

---

---

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ СЕРИИ  
«ЭКОЛОГИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ»**

---

---

**Редина Маргарита Михайловна** — доктор экономических наук, заведующая кафедрой прикладной экологии экологического факультета РУДН — *главный редактор серии*

**Члены редколлегии**

**Калабин Геннадий Александрович** — доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры системной экологии

**Никольский Александр Александрович** — доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры системной экологии экологического факультета РУДН

**Хаустов Александр Петрович** — доктор геолого-минералогических наук, профессор, профессор кафедры прикладной экологии экологического факультета РУДН

**Хуторской Михаил Давыдович** — доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры прикладной экологии экологического факультета РУДН

**Валерио Агнесси** — директор Итало-Российского экологического Университета Палермо (Италия)

**Леонардо Гатто** — профессор Университета Палермо (Италия)

**Зоренко Татьяна Анатолиевна** — кандидат биологических наук, профессор биологического факультета Латвийского университета

**Седов Сергей Николаевич** — профессор Института геологии UNAM (Мексика)

**Чен Хи** — заместитель директора Хунаньского Центра по борьбе с болезнями и профилактике (Китай)

**Ван Жэньцин** — профессор, исполнительный директор постоянного комитета экологической ассоциации КНР, заведующий лабораторией экологии и биоразнообразия института биологии Шаньдунского университета КНР

---

---

**EDITORIAL BOARD OF THE SERIES  
“ECOLOGY AND LIFE SAFETY”**

---

---

**Redina Margarita Mikhailovna** — Doctor of Economics, Head of Applied Ecology Chair at the Department of Ecology at People’s Friendship University of Russia — *chief series editor*

**Members of editorial board**

**Kalabin Gennady Alexandrovich** — Doctor of Biological Sciences, Professor in the Department of System Ecology

**Nikolsky Alexander Alexandrovich** — Doctor of Biological Sciences, Professor, Professor in the Department of System Ecology, Environmental Department of the People’s Friendship University

**Khaustov Alexander Petrovich** — Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor in the Department of Applied Ecology, Environmental Department of the People’s Friendship University

**Khutorsky Michael Davydovich** — Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor in the Department of Applied Ecology, Environmental Department of the People’s Friendship University

**Valerio Agnessi** — Director of Italian-Russian Environmental University of Palermo (Italy)

**Leonardo Gatto** — Professor of the University of Palermo (Italy)

**Zorenko Tatiana Anatolievna** — Habilitated Doctor of Biological Sciences, Professor of the Biological Faculty of the University of Latvia

**Sedov Sergey Nikolaevich** — Professor of the Institute of Geology UNAM (Mexico)

**Cheng Hui** — Deputy Director of the Huang Chinese Center for Disease Control And Prevention

**Wan Zhenzhin** — Professor, Executive Director of the Permanent Committee of Ecologic Association of the People’s Republic of China, Head of the Laboratory of Ecology and Biodiversity of the Institute of Biology of the Shandong University in China

# ВЕСТНИК Российского университета дружбы народов

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Основан в 1993 г.

*Серия*

**ЭКОЛОГИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**2016, № 2**

*Серия издается с 1993 г.*

Российский университет дружбы народов

---

---

## СОДЕРЖАНИЕ

### ЭКОЛОГИЯ

- Полынов К.Е., Полынова Г.В.** К вопросу о гербодеструкции строительных сооружений на территории ВДНХ: видовой состав обрастания здания ресторана «Золотой колос» ..... 7
- Камагате С.А., Макарова М.Г.** Социальные и экономические показатели устойчивого развития Кот-д'Ивуара ..... 12

### БИОГЕОХИМИЯ

- Кравченко А.Л., Сотников Б.А., Чабан А.А., Стекольников Ю.А.** Экологическая оценка влияния тяжелых металлов на ростовые процессы и биомассу салата сорта «Лоло Бионда» ..... 20

### БЕЗОПАСНОСТЬ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

- Вацалова Т.В.** Техносферные пожары в РФ как источник экологических рисков: географический аспект ..... 28
- Прокопьев А.С., Ивлев В.А., Калабин Г.А.** Новая методология экспертизы безопасности и качества лекарственных средств и биологически активных добавок ..... 38

## **ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

<b>Мамаджанов Р.Х., Латушкина Е.Н.</b> Особенности распределения температуры в поверхностном слое свалочной толщи полигонов ТБО Чеченской республики и Московской области .....	48
<b>Крыленко М.В., Алейникова А.М., Косьян Р.Д., Виет Лиен Н.Т., Ханг Н.М.</b> Современные методы защиты берегов морского края дельты р. Хонгха от волновой эрозии .....	58
<b>Казакова Н.Р., Черных А.К.</b> Метод технической реализации пробоотбора среды-носителя светлого нефтепродукта на месте пожара .....	67
<b>Япо Сека Марк Армель.</b> Оценка степени загрязнения прибрежных регионов Кот-д'Ивуара полициклическими ароматическими углеводородами и пестицидами в связи с массовой гибелью рыб.....	77
<b>Kharlamova M.D., Fuad M. Koroma.</b> Waste management in african countries: social & environmental features .....	84
<b>Кочетков П.П., Абрамов В.Е., Глебов В.В.</b> Методы высокоэффективной жидкостной хроматографии по выявлению формальдегида в воде .....	95
<b>Лесечко А.С. Курбатова А.И.</b> Особенности технологической схемы очистки ливневых стоков в аэропортах.....	104

## **ЭКОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА**

<b>Донцов В.И., Крутько В.Н., Чижов А.Я.</b> Альфа-фетопротеин как геропротектор: влияние на выживаемость и показатели биовозраста у мышей .....	110
<b>Потиевская В.И., Ушаков И.Л., Попов А.А., Чижов А.Я.</b> Экологический мониторинг загрязнения воздуха в операционной клинике вспомогательных репродуктивных технологий.....	118
<b>Нломayi К.О., Rodionova O.M.</b> Dynamics of cholera in Zimbabwe and an assessment of influence of system of the international humanitarian aid on reduction of cases during the 2008—2009 cholera epidemic.....	126

## **ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

<b>Валеева Н.Г.</b> Формирование профессиональной компетентности эколога-исследователя в условиях межкультурной научной коммуникации .....	136
<b>Авдоница М.Ю., Валеева Н.Г., Жабо Н.И., Терехова С.И.</b> Построение занятия по переводу экологического текста в аспекте межкультурной коммуникации.....	143

<b>НАШИ АВТОРЫ</b> .....	151
--------------------------	-----



# BULLETIN of Russian Peoples' Friendship University

SCIENTIFIC JOURNAL

Founded in 1993

*Series*

ECOLOGY AND LIFE SAFETY

2016, № 2

*Series founded in 1993*

Peoples' Friendship University of Russia

---

---

## CONTENTS

### ECOLOGY

**Polynov K.E., Polynova G.V.** Embryophyte species diversity, which forms the fouling on the buildings of the exhibition of achievements of national economy..... 7

**Kamagate S.A., Makarova M.G.** Social and economic indicators of sustainable development of Ivory Coast..... 12

### BIOGEOCHEMISTRY

**Kravchenko A.L., Sotnikov B.A., Chaban A.A., Stekolnikov Yu.A.** Ecological assessment of heavy metals influence on growth processes and biomass of salad "Biont lolo"..... 20

### SAFETY OF HUMAN ACTIVITY

**Vashchalova T.V.** Technosphere fires in the Russian Federation as a source of environmental risk: geographic aspect ..... 28

**Prokop'ev A.S., Ivlev V.A., Kalabin G.A.** A new methodology for the examination of safety and quality of pharmaceuticals and dietary supplements ..... 38

### ENVIRONMENTAL DEFENCE

**Mamajanov R.Kh., Latushkina E.N.** Temperature characteristics distribution in the upper layer of the msw landfill sites in the Chechen republic and Moscow region..... 48

<b>Krylenko M.V., Aleynikova A.M., Kosyan R.D., Viet Lien N.T., Hung N.M.</b> Modern protection methods of the delta r. Hong ha sea coasts from wave erosion.....	58
<b>Kazakova N.R., Chernykh A.K.</b> Method the technical implementation of the sampling of the medium of light oil on the fire place .....	67
<b>Yapo Seka Marc Armel.</b> Assessment of pollution of coastal regions in Cote d'Ivoire using polycyclic aromatic hydrocarbons in connection with the mass death of fish .....	77
<b>Харламова М.Д., Фуад Корома.</b> Управление отходами в африканских странах: социально-экологические особенности .....	84
<b>Kochetkov P.P., Abramov E.V., Glebov V.V.</b> Methods of the highly effective liquid chromatography on identification of aldehydes in wate.....	95
<b>Lesechko A.S., Kurbatova A.I.</b> The features of stormwater purification technology schemes of airports .....	104
 <b>HUMAN ECOLOGY</b>	
<b>Dontsov V.I., Krut'ko V.N., Chizhov A.Ya.</b> Effect on survival and age-markers in mice .....	110
<b>Potievskaya V.I., Ushakov I.L., Popov A.A., Chizhov A.Ya.</b> Ecologic monitoring of air pollution in operation room in clinic of assisted reproductive technologies.....	118
<b>Хломай К.О., Родионова О.М.</b> Динамика холеры в Зимбабве и оценки влияния системы международной гуманитарной помощи на сокращении случаев во время эпидемии холеры 2008—2009 гг. ....	126
 <b>PROBLEMS OF ENVIRONMENTAL EDUCATION</b>	
<b>Valeeva N.G.</b> Formation of professional competence of the ecologist researcher in the context of cross-cultural scientific communication.....	136
<b>Avdonina M.Yu., Valeeva N.G., Zhabo N.I., Terekhova S.I.</b> Translation of text in environmental aspect of international communication .....	143
<b>OUR AUTHORS</b> .....	151

# ЭКОЛОГИЯ

## К ВОПРОСУ О ГЕРБОДЕСТРУКЦИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ВДНХ: ВИДОВОЙ СОСТАВ ОБРАСТАНИЯ ЗДАНИЯ РЕСТОРАНА «ЗОЛОТОЙ КОЛОС»

К.Е. Польшов, Г.В. Польшова

Экологический факультет  
Российский университет дружбы народов  
Подольское шоссе, 8/5, Москва, Россия, 113093

Видовой состав обрастания здания ресторана «Золотой колос» на территории ВДНХ включает пять видов деревьев и 19 видов травянистых растений. Обрастания кровли состоят только из древесной поросли и отмечены лишь с юго-восточной и северо-восточной сторон здания. Видовой состав обрастания фундамента намного богаче и включает главным образом травянистые растения. Сравнение с ранее полученными материалами позволяет выявить наиболее активных участников обрастания в условиях средней полосы. Это два вида берез, бородавчатая (*Bétula verrucósa Ehrn.*) и пушистая (*Bétula pubéscens Ehrn.*), и крапива двудомная (*Urtica dióica L.*).

**Ключевые слова:** гербодеструкция, обрастания, высшие растения, видовое разнообразие, строительные сооружения

Гербодеструкция (разрушающее влияние высших растений на строительные сооружения) является одним из малоисследованных направлений в рамках проблемы биоповреждений строительных материалов. Имея особую актуальность для территорий тропического и субтропического климата, где основную часть видового разнообразия составляют растения с обширной поверхностной корневой системой, гербодеструкция в условиях средней полосы также должна быть учтена при определении физического износа зданий и памятников архитектуры, предназначенных для реконструкции и ремонта [1; 2].

На первом этапе наших исследований была проведена оценка видового состава высших растений, оказывающих разрушающее действие на строительные сооружения зданий XIX в. в Чеховском районе Московской области [3; 4].

Следующим объектом исследования выступил один из памятников архитектуры Москвы — ресторан «Золотой колос» на территории ВДНХ.

Здание ресторана было построено в 1937 г. В 1954 году ресторан был открыт и считался в 1970-е гг. одним из самых престижных. Но в самом конце 1980-х гг. он

был закрыт на модернизацию. Почти не продвигавшиеся строительные работы полностью прекратились в конце 1990-х гг. Позже, вплоть до 2013 г., здание использовалось под склад. На данный момент оно находится в аварийном состоянии и ждет своей очереди реставрации.

Задачей данного этапа исследования была оценка видового состава высших растений, поселившихся за последние десятилетия на стенах и у основания фундамента этого памятника архитектуры.

### Методы и материалы исследования

Объектом изучения послужило здание ресторана «Золотой колос» на территории ВДНХ в Москве. Время исследований — июнь 2014 г. Материал сооружения — кладка из красного и силикатного белого кирпича с поверхностным цементным слоем.

