75	71	60
при 0°С	40	26	54	57	59	32
Температура размягчения, °С	59	61	59	63	59	54
Температура хрупкости по Фраасу, °С	-21	-26	-27	-33	-30	- 20
Сцепление с мрамором или песком*	соответствует образцу № 1 с мрамором — 5 баллов с песком — 4 балла					
Растяжимость, см						
при 25°С	27	31	30,5	71	75	25
при 0°С	11	14	14,5	16	19	11
Эластичность, см						
при 25°С	82	89	90	93	87	80
при 0°С	73	76	85	92	85	70
Когезия, кг/см <sup>2</sup>	10	11	13	15	10	-
Интервал пластичности, °С	80	87	86	99	89	-

В случае приготовления полимерно-битумного вяжущего, с содержанием ОУНТ более 0,03 % в полимерном компоненте, вязкость вяжущего нарастает. Это приводит к уменьшению его растяжимости и сокращению интервала пластичности ПБВ.

Как видно, полученное вяжущее превосходит требования содержащиеся в ГОСТ Р 52056-2003 по показателям эластичности, адгезии, температуре хрупкости для всего интервала состава вяжущего; при этом достигается однородность вяжущего и сокращение расхода полимера.

При приготовлении ПБВ с использованием модифицированного полимерного компонента с содержанием 0,03 % ОУНТ наблюдается следующее: содержание полимера в количестве 2 % позволяет получить вяжущее с показателями свойств, отвечающими нормативным требованиям, однако эти показатели пограничны, увеличение количества модификатора ОУНТ в смеси изменяет такие свойства вяжущего как растяжимость и температура хрупкости в сторону понижения и несоответствия ГОСТ. При увеличении содержания полимера до 3 % в образце вяжущего № 2, показатели пенетрации при 0°С не соответствуют требованиям.

Глубина проникания иглы в полученное вяжущее при 0°С значительно превышает требования ГОСТ, более того разница между этим показателем, определенным при температуре 25 и 0°С у составов № 3—№ 5 невелика и составляет 30—20 %.

В соответствии с рекомендациями ГОСТ разница между глубиной проникания иглы при температурах испытания 25 и 0°С составляет 87 %. Известно, что глубина проникания иглы при 0°С, характеризует пластичность вяжущих при низких температурах воздуха и является их эксплуатационной характеристикой, свидетельствующей о деформативности, и, следовательно, трещиностойкости асфальтобетона. Таким образом, чем выше глубина проникания иглы в вяжущее при 0°С, тем более морозо- и трещиностойким будет асфальтобетон на его основе.

Анализ температуры хрупкости обосновывает это предположение. Сопоставление данных по эластичности показывает, что при содержании ДСТ 2—3 % по массе в полимерной матрице, nanoармированной 0,002 % ОУНТ, эластичность ПБВ достигает своего наибольшего значения — более 90 % при 25°С и более 80 % при 0°С. Значительно меняется когезия полимерного вяжущего.

Дальнейшее уменьшение ОУНТ в вяжущем не дает значимого технического результата, по причине отсутствия эффекта от наномодификации полимерного компонента.

На примере образцов вяжущего № 3 и № 4, содержащих 2 % и 3 % полимера соответственно, можно сделать вывод, что для приготовления ПБВ марки 60, отвечающего требованиям ГОСТ, достаточно 2 % ДСТ, в то время как по традиционной рецептуре

это содержание колеблется в интервале от 3 %. Таким образом, за счет варьирования содержанием составляющих в наноармированной матрице полимерного компонента, становится возможным уменьшение содержания полимера ДСТ в вяжущем, а также получение целевого продукта с высокими показателями свойств.

Предварительные испытания образцов асфальтобетона, приготовленных на наномодифицированном полимерно-битумном вяжущем, позволяют надеяться, что использование такого вяжущего будет способствовать повышению тепло- и трещиностойкости асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог, а также их коррозионной стойкости.

### Список литературы:

1. Алдошин С.М., Аношкин И.В., Грачев В.П. Повышение свойств эпоксидных полимеров малыми добавками функционализированных углеродных наночастиц: Сб. тр. Международ. форума по нанотехнологиям «Rusnanotech' 08» Москва 3—5 декабря, 2008. — Т. 1. — С. 410—412.
2. Высоцкая М.А., Русина С.Ю., Кузнецов Д.А., Федоров М.Ю. Удивительный шунгит!: Сб. науч. тр. Института строительства и архитектуры МГСУ (Выпуск 4): науч. тр. Международной молодежной конференции «Оценка рисков и безопасность в строительстве. Новое качество и надежность строительных материалов и конструкций на основе высоких технологий» (26—28 сентября 2012 г.) / ФГБОУ ВПО «Моск. гос. строит. ун-т». — М.: МГСУ, 2012. — С. 18—20.
3. Королев И.В. Пути экономии битума в дорожном строительстве / И.В. Королев. — М.: Транспорт, 1986. — 149 с.
4. Ковалев Я.Н. Активационно-технологическая механика дорожного асфальтобетона / Я.Н. Ковалев. — Минск: Высш. школа, 1990. — 180 с.
5. Лобач А.С. Разработка композиционных наноматериалов на основе химически модифицированных одностенных углеродных нанотрубок и водорастворимых полимеров с заданными свойствами: Сб. тр. Международн. форума по нанотехнологиям «Rusnanotech' 08» Москва 3—5 декабря, 2008. — Т. 1. — С. 479—481.
6. Лукашевич В.Н. Совершенствование технологии асфальтобетонных смесей для увеличения срока службы дорожных покрыти // Строительные материалы. — 1999. — № 11. — С. 9—10.
7. Лысихина А.И. Применение поверхностно-активных и других добавок при строительстве асфальтобетонных и подобных им дорожных покрытий. М.: Автотрансиздат, 1957. — 56 с.
8. Мирошников Е.В., Строкова В.В., Череватова А.В., Павленко Н.В. Наноструктурированное перлитовое вяжущее и пенобетон на его основе // Строительные материалы. — 2010. — № 9. — С. 105—106.

9. Озерин А.Н. Наноструктуры в полимерах: получение, структура, свойства// Тр. VII сессии «Проблемы и достижения физико-химической и инженерной науки в области наноматериалов». М: 2002. — Т. 1. — С. 185—204.
10. Сахаров Г.П. О краткосрочной перспективе нанотехнологий в производстве строительных материалов и изделий // Технологии бетонов. — 2009. — № 4. — С. 65—67.
11. Steyn W.J. Reseach and application of nanotechnology in transportation, 27<sup>th</sup> Annual Southern African Transport Conference 2008, <https://www.up.ac.za/dspase/handle/2263/6018>.

# АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ВОЗНИКНОВЕНИЯ КАВИТАЦИИ В СИСТЕМАХ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ОТОПЛЕНИЯ

*Гаврилова Татьяна Олеговна*

*Химик-технолог ООО «СМК-2»*

*аспирант 1 курса МГТУ им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск*

*E-mail: [gavrilova\\_to@mail.ru](mailto:gavrilova_to@mail.ru)*

## THE ANALYSIS OF FEATURES OF OCCURRENCE OF A CAVITATION IN WATER SUPPLY AND HEATING SYSTEMS

*Tatyana Gavrilova*

*graduate of Magnitogorsk state technical university of G.I. Nosova*

### АННОТАЦИЯ

В статье анализируются причины и условия возникновения кавитации, ее последствия в системах водоснабжения и отопления, а также предлагаются способы, как устранения кавитационных явлений, так и использования положительных свойств кавитации.

### ABSTRACT

In article the reasons and conditions of occurrence of a cavitation, its consequences in water-supply and heating systems are analyzed, as well as ways of elimination of the cavitation phenomena, and also the use of positive properties of a cavitation are offered.

**Ключевые слова:** кавитация; системы отопления и водоснабжения; коэффициент полезного действия; насосное оборудование.

**Keywords:** a cavitation; heating and water-supply systems; efficiency; the pump equipment.

Исследованием явления кавитации ученые занимаются уже достаточно длительное время. Различные авторы выделяют отдельные причины этого явления. Под кавитацией понимают образование в жидкости полостей (кавитационных пузырьков, или каверн), заполненных водяным паром и/или газом. Кавитация возникает

в результате местного понижения давления в жидкости (если давление в какой-либо точке жидкости становится равным давлению насыщенного пара этой жидкости). Причинами этого явления может являться:

- увеличение местной скорости жидкости;
- прохождение акустической волны большой интенсивности;
- локальное уменьшение давления ниже давления парообразования перекачиваемой жидкости на входе рабочего колеса;
- изменение давления в системе при резком изменении температуры жидкости (при пуске отопительных систем).

В результате чего происходит снижение мощности (напора), неравномерная подача, снижение КПД, возникновение шумов и разрушение элементов насосного и запорного оборудования. Первыми признаками этого процесса являются шумы или повреждения на выходе рабочего колеса.

Фактически, увеличение скорости потока жидкости, снижение давления на входе и резкое повышение температуры перекачиваемой жидкости являются основными причинами кавитации. Отсюда, можно сделать вывод, что кавитация характерна не только для напорных систем водоснабжения, но и для отопительных систем в момент их пуска. Признаком кавитации в отопительных системах являются так называемые «щелчки» и характерные стуки в трубах при пуске отопительной системы. Это явление также наблюдается в системах горячего водоснабжения с использованием местных нагревательных котлов (когда жидкость нагревается периодически, неравномерно по времени).

Кроме того, многие исследователи считают, что кавитация может возникать при изменении характера потока жидкости с ламинарного на турбулентный режим.

Явление кавитации, несмотря на более чем вековой период изучения, в некоторых своих проявлениях еще не предсказуемо. Параметры инженерных сооружений и гидравлических устройств (гидротурбины, судовые движители, насосы, перемешивающие устройства, технологические установки), изучаются на специальных стендах, вызывающих кавитационные явления.

Вместе с тем, явления кавитации сопровождаются резким повышением температуры жидкости и ускорением химических реакций, протекающих в транспортируемой жидкости. Эти явления используются в тепловых кавитационных генераторах и в системах очистки сточных вод.

В зависимости от внешних условий, существуют различные варианты схлопывания кавитационного пузырька. На наш взгляд, более достоверной является схема несимметричного схлопывания пузырька с образованием микроструи жидкости. Эти микроструи обладают высокой скоростью, а значит и ударной силой. В водных растворах кавитация сопровождается повышением давления и температуры в зонах схлопывания пузырьков.

При транспортировке технической воды в зоне возникновения кавитации изменяются физико-химические свойства воды, значительно увеличивается рН, температура и химическая активность воды. Внутри кавитационных пузырьков, в зависимости от конкретного состава оборотной воды, кроме водяного пара, могут образовываться и сероводород, водород, углекислый газ и др.

Возникающая при кавитации гидравлическая эрозия значительно усиливается химической эрозией, что приводит к повреждению поверхностей турбин, насосов, элементов запорной арматуры. Масштабы повреждений, вызванные кавитацией, могут быть разными — от точечной поверхностной эрозии до катастрофического выхода из строя больших конструкций.

Существенное увеличение гидродинамического сопротивления при кавитации вызывает снижение коэффициента полезного действия гидравлического оборудования. Тем не менее, считается, что тепловые кавитационные генераторы, разрабатываемые в последние годы, обладают достаточно высоким КПД, близким к единице. До сих пор, однако, не существует единой методики определения КПД таких установок.

Кавитационная энергия вызывает ударные волны, которые вызывают вибрацию, распространяющаяся на рабочее колесо насоса, вала, уплотнения, подшипники, повышая их износ. Для насосов применяется величина кавитационного запаса  $\Delta h_{тр}$ . Это — то минимальное давление, в пределах которого у жидкости, попадающей в насос, сохраняется состояние собственно жидкости. Величину  $\Delta h_{тр}$  и кривую зависимости  $\Delta h_{тр}$  от подачи/напора должен предоставлять производитель насоса.

Насос необходимо подбирать, устанавливать и обвязывать так, чтобы он располагал в зоне своей работы тем допустимым кавитационным запасом  $\Delta h_{доп}$ , величина которого была бы выше  $\Delta h_{тр}$  [2]. Можно сказать, что  $\Delta h_{доп}$  — потенциальная энергия жидкости у всасывающего отверстия насоса:

$$\Delta h_{\text{доп}} = H_a + H_s - H_{\text{вр}} - H_f - H_i,$$

где  $H_a$  — атмосферное давление;

$H_s$  — статический напор (положительный или отрицательный), определяемый как разность уровней между свободной поверхностью жидкости и осью насоса;

$H_{\text{вр}}$  — давление паров перекачиваемой жидкости, зависящее от температуры;

$H_f$  — потери на трение во всасывающей линии;

$H_i$  — потери в пространстве между горловиной и головкой рабочего колеса насоса.

На наш взгляд, кавитационный запас  $\Delta h_{\text{доп}}$  должен быть учтен и при расчете КПД тепловых кавитационных генераторов.

Кроме того, для оборотного цикла промышленных предприятий и отопительных систем, по нашему мнению, значение  $\Delta h_{\text{доп}}$ , в зависимости от качества транспортируемой воды (рН, температуры, плотности и химического состава), требует корректировки.

Общий принцип устранения кавитации при работе насоса: «на входе в насос должно всегда быть жидкости больше, чем на выходе». Этого можно достичь следующими способами:

- заменить диаметр всасывающего патрубка на больший;
- переместить насос ближе к питающему резервуару, но не ближе 5—10 диаметров всасывающей трубы;
- понизить сопротивление во всасывающей трубе, заменой ее материала на менее шероховатый, задвижки на шиберную, характеризующуюся меньшими местными потерями, удалением обратного клапана;
- если всасывающая труба имеет повороты, уменьшить их количество и/или увеличить радиусы поворота, сориентировав их в одной плоскости (иногда правильно заменить жесткую трубу гибкой);
- увеличить давление на всасывающей стороне насоса повышением уровня в питающем резервуаре, либо снижением оси установки насоса, либо использованием бустерного насоса [1].

В тоже время, некоторые свойства кавитации в системах отопления можно использовать как полезные: для повышения температуры теплоносителя, а также для сопутствующей очистки сточных вод, которые при определенных условиях могут быть использованы в отопительных системах.

### **Список литературы:**

1. Голяк С.А., Серова Т.О. Особенности возникновения кавитации в насосном оборудовании систем промышленного водоснабжения и отопления // Сборник материалов всероссийской научно-практической конференции «Теплогазоснабжение: состояние, проблемы, перспективы». Оренбург, 16—17 ноября 2011 г. С. 13—16.
2. Иванов А.Н. Гидродинамика развитых кавитационных течений. — Л., 1980. 237 с.

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ  
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ  
С 2,4-БИС (ГИДРОКСИИМИНО)-  
6-МЕТИЛЦИКЛОГЕКСАН-1, 3, 5-ТРИОНАТОМ НАТРИЯ**

***Ковальчукова Ольга Владимировна***

*д-р хим. наук, профессор кафедры общей химии  
Российского университета дружбы народов, г. Москва  
E-mail: [okovalchukova@mail.ru](mailto:okovalchukova@mail.ru)*

***Нгуен Динь До***

*аспирант кафедры общей химии  
Российского университета дружбы народов, г. Москва  
E-mail: [dondchem@gmail.com](mailto:dondchem@gmail.com)*

***Страшнова Светлана Болеславна***

*канд. хим. наук, доцент кафедры общей химии  
Российского университета дружбы народов, г. Москва  
E-mail: [sstrashnova@mail.ru](mailto:sstrashnova@mail.ru)*

**PHYSICO-CHEMICAL STUDIES OF THE PROCESSES  
OF INTERACTION OF SOME TRANSITION METALS  
WITH SODIUM 2,4-BIS(HYDROXYIMINO)-6-  
METHYLCYCLOHEXANE-1, 3, 5-TRIONATE**

***Olga Kovalchukova***

*Doctor of Science, Professor of the Department of General Chemistry  
of the Peoples' Friendship University of Russia, Moscow*

***Nguyen Dinh Do***

*Post Graduate Student of the Department of General Chemistry  
of the Peoples' Friendship University of Russia, Moscow*

***Svetlana Strashnova***

*Candidate of Science, Assistant Professor of the Department of General  
Chemistry of the Peoples' Friendship University of Russia, Moscow*

## АННОТАЦИЯ

Целью данной работы является определение условий образования комплексных соединений металлов с 2,4-бис(гидроксиимино)-6-метилциклогексан-1, 3, 5-трионат анионом и изучение металлокомплексов совокупностью физико-химических методов анализа. Изучены процессы комплексообразования в растворах, определены состав комплексов и константы их образования. Получены линейные корреляции, связывающие устойчивость металлокомплексов с физическими и физико-химическими характеристиками ионов-комплексообразователей.

## ABSTRACT

The background of the presented investigations was the determination of the conditions of complex formation of metals with 2,4-bis(hydroxyimino)-6-methylcyclohexane-1, 3, 5-trionate anions and the investigation of the metallic complexes by a set of physico-chemical methods. The processes of complex formation in solutions were studied, and the compositions of complexes and their formation constants were determined. Some linear correlations of the stabilities of the complexes and physical and physico-chemical characteristics of the metallic cations were obtained.

**Ключевые слова:** комплексные соединения; 2,4-бис(гидроксиимино)-6-метилциклогексан-1, 3, 5-трионат натрия; электронная спектроскопия; потенциометрия; константы образования; корреляции.

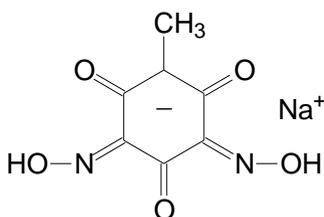
**Keywords:** complex compounds; sodium 2,4-bis(hydroxyimino)-6-methylcyclohexane-1, 3, 5-trionate; UV-VIS spectroscopy; potentiometry; formation constants; correlations.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, грант № 10-03-00003-а.*

Металлохелаты, имеющие координационный узел  $MN_xO_y$ , занимают особое положение, так как являются хорошими моделями для изучения проблемы конкурентной координации в химии комплексных соединений благодаря специфическому действию их окружения на стереохимию координационных полиэдров, модификацию физических и химических свойств и роль в биологически важных объектах. Оксимы с O,N-содержащими донорными группами являются классическим примером таких лигандов. До сих пор исследование процессов их комплексообразования с различными металлами является одним из наиболее перспективных направлений в химии.

Для координированных оксимов из-за наличия в их молекулах трех С-, N- и O-реакционных центров и OH-группы, кислотность которой резко возрастает при координации, возможно, осуществление практически всех основных типов превращений, таких как нуклеофильные реакции оксимов в суперосновных средах и электрофильные реакции (взаимодействие координированных оксимов с электрофильными реагентами) [2].

В настоящей работе в качестве объектов исследования были выбраны координационные соединения ряда переходных металлов с 2,4-бис(гидроксиимино)-6-метилциклогексан-1, 3, 5-трионом натрия (NaL):



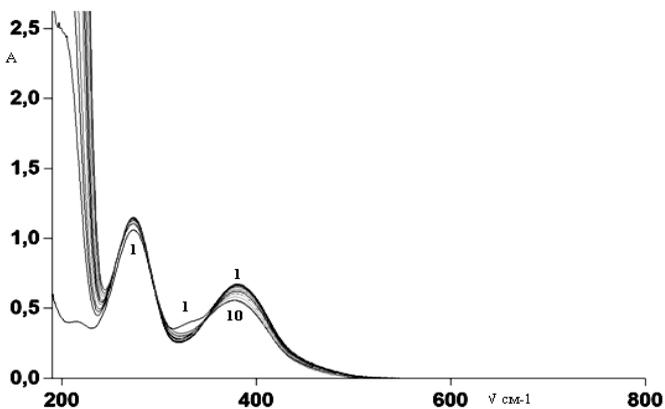
### Экспериментальная часть

Электронные спектры поглощения записаны на спектрофотометре Varian Cary 50 Scan в видимой и ультрафиолетовой областях в этанольных и водных растворах при широком изменении pH. Точность измерений в среднем составляла  $\pm 20 \text{ см}^{-1}$ . Для определения состава комплексов в растворах и общей константы образования использовали метод спектрофотометрического титрования (метод насыщения) [1].

Регистрацию pH в процессе потенциометрического титрования проводили на лабораторном pH-метре-иономере с использованием стеклянного электрода. Расчет первой константы устойчивости проводили по формулам, представленным в работе [4].

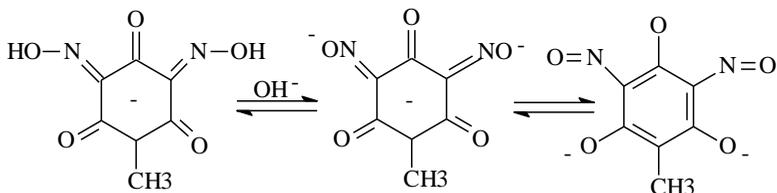
### Результаты и их обсуждение

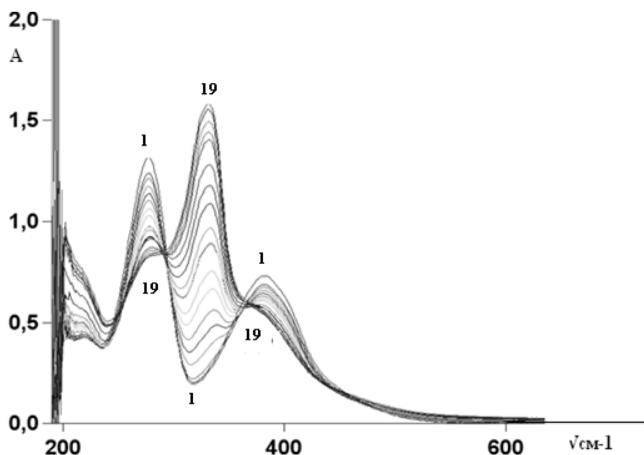
Электронные спектры поглощения этанольных растворов NaL, представленные на рис. 1, характеризуются двумя основными полосами поглощения: 273 нм ( $\lg \epsilon = 4,03$ ) и 380 нм ( $\lg \epsilon = 3,83$ ). При добавлении в раствор соляной кислоты плечо исчезает и остаются две полосы поглощения, причем длинноволновая полоса несколько уменьшается по интенсивности и смещается гипсохромно: 273 нм ( $\lg \epsilon = 4,06$ ) и 380 нм ( $\lg \epsilon = 3,82$ ).



**Рисунок 1. Электронные спектры поглощения при титровании раствора NaL ( $C=1 \cdot 10^{-4}$  моль/л) раствором соляной кислоты ( $C=0,09$  моль/л.) в интервале pH от 6,50 (кривая 1) до 1,55 (кривая 10)**

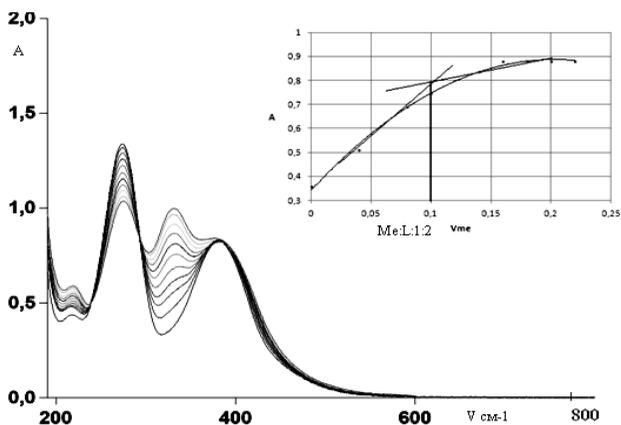
В присутствии гидроксида натрия (рис. 2) в спектре соединения вместо двух полос появляется одна новая полоса со значительно большей интенсивностью: 329 нм ( $\lg \epsilon=4.25$ ). Такое изменение в спектре можно связать с ионизацией оксимной группы, которая сопровождается таутомерной перестройкой иона в нитрозо-таутомер:





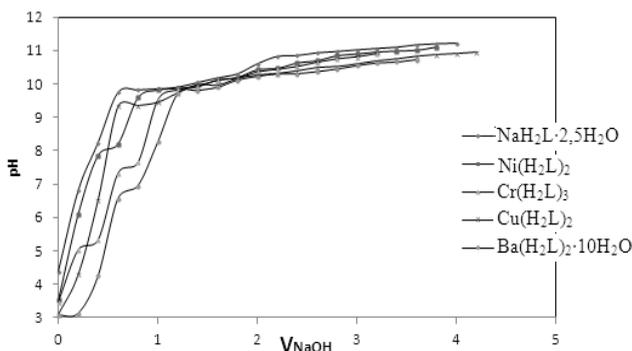
**Рисунок 2. Электронные спектры поглощения при титровании раствора NaL ( $C=1 \cdot 10^{-4}$  моль/л) раствором гидроксида натрия ( $C=0,09$  моль/л) в интервале pH от 6,78 (кривая 1) до 10,01(кривая 19)**

Данное утверждение согласуется с результатами квантово-химических расчетов электронных спектров поглощения нитрозо- и гидроксиламино-таутомерных форм NaL [6].



**Рисунок 3. Изменения в электронных спектрах поглощения водно-этанольных растворов NaL при постепенном добавлении раствора  $NiCl_2$  и кривая насыщения**

Добавление к раствору NaL растворов солей металлов (рис. 3) приводит к изменениям в электронных спектрах поглощения, аналогичных для депротонирования лиганда, что указывает на перестройку гидросилиминной формы в нитрозо-форму в процессе комплексообразования. Состав комплексов в растворе отвечает формуле ML. Кривые потенциометрического титрования смесей металл: лиганд (рис. 4) лежат ниже кривой титрования исходного лиганда, что также подтверждает его ионизацию в процессе комплексообразования.



**Рисунок 4. Кривые потенциометрического титрования NaL (0,01M) и смеси его с солями соответствующих металлов в соотношении 1:1.**

Константы образования комплексов, рассчитанные независимыми методами, удовлетворительно согласуются между собой (табл. 1).

В литературе известно, что природа ионов-комплексобразователей в значительной мере влияет на параметры координационных соединений [5]. Установлено, что в зависимости от природы лиганда они могут иметь двоякий вид: изменяться монотонно или иметь экстремум. В последнем случае можно говорить об избирательности реакции комплексообразования. Для построения корреляционных зависимостей (рис. 5—10) нами были использованы такие физические характеристики катиона металла, как абсолютная электроотрицательность ( $\chi$ ), ионный потенциал ( $r_{m/z}$ , нм), средний потенциал ионизации ( $E_i$ , эВ), ионный радиус ( $r$ , нм), абсолютная жесткость ( $\eta$ , эВ), электронность ( $\epsilon$ , эВ). Как видно из рис. 5—10, корреляционные зависимости не имеют экстремумов, то есть изучаемые реакции комплексообразования не избирательны.

Таблица 1.