Использованная методика заключалась в визуальном осмотре здания и составлении списка поселившихся на нем видов растений, что соответствует стандартному этапу специальной экспертизы [5], направленной на определение технического состояния зданий или сооружений.

Обилие видов обрастаний было оценено по методу Браун-Бланке с определенной условностью из-за характера расположения фитоценозов: + — единичное растение; 1 — особей много, но проективное покрытие невелико; 2 — число особей вида велико, проективное покрытие 5—25%; 3 — при любом количестве особей проективное покрытие 25—50%.

### Результаты и обсуждение

Общая площадь обследованных стен и основания фундамента здания составила около 556 м<sup>2</sup>. В процессе работы были отдельно обследованы четыре основные стены: с северо-западной, северо-восточной, юго-западной и юго-восточной сторон (144, 156, 112 и 144 м<sup>2</sup> соответственно). В таблице 1 представлен видовой состав и обилие деревьев и травянистых растений на каждой из стен строительного сооружения.

Таблица 1

Видовой состав и обилие видов на разных стенах здания

Место обрастания	Площадь, м <sup>2</sup>	Видовое название	Латинское название	Обилие по Браун-Бланке
Северо-западная стена	144	Береза бородавчатая	<i>Bétula verrucósa</i> Ehrn.	1
		Чистотел большой	<i>Chelidonium majus</i> L.	1
		Мятлик луговой	<i>Poa pratensis</i> L.	1
		Крапива двудомная	<i>Urtica dióica</i> L.	+
		Чесночница лекарственная	<i>Alliaria officinalis</i> (Bieb.) Covara et Grande	+
		Луговик дернистый	<i>Deschampsia cespitosa</i> L.	+
Северо-восточная стена	156	Береза бородавчатая	<i>Bétula verrucósa</i> Ehrn.	2
		Береза пушистая	<i>Bétula pubéscens</i> Ehrn.	1
		Ольха серая	<i>Álnus incána</i> (L.) Moench.	+
		Ива козья	<i>Salix caprea</i> L.	+
		Крапива двудомная	<i>Urtica dióica</i> L.	1

Место обрастания	Площадь, м <sup>2</sup>	Видовое название	Латинское название	Обилие по Браун-Бланке
Северо-восточная стена	156	Подорожник средний	<i>Plantágo média</i> L.	1
		Овсяница луговая	<i>Festuca pratensis</i> Huds.	+
		Звездчатка средняя	<i>Stellária média</i> (L.) Vill.	+
		Одуванчик обыкновенный	<i>Taráxacum officinále</i> Webb.	+
		Яснотка зеленчуковая	<i>Lamiastrum galeobdolon</i> L.	+
		Иван-чай	<i>Chamérion angustifólium</i> (L.) Holub.	+
		Гравилат речной	<i>Géum rivále</i> L.	+
Юго-западная стена	112	Ольха серая	<i>Álnus incána</i> (L.) Moench.	2
		Береза пушистая	<i>Bétula pubéscens</i> Ehrn.	+
		Крапива двудомная	<i>Urtíca díóica</i> L.	2
		Одуванчик обыкновенный	<i>Taráxacum officinále</i> Webb.	2
		Подорожник средний	<i>Plantágo média</i> L.	1
Юго-восточная стена	144	Береза пушистая	<i>Bétula pubéscens</i> Ehrn.	2
		Ель обыкновенная	<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.	+
		Ольха серая	<i>Álnus incána</i> (L.) Moench.	+
		Крапива двудомная	<i>Urtíca díóica</i> L.	2
		Одуванчик обыкновенный	<i>Taráxacum officinále</i> Webb.	2
		Подорожник средний	<i>Plantágo média</i> L.	2
		Чистотел большой	<i>Chelidonium majus</i> L.	2
		Сурепка обыкновенная	<i>Barbaréa vulgáris</i> R. Br.	2
		Купырь лесной	<i>Anthriscus sylvéstris</i> (L.) Hoffm.	2
		Овсяница луговая	<i>Festuca pratensis</i> Huds.	2
		Звездчатка средняя	<i>Stellária média</i> (L.) Vill.	+
		Пастушья сумка обыкновенная	<i>Capsélla búrsa-pastóris</i> (L.) Medik.	+
		Клевер ползучий	<i>Trifolium repens</i> L.	+
		Клевер горный	<i>Trifolium montanum</i> L.	+
		Лебеда стреловидная	<i>Atriplex sagittata</i> Borkh.	+
		Сныть обыкновенная	<i>Aegopódium podagrária</i> L.	+

Сразу следует отметить, что со всех сторон обрастания на здании ресторана «Золотой колос» появились только на фундаменте. Крыша обросла лишь с северо-восточной и юго-восточной сторон двумя видами берез — бородавчатой и пушистой, количество которых было значительно (2 по Браун-Бланке).

Материалы, представленные в таблице, говорят о том, что:

— в целом, в обрастаниях участвуют пять видов деревьев: береза бородавчатая, береза пушистая, ольха серая, ива козья и ель обыкновенная и 19 видов травянистых растений;

— из деревьев наибольшую роль в обрастании играют, как уже говорилось, оба вида берез, а с юго-западной стороны фундамента — ольха серая;

— из травянистых растений наиболее распространенными в обрастаниях являются: крапива двудомная, подорожник средний и одуванчик обыкновенный;  
— несколько большее видовое разнообразие обрастаний (16 видов) отмечено на юго-восточной стене, что, вероятно, связано прежде всего с большей освещенностью этой части здания.

Сравнение результатов обследования обрастания здания ресторана «Золотой Колос» с ранее полученными материалами в Чеховском районе Московской области [3; 4] позволяют выявить некоторые общие черты:

— обрастания крыш и других горизонтальных поверхностей зданий имеют бедный видовой состав и состоят в основном из поросли деревьев, а не травянистых растений;

— видовой состав обрастания фундамента наиболее разнообразен и включает главным образом травянистые растения;

— из наиболее активных травянистых участников обрастания следует назвать крапиву двудомную, что несомненно связано с наличием у нее мощной корневой системы с длинными корневищами.

Таким образом, наиболее активные участники обрастаний в условиях средней полосы — береза пушистая, береза бородавчатая и крапива двудомная.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Бочаров Б.В.* Защита от биоповреждений при реставрации памятников истории и архитектуры // Биоповреждения в строительстве. М.: Стройиздат, 1984. С. 177—183.
- [2] *Ильичев В.Д.* На стыке экологии и техники // Биоповреждения в строительстве. М.: Стройиздат, 1984. С. 6—9.
- [3] *Полынов К.Е.* Видовой состав обрастания высшими растениями строительных сооружений в Чеховском районе Московской области // Актуальные проблемы экологии и природопользования. М.: Изд-во РУДН, 2015. В. 17. С. 94—97.
- [4] *Полынов К.Е., Полынова Г.В.* Особенности обрастания высшими растениями строительных сооружений в Чеховском районе Московской области // Вестник РУДН. Серия «Экология и безопасность жизнедеятельности». 2015. № 4. С. 54—59.
- [5] СП 28.13330.2012. Свод правил. Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85. — 112 с.

### **EMBRYOPHYTE SPECIES DIVERSITY FORMING THE FOULING ON THE BUILDINGS OF THE EXHIBITION OF ACHIEVEMENTS OF NATIONAL ECONOMY**

**К.Е. Polynov, G.V. Polynova**

Ecological faculty  
Peoples' Friendship University of Russia  
*Podolskoe shosse, 8/5, Moscow, Russia, 115093*

Higher plants' species composition of the fouling on the restaurant "Golden Spike" building includes 5 species of trees and 19 species of herbaceous plants. The roof fouling consists of woody shoots only and was found on the south-eastern and north-eastern sides of the roof. The foundation species diversity

is richer and consists of herbaceous plants mainly. The analysis of the whole data shows the most active participants of fouling in the Moscow region. They are: *Bétula verrucósa* Ehrn., *Bétula pubéscens* Ehrn. and *Urtica dióica* L.

**Key words:** higher plants, species diversity, herbal-destruction, building, fouling

## REFERENCES

- [1] Bocharov B.V. Zashchita ot biopovrezhdenii pri restavratsii pamyatnikov istorii i arkhitektury [Protection from biological damage with the restoration of monuments of history and culture]. Biopovrezhdeniya v stroitel'stve [Biodeterioration in construction]. M.: Stroiizdat publ., 1984. S. 177–183.
- [2] Il'ichev V.D. Na styke ekologii i tekhniki [At the crossroads of ecology and technology]. Biopovrezhdeniya v stroitel'stve [Biodeterioration in construction]. M.: Stroiizdat publ., 1984. S. 6–9.
- [3] Polynov K.E. Vidovoi sostav obrastaniya vysshimi rasteniyami stroitel'nykh sooruzhenii v Chekhovskom raione Moskovskoi oblasti [The species composition of the land plants (embryophyte) covering of constructions in the chekhov' district, moscow state]. Aktual'nye problemy ekologii i prirodopol'zovaniya, ch. 1 [Actual problems of ecology and nature management]. M.: RUDN publ., 2015. V. 17. S. 94–97.
- [4] Polynov K.E., Polynova G.V. Osobennosti obrastaniya vysshimi rasteniyami stroitel'nykh sooruzhenii v Chekhovskom raione Moskovskoi oblasti [The particularity of embryophyte species diversity, wich forms the fouling on the buildings in chekhov district, moscow region]. Vestnik RUDN. Seriya «Ekologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti». 2015. № 4 (v pechati).
- [5] SP 28.13330.2012. Svod pravil. Zashchita stroitel'nykh konstruksii ot korrozii. Aktualizirovannaya redaktsiya SNIp 2.03.11-85 [Set of Regulations 28.13330.2012 Set of Rules. Protection of building structures against corrosion. Actualized edition of SNIp 2.03.11-85]. 112 s.

---

---

## СОЦИАЛЬНЫЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ КОТ-Д'ИВУАРА

С.А. Камагате, М.Г. Макарова

Российский университет дружбы народов  
Подольское шоссе, 8/5, Москва, Россия, 115093

Кот-д'Ивуар, страна Гвинейского залива, сталкивается с многочисленными социальными и экономическими проблемами. Эти проблемы делают страну одной из беднейших стран мира и приводят к увеличению нагрузок на окружающую среду. Национальная стратегия устойчивого развития страны включает семь разделов с упором на институциональные индикаторы. Комиссия ООН по устойчивому развитию рекомендует использовать также экономические, социальные и экологические индикаторы. На основе проведенного эколого-экономического анализа состояния страны авторы предлагают систему показателей, включающих все группы индикаторов.

**Ключевые слова:** Кот-д'Ивуар, устойчивое развитие, уровень бедности, продолжительность жизни, рост населения, разрушение окружающей среды

Кот-д'Ивуар, являясь одной из беднейших стран мира, в своих усилиях по улучшению благосостояния своего населения и сохранению окружающей среды сталкивается с многочисленными проблемами. Первая из этих проблем — продолжающееся ухудшение экономической ситуации в стране, что приводит к увеличению нагрузок на окружающую среду и, в свою очередь, оказывает непосредственное влияние на уровень бедности, особенно для сельских жителей, в частности, потому, что их выживание напрямую зависит от состояния природных ресурсов. Вторая проблема — рост численности населения, который приводит к расширению и усилению антропогенной нагрузки и препятствует сохранению природных ландшафтов. Третья проблема — низкий уровень социального обеспечения, который снижает возможности реализации мероприятий по охране природной среды и тем препятствует устойчивому развитию страны.

В 2000 году была принята Декларация тысячелетия, в которой определено восемь целей развития тысячелетия (ЦРТ). Эти цели конкретизируются рядом целевых показателей и индикаторов, уточненных в 2002 г. (Йоханнесбург, ЮАР). Они определяют три основных направления действия: ликвидация нищеты, изменение неустойчивых моделей потребления и производства, охрана и рациональное использование природных ресурсов для достижения экономического и социального развития. На основании этих индикаторов правительством Кот-д'Ивуара была разработана стратегия устойчивого развития страны. Национальная стратегия включает семь разделов с упором на институциональные индикаторы. Но Комиссия ООН по устойчивому развитию рекомендует использовать также экономические, социальные и экологические индикаторы. В данной статье приведен анализ некоторых аспектов, которые относятся к группам социальных и экономических индикаторов устойчивого развития.



Группа социальных индикаторов базируется, в частности, на данных о демографической динамике (темпы роста населения, ожидаемая продолжительность жизни, структура населения, детская смертность), об уровне занятости, благосостояния (бедности), образовательном уровне, иммиграции, о здравоохранении и комфортности селитебных территорий.