Состав комплексов NaL с катионами металлов( $ML_n$ )  
и значения их констант образования

Катион металла	n	$\beta$ (спектрофотометрия)	$\lg\beta/n$	$\lg K_f$ (потенциометрия)
Zn <sup>2+</sup>	1	$7,77 \cdot 10^{12}$	12,89	
Ni <sup>2+</sup>	1	$3,84 \cdot 10^{11}$	11,58	11,49
Cu <sup>2+</sup>	1	$7,22 \cdot 10^{11}$	11,86	9,71
Co <sup>2+</sup>	1	$1,90 \cdot 10^{12}$	12,28	
Cd <sup>2+</sup>	1	$8,32 \cdot 10^{10}$	10,92	
Fe <sup>2+</sup>	1	$1,37 \cdot 10^{14}$	14,13	
Pb <sup>2+</sup>	1	$7,77 \cdot 10^{13}$	13,89	
Ba <sup>2+</sup>	1	$1,13 \cdot 10^{13}$	13,05	11,56
Fe <sup>3+</sup>	1	$1,63 \cdot 10^{16}$	16,21	
Cr <sup>3+</sup>	1	$7,02 \cdot 10^{20}$	20,85	21,15

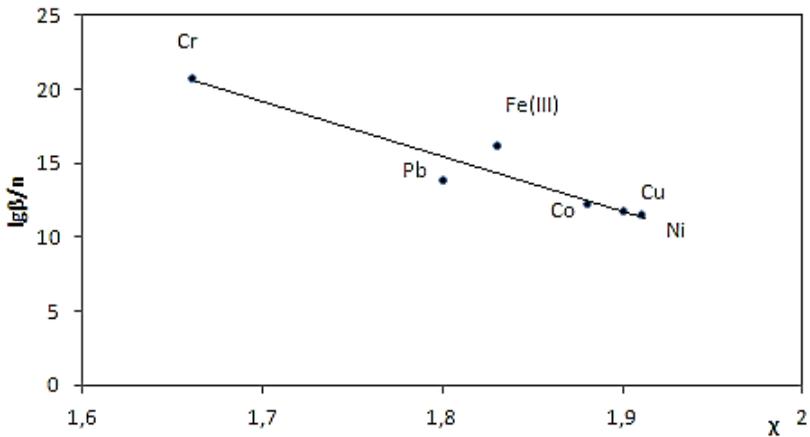
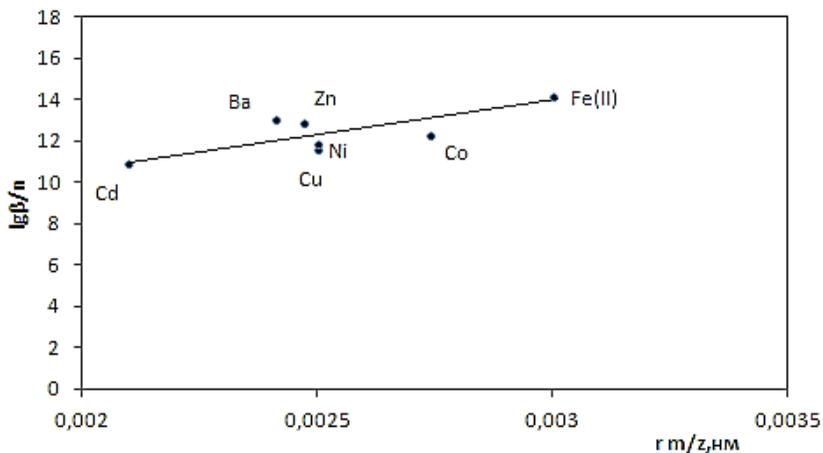
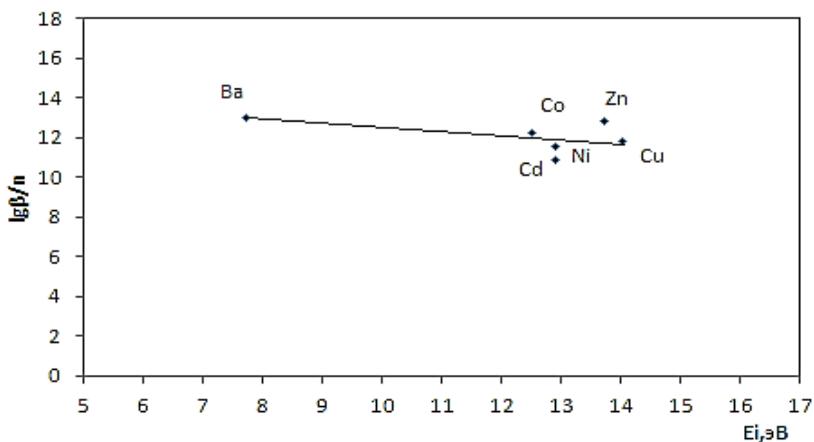


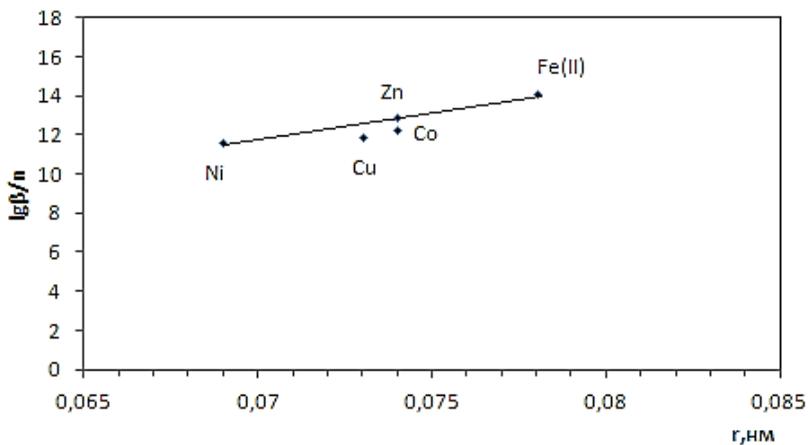
Рисунок 5. Зависимость величин  $\lg\beta/n$  комплексов NaL от величины электроотрицательности иона-комплексобразователя



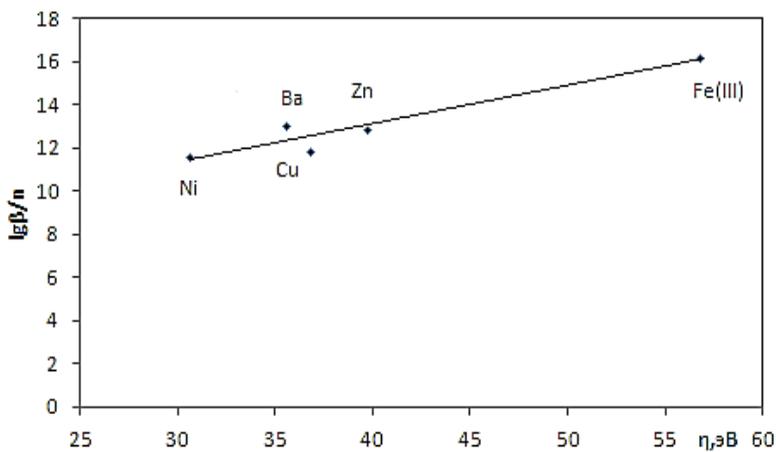
**Рисунок 6. Зависимость величин  $lg\beta/n$  комплексов  $NaL$  от ионного потенциала иона-комплексобразователя**



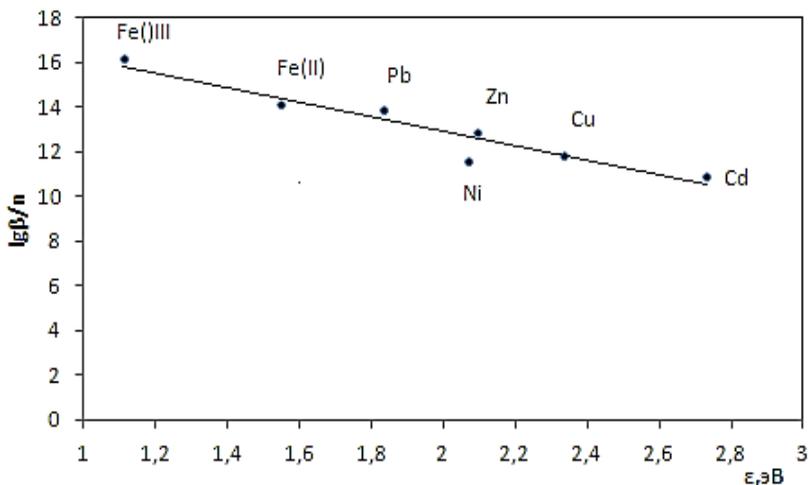
**Рисунок 7. Зависимость величин  $lg\beta/n$  комплексов  $NaL$  от среднего потенциала ионизации иона-комплексобразователя**



**Рисунок 8. Зависимость величин  $lg\beta/n$  комплексов NaL от ионного радиуса иона-комплексобразователя**



**Рисунок 9. Зависимость величин  $lg\beta/n$  комплексов NaL от абсолютной жесткости иона-комплексобразователя**



**Рисунок 10.** Зависимость величин  $\lg\beta/n$  комплексов  $NaL$  от величины электронности иона-комплексобразователя

Согласно теории жестко-мягких взаимодействий Пара и Пирсона [3], жестко-жесткие и мягко-мягкие взаимодействия приводят к сильному комплексообразованию и ковалентному типу связей в растворах, в то время как жестко-мягкие взаимодействия вызывают ионный тип связей и, следовательно, слабое или пренебрежительное взаимодействие в растворах. В связи с тем, что увеличение жесткости центрального иона приводит к увеличению константы образования металлокомплекса, можно предположить, что изучаемый органический анион имеет свойство жесткого основания Льюиса и основной вклад в комплексообразование вносят более жесткие карбонильные атомы кислорода.

### **Выводы**

Изучены процессы комплексообразования 2,4-бис (гидроксиимино)-6-метилциклогексан-1, 3, 5-трионата натрия с переходными металлами в растворах, определены состав комплексов и константы их образования. Получены линейные корреляции, связывающие устойчивость металлокомплексов с физическими и физико-химическими характеристиками ионов-комплексобразователей. Определены спектральные критерии таутомерных форм органического аниона и характер донорных атомов в процессе комплексообразования.

### Список литературы:

1. Бек М., Надьпал И. Исследование комплексообразования новейшими методами. Изд-во: «Мир». Москва. 1989. 549 с.
2. Гарновский Д.А., Кукушкин В.Ю. Металлопромотируемые реакции оксимов. // Успехи химии. — 2006. — Т. 75. — № 2. — С. 125—140.
3. Гарновский А.Д., Садименко А.П., Осипов О.А., Цинцадзе Г.В. Жестко-мягкое взаимодействие в координационной химии. Изд-во: «Рост. Госунив». Ростов-на-Дону. — 1986. — 250 с.
4. Россотти Ф., Россотти Х. Определение констант устойчивости и других констант равновесия в растворах. Изд-во: «Мир», Москва 1965. 345 с.
5. Brown P.L. Sylva R.N. Unified theory of metal ion complex formation constants. // J. Chem. Res. Miniprint. — 1987. — P. 10110—10181.
6. Kovalchukova O.V., Shevelev S.A., Shakhnes A.H., et al. Some physicochemical properties of products of chemical transformation of 2,4,6-trinitrotoluene. / In: Proceedings of the 13th Seminar on New Trends in Research of Energetic Materials. Part I. — 2011. — Pardoubice. — P. 264—268.

## **ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ В УСЛОВИЯХ РОСТА АВТОМОБИЛИЗАЦИИ**

***Макарова Ирина Викторовна***

*д-р техн. наук,  
профессор кафедры «Сервис транспортных систем»,  
ФГБОУ ВПО ИНЭКА,  
г. Набережные Челны*

***Хабибуллин Рифат Габдулхакович***

*д-р техн. наук, доцент,  
заведующий кафедрой «Сервис транспортных систем»,  
ФГБОУ ВПО ИНЭКА,  
г. Набережные Челны*

***Беляев Эдуард Ирекович***

*канд. техн. наук,  
доцент кафедры «Сервис транспортных систем», ФГБОУ ВПО  
ИНЭКА,  
г. Набережные Челны*

***Маврин Вадим Геннадьевич***

*канд. техн. наук,  
доцент кафедры «Сервис транспортных систем», ФГБОУ ВПО  
ИНЭКА,  
г. Набережные Челны  
E-mail: [bomund@mail.ru](mailto:bomund@mail.ru)*

# APPLICATION OF TRANSPORT SYSTEM OPTIMIZATION MODERN METHODS IN THE CONDITIONS OF AUTOMOBILIZATION GROWTH

***Irina Makarova***

*Doctor technically sciences, professor, professor of chair «Service of transport systems», Kama State Academy of Engineering and Economic, Naberezhnye Chelny*

***Rifat Khabibullin***

*Doctor technically sciences, associate professor, head of chair «Service of transport systems», Kama State Academy of Engineering and Economic, Naberezhnye Chelny*

***Edward Belyaev***

*Candidate technically sciences, associate professor of chair «Service of transport systems», Kama State Academy of Engineering and Economic, Naberezhnye Chelny*

***Vadim Mavrin***

*Candidate technically sciences, associate professor of chair «Service of transport systems», Kama State Academy of Engineering and Economic, Naberezhnye Chelny*

## АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается возможность использования интеллектуальных транспортных систем для обеспечения безопасного функционирования транспортной системы города в условиях роста автомобилизации. Для принятия научно-обоснованных управленческих решений предлагается использовать разрабатываемую интеллектуальную систему поддержки принятия решений. Показано, что комплексное решение задачи управления транспортной системой города способствует повышению безопасности на дорогах города.

## ABSTRACT

The opportunity of intellectual transport systems application for maintenance of safe functioning city transport system in automobilization growth is considered in the article. For making of scientifically-proved managerial decisions it is offered to use a developing intellectual system of decision-making support. It is shown, that the complex problem solution of city transport system management promotes improving safety on city roads.

**Ключевые слова:** транспортная система города; рациональные методы управления; интеллектуальная система поддержки принятия решения; безопасность движения

**Keywords:** transport system of the city; rational methods of management; intellectual decision-making support system; safety of traffic.

Развитие техники и технологий, средств коммуникации, а также глобализация экономики обеспечиваются динамичным развитием транспортно-дорожной отрасли, объединяя транспортные системы регионов и стран. В докладе о состоянии безопасности дорожного движения в мире, подготовленного всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ), указывается, что «...содействуя движению товаров и людей, дорожные перевозки приносят пользу как странам, так и отдельным лицам. Они облегчают доступ к рабочим местам, экономическим рынкам, образованию, местам отдыха и развлечений и медицинскому обслуживанию, что, в свою очередь, прямо и косвенно оказывает положительное воздействие на здоровье населения. Тем не менее, рост дорожных перевозок создает также значительное бремя для здоровья людей — в форме дорожно-транспортного травматизма, заболеваний дыхательных путей и последствий для здоровья, вызываемых сокращением физической активности. К числу дополнительных негативных экономических, социальных и экологических последствий движения людей и товаров по дорогам относятся загрязнение воздуха, выбросы парниковых газов, потребление невозобновляемых ресурсов, бытовые неудобства, вызванные соседством с оживленной автотрассой, и шум» [2].

Автомобилизация в России идет быстрыми темпами, отставая, однако, от экономически развитых стран Европы, Азии и Северной Америки. Существуют большие региональные различия в уровне автомобилизации населения: от высокого в столицах и наиболее богатых приграничных и топливодобывающих регионах (130—220 машин на тысячу жителей) до крайне низкого (от 100 до 10 машин на тысячу жителей). Региональная дифференциация в какой-то мере коррелирует с вариацией этого показателя за пределами России: от стран Восточной Европы (220—200) до развивающихся стран Азии, Латинской Америки и Африки. Такие различия обуславливаются уровнем жизни населения [8]. По мнению Тархова С.А., повышение уровня автомобилизации населения приведет к значительному изменению пространственного менталитета и улучшению экономического положения людей, а, следовательно,

и к изменению их отношения к окружающей среде и экономике страны и регионов, к повышению личной ответственности за участие в развитии отечественной и региональной экономики, то есть, в конечном счете, к повышению уровня жизни всего населения региона и страны. В то же время, к негативным последствиям автомобилизации относятся загрязнение воздуха и земли вдоль автомагистралей и автострад, шумовое загрязнение городской и пригородной среды, увеличивающееся число аварий и жертв ДТП, усиливающаяся гиподинамия водителей и всех пассажиров автотранспорта, а также усиление зависимости их жизни от негативных последствий автомобилизации, хотя степень свободы выбора при передвижении в собственном автомобиле значительно выше, чем в общественном пассажирском транспорте.