Главной демографической проблемой страны является быстрый рост численности населения. По данным переписей населения численность населения за последние 40 лет выросла на 253%.

Высокие темпы роста населения Кот-д'Ивуара связаны со значительным естественным и механическим приростом, хотя по первому показателю в последние годы наблюдается некоторое снижение. Так, в период с 1975 по 1988 гг. он составлял 3,8%, затем снизился до 3,3% (1988—1998 гг.) [15; 8] и к настоящему времени составляет 2,6% (1998—2014 гг.) [10; 11], вместе с тем оставаясь одним из самых высоких показателей в мире (среднемировое значение — 1,7%).

Высокое значение естественного прироста связано прежде всего с традиционно высокой рождаемостью. Коэффициент рождаемости составляет 37,9‰ [14], а коэффициент суммарной рождаемости на одну женщину — 4,5 [5], при среднемировом показателе 2,5 ребенка на одну женщину [19]. Такое положение в целом характерно для всех африканских стран и объясняется традиционно ранним возрастом материнства. С учетом очень низкой продолжительности жизни и очень высокой смертности возрастная структура населения типична для страны, где высока доля первой возрастной группы (до 15 лет) — 41,5% и крайне низка третья группа (свыше 65 лет) — 2,5% [10]. Данная возрастная структура населения является для такой бедной страны очень серьезной демографической проблемой. Она определяет большую нагрузку на работающее население, обеспечивающее содержание многодетных семей, низкий душевой доход и предполагает в ближайшие годы увеличение потребности в рабочих местах, к чему не готова современная экономика страны. Это в перспективе также не способствует борьбе с бедностью населения и безработицей.

В то же время сравнение современной демографической ситуации с ситуацией, которая наблюдалась 20—30 лет назад, показывает некоторые успехи в медицинском обслуживании. Так, существенно сократилась младенческая смертность (один из важнейших показателей состояния медицины). В 1970 году коэффициент младенческой смертности составлял 1,56%, в 2014 году — 0,75% и увеличилась ожидаемая продолжительность жизни с 44 лет в 1970 г. до 51 года в 2014 г., хотя по этому показателю страна занимает одно из последних мест в мире (среднемировой показатель — 70 лет).

Второй показатель — коэффициент механического прироста населения — увеличивается и в последние годы дает увеличение населения на 24,2%. Основная часть мигрантов прибывает из соседних стран Гвинейского залива и Сахели. Они создают дополнительное давление на рынок труда, усугубляя экономические сложности страны.

Рассмотрим еще два важных демографических показателя — коэффициент урбанизации и плотность населения. Для Кот-д'Ивуара первый составляет сейчас 53%, для стран Гвинейского залива это наивысший показатель. Он является кос-

венным отражением дисбаланса в размещении населения, в южной лесной части страны проживает 75,5% от общей численности населения против 24,5%, в северной саванной зоне. Средняя плотность населения составляет в настоящее время 70,3 чел/км<sup>2</sup>. Для сравнения среднемировой показатель составляет 52 чел/км<sup>2</sup>, а среднее значение этого показателя для России — 8,4 чел/км<sup>2</sup>. Но если мы будем рассчитывать отдельно эти показатели для южной и северной части страны, то получим следующие значения: 106,8 чел/км<sup>2</sup> на юге и 32,2 чел/км<sup>2</sup> на севере. Такой перевес южной части связан с тем, что здесь расположен самый крупный город страны Абиджан, в котором проживает 42% всего городского населения (примерно четверть населения страны). Кроме столицы, в этой части страны расположено восемь городов с численностью более 100 000 человек.

Наблюдаемая сейчас диспропорция формировалась давно, но особенно усилилась в результате военно-политического кризиса (2002—2011 гг.). За время кризиса население Абиджана увеличилось на 7% [14]. Основой такой диспропорции являются внутренние миграционные потоки, прежде всего сельского населения. Факторами, определяющими направления миграции сельского населения, являются возможность выращивания в южных, более благоприятных по агроклиматическим показателям районах, экспортных сельскохозяйственных культур, таких как кофе, какао, пальмовое масло и каучуковые деревья, и близость к торговым портам для продажи этих культур с минимальными затратами. Вторым направлением внутренней миграции является переселение в города, что вызывает ускоренную урбанизацию, за которой не успевает инфраструктура городов. Переписи населения показывают, что почти каждый второй житель страны (47,2%) не живет на месте своего рождения.

Несмотря на низкий экономический уровень страны, он выше, чем у большей части стран региона, что делает Кот-д'Ивуар привлекательной для внешних мигрантов. Перемещение населения из стран Сахеля, Буркина-Фасо и Мали стимулировалось еще в колониальный период с 1920-х гг. прошлого века для развития ресурсов колонии. До настоящего времени волны внешней миграции зависят от экономической ситуации в стране. Доля иностранного населения, проживающего в стране, выросла с 17,5% в 1965 г. до 28% в 1988 г. [2], а затем сократилась до 24,2% в 2014 г. Более 90% этого населения приезжает из стран—членов Экономического сообщества западноафриканских государств (ЭКОВАС).

Высокая доля мигрантов сказывается на качестве трудовых ресурсов. 73% внешних мигрантов в возрасте 15 лет и старше не умеют ни читать, ни писать на любом языке, что снижает общий уровень грамотности в стране, который составляет в среднем 56,1% [11]. Но этот показатель меняется по регионам. В городах он выше, составляя в Абиджане около 85%, а в районе Фолон (один из северных регионов страны) около 30%. Среди мигрантов в сельской местности он опускается до 18,6% [20]. Это объясняется в целом не только тем, что города концентрируют большую часть образовательных инфраструктур страны, но и тем, что приезжающие в городах мигранты имеют высокий уровень образования.

Важнейшим социально-экономическим показателем принято считать душевое значение ВВП, которое составляет для Кот-д'Ивуара 1 528,9 долл. Основой экономики страны является сельское хозяйство, ориентированное на экспорт. В сель-

ском хозяйстве заняты  $\frac{2}{3}$  рабочей силы [16; 6], оно дает 30% от ВВП и 70% экспортных доходов страны [1; 13].

С момента получения независимости в 1960 г. до конца 1970-х гг. такая ориентировка страны с учетом массовой миграции привела увеличению объемов производства. Но к настоящему времени ситуация изменилась, так как развитие сельского хозяйства идет по экстенсивному пути, а запасы пахотных земель сокращаются.

По сравнению с соседними странами (кроме Нигерии) Кот-д'Ивуар имеет значительный промышленный сектор. Вклад этого сектора в ВВП составляет около 19—20%, против 11% в Сенегале и 8% в Гане. В промышленности работает 23% активного населения [4]. В этой отрасли существуют как крупные предприятия, так и малые. В последние годы страна вышла на третью позицию по величине экспорта нефтяного сырья в Африке к югу от Сахары, после Южной Африки и Нигерии. Важную роль играет сектор услуг, на долю которого приходится около 50% ВВП [14]. Но активная добыча и экспорт нефти иностранными компаниями приводит к загрязнению акватории и береговой зоны Гвинейского залива, деградации береговых экосистем и кризису рыбного хозяйства.

Экономический кризис, который последовал после нескольких лет военных конфликтов, привел к уходу из экономики многих иностранных инвесторов, сокращению рабочих мест и разрушению социальной инфраструктуры (больницы, школы и т.д.), что имело серьезные последствия для населения. В частности, кризис вызвал перемещение всех социальных групп населения и прежде всего образованной части населения, включая учителей и работников здравоохранения, на юг страны и особенно в Абиджан. Это ухудшило возможности доступа населения как севера, так и юга к образованию и здравоохранению. Дезорганизация социальных и экономических систем привела к тому, что часть образованного и квалифицированного населения не может получить доступ к достойной работе, что увеличивает бедность населения.

Несмотря на социальную и политическую стабилизацию с 2011 г., экономическая ситуация населения по-прежнему очень хрупка, потому что отсутствуют реальные перспективы. Сегодня в Кот-д'Ивуаре около 60% активного населения исключены из стабильной занятости и социальной защиты. Стагнация в экономике в стране проявляется в стабилизации коэффициента занятости на уровне 2010 [8], отражая экономические трудности и увеличивая сложности на рынке труда, увеличение прожиточного минимума и недостаточность государственных инвестиций в социальных и производственных секторах по сравнению с огромными потребностями населения.

Важнейшим показателем устойчивости развития страны считают уровень бедности, под которым понимают процент населения, находящегося за чертой бедности. С 1985 до 2014 гг. уровень бедности в стране увеличился от 10 до 46,3% [12], т.е. беден каждый второй человек против одного человека из десяти в 1985 г. Цель сокращения бедности до 16,2% в 2015 г. [15; 8; 16] не достигнута.

Высокий уровень бедности в стране определяется демографическими и экономическими факторами. Экономические факторы связаны со слабостью государственной политики в обеспечении основных необходимых услуг и высокой

стоимостью качественных социальных услуг (образование, здравоохранение). Кроме этого, трудности национальной экономики связаны с низким уровнем инвестиций, институциональной слабостью и плохим государственным управлением. По расчетам Transparency International, Кот-д'Ивуар рассматривается как одна из самых коррумпированных стран в мире и занимает 115-е место из 175 стран (индекс восприятия коррупции (CPI) составляет в 2014 г. 3,2) [18].

В демографическом плане бедность объясняется соотношением низкого экономического роста и высокого темпа роста населения, увеличивая демографическое давление и социальный дефицит.

Анализ регионального распространения уровня бедности показывает его более острое проявление в сельской местности, несмотря на большую роль сельского хозяйства в национальной экономике. Так, в период 1985—2002 гг. уровень бедности вырос в сельских районах с 15,8 до 49%, (в городах с 5 до 24,0%) [17; 7] и составил 62,45% в 2008 г. (в городах — 29,45%). О большей бедности среди сельского населения говорит тот факт, что около 60% фермеров, производящих какао (основной экспортной культуры), живут ниже порога бедности и они представляют около 28% всех бедных в стране [4]. В настоящее время городской уровень бедности растет быстрее — от 29,5% в 2008 г. до 35,9% в 2015 г. В сельской местности он снизился — от 62,5% в 2008 г. до 56,8% в 2015 г. [12]. Это снижение уровня бедности сельского населения не является результатом улучшения благосостояния, оно объясняется тем, что люди уезжают в города в поисках лучшей жизни. Таким образом, происходит «передача» бедности из сельской местности в городские районы.

Самыми бедными регионами в стране являются северные районы страны, где уровень бедности почти удвоился в период кризиса — от 40% в 2002 г. до 77% в 2008 г. [16; 17], и сейчас он составляет 71,7% в северо-западном регионе [12]. Самый низкий уровень бедности в столице, городе Абиджан, (22,7%) [12]. В 22 регионах из 33 в стране на долю бедных приходится более половины населения.

Уровень бедности различных групп населения зависит от уровня образования этих групп, составляя 54,3% среди неграмотного населения до 9% среди людей с высоким уровнем образования [12]. Положительное влияние образования на состояние бедности подтверждается тем фактом, что 38,35% из тех, кто учился в школе, бедны, в то время как эта доля составляет 58,18% среди тех, кто никогда не ходил в школу [15]. Другими словами, образование является одним ключевым фактором сокращения бедности.

Уровень бедности сельского населения и состояние окружающей среды взаимосвязаны. Необходимость обеспечения жизненных потребностей сельского населения приводит к чрезмерной эксплуатации земельных ресурсов, уничтожению лесов. Это приводит к обострению таких экологических проблем страны, как обезлесение, эрозия почв и снижение биоразнообразия. Деградированные экосистемы, в свою очередь, усугубляют бедность, так как не дают бедным достаточных ресурсов для удовлетворения потребностей. В этом контексте экологические перспективы Кот-д'Ивуара остаются очень тревожными.

В 1997 году правительство Кот-д'Ивуара начало национальную демографическую политику, целью которой были, во-первых, контроль естественного роста

населения и, во-вторых, контроль внутренней и внешней миграции. В декабре 1998 г., был принят закон о сельских землях [3]. Согласно этому закону, только граждане страны и органы государственной власти теперь имеют право собственности на землю. Но этот закон никогда не работал и усугубил противоречия между мигрантами и коренными народами.

Таким образом, анализ социально-демографических показателей позволил определить ключевые проблемы Кот-д'Ивуара, затрудняющие переход к устойчивому развитию и сохранению экологической стабильности страны. Это бедность населения и высокие темпы роста его численности. Эти факторы взаимосвязаны и взаимообусловлены и требуют совместного решения. Но в предлагаемой правительством стратегии институциональных мер этим проблемам не уделяется достаточного внимания. Для решения всех проблем необходимо иметь полную информацию о состоянии населения и экономики. Для это необходимо создать специализированный комитет статистики окружающей среды и повысить эффективность структур, участвующих в производстве статистических данных; расширить образовательные инфраструктуры и готовить исследователей в области экологии и устойчивого развития; координировать исследовательскую деятельность и управлять научной информацией.

В области демографических проблем необходимо сократить региональное неравенство между регионами и исправить неравное распределение населения по территории страны; сократить темпы роста населения через программы планирования семьи и управления иммиграции; повысить доступ к здравоохранению; пробудить экологическое сознание населения.

В области управленческих решений необходимо укрепить и обеспечить соблюдение всеми гражданами закона о сельских землях, чтобы стимулировать устойчивое сельское хозяйство; развивать общины в их местах происхождения путем децентрализации.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Banque Mondiale, Côte d'Ivoire // Analyse environnementale pays, Rapport Final, Juin 2010. 60 p.
- [2] Commission européenne, Profil environnemental de la Côte d'Ivoire // Rapport final, Août 2006. 150 p.
- [3] Côte d'Ivoire, Loi relative au domaine foncier rural, Loi n°98-750 du 23 décembre 1998 modifiée par la loi du 28 juillet 2004.
- [4] Côte d'Ivoire — Un Agenda pour la croissance basée sur les exportations et les ressources naturelles // Document de la Banque Mondiale — Côte d'Ivoire, mars 2012. 97 p.
- [5] *Guengant J.-P. and May J.F.* Proximate determinants of fertility in sub-Saharan Africa and their possible use in fertility projections, Population Division, Department of Economic and Social Affairs, United Nations, New York, 2011. 45 p.
- [6] L'Etude prospective du secteur forestier en Afrique (FOSA) Côte d'Ivoire, Bureau régional de la FAO pour l'Afrique (Ghana) — Accra, 2001. 34 p.
- [7] Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD), Rapport national sur le développement humain en Côte d'Ivoire. Cohésion sociale et reconstruction du pays, PNUD, 2004. 191 p.
- [8] Rapport pays de suivi des Objectifs du Millénaire pour le Développement, document de travail — version finale, République de Cote d'Ivoire, août 2010. 96 p.

- [9] Rapport sur le développement humain 2014, Pérenniser le progrès humain: réduire les vulnérabilités et renforcer la résilience, Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD), Communications Development Incorporated, Washington DC — USA, 2014. 259 p.
- [10] Recensement Général de la Population et de l'Habitat 2014 (RGPH 2014), Principaux résultats préliminaires, Secrétariat Technique Permanent du Comité Technique du RGPH, Côte d'Ivoire — Abidjan, 29/11/2014. 26 p.
- [11] Recensement Général de la Population et de l'Habitat 2014 (RGPH 2014), Principaux résultats du RGPH 2014, Secrétariat Technique Permanent du Comité Technique du RGPH, Côte d'Ivoire — Abidjan, 29/11/2014. 5 p.
- [12] République de Côte d'Ivoire, Enquête sur le niveau de vie des menages en Côte d'Ivoire (ENV 2015) // Profil de pauvreté, Ministère d'Etat, Ministère du plan et du développement, Institut National de Statistiques (INS) en colabiration avec la direction générale du plan et de la lutte contre la pauvreté, Juillet 2015. 91 p.
- [13] République de Côte-d'Ivoire, Ministère d'état, Ministère de l'environnement, Comité de Coordination de la Convention des Nations Unies Pour la Lutte Contre la Désertification (CCD), Mise en œuvre de la Convention des Nations Unies de Lutte Contre la Désertification (UNCCD), 3e rapport national , Janvier 2005. 48 p.
- [14] République de Côte d'Ivoire, Santé, Nutrition et Population // Rapport Analytique Santé Pauvreté, Le Groupe Banque Mondiale — Région Afrique Développement Humain & Ministère de la Santé et de l'Hygiène Publique, Côte d'Ivoire, Décembre 2010. 185 p.
- [15] République de Côte d'Ivoire, Stratégie de Relance du Développement et de Réduction de la Pauvreté, Fonds monétaire international. Washington, D.C., janvier 2009. 198 p.
- [16] Stratégie de partenariat pour la République de Côte d'Ivoire 2010—2013. //Groupe de la Banque mondiale, Côte d'Ivoire, 2010. 64 pages.
- [17] Toh A., Kouyate S., Banegas R. et Bardeletti J., Caractérisation des Classes Moyennes en Côte d'Ivoire, Étude réalisée à Abidjan entre janvier et mars 2009, mars 2009. 27 p.
- [18] Transparency International — the global coalition against corruption, Corruption perceptions index 2014, Germany — Berlin, December 2014. 12 p.
- [19] United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, World Population Ageing 2013, New York, 2013. 111 p.
- [20] Zanou B. et Nyankawindemera A., XXIV Congrès général de la population, Séance 69: Les données du recensement au 21ème siècle, Migration et répartition spatiale de la population en Côte-d'Ivoire, Août 2001. 13 p.

## **SOCIAL AND ECONOMIC INDICATORS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF IVORY COAST**

**S.A. Kamagate, M.G. Makarova**

Peoples' Friendship University of Russia  
*Podolskoe shosse, 8/5, Moscow, Russia, 115093*

Ivory Coast, the Gulf of Guinea country, faces numerous social and economic problems on the road to its development. These problems make the country one of the poorest countries in the world, and lead to an increase in load on the environment. National Sustainable Development Strategy of the country consists of seven sections, focusing on institutional indicators. Commission on Sustainable

Development recommends using economic, social and environmental indicators. Therefore, in this article, on the basis of ecological and economic analysis of the country, we offer a system of indicators covering all groups of indicators.

**Key words:** Ivory Coast, sustainable development, poverty levels, life expectancy, population growth, environmental destruction

# БИОГЕОХИМИЯ

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА РОСТОВЫЕ ПРОЦЕССЫ И БИОМАССУ САЛАТА СОРТА «ЛОЛО БИОНДА»

А.Л. Кравченко, Б.А. Сотников, А.А. Чабан, Ю.А. Стекольников

Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина  
ул. Коммунаров, д. 28, Липецкая область, г. Елец, Россия, 399770

Соединения свинца и кадмия, обладая высокой токсичностью, кумулятивностью, ингибируют продукционный процесс, снижают прирост биомассы салата. Исследование показало, что угнетение корневой системы проявлялось в уменьшении числа мелких корешков, а на основных корнях появлялись некрозные повреждения. Биомасса зеленой части салата сорта «Лоло Бионда» уменьшалась почти в 3 раза с увеличением ПДК Рв с 0,5 до 10, а корневой системы в 5 раз. Влияние кадмия было еще более значимо. Так, биомасса наземной части салата сорта «Лоло Бионда» при присутствии кадмия уменьшалась в 7 раз, а корневая система — в 10 раз в тех же пределах ПДК.

**Ключевые слова:** фитотоксичность почвы, свинец и кадмий, растительность, сельскохозяйственная продукция, тяжелые металлы, предельно допустимые концентрации, окружающая среда

Почвы по-разному накапливают тяжелые металлы (ТМ), и их уровень как в почвах, так и в растениях влияет на их устойчивость и биотрансформацию в окружающей среде. Даже при невысоком уровне загрязнения ТМ из-за кумулятивного накопления происходит ухудшение агроэкологического состояния почв, что отражается на росте растительных культур. Вследствие накопления ТМ в сельскохозяйственной продукции и потребления ее в пищу это приведет к заболеванию населения [2; 6].

Цель нашего исследования состояла в оценке фитотоксичности почвы, загрязненной соединениями свинца и кадмия.

### Организация и методы исследования

В качестве тест-объекта выбран салат сорта «Лоло Бионда» из-за малого периода его вегетационного цикла.

Исследования проводились в лабораторных условиях [4]. В пластмассовые емкости с почвой высаживали семена салата. В первой серии опытов после уко-



рассады ее 2—3 раза поливали водным раствором нитрата свинца, чтобы содержание свинца в почве достигло 0,5; 1; 2; 3; 5; 8 и 10 ПДКн (ПДКн = 30 мг/кг) [5]. Для уменьшения влияния нитрат-ионов на результаты эксперимента контрольную пробу поливали водным раствором  $\text{NaNO}_3$ , чтобы их содержание в почве было таким же, как при внесении с нитратом кадмия (10 ПДКн).

Во второй серии опытов рассаду салата поливали раствором нитрата кадмия, чтобы содержание кадмия в почве достигло 0,5; 1; 2; 3; 5; 8 и 10 ПДКн (ПДКн = 0,5 мг/кг).

В третьей серии опытов полив проводили раствором, содержащим нитраты свинца и кадмия. После полива содержание в почве достигало 0,5; 1; 2; 3 и 5 ПДКн каждого из металлов.

В течение месяца проводились фенологические наблюдения, фиксировались изменения в растениях, выращиваемых на загрязненной почве. Через месяц салат выкапывали, с корней удаляли землю и взвешивали все растения как целиком, так и по отдельности — наземную и корневую часть. Также после высушивания отделяли корни и взвешивали по отдельности зеленую массу и корневую систему.

После измельчения навеску воздушно-сухой зеленой массы салата, корней подвергали «мокрому» озолению и в полученном растворе определяли концентрацию металла атомно-абсорбционным методом на спектрометре «Спектр-5» [7]. Аналогично определяли валовое содержание ТМ в почве. Подвижные формы ТМ в почве, доступные растению, определяли атомно-абсорбционным методом в экстракционном растворе, полученном обработкой навески почвы ацетатно-аммонийным буферным раствором с  $\text{pH} = 4,8$  [7].

### Полученные результаты и их обсуждение

Во всех емкостях с загрязненной почвой растения салата мы фиксировали отставание в росте по сравнению с контрольной пробой. Признаки отставания наблюдались при загрязнении почвы кадмием, свинцом, а также их смесью. В емкостях с максимальным (10 ПДКн) и минимальным (0,5 ПДК) содержанием свинца или кадмия, а также в смеси масса растений салата уменьшалась тем сильнее, чем выше ПДК (рис. 1—3).

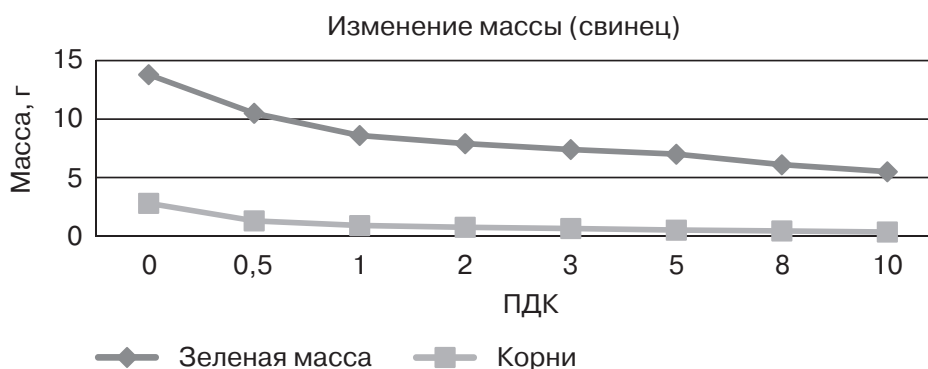
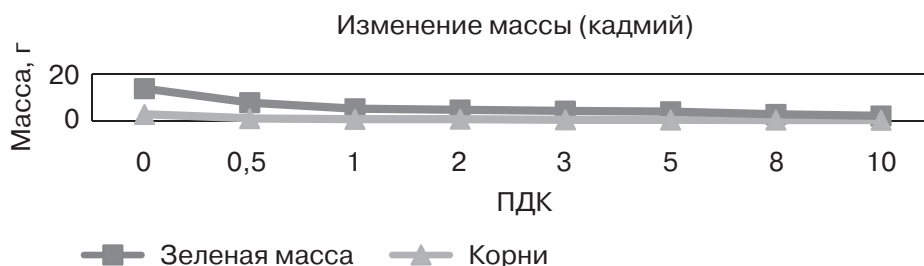


Рис. 1. Влияние содержания свинца на изменение зеленой массы и массы корневой системы салата «Лоло Бионда»

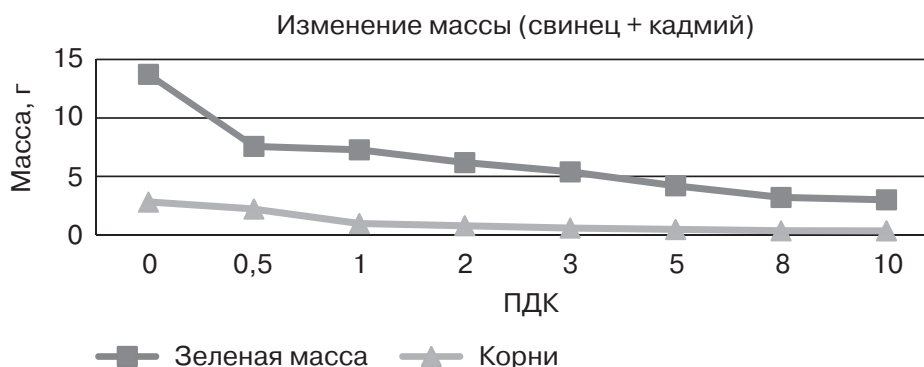
Нами бы отмечено, что увеличение концентрации Pb и Cd вызывало уменьшение биомассы зеленой массы с угнетением ее развития; биомасса корневой системы также угнеталась во всем интервале предельно допустимых концентраций ТМ. Установлено, что угнетение корневой системы проявлялось в уменьшении числа мелких корешков, на основных корнях появляются некротические повреждения. Биомасса зеленой части салата сорта «Лоло Бионда» уменьшалась почти в 3 раза с увеличением ПДК Pb с 0,5 до 10, а корневой системы в 5 раз (см. рис. 1).