### **Проблема обеспечения безопасности на дорогах в условиях роста автомобилизации**

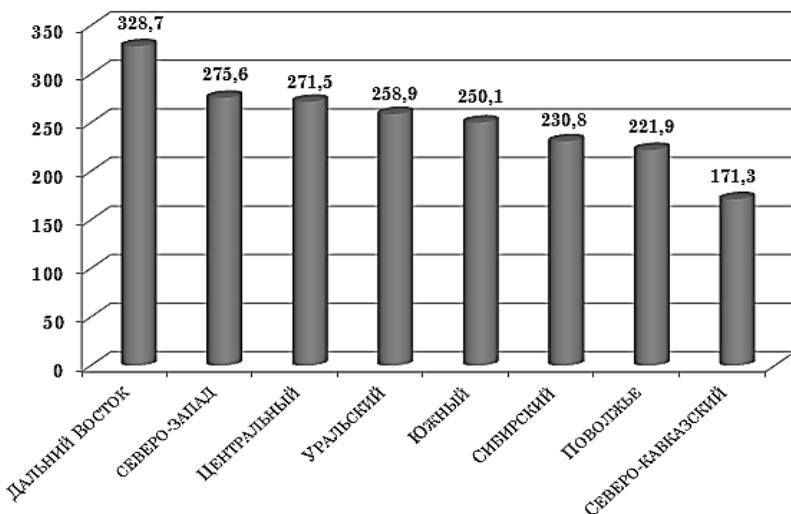
В России, как и во всем мире, транспортно-дорожный комплекс, являясь ключевым элементом транспортной системы, играет важную роль в обеспечении экономического роста и социального развития государства. В то же время, рост как качественного, так и количественного уровня автомобилизации, обусловленный развитием научно-технического прогресса и ростом благосостояния населения, проходит в условиях существенного отставания экологических показателей эксплуатируемых в РФ транспортных средств (ТС) и используемых горюче-смазочных материалов от достигнутого мирового уровня. Динамика развития автомобильной отрасли такова, что рост числа автотранспортных средств на дорогах города и, как следствие, значительный рост интенсивности движения на городских улицах, приводит к резкому ухудшению условий движения и уровня транспортного обслуживания. Отставание в развитии транспортной инфраструктуры приводит к снижению пропускной способности магистралей, обострению энергетических проблем и ухудшению экологической ситуации в целом.

Директор аналитического агентства «Автостат» Сергей Целиков указывает на парадокс автомобилизации в российских регионах. По его словам, даже в таких крупных российских городах, как Москва, Санкт-Петербург, Екатеринбург и Самара, где ежедневные пробки практически парализуют движение транспорта, уровень автомобилизации пока еще ниже европейского — 330—350 машин на 1000 жителей (по данным на октябрь 2011 года) [9]. По данным агентства «Автостат», обеспеченность населения автомобилями на 1000 жителей начала резко увеличиваться с 2005 года. Тогда

на 1000 жителей приходилось всего 176 машин, к 2010 году этот показатель вырос до 231 автомобиля, на начало 2012 года парк легковых автомобилей в России превысил 35,5 млн единиц, что составляет 250 автомобилей на каждую тысячу жителей. При сохранении темпов автомобилизации к 2020 году ее уровень в среднем по России вырастет до 350—360 автомобилей на 1000 жителей, а в крупных мегаполисах этот показатель может приблизиться к отметке в 500 автомобилей, считает Сергей Целиков.

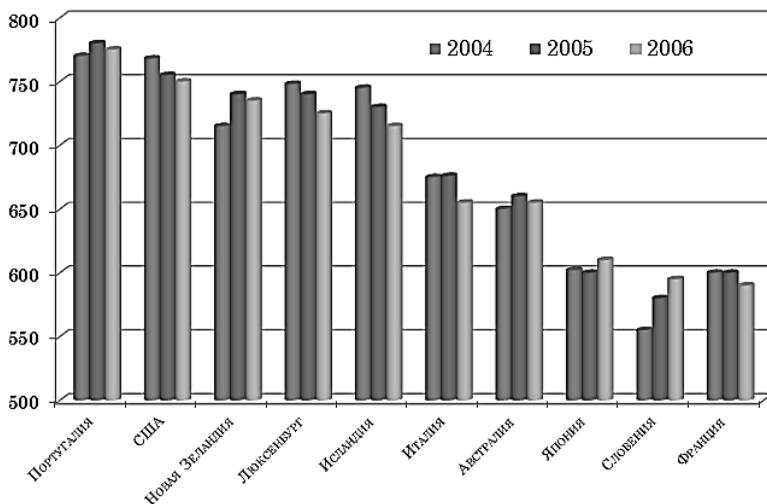
Рост уровня автомобилизации приводит и к негативным последствиям, если параллельно с ним не развивается дорожная инфраструктура — не расширяется сеть дорог и не увеличивается их пропускная способность. Бесконечные пробки на дорогах в крупных городах могут затормозить рост автомобилизации, поскольку отобьют охоту к покупке новых автомобилей. Бывший директор НИИПИ Генплана Москвы Сергей Ткаченко еще в 2010 году предупреждал, что к 2020—2025 году уровень автомобилизации Москвы может вырасти до 450—550 и более автомобилей на 1000 населения, что находится за пределами возможностей городской инфраструктуры, градостроительных и территориальных ресурсов Москвы. Глава Минтранса Игорь Левитин в конце прошлого года говорил, что чаще всего к пробкам приводят именно градостроительные ошибки и отставание темпов строительства трасс от уровня автомобилизации.

Бурная автомобилизация и ограниченная пропускная способность улично-дорожной сети, особенно в старых городах с плотной застройкой, заставили власти мегаполисов на разных континентах искать новые возможности борьбы с пробками и высокой загазованностью, реализовывать свежие идеи по созданию комфортной городской среды, объявив безусловным приоритетом высокую мобильность населения. В этих условиях единственно верным и очевидным решением является развитие общественного транспорта [3].



***Рисунок 1. Рейтинг федеральных округов России по показателю обеспеченности автомобилями на 1000 человек (по материалам [5])***

Анализ состояния и функционирования транспортной системы городов России свидетельствует о том, что ее стабильность и безопасность с каждым годом снижаются ввиду несоответствия темпов роста автомобилизации уровню развития инфраструктуры улично-дорожной сети. Такие тенденции сохраняются несмотря на принимаемые меры по обеспечению безопасности на транспорте, а также на то, что уровень автомобилизации в России еще далек от аналогичных показателей в странах Европы (рис. 1—2).



**Рисунок 2. ТОП-10 самых автомобильных стран мира по количеству автомобилей на 1000 жителей (по материалам [7])**

По мнению руководителя аналитического отдела Pricewaterhouse Coopers в России Леонида Костромы Россия по обеспеченности населения автомобилями должна сравняться с нынешними показателями таких развитых стран, как Япония, Франция и Великобритания к 2025 году, когда на 1000 человек в России будет приходиться 400 автомобилей. На сегодняшний день Россия по уровню автомобилизации населения находится примерно на том же уровне, что Бразилия, опережая при этом Китай и Индию, а также такие страны Восточной Европы как Словакия и Украина.

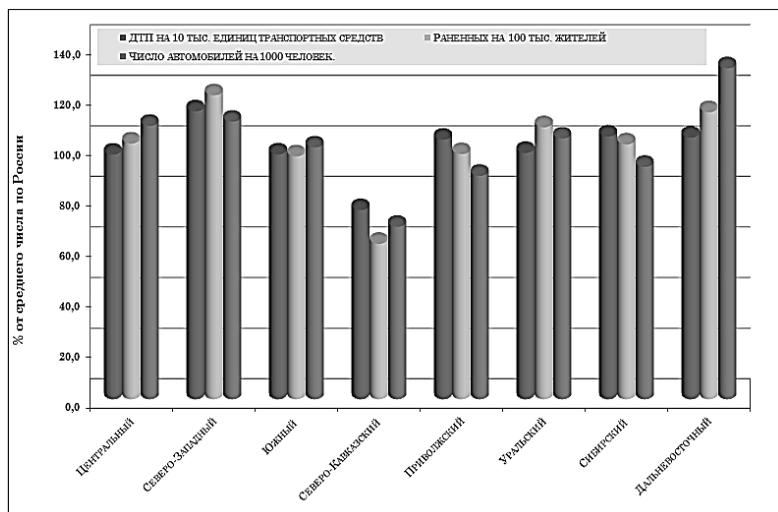
В то же время автопарки развитых стран будут расти значительно медленнее в силу высокой автомобилизации населения и насыщенности автомобильных рынков. Более того, в странах Европы, в Японии и США сейчас наблюдается обратный процесс — деавтомобилизация, уровень обеспеченности населения автомобилями в развитых странах снижается, в частности, из-за увеличения расходов на владение и обслуживание автомобилей (включая рост цен на бензин, страховые издержки и увеличение платных парковок). Кроме того, на этот процесс влияет рост населения крупных городов, где предлагается развитая транспортная инфраструктура, более дешевая по цене и сопоставимая по качеству передвижения с личным автомобилем [1].

В США уровень автомобилизации традиционно значительно выше, чем в Европе, и составляет в среднем по стране 811, а в мегаполисах — более 900. Характерной особенностью автомобилизации в европейских мегаполисах является замедление и стабилизация ее роста. Это объясняется трудностями использования автомобиля в городе. Запретов на приобретение автомобиля ни в одной стране Европы нет, но численность городских автопарков в течение многих лет остается неизменной. Достичь этого удалось за счет политики комплексного решения зонирования города, развития видов общественного пассажирского транспорта и использования экономического механизма ограничения пользования личным автомобилем в городе [6].

Результаты исследования потребительских предпочтений молодого населения США и Европы подтвердили гипотезу о том, что интерес молодежи к автомобилям снижается. Так, доля американских потребителей, считающих автомобиль обязательным приобретением, снизилась с 93 % в 1996 году до 86 % в 2010-м. По мнению экспертов, эти тенденции пока не характерны для России, но совсем не стоит исключать, что в крупных городах уже через некоторое время мы сможем наблюдать схожие изменения [5].

Проблема обеспечения безопасности на дорогах в таких условиях приобретает все большую остроту. Несмотря на принимаемые меры, только в 2012 году в России произошло более 107 тысяч автокатастроф, в которых 14 тысяч человек погибли и почти 140 тысяч получили ранения. Это значительно больше, чем в прошлом году. И вот уже несколько лет подряд, Россия занимает первое место по аварийности среди стран Европы.

Анализируя статистику ДТП по округам России, в том числе по степени их тяжести (учитывая число пострадавших в ДТП жителей), можно отметить, что прямой зависимости числа ДТП от уровня автомобилизации не наблюдается (рис. 3). Как свидетельствует анализ причин ДТП в мире, в России также подтверждается зависимость их числа от уровня благосостояния в регионе, от которого зависит как качество автомобильного парка, так и качество дорожной инфраструктуры. Госавтоинспекция также приводит статистику аварийности из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств. По данным ведомства, за пять месяцев текущего года в стране произошло 328 аварий по указанной причине, что на 19,7 % больше, чем годом ранее. В них погибли **79** человек (+43,6 %) и пострадали 470 человек (+35,4 %). Также имеются данные по аварийности из-за неудовлетворительного состояния улиц и дорог — **17 333** аварии за пять месяцев (+9,8 %). В этих происшествиях погибли **2 655** человек (+19,6 % по сравнению с аналогичным периодом прошлого года) и пострадали **22 485** человек (12,3 %).



*Рисунок 3. Статистика ДТП по округам России*

### **Интеллектуальные транспортные системы как один из способов повышения эффективности и безопасности организации дорожного движения**

С каждым годом возрастает потребность в оптимизации дорожного движения, в особенности это касается развивающихся стран с динамичным ростом автомобилизации. Как показывает опыт развитых стран, многие проблемы можно решить за счет совершенствования транспортных сетей и дорожной инфраструктуры. Однако, возможности решения проблем таким способом зачастую ограничены многими факторами, главный из которых — отсутствие возможности расширения улично-дорожной сети. Другим решением может быть управление и перераспределение транспортных потоков с использованием современных технологий, объединенных общим термином «интеллектуальные транспортные системы» (ИТС), где принятие решения основывается на полученной в реальном времени информации с целью влияния на транспортное поведение участников движения.

Как указывают специалисты «А+С Консалт» ИТС помогают в решении следующих задач [11]:

- оптимизация распределения транспортных потоков в сети во времени и пространстве;
- увеличение пропускной способности существующей транспортной сети;

- предоставление приоритетов для проезда определенному типу транспорта;
- управление транспортом в случае возникновения аварий, катастроф или проведении мероприятий, оказывающих влияние на движение транспорта;
- повышение безопасности на дорогах, что приводит к увеличению пропускной способности;
- снижение отрицательного экологического воздействия транспорта;
- предоставление информации о состоянии на дорогах всем заинтересованным лицам.

Основными составляющими и участниками ИТС являются:

- транспортная инфраструктура;
- транспортные средства;
- телематическое оборудование элементов транспортной инфраструктуры и транспортных средств;
- интеллектуальные информационные табло, дорожные знаки и светофоры с возможностью удаленного управления ими;
- центры сбора и обработки информации;
- центры принятия решения и управления дорожным движением.

Мировым транспортным сообществом решение найдено в создании уже не систем управления транспортом, а транспортных систем, в которых средства связи, управления и контроля изначально встроены в транспортные средства и объекты инфраструктуры. А возможности управления (принятия решений) на основе получаемой в реальном времени информации доступны не только транспортным операторам, но и всем пользователям транспорта.

Такая задача решается путем построения интегрированной системы: человек — транспортная инфраструктура — транспортные средства, с максимальным использованием новейших информационно-управляющих технологий. Такие «продвинутые» системы назвали интеллектуальными.

При определенных различиях в толковании в разных странах обобщающим может быть такое определение.

«ИТС» — это системная интеграция современных информационных и коммуникационных технологий и средств автоматизации с транспортной инфраструктурой, транспортными средствами и пользователями, ориентированная на повышение безопасности и эффективности транспортного процесса, комфорта для водителей и пользователей транспорта» [4].