Влияние кадмия еще более было значимо. Так, биомасса наземной части салата сорта «Лоло Бионда» уменьшалась в 7 раз, а корневой системы — в 10 раз в тех же пределах ПДК (рис. 2).



**Рис. 2.** Влияние содержания кадмия на изменение зеленой массы и массы корневой системы салата «Лоло Бионда»

Аналогично уменьшалась биомасса надземной и корневой системы салата сорта «Лоло Бионда» при совместном присутствии Pb и Cd (рис. 3). Оба элемента в равной мере угнетали развитие корневой и наземной части салата.



**Рис. 3.** Влияние совместного содержания свинца и кадмия на уменьшение зеленой массы и массы корневой системы салата «Лоло Бионда»

Токсичные элементы (Pb и Cd) даже при низких концентрациях оказывают отрицательное действие на развитие растений салата, что и наблюдается в нашем случае в отношении как зеленой части растения, так и корневой системы. Корневая система во всех случаях замедляет свое развитие.

Как видно, свинец и кадмий уменьшают вегетативную массу зеленой, наземной части растения во всех пределах ПДК каждого элемента, а также при совместном присутствии, основные накопления ТМ происходят как в корнях растения, так и наземной части, что и тормозит их развитие (рост массы).

Уменьшение массы корней можно объяснить биологической способностью противостоять поступлению в наземную часть растений ТМ за счет их иммобилизации в корневой системе, влиянием поступивших ТМ на метаболические процессы за счет депонирования в фиксированных или нерастворимых формах.

Устойчивость растений к воздействию ТМ характеризуют по фитотоксическому эффекту, т.е. по убыли или приросту биомассы относительно контрольного растения. Оказалось, что кадмий вызывает угнетение развития корневой системы в диапазоне от 0,5 до 10 ПДК Cd в большей мере, чем зеленой, наземной части растения (рис. 4).

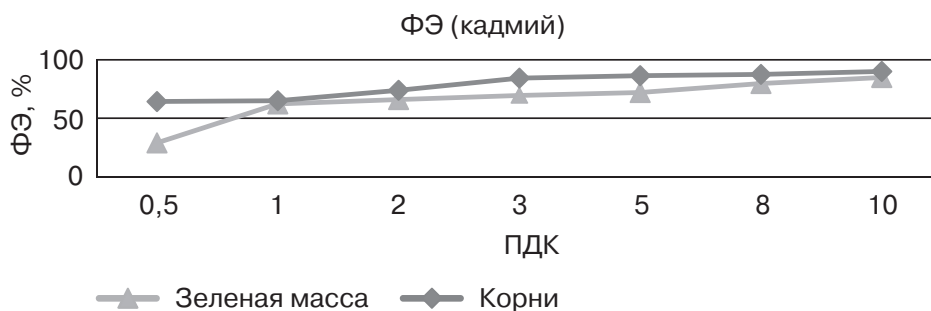


Рис. 4. Зависимость фитотоксического эффекта от содержания кадмия

Более значительное угнетение корневой системы, по сравнению с надземной, наблюдается на почвах, загрязненных свинцом, также во всех интервалах загрязнения (рис. 5).

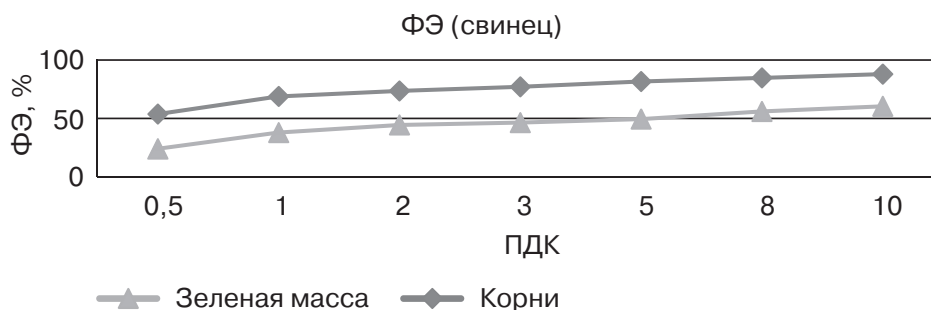


Рис. 5. Зависимость фитотоксического эффекта от содержания свинца

Аналогичное замедление развития наземной и корневой системы наблюдается при совместном присутствии Pb и Cd, так как величина фитотоксического эффекта изменяется от 30 до 90% в пределах 0,5 ÷ 10 ПДК. (рис. 6).

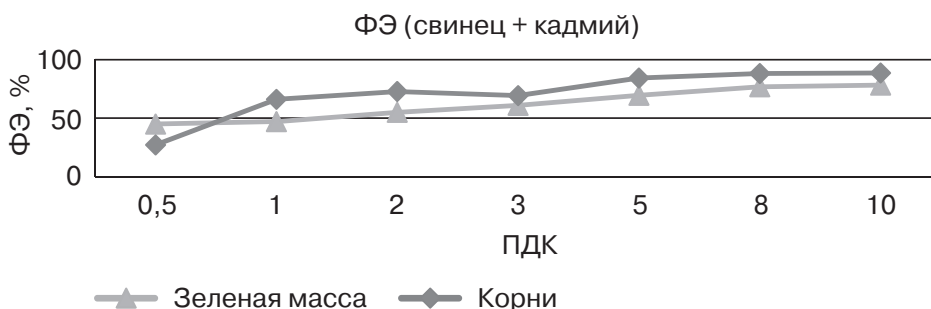
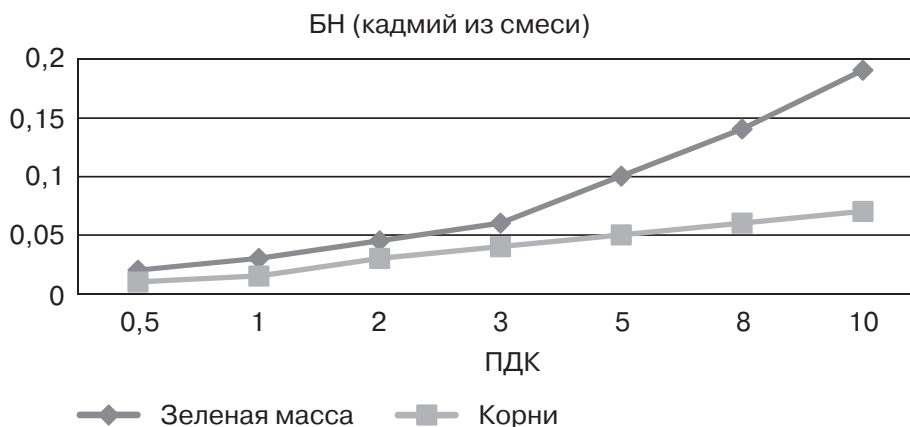
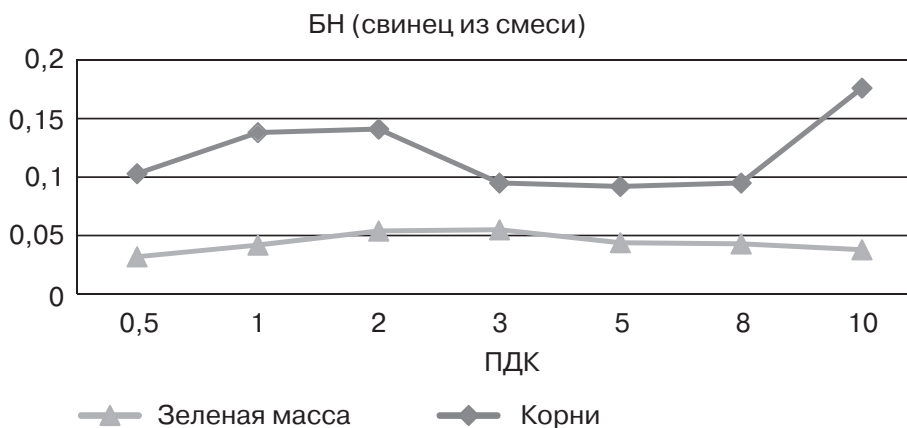


Рис. 6. Зависимость фитотоксического эффекта от совместного содержания Pb и Cd

Оценивая количество металла, извлекаемого из почвы растением по коэффициенту биологического поглощения (рис. 7, 8), можно заключить, что степень извлечения Pb и Cd наземной частью растения невелика, во всем интервале ПДК она меньше единицы для обоих элементов (рис. 7, 8); свинец поглощается наземной частью салата во всем интервале ПДК на уровне  $0,10 \div 0,18$ , а кадмий накапливается в интервале  $0,02 \div 0,2$ . Интенсивность накопления Cd корневой системой изменяется от 0,02 до 0,06, а у Pb она осталась на уровне  $\sim 0,04$ .



**Рис. 7.** Зависимость коэффициента биологического накопления кадмия из смеси Pb, Cd от содержания в почве



**Рис. 8.** Зависимость коэффициента биологического накопления свинца из смеси Pb, Cd от содержания в почве

Таким образом, Cd в равной мере поглощается наземной и корневой системой салата, а свинец — предпочтительнее наземной частью, чем корневой системой при совместном присутствии (см. рис. 7, 8).

Из количественных данных по коэффициенту фитотоксичности следует, что происходит накопление Cd, а также Pb в большей мере в зеленой массе растений салата «Лоло Бионда» при индивидуальном присутствии во всем интервале ПДК загрязнений, т.е. она не иммобилизуется в корневой системе (рис. 9, 10).

Коэффициент фитотоксичности Cd зеленой массы возрастает до 8, а свинца до 18; у корневой системы у кадмия до 3, а у свинца до 7. При совместном присутствии свинца и кадмия коэффициенты фитотоксичности выше для корневой

системы, чем наземной части, т.е. корневая система задерживает свинец и кадмий в своих тканях. Коэффициенты фитотоксичности уменьшаются до  $1,5 \div 4,5$  для корневой системы, до  $1,5 \div 3$  зеленой массы (рис. 11).

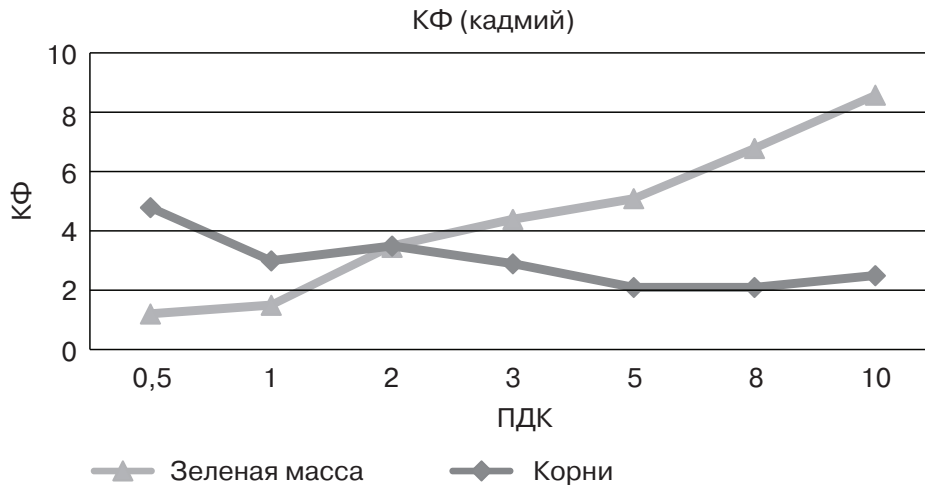


Рис. 9. Зависимость коэффициента фитотоксичности от содержания кадмия в почве

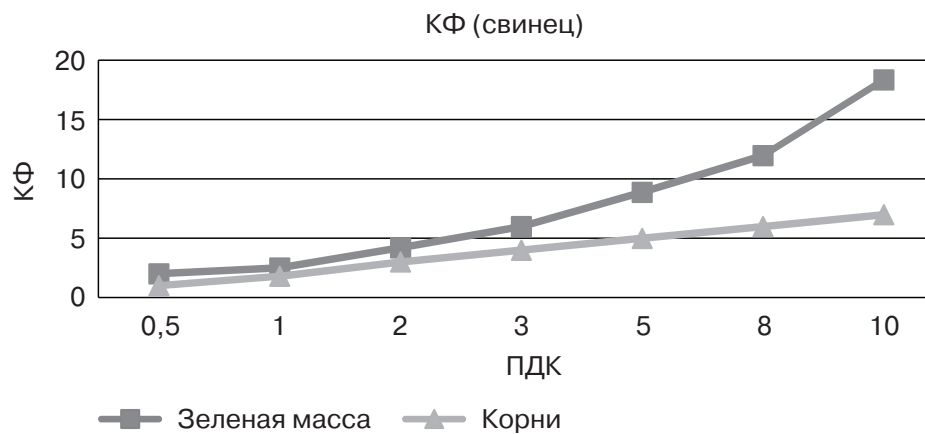


Рис. 10. Зависимость коэффициента фитотоксичности от содержания свинца в почве

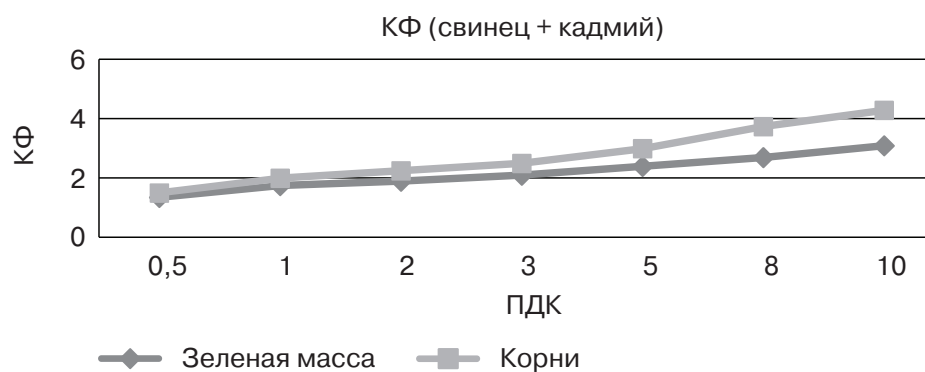


Рис. 11. Зависимость коэффициента фитотоксичности от содержания свинца в почве

Таким образом, совместное присутствие Pb и Cd хотя и вызывает замедление и угнетение продукционного процесса, но в меньшей мере, чем при индивидуальном присутствии. Растения салата «Лоло Бионда» не противостоят поступлению в наземную и корневую систему растений токсичных веществ, поэтому ТМ участвуют в метаболических процессах и при совместном присутствии свинца и кадмия. В индивидуальных растворах свинец и кадмий поглощаются наземной частью салата, накапливаются в корневой системе и оба аккумулируются во всех частях растения.

\*\*\*

Подводя итог нашего исследования, можно сделать следующие выводы.

Миграционная способность кадмия и свинца уменьшается при их одновременном внесении в почву.

Кадмий оказывает большое токсическое воздействие на продукционный процесс, чем свинец.

Во всем интервале изменений концентраций свинца и кадмия, а также при их совместном присутствии наблюдается уменьшение биомассы салата «Лоло Бионда», что связано с замедлением продукционного процесса.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Глебов В.В., Киричук А.А.* Возможности биомониторинга в оценке экологического состояния экосистем столичного мегаполиса // Мир науки, культуры, образования. 2014. № 5. С. 339—341.
- [2] *Глебов В.В., Родионова О.М.* Экологическая физиология и биология человека: конспект лекций: учеб. пособие. М.: РУДН, 2014. 236 с.
- [3] *Лавер Б.И., Глебов В.В.* Состояние медико-психологической и социальной адаптации человека в условиях крупного города // Вестник РУДН. Серия «Экология и безопасность жизнедеятельности». 2012. № 5. С. 34—36.
- [4] Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлом. М.: Гидрометеиздат, 1981.
- [5] Методика выполнения измерений массовой доли подвижных форм металлов в объектах окружающей среды, полимерах и биологических объектах. Одесса: Одесский НИИ гигиены водного транспорта, 1986.
- [6] *Родионова О.М., Глебов В.В.* Лекции по дисциплинам «Экологическая физиология» и «Биология человека»: учеб. пособие: в 2 ч. Ч. 1. М.: РУДН, 2013. 92 с.
- [7] *Смирнова Н.В., Шведова Л.В., Невский А.В.* Влияние свинца и кадмия на фитотоксичность почвы // Экология и промышленность России. 2005. Т. 4. С. 32—35.

## **ECOLOGICAL ASSESSMENT OF THE EFFECT OF HEAVY METALS ON GROWTH PROCESSES AND BIOMASS OF SALAD «BIONTLOLO»**

**A.L. Kravchenko, B. A. Sotnikov, A.A. Chaban, Yu.A. Stekolnikov**

Eletsky the State University of I.A. Bunin  
*Kommunarov str., 28, Lipetsk region, Yelets, Russia, 399770*

Compounds of lead and cadmium, possessing high toxicity, a cumulative inhibit production process, reduce a salad biomass gain. Research showed that oppression of root system was shown in reduction of number of small backs, and on the main roots there were necrosis damages. Biomass of green part of salad of a grade of “Lolo Biond” decreased almost by 3 times with increase in the maximum allowable concentration of Pb with 0,5 to 10, and root system by 5 times. Influence of cadmium was even more significant. So biomass of land part of salad of a grade of “Lolo Biond” at presence of cadmium decreased by 7 times, and root system by 10 times in the same the maximum allowable concentration.

**Key words:** phytotoxicity of the soil, lead and cadmium, vegetation, agricultural production, heavy metals, maximum allowable concentration, environment

### **REFERENCES**

- [1] Glebov V.V., Kirichuk A.A. Vozmozhnosti biomonitoringa v ocenke jekologicheskogo sostojanija jekosistem stolichnogo megapolisa / V.V. Glebov, A.A. Kirichuk. Mir nauki, kul'tury, obrazovanija. 2014. № 5. S. 339—341.
- [2] Glebov V.V., Rodionova O.M. Jekologicheskaja fiziologija i biologija cheloveka: konspekt lekcij [Tekst]: ucheb. posobie / V.V. Glebov, O.M. Rodionova. M.: RUDN, 2014. 236 s.
- [3] Laver B.I., Glebov V.V. Sostojanie mediko-psihologicheskoy i social'noj adaptacii cheloveka v uslovijah krupnogo goroda / B.I Laver, V.V. Glebov. Vestnik RUDN. Serija «Jekologija i bezopasnost' zhiznedejatel'nosti». 2012. № 5. S. 34—36.
- [4] Metodicheskie rekomendacii po provedeniju polevyh i laboratornyh issledovanij pochvy i rastenij pri kontrole zagryaznenija okruzhajushhej sredy metallom. M.: Gidrometeoizdat, 1981.
- [5] Metodika vypolnenija izmerenij massovoj doli podvizhnyh form metallov v ob#ektah okruzhajushhej sredy, polimerah i biologicheskikh ob#ektah. Odessa: Odesskij NII gigieny vodnogo transporta, 1986.
- [6] Rodionova O.M., Glebov V.V. Lekcii po disciplinam «Jekologicheskaja fiziologija» i «Biologija cheloveka» [Tekst]: ucheb. posobie: v 2 ch. / O.M. Rodionova, V.V. Glebov. Ch. 1. M.: RUDN, 2013. 92 s.
- [7] Smirnova N.V., Shvedova L.V., Nevskij A.V. Vlijanie svinca i kadmija na fitotoksichnost' pochvy. Jekologija i promyshlennost' Rossii. 2005. T.4. S. 32—35.

# БЕЗОПАСНОСТЬ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

## ТЕХНОСФЕРНЫЕ ПОЖАРЫ В РФ КАК ИСТОЧНИК ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ: ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

**Т.В. Ващалова**

Географический факультет  
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова  
*Ленинские горы, 1, ГСП-1, Москва, Россия, 119991*

Техносферные пожары рассматриваются как один из источников неблагоприятных воздействий на окружающую среду и здоровье населения. На репрезентативном статистическом материале дана разносторонняя характеристика их пространственно-временной динамики в субъектах РФ. Основы методики обзорной количественной оценки их вклада в суммарную экологическую нагрузку могут быть созданы с использованием приводимой в статье количественной информации об основных экологических значимых характеристиках пожаров.

**Ключевые слова:** пожар, техносфера, экологическая нагрузка, субъекты РФ

Пожары как явление, значимо влияющее на геоэкологическую и социально-экологическую ситуацию территорий разного размера пока еще не привлекли должного внимания представителей естественных наук. В несколько меньшей степени это относится к лесным пожарам, последствиям которых, как правило, дается эколого-экономическая оценка в ежегодных докладах о состоянии окружающей природной среды субъектов РФ.

Что касается техносферных пожаров, то подобная оценка выполняется лишь для наиболее крупных из них, как правило, связанных с предприятиями и объектами ТЭК.

Обобщенная оценка прямого и тем более косвенного экологического ущерба от таких пожаров для окружающей среды и населения требует выполнения ряда предварительных исследований. Ее актуальность определяется необходимостью получения количественных оценок негативных экологических воздействий на территорию или часть биосферы (воздух, воду, почву), которые вносятся различными источниками в итоговую нагрузку. Понимание причин и условий, влияющих на частоту техносферных пожаров, и возможность отслеживать их динамику позволяет оценить возможные масштабы изменений экологически неблагопри-



ятных воздействий на фоне изменений социально-экономической обстановки и климата.

В настоящей статье предлагается обзорная информация о пространственной динамике частоты техносферных пожаров в субъектах РФ, об их распределении по сезонам, типам поселений, причинам и объектам. Она является той базой, на которой в дальнейшем может создаваться методика названной выше оценки. Кроме того, дана краткая характеристика экологических аспектов пожарных рисков.

### **Экологически значимые эффекты пожаров и подходы к их оценке**

В результате пожара и его тушения происходит загрязнение окружающей среды продуктами горения, пиролиза, несгоревшими горючими веществами, огне-тушащими средствами.

На ликвидацию одного среднестатистического пожара, время прямого воздействия которого на окружающую среду оценивается от 20 (для городов) до 50 (для сельской местности) минут (среднее по РФ — 30 мин.), расходуется около 50 м<sup>3</sup> воды [7]. При крупных (20—30% всех) и особо крупных пожарах (около 2%) эта величина возрастает до 3—4 порядков, а время воздействия — от первых часов до первых суток [1]. Так, при пожаре на КАМАЗе в апреле 1993 г. объем воды, использованный на его тушение, был оценен в 340 тыс. л. Тушение пожара продолжалось 7 дней [6].

Ежегодное количество пожаров в мире приближается к 10 млн, а в РФ — к 150 тыс. Связанное с их тушением водопотребление сопоставимо по объему со стационарными водными ресурсами озер, рек и большей части почвенной влаги на Земле [8].

Помимо собственно водопотребления, использование воды на пожаре повышает количество водяного пара в атмосфере, причем насыщенного агрессивными соединениями. Как правило, он выпадает в виде кислотных дождей.