Начиная с 80-х годов, США, страны Европы и Азиатско-Тихоокеанского региона целенаправленно и систематически продвигают ИТС в качестве центральной темы в осуществлении транспортной политики, однако реализация ИТС в глобальном масштабе стала возможной только в условиях насыщенного коммуникационного пространства, когда нет серьезных технических проблем с передачей значительных объемов цифровой информации в реальном времени в любой точке транспортной сети. Развитие ИТС методологически базируется на системном подходе, формируя ИТС именно как системы, а не как отдельных модулей (сервисов). Подходы к созданию ИТС основываются на принципе модернизации, реинжиниринга действующих транспортных систем.

Сегодня в ведущих странах мира сформулирована нормативно-правовая база, отлажен процесс стратегического и текущего планирования развития ИТС. Созданы специальные организационные структуры. Отработан процесс бюджетного финансирования разработок и реализации пилотных проектов развертывания ИТС на национальном уровне. Опыт стран Евросоюза, США, Японии, Китая и др. государств в продвижении проектов Интеллектуальных Транспортных Систем, показывает, что в условиях рыночной экономики только единая государственная политика позволяет объединить усилия государства, его субъектов, бизнеса всех уровней и секторов экономики в решении общенациональных целей в транспортном комплексе. Важную роль в распространении знаний и опыта развития ИТС, установлении глобальных контактов в ИТС-сообществе играют ежегодные всемирные и европейские конгрессы ИТС, сопровождаемые выставками и образовательными программами.

Одно из основных направлений ИТС, которое активно продвигается последние 15 лет, — реализация концепции интеллектуального автомобиля. Работает международная программа «Транспортные средства повышенной безопасности». Уже первые опыты использования бортовых интеллектуальных систем показали, что они способны уменьшить число ДТП на 40 процентов, а число ДТП со смертельным исходом — на 50 процентов.

В настоящий момент в России в некоторых городах уже существуют стратегические транспортные модели, например в Москве, Санкт-Петербурге, Иркутске, Вологде, Самаре, Екатеринбурге и пр. Таким образом, можно сказать, что в России сложился ряд организационных условий, облегчающих создание ИТС в отдельных городах. В крупных городах и административных центрах субъектов Российской Федерации идет большая работа по созданию центров по управлению дорожным движением и транспортному планиро-

ванию, что является одним из возможных решений по интеграции разрозненных локальных ИТС в единую общегородскую систему. Однако в целом по России в большинстве случаев в настоящее время речь идет о системах контроля и управления движением транспортных средств на всех видах транспорта системах управления перевозками грузов и пассажиров, информирования и продажи билетов и других информационно-управляющих системах, разработанных и созданных в конце XX века.

В настоящее время достаточно активно разрабатываются только отдельные разрозненные элементы ИТС, что диктуется не долгосрочной стратегией, а текущими потребностями рынка. Сейчас наблюдаются четыре процесса, связанные с ИТС.

- разработка различными предприятиями и организациями собственных моделей ИТС,
- адаптация зарубежной и отечественной радиоэлектронной аппаратуры к собственным моделям,
- предоставление локальных услуг (в основном мониторинга и дистанционной охраны автотранспорта),
- продажа бортовых комплексов сухопутной навигации и комплектующих.

Как отмечает В. Досенко, первый вице-президент Международной академии транспорта, эксперт БИНСА: «на сегодняшний день современное состояние рынка ИТС в России и СНГ отличает разрозненность, фрагментарность, отсутствие национальных стандартов, недостаточная системность контактов с международными ассоциациями ИТС.

Стихийное развитие локальных и корпоративных систем уже сейчас формирует среду, когда интеграция в единую национальную ИТС, например, России может оказаться технически невозможной. Не говоря уже об интеграции в международную ИТС. Имеется и внешняя угроза — существующие проекты разрозненных элементов российских ИТС в силу несогласованности с международными стандартами могут спровоцировать переключение международных транзитных перевозок в обход территории наших государств» [4].

Концептуальную схему «интеллектуализации» транспорта следует рассматривать как организацию системной формы взаимодействия всех видов транспорта, наиболее эффективное использование транспортного ресурса за счет совместных транспортных операций с наиболее рациональными вариантами структурно-поточных схем движения пассажиров и грузов, обеспечивающих качество транспортных услуг.

Важно подчеркнуть четыре основных составляющих роли государства:

- организующая и координирующая роль — создание институциональной основы для разработки национальной архитектуры ИТС и координационных планов развития,
- регулирующая роль — создание правового поля, стандартизация параметров в сфере безопасности и технической совместимости,
- стимулирующая роль — поддержка исследований и социально-ориентированных пионерных проектов ИТС-сервисов в сфере общественного транспорта и служб экстренного реагирования,
- инвестиционная роль — разработка и реализация ИТС-проектов, решающих задачи безопасности и производительности, которые могут создаваться и эксплуатироваться с привлечением частного капитала на условиях государственно-частного партнерства.

Все эти составляющие реализуются путем разработки национальной концепции и программы развития ИТС, создания полномочных органов при правительстве и соответствующих министерствах. Важную роль в развитии национальных ИТС имеют объединения профессиональных сообществ. Их задача заключается в создании платформы для эффективного взаимодействия государственных институтов, частного сектора, заинтересованных кругов и общественности в проведении исследований, экспертизы, внедрения и развертывания проектов, формировании профессионального и общественного консенсуса в сфере ИТС.

В национальном масштабе развитие программы ИТС в России и странах СНГ становится одной из эффективных мер для решения серьезных социальных проблем и преодоления негативных последствий кризиса, источником создания новых отраслей промышленности и движущей силой для формирования передового информационно-телекоммуникационного общества.

Однако, понимая важность решения вышеуказанных проблем, следует подчеркнуть, что негативные тенденции в экономике и инвестиционной сфере привели к резкому сокращению объемов финансирования транспортного комплекса. Так, в 2010 году объем денежных вливаний в его основной капитал составил 2,1 % от валового внутреннего продукта, в том числе из федерального бюджета — 0,75 % ВВП, а в 2014 году ожидается 1,9 % и 0,43 % соответственно. Для сравнения, в США и Канаде расходы в этом секторе достигают 3% от ВВП, в Китае — 6 %.

«В настоящее время отрасль драматически недофинансирована, — отмечает директор ФГУП «Научный центр по комплексным

транспортным проблемам» Минтранса России Олег Евсеев. Это порождает определенные угрозы экономике и социальной сфере: износ и деградация сетей, несоответствие спроса на услуги темпам социально-экономического созревания страны, несбалансированность тарифной системы. С учетом посткризисных реалий в 2012 году перед всеми представителями рынка стоит задача поиска новых внебюджетных источников для реализации проектов. В силу сложившихся обстоятельств транспортная стратегия сегодня стоит на распутье. Только вместо традиционных «налево-направо-прямо» на камне преткновения обозначены: «выживание — модернизация — инновационное развитие».

Первый путь, по словам Олега Евсеева, — это прямая дорога к дальнейшей деградации и разобщенности страны. Несколько предпочтительней «модернизационный» вариант: прогнозируются расходы на приоритетные инвестпроекты в размере 2,27 % от ВВП, в том числе из бюджета 0,7 %. Однако претворение в жизнь не «приоритетных», наоборот, затормозится, что может обострить диспропорции.

Инновационная стезя предполагает вложения в объеме до 4 % ВВП, включая 1,88 % — из федерального бюджета.

«Мы в настоящее время находимся между двумя сценариями — выживание и модернизация, — уточняет Олег Евсеев. — А транспортная стратегия — это третий сценарий, то есть инновационный, который требует существенных новаторских, технологических мероприятий, выделения ресурсов на эти цели».

Только третий вариант, по мнению эксперта, поможет выстроить эффективную и безопасную систему коммуникаций, отвечающую растущим потребностям страны [10].

### **Заключение**

Сложившаяся ситуация в транспортно-дорожном комплексе требует принятия срочных мер по оптимизации процессов управления транспортными системами с целью повышения их безопасности и эффективности. Как показал мировой опыт, решение данной проблемы должно вестись на государственном уровне и носить системный характер. Внедрение ИТС на транспорте позволит повысить качество транспортного обслуживания населения и снизить число ДТП. Ожидаемый социально-экономический эффект от внедрения систем информационного обеспечения транспортного комплекса России и стран СНГ по аналогии с эффектом от внедрения в Западной Европе и США оценочно составит не менее 10 % прироста ВВП, приведет к сокращению ДТП не менее чем на 30 %, снижению потребления топлива порядка 20 %.

## Список литературы:

1. Автомобилизация в России выйдет на уровень развитых стран к 2025 году. [Электронный ресурс] — Режим доступа — URL: <http://www.autostat.ru/news/view/9649/> (дата обращения: 22.07.2012).
2. Доклад о состоянии безопасности дорожного движения в мире. Время действовать / Всемирная организация здравоохранения. — 2009. — 298 с.
3. Елена Тарасова. Велосипед: «баловство» или реальная альтернатива? / При подготовке публикации использованы материала журнала Public Transport International. [Электронный ресурс] — Режим доступа — URL: <http://www.omnibus.ru/actual/> (дата обращения: 22.08.2012).
4. Интеллектуальные транспортные системы — необходимый элемент инновационного развития. [Электронный ресурс] — Режим доступа — URL: [http://new-sebastopol.com/news/innovatsii\\_i\\_tehnologii/Intellektualnye\\_transportnye\\_sistemy\\_neobhodimyy\\_element\\_innovacionnogo\\_razvitiya](http://new-sebastopol.com/news/innovatsii_i_tehnologii/Intellektualnye_transportnye_sistemy_neobhodimyy_element_innovacionnogo_razvitiya). (дата обращения: 21.09.2012).
5. Найдена причина челябинских пробок. [Электронный ресурс] — Режим доступа — URL: <http://autochel.ru/text/today/484105-print.html> (дата обращения: 22.07.2012).
6. Организация дорожного движения в крупных городах / По материалам журнала «АВТОШКОЛА ПРОФИ» № 1 2010 г. [Электронный ресурс] — Режим доступа — URL: <http://auto016.ru/materials/interesting/organizatsiya-dorozhnogo-dvizheniya-v-krupnykh-gorodakh> (дата обращения: 22.07.2012).
7. Россия сильно отстает от Португалии по уровню автомобилизации / Источник: Forbes [Электронный ресурс] — Режим доступа — URL: <http://www.rb.ru/article/rossiya-silno-otstaet-ot-portugalii-po-urovnyu-avtomobilizatsii/5364167.html> (дата обращения: 22.07.2012).
8. Тархов, С.А. Региональные различия автомобилизации в России / География. — 1—7.01.2004. — № 01 (728) / [Электронный ресурс] — Режим доступа — URL: <http://geo.1september.ru/2004/01/11.htm>. (дата обращения: 17.09.2012).
9. Уже не роскошь / [Электронный ресурс] — Режим доступа — URL: <http://vz.ru/economy/2012/1/11/552671.html>.
10. Хорошо спланировано — наполовину сделано? / Деловая Россия: промышленность, транспорт, социальная жизнь. 2012. — № 3—4.
11. Швецов, В.Л. Интеллектуальное управление потоками на основе транспортных моделей / В.Л. Швецов, К. Бёттгер Е.А. Андреева. — Автомобильные дороги. — [Электронный ресурс] — Режим доступа — URL: <http://www.ptv-vision.ru/assets/Uploads/publications/publication-Intellektualnoe-upravlenie.pdf>. (дата обращения: 21.09.2012).

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ СТАЛЕЙ 12Х18Н10Т И 12Х15Г9НД В РАСТВОРЕ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ**

***Матвиенко Мария Александровна***

*аспирант, Ангарская государственная техническая академия,*

*г. Ангарск*

*E-mail: [matvienkom@inbox.ru](mailto:matvienkom@inbox.ru)*

***Ковалюк Елена Николаевна***

*канд. хим. наук, доцент, Ангарская государственная*

*техническая академия, г. Ангарск*

*E-mail: [ken.agta@mail.ru](mailto:ken.agta@mail.ru)*

## **COMPARATIVE TESTS OF STAINLESS STEELS 12H18N10T AND 12H15G9ND IN THE SULFURIC ACID SOLUTION**

***Matvienko Maria***

*Graduate student, Angarsk State Technical Academy, Angarsk*

***Kovalyuk Elena***

*Candidate of chemical science, assistant professor, Angarsk State*

*Technical Academy, Angarsk*

### **АННОТАЦИЯ**

Цель работы — изучение недавно разработанной стали 12Х15Г9НД.

Использован потенциодинамический метод получения поляризационных кривых. Получены зависимости плотности тока от потенциала для сталей 12Х15Г9НД и 12Х18Н10Т в 1Н растворе серной кислоты. В результате эксперимента установлено, что в 1Н растворе серной кислоты при температуре 25°С сталь 12Х15Г9НД не уступает стали 12Х18Н10Т по коррозионно-электрохимическим показателям.

## ABSTRACT

The aim of the work — the study of the newly developed steel 12H15G9ND.

The method of potentiodynamic polarization curves was used. We obtained dependences of the current density of capacity for steel 12H15G9ND and 12H18N10T in a solution of sulphuric acid. As a result of the experiment established that in 1N sulfuric acid solution at a temperature of 25<sup>0</sup>C steel 12H15G9ND is not inferior to the steel 12H18N10T on corrosion-electrochemical parameters.

**Ключевые слова:** Сталь; пассивация; поляризация; коррозия.

**Keywords:** Steel; passivation; polarization; corrosion.

Применение коррозионностойких сталей позволяет продлить срок службы оборудования, сокращает количество аварий, простоев. В настоящее время нехватка качественных видов сталей отечественного производства является препятствием для успешной работы и развития многих отраслей промышленности. На рынке металлопродукции предложена хромомарганцевая сталь 12Х15Г9НД, экономно легированная никелем и не содержащая титана, в качестве материала, способного заменить дорогие хромоникелевые стали и, в частности, известную сталь 12Х18Н10Т [2].

Новая сталь 12Х15Г9НД вызывает интерес, дискуссии. Она может найти широкое применение в качестве альтернативы более дорогим маркам стали, но для этого необходимо изучить ее коррозионное поведение в различных средах и условиях.

Химический состав исследованных сталей приведен в таблицах 1 и 2.

*Таблица 1. [1]*

### Химический состав стали 12Х18Н10Т

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	Ti
до 0,12	до 0,8	до 2,0	9,0—11,0	до 0,02	до 0,035	17,0—19,0	до 0,3	5 С — 0,8

*Таблица 2. [2]*

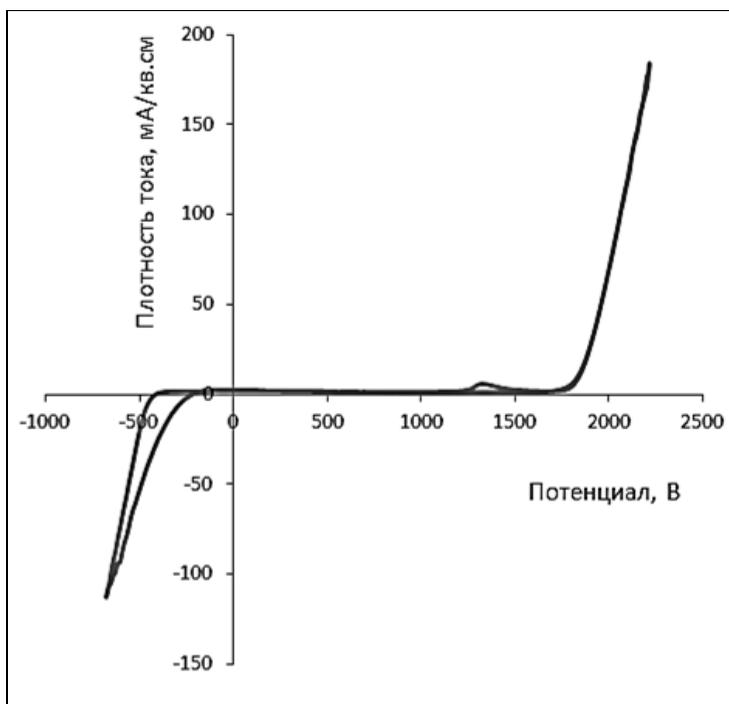
### Химический состав стали 12Х15Г9НД

C	Cr	Ni	Si	Mn	P	S	N	Cu
0,12	14,0—6,5	1,0—1,5	0,75	8,5—10,5	0,06	0,03	0,2	2,0

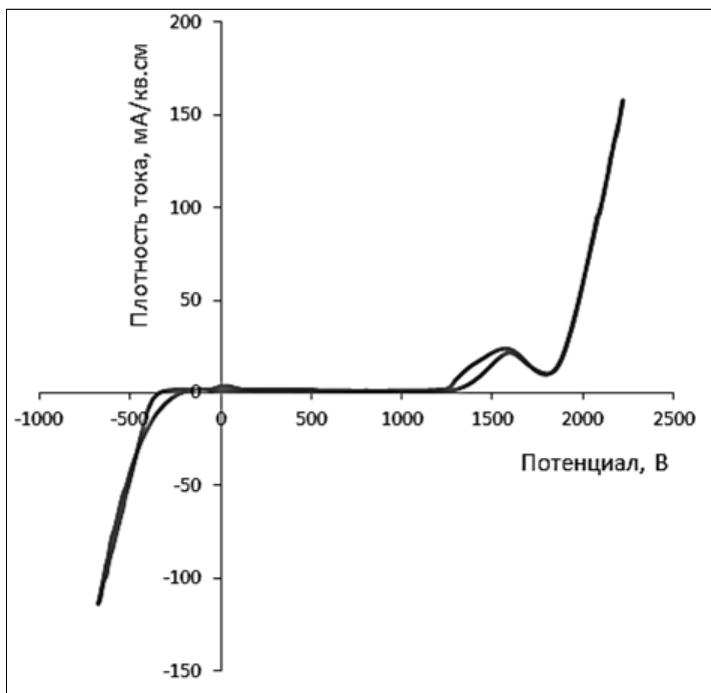
Растворы кислот часто применяются в промышленности в качестве технологических сред. Нами были проведены электрохимические испытания сталей 12Х15Г9НД и 12Х18Н10Т в 1н. растворе серной кислоты.

Приведенные в статье поляризационные кривые получены с помощью потенциостата ИРС-Рго в потенциодинамическом режиме при температуре 25°С. Использована стандартная трехэлектродная электрохимическая ячейка.

Для проверки воспроизводимости результатов получение поляризационных кривых повторили трижды. Характер кривых, а также положение критических точек сохраняется. На рисунках 1, 2 представлены поляризационные кривые для сталей 12Х15Г9НД и 12Х18Н10Т в 1Н растворе серной кислоты (значения потенциалов приведены относительно нормального водородного электрода).



**Рисунок 1. Зависимость плотности тока от потенциала для стали 12Х15Г9НД в 1н.  $H_2SO_4$  (стационарный потенциал равен  $-60$  мВ)**



**Рисунок 2. Зависимость плотности тока от потенциала для стали 12X18H10T в 1 н.  $H_2SO_4$  (стационарный потенциал равен  $-150$  мВ)**

Известно, что для сплавов, представляющих собой твердые растворы, не могут быть применены законы растворения индивидуальных металлов. Составляющие сплав металлы из-за различия их природы, имеют разные скорости растворения и отличаются по другим кинетическим характеристикам.

В зависимости от содержания хрома в сплаве, стали могут растворяться по кинетике, свойственной железу, либо кинетические характеристики сплава совпадают с соответствующими характеристиками для хрома. Граничному составу сплава, разделяющему сплавы железо-хром на эти две группы, отвечает сплав Fe-12 % Cr [3, с. 110]. Определенное влияние на кинетику растворения многокомпонентных сплавов оказывают и компоненты сплава, содержащиеся в небольшом количестве. У стали 12X15Г9НД, по сравнению с 12X18H10T, понижено содержание никеля, отсутствует титан, но присутствует медь и в значительном количестве марганец. При замене никеля более электроотрицательным марганцем, можно было ожидать ухудшения

электрохимических характеристик стали 12Х15Г9НД. Однако этого не происходит, вероятно, из-за компенсирующего влияния меди и способности марганца в присутствии окислителя формировать пассивную пленку.

Анализ поляризационных кривых, полученных в растворе серной кислоты, показывает, что при стационарных условиях легированные стали 12Х15Г9НД и 12Х18Н10Т устойчивы. Только при значении потенциала выше 1200 мВ происходит разрушение защитной пленки и активное растворение сплава. В дальнейшем при потенциалах 1400 мВ и 1600 мВ (для сталей 12Х15Г9НД и 12Х18Н10Т соответственно) начинается пассивирование сталей. Плотность тока начала пассивации составляет для стали 12Х15Г9НД  $7,93 \text{ мА/см}^2$ , а для стали 12Х18Н10Т —  $21,80 \text{ мА/см}^2$ . Чем меньше плотность тока пассивации, тем ниже скорость коррозии стали. Пассивная область для этих сталей не широкая.

Потенциал перепассивации для сталей 12Х15Г9НД и 12Х18Н10Т примерно одинаков и составляет 1800 мВ. В области активного растворения происходит ионизация компонентов сталей с образованием ионов металлов в низшей степени окисления, в пассивной области образуются ионы металлов в более высокой степени окисления. В зоне перепассивации происходит выделение кислорода и образуются анионы, содержащие металлы в высшей степени окисления [3].

В результате эксперимента установлено, что в 1Н растворе серной кислоты при температуре  $25^\circ\text{C}$ , сталь 12Х15Г9НД не уступает стали 12Х18Н10Т по коррозионно-электрохимическим показателям.

### **Список литературы:**

1. ГОСТ 5632-72. Стали высоколегированные и сплавы коррозионно-стойкие, жаростойкие и жаропрочные. Марки.
2. Мельников Д.С. Новые металлические материалы для российской промышленности. // Арматуростроение — 2008 — № 3.
3. Семенова И.В., Флорианович Г.М., Хорошилов А.В. Коррозия и защита от коррозии. — М.: ФИЗМАЛИТ, 2002 — 336 с.

**СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ  
ПРОЦЕССОВ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ  
ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ  
С АЗОПРОИЗВОДНЫМИ  
БЕНЗО[4,5]ИМИДАЗО[1,2-С]ХИНАЗОЛИН  
КАРБОНОВЫХ КИСЛОТ**

***Страшнова Светлана Болеславна***

*канд. хим. наук,  
доцент кафедры общей химии  
Российского университета дружбы народов,  
г. Москва  
E-mail: [sstrashnova@mail.ru](mailto:sstrashnova@mail.ru)*

***Аль Тахан Рана***

*аспирант кафедры общей химии  
Российского университета дружбы народов,  
г. Москва  
E-mail: [ranarawan79@yahoo.com](mailto:ranarawan79@yahoo.com)*

***Ковальчукова Ольга Владимировна***

*д-р хим. наук,  
профессор кафедры общей химии  
Российского университета дружбы народов,  
г. Москва  
E-mail: [okovalchukova@mail.ru](mailto:okovalchukova@mail.ru)*

**SPECTROSCOPIC STUDIES OF THE PROCESSES  
OF COMPLEX FORMATION OF SOME TRANSITION  
METALS WITH AZO-DERIVATIVES  
OF BENZO[4,5]IMIDAZO[1,2-C]QUINAZOLINE  
CARBOXYLIC ACIDS**

*Olga Kovalchukova*

*Doctor of Science, Professor of the Department of General Chemistry  
of the Peoples' Friendship University of Russia, Moscow*

*Al Tahan Rana*

*Post Graduate Student of the Department of General Chemistry  
of the Peoples' Friendship University of Russia, Moscow*

*Svetlana Strashnova*

*Candidate of Science, Assistant Professor of the Department of General  
Chemistry of the Peoples' Friendship University of Russia, Moscow*

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского  
фонда фундаментальных исследований, грант № 10-03-00003-а.*

**АННОТАЦИЯ**

Целью данной работы является спектрофотометрическое изучение комплексных соединений металлов с азопроизводными бензо[4,5]имидазо[1,2-с]хиназолин карбоновых кислот. Изучены процессы комплексообразования в растворах, определены состав комплексов и константы их образования.

**ABSTRACT**

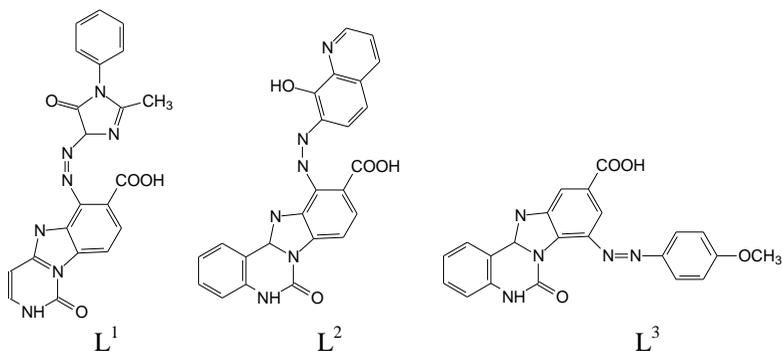
The background of the presented investigations was the spectroscopic investigations of complex formation of metals with azo-derivatives of benzo[4,5]imidazo[1,2-c]quinazoline carboxylic acids. The processes of complex formation in solutions were studied, and the compositions of complexes and their formation constants were determined.

**Ключевые слова:** комплексные соединения, 2 азопроизводные бензо[4,5]имидазо[1,2-с]хиназолин карбоновых кислот, электронная спектроскопия константы образования.

**Keywords:** complex compounds, benzo[4,5]imidazo[1,2-c]quinazoline carboxylic acids, UV-VIS spectroscopy, formation constants.

Известно, что гидроксизосоединения фенильного и нафтильного рядов — широко и давно известные азокрасители и азоксипигменты для различного вида тканей (шерсти, хлопка, полиамида и др.), причем большинство из используемых в текстильной промышленности красителей данного класса представляют собой так называемые металлокрасители и металлопигменты, являющиеся по сути комплексными соединениями [3]. Использование гетероциклических фрагментов в процессе азосочетания обосновываются повышенной устойчивостью и улучшенными цветовыми характеристиками получающихся соединений [2], а также образованием значительно более прочных металлохелатных циклов.

Целью настоящей работы явилось изучение процессов комплексообразования новых гетероциклических азосоединений — производных бензо[4,5]имидазо[1,2-с]хиназолин карбоновых кислот:



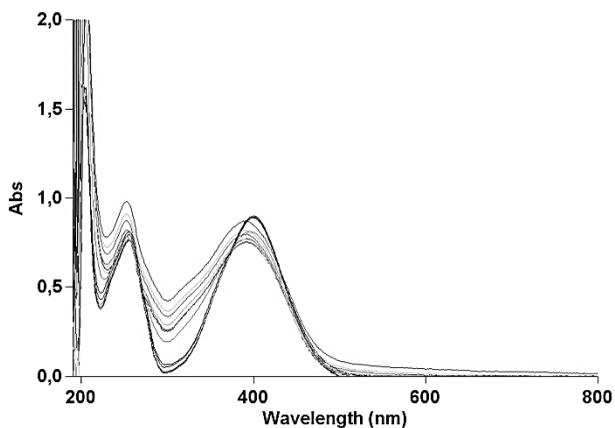
### Экспериментальная часть

Электронные спектры поглощения записаны на спектрофотометре Varian Cary 50 Scan в видимой и ультрафиолетовой областях в этанольных растворах органических молекул и их смесей с хлоридами ряда переходных металлов при широком изменении рН. Точность измерений в среднем составляла  $\pm 20 \text{ см}^{-1}$ . Для определения состава комплексов в растворах и общей константы образования использовали метод спектрофотометрического титрования (метод насыщения) [1].

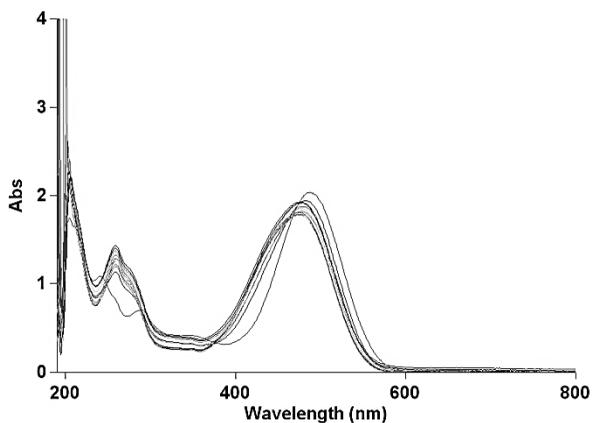
### Результаты и их обсуждение

Электронные спектры поглощения этанольных  $L^1$ — $L^3$  характеризуются широкими интенсивными полосами поглощения в оранжево-красной части спектра, которые в сильно щелочных растворах

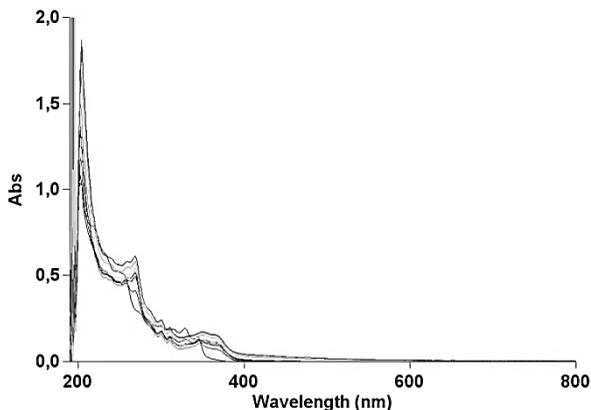
претерпевают небольшой гипсохромный сдвиг, понижаясь по интенсивности (рис. 1—3).