Процесс горения сопровождается мощным тепловым излучением и потреблением значительных объемов воздуха. При сгорании 1 м<sup>3</sup> природного газа расходуется 5 м<sup>3</sup> воздуха, 1 кг древесины — 4,2 м<sup>3</sup>, 1 кг соломы — 4,6 м<sup>3</sup>, 1 кг каменного угля — 8 м<sup>3</sup> воздуха [8]. Натурные исследования показали, что, например, при полном выгорании типовой двухкомнатной квартиры расходуется 7 тыс. м<sup>3</sup> воздуха. При пожарах на лесоперерабатывающих предприятиях, в резервуарных парках нефтебаз и других крупных промышленных объектах воздуха расходуется в разы больше. При сильном пожаре концентрация кислорода вокруг площади его распространения может снизиться до уровня, опасного для жизни людей (менее 16%), а в случае массовых пожаров — до 10 и даже 6% [7].

Отечественное экологическое законодательство признает выбросы в атмосферу при пожаре аварийными. При аварийных выбросах единовременная концентрация загрязнителей превышает ПДК в десятки, сотни и даже тысячи раз [6]. В составе материалов, сгорающих в пожарах, высокий процент составляют полимерные соединения. Важно сознавать, что в процессе горения многие из этих экологически «недружественных» материалов превращаются или распадаются на соединения, обладающие еще более опасными характеристиками. Часть из

них может находиться в атмосфере до нескольких суток, часть — до нескольких лет [7]. Количество  $\text{CO}_2$  в продуктах горения большинства материалов, обычных для жилых и офисных зданий, примерно одинаково и находится на уровне летальных доз —  $\text{LC}_{50}$  (200000 мг/м<sup>3</sup>). Содержание СО и других токсикантов превышает среднесуточные ПДК<sub>СС</sub> в 1000 и более раз [7].

Размер площади опасных воздействий пожара зависит от уровня выделения токсикантов, количества выделившегося тепла, площади и продолжительности пожара, метеоусловий, рельефа местности. Считается, что в среднем один пожар способен вызвать загрязнение территории радиусом 1—2 км.

Специальные исследования, выполненные государственной противопожарной службой (ГПС) показали, что наибольший ущерб природной и социальной среде причиняют пожары в зданиях, на свалках и полигонах ТБО, а также горение нефти и нефтепродуктов, что связано с их высокой частотой и нередко с масштабами.

Сведения о площади пожара, числе пожаров, массе и составе сгоревших материалов, составе продуктов горения — вот тот минимальный набор, который необходим для укрупненной оценки вклада пожаров в снижение качества окружающей среды.

Обобщение репрезентативной базы статистических данных позволило специалистам ГПС оценить среднюю площадь одного пожара в зданиях в РФ в 26 м<sup>2</sup>, в том числе в городах — 10—21 м<sup>2</sup>, и в селах — 35 м<sup>2</sup>, массу сгоревших материалов — около 30 кг [7]. С экспериментальными данными по составу и объему продуктов горения заинтересованные читатели могут ознакомиться в том же источнике.

### **Характеристика исходных материалов**

Ниже дается характеристика исключительно техносферных пожаров, под которыми автор понимает процессы неконтролируемого горения, возникшие на объектах, созданных в процессе хозяйственной деятельности человека или общества, вне зависимости от конкретной причины, вызвавшей возгорание. К ним относятся пожары в зданиях и сооружениях различного назначения, на транспорте, на производственных объектах любой специализации и размера, в заброшенных или частично разрушенных строениях и т.п. Лишь в случаях, когда пожар на техносферном объекте явился следствием опасного природного процесса или явления, его правомерно относить к природно-техносферным.

Основные характеристики пожарной опасности — частота возникновения пожаров, социальный ущерб (погибшие и травмированные), материальные потери. Их изменения в пространстве и времени не всегда синхронны, наиболее значимые причины и условия не идентичны. Отсюда — необходимость их отдельного рассмотрения.

Анализ пространственной динамики частоты пожаров выполнен на статистическом материале, собираемом и публикуемом в различных изданиях ГПС и в их сетевых ресурсах. Ранг пространственной единицы, к которой привязаны численные характеристики — субъект РФ. В основу исследования положен времен-

ной ряд 2005—2013 гг., для которого выдержана наибольшая однородность в требованиях к статистическому учету и формату представления сведений о пожарах. Коэффициент вариации многолетних данных о частоте пожаров по субъектам РФ для этого периода выходит за границы незначительного (до 0,33) лишь для 6,5% из них в отличие, например, от 20-летнего ряда, когда таковых было без малого четверть. Последнее свидетельствует о необходимости выделения регионов, для которых частота пожаров, используемая как один из параметров оценки экологических нагрузок, не может прогнозироваться на отдаленный период на основании общероссийского тренда. Для анализируемого периода к таковым относятся Санкт-Петербург; Ярославская, Курская, Магаданская области; Камчатский край и Чукотский автономный округ.

Для графического отражения результатов исследования основой послужила карта-схема административно-территориального деления страны. Тесная связь частоты пожаров с численностью населения и иными его характеристиками (что будет показано ниже) искажает восприятие ситуации при заполнении условными знаками контуров большинства регионов Сибири и Дальнего Востока. С целью минимизации искажений на использованной графической основе содержательная информация отражалась лишь для территорий, где плотность населения превышала 1,6 чел. на кв. км. Выбор именно этой градации из всех, отраженных на карте плотности населения по муниципальным районам субъектов РФ [2], позволяет отразить локальный, а местами и точечный характер распространения изучаемого явления по обширным пространствам субъектов РФ в ее азиатской части и одновременно не исключить полностью из рассмотрения большую часть Восточной Сибири и Дальнего Востока.

### **Общая характеристика пожаров в РФ**

Количество пожаров в РФ с 2005 по 2013 гг. уменьшилось с 227 тыс. до 153 тыс. в абсолютном исчислении и с 174 до 124 случаев на 100 тыс. человек в душевом. Обобщенная характеристика динамики техносферных пожаров в РФ за период около 40 лет выглядит следующим образом. Для заключительных десятилетий советского периода истории известно, что в 1970-е — начале 1980-х гг. частота пожаров в среднем по стране находилась на уровне 50 случаев на 100 тыс. человек [8], а к началу 1990-х выросла до более чем 200 (в 1993 г. — 224 чел./100 тыс. населения), после чего начала сокращаться с небольшим перерывом в 2002—2004 гг. Описанное распределение позволяет предполагать значимое влияние на динамику частоты пожаров социально-экономической и социально-психологической обстановки в стране. Синхронность нарастания негативных тенденций во многих сферах жизнедеятельности социально-экономических систем (СЭС) в периоды их глубоких перестроек отмечена в медико-демографической литературе уже в середине 1990-х гг. [5; 6] и впоследствии подтверждена другими исследованиями [3; 9].

Распределение частоты пожаров по субъектам РФ (без разделения на тип поселения) представлено на рис. 1. В наиболее общем виде его можно охарактеризовать как отражающее сочетание населенности (в том числе сезонной) и природно-климатических особенностей регионов.

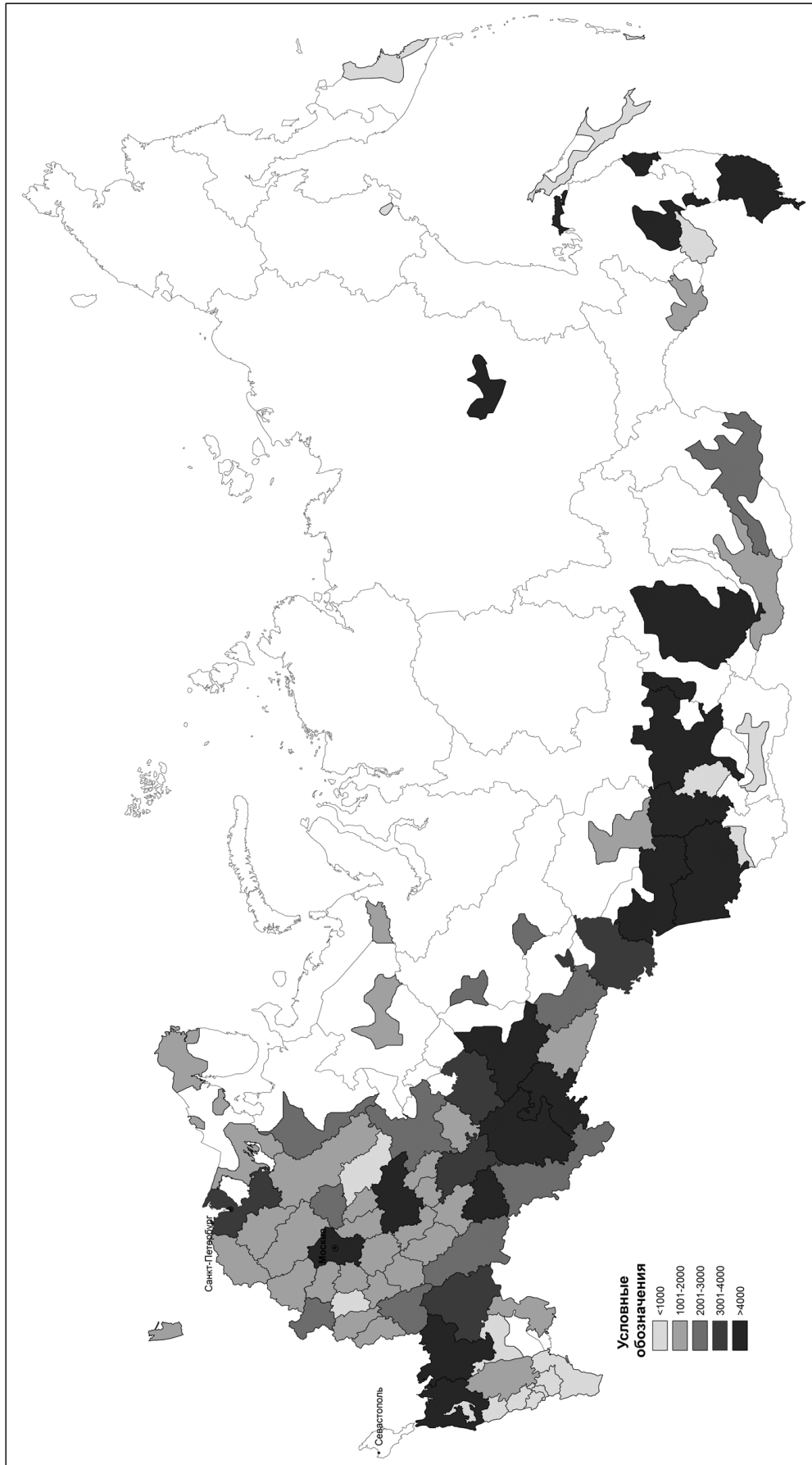


Рис. Среднегодовое (2005—2013 гг.) количество техносферных пожаров (шт.)

В многолетнем ряду в среднем по стране соотношение пожаров в городах и селах — 3:2, при соотношении соответствующих категорий населения 3:1 [11], что свидетельствует о более благоприятных условиях возникновения пожаров в сельской местности. В годовом цикле в стране в целом отмечается подъем частоты возникновения пожаров в переходные сезоны (в селах весной 26% годовой суммы, в осень—предзимье 28%; в городах в осень—предзимье 28%) и спада летом в городах (22%) и зимой в селах (23%).

Анализ сведений о причинах и объектах техносферных пожаров свидетельствует о ведущей роли «человеческого фактора» в их возникновении. В последнее десятилетие в РФ распределение техносферных пожаров по группам причин возникновения выглядит следующим образом: природные — менее 0,5%; техногенные — 2%, неустановленные и «прочие» — 4%. Более 90% пожаров имеют социогенное происхождение. По оценкам специалистов ГПС, основанным на данных статистики 1990-х гг., долевой вклад социогенных пожаров для разных субъектов РФ составлял 50—90% [8]. В сельской местности по сравнению с городской доля пожаров природного происхождения возрастает вдвое и несколько сокращается количество пожаров неопределенного генезиса.

Среди более чем полтора десятка причин пожаров, выделяемых ГПС, четыре причины — неосторожность при обращении с огнем; поджог; нарушение правил устройства и эксплуатации печей (НПУиЭП); нарушение правил устройства и эксплуатации электрооборудования (НПУиЭЭО) — ведущие, определяющие без малого 90% всех пожаров в стране.

Среди объектов пожаров на здания и сооружения жилого назначения приходится более двух третей их общего количества (68—73% в 2005—2013 гг.). В эту категорию объектов включены как жилые помещения постоянного (квартиры, индивидуальные дома), так и места сезонного или временного проживания (дачи, гостиницы, общежития, вагончики и т.п.) а также объекты хозяйственного назначения, функционально дополняющие как первые, так и вторые (гаражи, бани, сараи и т.п.). Среди пожаров иных локализаций (прежде всего на промышленных объектах, доля которых общем количестве пожаров 3,5%) в статистику ГПС не попадают те из них, которые не выходят за границы объекта и ликвидируются внутриведомственными силами. В основном, эти пожары (особенно в последние годы) немногочисленны и не оказывают ощутимых воздействий на окружающую среду. Исключение — пожары на промышленных трубопроводах, объективная и полная информация о которых отсутствует. Доступные для фиксации ГПС пожары на трубопроводных системах (как правило, магистральных) составляют 0,2% от общего числа.