**Рисунок 1.** Электронные спектры поглощения при титровании раствора  $L^1$  ( $C=1 \cdot 10^{-4}$  моль/л) раствором гидроксида натрия в интервале рН от 8,50 (кривая 1) до 13,5 (кривая 10)

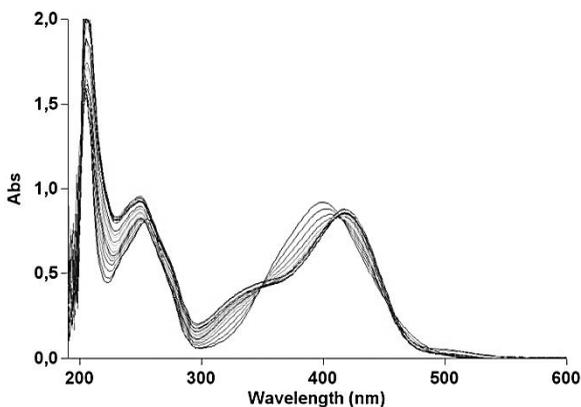


**Рисунок 2.** Электронные спектры поглощения при титровании раствора  $L^2$  ( $C=1 \cdot 10^{-4}$  моль/л) раствором гидроксида натрия в интервале рН от 8,8 (кривая 1) до 13,2 (кривая 10)

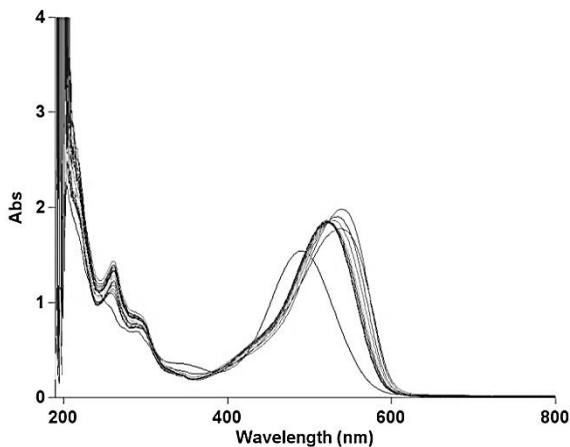


**Рисунок 3. Электронные спектры поглощения при титровании раствора  $L^3$  ( $C=1 \cdot 10^{-4}$  моль/л) раствором гидроксида натрия в интервале pH от 7,8 (кривая 1) до 13,2 (кривая 9)**

Изменения в спектрах сопровождаются последовательным появлением изобестических точек, что затрудняет интерпретацию процессов и расчет констант равновесия. Для соединения  $L^3$  присутствует колебательная структура полос, что указывает на стабильности  $\pi$ -электронной структуры молекулы.

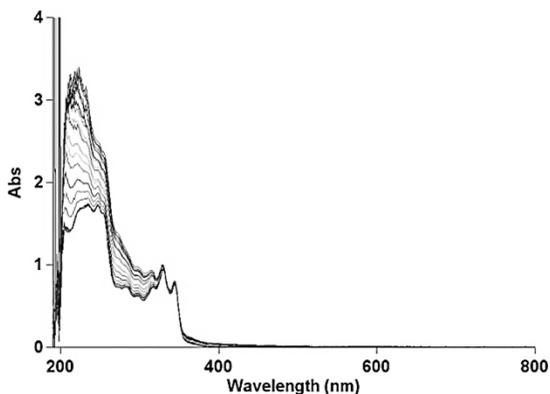


**Рисунок 4. Изменения в электронном спектре поглощения  $L^1$  при постепенном добавлении  $NiCl_2$**



**Рисунок 5. Изменения в электронном спектре поглощения  $L^2$  при постепенном добавлении  $NiCl_2$**

Добавление растворов солей металлов к растворам  $L^1$  и  $L^2$  (рис. 4, 5) приводит к батохромному смещению длинноволновой полосы поглощения и появлению в спектрах изобестических точек. Положение и колебательная структура длинноволновой полосы поглощения  $L^3$  не изменяется в присутствии катионов металлов (рис. 6).



**Рисунок 6. Изменения в электронном спектре поглощения  $L^3$  при постепенном добавлении  $NiCl_2$**

Отсутствие смещения полос в последнем случае можно объяснить взаимным расположением заместителей, которое препятствует хелатообразованию с участием азогруппы.

По результатам спектрофотометрического титрования построены кривые насыщения, по которым рассчитаны состав комплексов в растворах и общая константа образования (табл. 1).

**Таблица 1.**

**Состав комплексов  $L^1$  и  $L^2$  с катионами металлов( $ML_n$ ) и значения их констант образования**

Лиганд	Катион металла	n	$lg\beta$	$lg\beta/n$
$L^1$	$Mn^{+2}$	1	2.00	2.00
	$Co^{+2}$	1	3.17	3.17
	$Ni^{+2}$	1	3.55	3.55
	$Cu^{+2}$	1	3.12	3.12
	$Zn^{+2}$	1	3.24	3.24
	$Cd^{+2}$	2	9.73	4.865
	$Fe^{+3}$	1	3.11	3.11
	$Eu^{+3}$	1	2.06	2.06
$L^2$	$Ag^+$	1	3.40	3.40
	$Co^{+2}$	1	2.74	2.74
	$Ni^{+2}$	1	3.52	3.52
	$Cu^{+2}$	1	2.72	2.72
	$Zn^{+2}$	1	3.57	3.57
	$Cr^{+3}$	1	4.00	4.00
	$Fe^{+3}$	1	3.40	3.40
	$Ag^+$	2	4.85	2.425

**Выводы**

Изучены процессы комплексообразования переходных металлов азопроизводными бензо[4,5]имидазо[1,2-с]хиназолин карбоновых кислот в растворах, определены состав комплексов и константы их образования.

**Список литературы:**

1. Бек М., Надьпал И. Исследование комплексообразования новейшими методами. Изд-во: «Мир». Москва. 1989. 549 с.
2. Степанов Б.И. Введение в химию и технологию красителей. Химия. Москва. — 1984. — 590 с.
3. Химия синтетических красителей. // Под ред. Венкатармана К. Ленинград: Химия / — 1977. — Том V. — 432 с.

**РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ  
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПОИСКА УЯЗВИМОСТЕЙ  
В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ  
ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ**

*Угрюмов Дмитрий Викторович*

*аспирант Кубанского государственного технологического  
университета, г. Краснодар*

*E-mail: [d.ugryumov@krasnodar.pro](mailto:d.ugryumov@krasnodar.pro)*

**DEVELOPMENT OF A MATHEMATICAL MODEL  
OF THE AUTOMATED VULNERABILITY SCAN  
IN PERSONAL DATA INFORMATION SYSTEMS**

*Dmitriy Ugryumov*

*Aspirant of Kuban State Technological University, Krasnodar*

**АННОТАЦИЯ**

Целью разработки математической модели является формализация процесса поиска уязвимостей в информационных системах персональных данных. Используются методы математического моделирования и объектно-ориентированного программирования. Полученный в результате разработки результат качественным образом повысит уровень защищенности систем, так как позволит выявлять скрытые потенциально опасные траектории воздействия. По итогам работы можно сделать вывод, что разработка необходима для обеспечения комплексной защиты персональных данных в условиях постоянно растущих рисков безопасности.

**ABSTRACT**

Order to develop a mathematical model is a formalization of the search for vulnerabilities in the information systems of personal data. The methods of mathematical modeling and object-oriented programming. The resulting design results qualitatively improve the security system, as it will reveal hidden paths potentially dangerous effects. The outcome of it can be concluded that the development is necessary to ensure comprehensive protection of personal data in the ever-growing security risks.

**Ключевые слова:** информационная безопасность; персональные данные; математическое моделирование; модель угроз; объектно-ориентированное программирование; математическая модель; угроза; уязвимость; нарушитель.

**Keywords:** information security; personal data; mathematical modeling; threat model; object-oriented programming; a mathematical model; threat; vulnerability; the intruder.

В настоящее время в Российской Федерации повышенное внимание уделяется вопросам защиты персональных данных. Государственные органы, регулирующие процесс обработки персональных данных регулярно выпускают и актуализируют нормативно-правовую базу, касающуюся защиты персональных данных субъектов. Одним из основополагающих и наиболее сложных вопросов в организации защиты подобной информации является вопрос определения актуальных угроз информационным системам персональных данных. Для решения подобной задачи необходимо в первую очередь выполнить разработку формальной модели архитектуры информационной системы персональных данных.

Построение формальной модели архитектуры информационной системы персональных данных (далее — ИСПДн) с целью автоматического поиска и доказательства наличия или отсутствия опасных траекторий информационного процесса, осуществляется на основе предлагаемой математической модели состояний системы, процессов обработки и защиты данных.

Следует отметить, что построение формальной структуры информационной системы необходимо выполнять для конечного уровня детализации, включающего все источники воздействия на информацию, носители данных, исходные и результирующие значения. Для информационных систем персональных данных в математическую модель включаются следующие факторы: класс защищаемой информации, каналы связи с внешней средой, средства защиты информации, уровень возможностей злоумышленника, объекты и субъекты воздействия, иные вспомогательные и косвенные факторы [3, с. 135].

Генерация теорем и аксиом в виде формальных высказываний математической логики может осуществляться автоматически из объектных диаграмм и диаграмм классов на основе исходных данных о структуре ориентированного графа, свойствах его вершин и дуг, полученных на этапе объектно-ориентированного анализа логики работы, при наличии совместимого с CASE-средством (например,

Rational Rose или ERwin) компилятора для языка программирования, например: C#, а также более консервативных решений: языков программирования Пролог или Лисп.

В рамках поставленной цели математическая модель ИСПДн должна учитывать и позволять моделировать отношения между декларируемой политикой информационной безопасности (далее — D) каждого участка ИСПДн и реализованной политикой (далее — R), которая определяет возможности субъектов, активных модулей (далее — S), получать доступ к объектам, пассивным модулям (далее — O), в ходе информационного процесса [2, с. 218].

Для упрощения записи далее используются обычно применяемые атрибуты чтение (далее — r), запись (далее — w) и изменение (далее — ch).

Тогда условие конфиденциальности информации описывается следующим выражением:

$$\begin{aligned} \text{CON} &= \forall S \forall O [R(S, O, r) \supset D(S, O, r)], \\ \overline{\text{CON}} &= \overline{\forall S \forall O [R(S, O, r) \wedge D(S, O, r) \vee \overline{R}(S, O, r)]} = \\ &= \exists S \exists O [\overline{R}(S, O, r) \vee \overline{D}(S, O, r)] \wedge R(S, O, r) = \exists S \exists O [\overline{R}(S, O, r) \wedge \overline{D}(S, O, r)]. \end{aligned}$$

Условие доступности информации определяется через введенные определения предикатов следующим выражением:

$$\text{ACC} = \forall S \forall O [D(S, O, r) \supset R(S, O, r)],$$

Нарушение доступности по чтению описывается отрицанием выражения:

$$\begin{aligned} \overline{\text{ACC}} &= \overline{R(S, O, r) \wedge D(S, O, r) \vee \overline{D}(S, O, r)} = \\ &= [\overline{R}(S, O, r) \vee \overline{D}(S, O, r)] D(S, O, r) = \exists S \exists O [D(S, O, r) \wedge \overline{R}(S, O, r)]. \end{aligned}$$

Условие целостности информации описываются выражением:

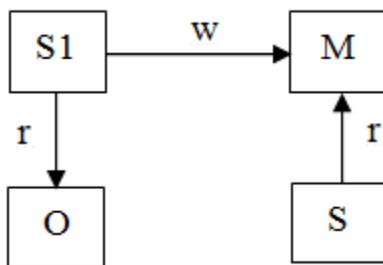
$$\begin{aligned} \text{SAF} &= \forall S \forall O [R(S, O, w) \supset D(S, O, w)] = \\ &= \forall S \forall O [R(S, O, w) \wedge D(S, O, w) \vee \overline{R}(S, O, w)] \end{aligned}$$

Отсутствие целостности описывается отрицанием следующего выражения:

$$\overline{SAF} = \overline{\forall S \forall O [R(S, O, w) \wedge D(S, O, w) \vee \overline{R}(S, O, w)]} = \\ = \exists S \exists O [R(S, O, w) \wedge \overline{D}(S, O, w)]$$

Доступ субъекта S к объекту O может быть произведен через память M, с помощью другого субъекта S1 [1, с. 128]. Это указано на рисунке 1, что может быть описано формально следующим выражением:

$$R(S, O, r) = Dt(S, M, r) \wedge Rs(S1, O, M), \\ Rs(S, O, M) = Dt(S, O, r) \wedge Dt(S, M, w).$$



**Рисунок 1. Опосредованный доступ через память**

В общем виде, «скрытый доступ» через память может быть описан следующим выражением:

$$R(S, O, r) = Dt(S, M, r) \wedge Rm(S1, O, M), \\ Rm(S, O1, O2) = Dt(S, O1, r) \wedge Dt(S, O2, w) \vee \\ \vee Dt(S, O2, w) \wedge Dt(S, O3, w) \wedge Rm(S1, O1, O3),$$

где: Rm (S,O,M) — предикат транзитивности доступа через память.

Рассмотренные выше выражения являются логическим предикатами для программы, написанной на языке программирования высокого уровня и моделирующей «скрытые» каналы утечки

информации, которые можно обнаружить на этапе формирования политики информационной безопасности. Имеется пример данной программы, демонстрирующей возможности метода по моделированию и поиску опасных состояний системы с отражением правил декларируемой политики безопасности и реализованных различных отношений доступа к памяти.

Предложенный математический аппарат позволяет повысить достоверность оценки защищенности информации от несанкционированного доступа (далее — НСД) за счет автоматизации процедур анализа системы и поиска опасных траекторий информационного процесса, приводящих ее в состояние НСД, учета большего количества существенных для безопасности информации отношений между объектами и охвата методикой оценки всей технологической цепочки обработки информации. Они могут быть основой для совершенствования методического обеспечения оценки защищенности информации от НСД.

#### **Список литературы:**

1. Агеев А.А., Ишина Е.А. Моделирование угроз автоматизированных систем: учеб. пособие. — М.: Титан, 2010. — С. 125—131.
2. Коляда И.В. Информационная безопасность, теория и практика: учеб. пособие. Мн.: Москва-2012, 2010. 250 с.
3. Протопопов И.И., Иванов Б.К. Техническая защита персональных данных: учеб. пособие. М.: КубИздат, 2009. 431 с.

# ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ПОМЕХИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ: ПРИНЦИПЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И ВЛИЯНИЕ НА ЭЛЕКТРОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

*Шабалина Наталья Анатольевна*

*аспирант кафедры электронных систем  
Национального минерально-сырьевого университета «ГОРНЫЙ»,  
г. Санкт-Петербург*

*E-mail: [astranat@spmi.ru](mailto:astranat@spmi.ru)*

## INDUSTRIAL ELECTROMAGNETIC INTERFERENCE: ORIGIN AND IMPACT ON ELECTRONIC EQUIPMENT

*Natalia Shabalina*

*Graduate of Electronic systems Department of National Mineral Resources  
University, St. Petersburg*

### АННОТАЦИЯ

В статье представлен обзор вероятных источников промышленных электромагнитных помех, возникающих на объектах промышленности при работе различных устройств и оказывающих негативное влияние на работу телекоммуникационного оборудования. Дано описание основных видов электромагнитных помех промышленного характера.

### ABSTRACT

The article presents an overview of the likely sources of industrial electromagnetic interference caused by industrial facilities in the various devices and have a negative impact on the operation of telecommunication equipment. A description of the main types of electromagnetic interference industrial nature.

**Ключевые слова:** помеха; телекоммуникации; спектр; узкополосная помеха; широкополосная помеха.

**Keywords:** interference; telecommunications; spectrum; narrowband interference; wideband interference.

Системы связи и передачи информации находят применение во всех сферах жизни общества. Они используются не только для непосредственной передачи информации между абонентами, но так же для связи на различных промышленных узкоспециализированных объектах, на промышленных предприятиях, в цехах, складах и т. д. В связи с этим растут требования к частотным характеристикам, скоростям передачи в телекоммуникационных каналах на данных объектах промышленности.

Повышение устойчивости телекоммуникационных каналов и эффективности систем передачи информации в настоящее время является важнейшей проблемой современной теории и техники связи.

Источники индустриальных помех очень разнообразны. Это обусловлено тем, что работа любого электромагнитного устройства вызывает электромагнитное излучение. Помехи создаются энергетически и электротехническим оборудованием, высоковольтными линиями электропередачи, промышленным электрическим транспортом. Следует отметить, что источники электромагнитного излучения весьма произвольно и случайно распределены в пространстве. Их влияние тем сильнее, чем ближе они расположены к телекоммуникационному оборудованию.

С точки зрения проблем электромагнитной совместимости под внешними электромагнитными помехами понимаются излучения, генерируемые в широком диапазоне частот внешними по отношению к электротехническим устройствам и комплексам источниками самой разнообразной природы. В качестве таких источников могут выступать различные элементы электротехнических систем, генерирующие электромагнитные поля [1, с. 61].

Существует довольно много признаков, пригодных для классификации электромагнитных помех как целом, так и в промышленности в частности. Помехи могут быть:

- узкополосными и широкополосными;
- низкочастотными и высокочастотными;
- индуктивными и кондуктивными.

Узкополосные, широкополосные, низкочастотные и высокочастотные помехи характеризуются с точки зрения частотных свойств вредного электромагнитного излучения. Очевидно, что наиболее опасными для систем передачи информации являются те помеховые воздействия, составляющие спектра которых лежат в одной полосе частот с полезным сигналом, такие составляющие беспрепятственно могут быть пропущены входными фильтрующими цепями приемных устройств и далее обрабатываться так же, как и полезный сигнал, внося тем самым искажения в принимаемый информационный сигнал.

*Таблица 1.*

**Параметры электромагнитных помех**

<b>Параметр ЭМП</b>	<b>Значения</b>
Частота, МГц	0—10000
Максимальное значение напряжения, В	0,01—1000000
Максимальное значение тока, А	0,0001—100000
Напряженность электрического тока, В/м	0—100000
Длительность импульса, с	0,0001—10
Энергия импульса, Дж	$0,001 \cdot 10^{-6}$ — $1000 \cdot 10^6$

Кондуктивные электромагнитные помехи влияют на системы связи через электромагнитное поле, а кондуктивные — через гальванические связи между элементами электронных схем.

Из всего многообразия факторов или параметров, влияющих на ЭМС технических средств можно выделить основные и наиболее значимые:

- устойчивость к колебаниям напряжения (ГОСТ Р 51317.4.14-2000);
- устойчивость к электростатическим помехам (ГОСТ 513.17.4.2-99);
- устойчивость к излучаемым электромагнитным и радиочастотным помехам (ГОСТ Р 51317.4.3-99; ГОСТ Р 51317.4.1-2000 — стандарт применяется при установлении требований к электротехническим, электронным и радиоэлектронным изделиям, оборудованию и системам по устойчивости к электромагнитным помехам и соответствующих видов испытаний применительно к условиям электромагнитной обстановки при эксплуатации технических средств;
- устойчивость к кондуктивным помехам, наведенным радиочастотными электромагнитными полями (ГОСТ Р 51317. 4.6-99);
- устойчивость к радиопомехам от электрического, светового и аналогичного оборудования (ГОСТ Р 51318.15-99);
- уровень электромагнитных помех (электромагнитная обстановка) (ГОСТ Р 51317.2.2-2000; ГОСТ Р 51317.2.5-2000);
- устойчивость к динамическим изменениям напряжения электропитания (ГОСТ Р 51317.4.11-99).

Признаками прохождения радиопомех через антенну по наблюдаемому эффекту на выходе РПМ являются:

- Полное пропадание помех на выходе при отсоединении антенны от РПМ и подключения вместо нее эквивалента антенны;

- Изменение уровня помех синхронно с изменением направления антенны приемника-рецептора помех при неподвижной антенне источника помех;

- Существенная зависимость уровня помех от типа используемой антенны или места ее расположения на объекте;

- Значительное уменьшение уровня помех при полном или частичном экранировании раскрывания антенны.

Электромагнитные помехи, которые оказывают существенное влияние на электромагнитную обстановку в каналах связи делят, в первую очередь, по их спектральным характеристикам на узкополосные и широкополосные. К первым обычно относятся помехи от систем связи на несущей частоте, систем питания переменным током и т. п. Их отличительной особенностью является то, что характер изменения помехи во времени является синусоидальным или близок к нему. При этом спектр помехи близок к линейчатому (максимальный уровень — на основной частоте, пики меньшего уровня — на частотах гармоник). Широкополосные помехи имеют существенно несинусоидальный характер и обычно проявляются в виде либо отдельных импульсов, либо их последовательности. Для периодических широкополосных сигналов спектр состоит из большого набора пиков на частотах, кратных частоте основного сигнала. Для аperiodических помех спектр является непрерывным и описывается спектральной плотностью. Типичными широкополосными помехами являются [3, с. 218—225]:

- шум, создаваемый в сети питания аппаратуры при работе импульсного блока питания;

- молниевые импульсы;

- импульсы, создаваемые при коммутационных операциях;

- ЭСР.

Особенно опасны составляющие спектра помехи, лежащие в той же полосе частот, что и рабочие сигналы. Обычно такие составляющие беспрепятственно минуют входные фильтры и далее обрабатываются так же, как если бы они были полезными сигналами. В результате повышается число ошибок в канале передачи информации. В отдельных случаях может происходить даже физическое повреждение элементов сигнального тракта.

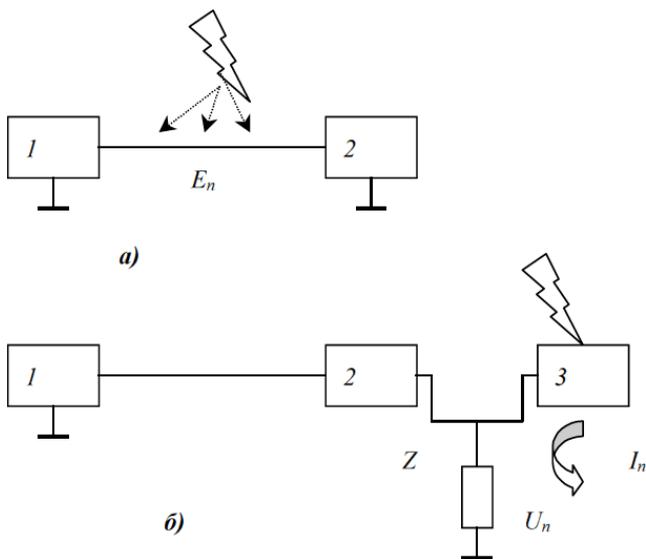
Среди всех вариантов влияния электромагнитных помех на аппаратуру связи можно выделить некоторые основные варианты:

1. Искажение сигналов во внешних информационных цепях (рис. 1):

а) действие индуктивных электромагнитных помех, наводящих кондуктивные помехи в информационных цепях;

б) наличие гальванической связи между подверженной влиянию цепью и источником внешних помех (кондуктивный механизм).

Сравнительно низкочастотные (до 10—20 МГц) составляющие помехи, лежащие вне рабочей полосы частот канала связи, обычно воздействуют на ближайшие к входам схемные элементы.



**Рисунок 1. Возникновение помех в линии связи: а) — ЭДС помехи  $E_n$  создается под действием внешнего электромагнитного поля (индуктивный механизм), б) — напряжение  $U_n$  создается при протекании тока помехи  $I_n$  через общее для устройств 2 и 3 сопротивление заземления  $Z$  (кондуктивный механизм) [2]**

2. Искажение сигналов в антенных цепях. Электромагнитное поле помехи промышленной частоты вызывает в цепях антенны ЭДС помехи. Однако, как правило, амплитуды такого рода помех малы и не оказывают существенного влияния.

3. Помехи на входах питания радиоаппаратуры. Частоты помех могут меняться в очень широких пределах: от десятков герц до радиочастотных значений (при работе некоторых блоков питания).

4. Непосредственное влияние внешних электромагнитных промышленных помех на внутренние цепи радиоаппаратуры. Этот случай возникает в случае отсутствия у прибора экранирующего корпуса либо в случае недостаточности защитных свойств этого корпуса.

5. Возникновение токов помех на металлических корпусах аппаратуры. Внешние паразитные электромагнитные поля наводят токи помех в экранирующих корпусах и экранах.

6. Помехи от промышленного электротранспорта. Помехи от электрического транспорта на переменном токе обычно представляются собой электрические и магнитные поля промышленной частоты с наложенными на них пачками импульсов, напоминающие коммутационные помехи. Эти поля создают наводки с аналогичными частотными характеристиками в цепях питания, заземления и обмена информацией. Источником полей промышленной частоты здесь служит переменный ток, потребляемый транспортом. Импульсные помехи возникают в моменты искрения контактов, резкого включения или выключения двигателя [4, с. 89—96].

Источниками электромагнитных помех довольно часто являются переходные процессы в сетях высокого и низкого напряжения. Переходные процессы и перенапряжения возникают в сетях питания при изменении напряжения и при включении индуктивных потребителей или при включении емкостных нагрузок, при срабатывании предохранителей при коротком замыкании, перегрузках и перенапряжениях в сетях. В промышленности часто присутствуют периодически повторяющиеся процессы коммутации в выпрямителях тока. Количество энергии в данных случаях изменяется в достаточно больших диапазонах. В распределительных устройствах при процессах коммутации, замыкания и размыкания возникают процессы и перенапряжения, которые могут достигать значений порядка 20 кВ.

Как правило, выделяют следующие основные этапы решения проблем мешающего влияния электромагнитных помех: анализ характера сторонних электромагнитных воздействий в зависимости от природы их возникновения, частотных диапазонов и интенсивности; исследование законов распространения помех, а так же степени влияния на полезный передаваемый сигнал; разработка или выбор из уже существующих мер по защите каналов передачи информации от внешних шумовых электромагнитных воздействий.

Помехи от различных источников могут быть схожими по своим частотным и импульсным характеристикам. Это объясняется тем, что механизмы генерации этих помех могут быть аналогичны. Таким образом, можно выделить базовый набор помех для того, чтобы обеспечить хорошую помехоустойчивость аппаратуры в реальной электромагнитной обстановке. Качественное понимание проблем электромагнитной совместимости позволяет в большинстве случаев достигать оптимальных результатов с точки зрения обеспечения качественного помехоподавления в системах промышленной электроники.

### **Список литературы:**

1. Белашов В.Ю., Чураев Р.Р. Оценка уровня коммутационных полевых помех, возбуждаемых токоограничителем // Изв. вузов. Проблемы энергетики. — 2004. — № 1 — 2. — С. 59—70.
2. Вербин В.С. Обзор типов и источников электромагнитных помех, влияющих на работу электронной аппаратуры. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.ezop.ru>.
3. Помехоустойчивость и эффективность систем передачи информации/ А.Г. Зюко, А.И. Фалько, И.П. Панфилов, В.Л. Банкет, П.В. Иващенко; Под ред. А.Г. Зюко. — М.: Радио и связь, 1985. — 272 с., ил.
4. Управление радиочастотным спектром и электромагнитная совместимость радиосистем. Учебн. пособие/ Под ред. Д. т. н., проф. М.А. Быховского. — М.: Эко-Трендз, 2006. — 376 с., ил.

# **«ИННОВАЦИИ В НАУКЕ»**

## **Часть I**

Материалы XIII международной заочной научно-практической  
конференции

17 октября 2012 г.

Под редакцией канд. техн. наук Якова Аркадьевича Полонского

Подписано в печать 24.10.12. Формат бумаги 60x84/16.  
Бумага офсет №1. Гарнитура Times. Печать цифровая.  
Усл. печ. л. 6,875. Тираж 550 экз.

Издательство «Сибирская ассоциация консультантов»  
630075, г. Новосибирск, Залесского 5/1, оф. 605  
E-mail: mail@sibac.info

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленного  
оригинал-макета в типографии «Allprint»  
630004, г. Новосибирск, Вокзальная магистраль, 3