### **Пространственно-временная вариативность параметров частоты пожаров**

Высокая численность и плотность населения для многих регионов является самостоятельным фактором роста частоты пожаров. Наиболее ярко это проявляется в городах—субъектах РФ, Московской и Ленинградской и Нижегородской областях; в старопромышленном центре Урала и Республике Башкортостан; в Ростовской области и Краснодарском крае; в прилежащих к Транссибу частях

регионов Сибири и Дальнего Востока, а также в центральном ареале расселения Республики Саха-Якутия.

Влияние климата (продолжительность и суровость холодного периода), снижающее напряженность ситуации с пожарами, ясно просматривается лишь на примере республик Северного Кавказа.

Анализ качеств региональных социумов, значимо влияющих на частоту пожаров и опосредованно отраженных в численности населения, является предметом отдельного исследования и далее не обсуждается.

Учет сезонной динамики частоты пожаров необходим прежде всего при оценке возможностей рассеяния атмосферных загрязнений. Она связана с ландшафтно-климатическими, а также с демографическими причинами. Ее пространственная неравномерность более четко проявляется при анализе статистики сельских пожаров. Это фиксируется, даже несмотря на то, что фактическое различие между городским и сельским образом жизни во многих регионах страны, особенно в ее европейской части, существенно размыто и не отражается в официальной статистике [10].

Пик пожаров, связанный с годовым температурным минимумом (первый квартал года) характерен для Заполярья (кроме Мурманской области) и северо-восточных внутриконтинентальных районов страны. На юге он проявляется в Дагестане (как в селах, так и в городах).

Для ЕТР от западных границ до Заволжья в лесной зоне (насколько ее можно выделить на мелкомасштабной схеме административно-территориального деления) максимум сезонных пожаров приходится на конец весны — начало лета. Это, скорее всего, связано с началом сельскохозяйственного (как отрасли народного хозяйства) и дачного сезонов. Пожары второй половины лета характерны для нескольких степных регионов с развитым сельским хозяйством и «полупустынной» Калмыкии. К ним (с поправкой на большее разнообразие ландшафтов) присоединяется и заволжская Республика Башкортостан. Особняком в этом ряду стоит Карелия, где ведущим фактором выступает не производственная специализация региона в сочетании с погодными условиями, а скорее всего рекреационная нагрузка.

Практически вся остальная территория страны характеризуется повышенной долей пожаров в конце осени — начале зимы. В это же время происходит и большинство городских пожаров. Поскольку в переходные сезоны циклонические процессы в атмосфере преобладают над антициклональными, подобное распределение сезонности техносферных пожаров можно признать экологически более благоприятным, чем иное.

Как мы уже говорили, учет типа объекта (и связанного с ним количества и состава сгоревших продуктов) необходим при обзорной оценке экологического ущерба от техносферных пожаров. Это определяет целесообразность представления несколько более развернутой, чем дана выше, характеристики пространственно-временной динамики пожаров в жилом секторе — ведущей локализации пожаров в зданиях и сооружениях.

За рассмотренный период (2005—2013 гг.) в городах число пожаров последовательно сокращалось как собственно в жилье, так и в функционально связанных

с ним объектах (4,5 и 6,5% соответственно). В то же время в сельской местности для обоих видов сооружений сокращение незначительно (0,7% и 1,1% соответственно) и неустойчиво (3-процентный рост в 2009—2012 гг. на фоне экстремально сухих летних месяцев и массовых природных пожаров).

Повышенная доля пожаров в жилой застройке, но вне мест постоянного проживания характерна прежде всего для ряда регионов с развитым сельским хозяйством — юга Западной и Восточной Сибири, ряда южных регионов ЕТР — Белгородской, Воронежской, Ростовской областей, Краснодарского края и Республик Адыгея и Карачаево-Черкесия. Среди субъектов РФ с более коротким и прохладным теплым периодом повышенная частота пожаров на объектах этой группы отмечается в Калининградской, Ленинградской, Московской, Калужской и Ярославской областях, а также в Республиках Татарстан и Башкортостан. Есть все основания полагать, что эти пожары по составу продуктов горения будут менее опасными для воздушной среды, чем жилые и офисные здания, что должно учитываться введением в расчеты некоторого понижающего коэффициента.

Повышенная доля пожаров в зданиях промышленного назначения, промышленных установках и в строящихся зданиях тяготеет к субъектам РФ, за некоторым исключением, не изобилующим высокотехнологичными производствами. Среди них преобладают «ресурсные» регионы, в том числе, почти все притихоокеанские. Не исключено, что кроме «отраслевых» особенностей производственного поведения (включая контроль соблюдения норм техники безопасности) этот эффект связан также и с суровостью природных условий большинства этих регионов, усиленных повышенной пожароопасностью промзон и технологий добывающих отраслей.

### **Выводы**

Техносферные пожары являются неотъемлемым элементом жизнедеятельности современного общества, негативной составляющей функционирования социоприродных систем, оказывающей истощающее воздействие на окружающую среду и здоровье населения.

Укрупненная оценка вклада техносферных пожаров в итоговую сумму негативных социально-экологических воздействий на окружающую среду должна осуществляться с использованием сведений о пространственно-временной динамике частоты, сезонов и объектов пожаров в поселениях разного типа (город/село). Важен также мониторинг изменчивости каждой из этих характеристик, имеющей разные скорости и направленность.

Среди фиксируемых статистикой ГПС техносферных пожаров абсолютно преобладают пожары в зданиях и сооружениях жилого назначения. Для экологической оценки их последствий важно и возможно разделить пожары собственно в жилье и в постройках функционально с ним связанных. Преобладание последних в общем случае снижает тяжесть экологических нагрузок.

Повышение частоты пожаров в переходные сезоны года, на фоне возрастающей циклонической активности в большинстве субъектов РФ и типах поселений также благоприятствует снижению негативных эффектов от загрязнения атмосферы.

Актуальна оценка частоты пожаров на трубопроводных системах ТЭК, прежде всего — промышленных (более редких, но более опасных для окружающей среды, чем сумма техносферных пожаров иных локализаций) для последующего ранжирования региональных экологических рисков от разных источников.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Алехин Е.М., Брушлинский Н.Н., Вагнер П. и др.* Пожары в России и в мире. Статистика, анализ, прогноз. М.: Калан, 2002. 158 с.
- [2] Атлас по итогам Всероссийской переписи населения 2010 г. М.: Статистика России, 2013.
- [3] *Ващалова Т.В.* Социальные факторы техносферной аварийности: опыт анализа статистики // Социологические исследования. 2006. № 1. С. 65—72.
- [4] *Гундаров И.А.* Почему умирают в России. Как нам выжить. М.: МедиаСфера, 1995. 100 с.
- [5] *Гундаров И.А.* Демографическая катастрофа в России: причины, механизмы, пути преодоления. М.: Эдиториал УРСС, 2001. 208 с.
- [6] *Исаева Л.К.* Эколого-экономическая оценка загрязнения окружающей среды при пожарах и авариях. М.: Деп. ВИНТИ №1718 — В98, 1998. 63 с.
- [7] *Исаева Л.К.* Экологические последствия пожаров: дисс. в виде научного доклада ... д-ра техн. наук. М.: Акад. ГПС МВД РФ, 2001. 108 с.
- [8] *Микеев А.К.* Пожар: социальные, экономические, экологические проблемы. М.: Пожнаука, 1994. 386 с.
- [9] *Мягков С.М.* Социальная экология. Этнокультурные основы устойчивого развития. М.: НИиПИ экологии города, 2001.
- [10] *Нефедова Т.Г.* Десять актуальных вопросов о сельской России. Ответы географа. М.: ЛЕНАНД, 2013. 456 с.
- [11] URL: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/population](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/population)

## TECHNOSPHERE FIRES IN THE RUSSIAN FEDERATION AS A SOURCE OF ENVIRONMENTAL RISK: GEOGRAPHIC ASPECT

**T.V. Vashchalova**

Geographical faculty  
Lomonosov State University  
*Leninskie Gory, 1, GSP-1, Moscow, Russia, 119991*

Technosphere fires are considered as one of the sources of adverse impacts on the environment and human health. Based on representative statistical material, the comprehensive characteristics of their spatio-temporal dynamics in the RF subjects are given. The basic principles of general quantitative assessment methodology and their contribution to the total environmental load can be created using the quantitative information described in the article about the key essential environmental characteristics of fires.

**Key words:** fire, technosphere, environmental pressure, subjects of the Russian Federation



## REFERENCES

- [1] Alechin E.M., Brushlinskiy N.N., Vagner P. a.o. Pozhary v Rossii i v mire. Statistika, analisis, prognos [The fires in Russia and in the world. Statistics, analysis, forecast]. M.: Calan, 2002. 158 pp.
- [2] Atlas po resul'tatam Vserossiyskoy perepisi naseleniya 2010 goda [Atlas on the results of the Russian Census of 2010]. M.: IPC "The statistics of Russia", 2013. P. 13.
- [3] Vashchalova T.V. Social'nie faktori tehnosfernoiy avariynosti: opit analiza statistiki [Social factors technosphere accident: experience of statistical analysis]. Sociologicheskie issledovaniya [Sociological research]. 2006. № 1. P. 65—72.
- [4] Gundarov I.A. Why die in Russia. How do we survive. M.: Mediasphere, 1995. 100 pp.
- [5] Gundarov I.A. Pochemu umirayut v Rossii. Kak nam vizhit' [Demographic catastrophe in Russia: causes, mechanisms, ways of mitigation]. M.: Editorial URSS, 2001. 208 pp.
- [6] Isaeva L.K. Ekologo-ekonomicheskaya ocenka zagryazneniya okruzhaushcheyi sredi pri pozharah i avariayah [Ecological-economic assessment of environmental pollution in case of fires and accidents]. M.: VINITI №1718-B98, 1998. 63 pp.
- [7] Isaeva L.K. Ekologicheskie posledstvia pozharov. Diss. D.T.N. v forme nauchnogo doklada [The environmental consequences of fires. Diss. in form of scientific report]. M.: Acad. GPS., 2001. 108 pp.
- [8] Mikeev A.K. Social'nie, ekonomicheskie, ekologicheskie problem [The fire: social, economical, ecological problems]. M.: Pozhnauka, 1994. 386 pp.
- [9] Miagkov S.M. Social'naiy ekologiya. Etnokul'turnie osnovi ustojchivogo pasvitiy [Social ecology. Ethno-cultural bases of sustainable development]. M.: NIiPI ekologii goroda, 2001. P. 167—171.
- [10] Nefedova T.G. Desiad' actual'nih voprosov o sel'skoji Rossii. Otveti geografa [Ten actual questions about rural Russia. The answers by geographer]. M.: LENAND, 2013. 456 pp.
- [11] [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/population](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/population)

---

---

## НОВАЯ МЕТОДОЛОГИЯ ЭКСПЕРТИЗЫ БЕЗОПАСНОСТИ И КАЧЕСТВА ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ И БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ДОБАВОК

А.С. Прокопьев, В.А. Ивлев, Г.А. Калабин

Экологический факультет  
Российский университет дружбы народов  
Подольское шоссе, 8/5, Москва, Россия, 113093

Показаны возможности использования новой методологии, основанной на комбинации методов спектроскопии ядерного магнитного резонанса, масс-спектрометрии и спектроскопии в ближней инфракрасной области для качественного и количественного анализа лекарственных средств и биологически активных добавок.

**Ключевые слова:** спектроскопия ядерного магнитного резонанса, масс-спектрометрия, спектроскопия в ближней инфракрасной области, идентификация, контроль качества, лекарственные препараты, биологически активные композиции

Безопасность жизнедеятельности в значительной степени определяется состоянием медицины. Успехи медицинской помощи наряду с профессионализмом врачей в значительной степени определяются тремя составляющими: адекватной диагностикой заболевания, эффективной технологией лечения, наличием и качеством необходимых лекарственных средств (ЛС). Уровень доказательной диагностики в России в последние два десятилетия существенно вырос и соответствует в крупных городах мировому за счет массированного внедрения зарубежного оборудования для исследований. Благодаря этому технологии лечения также в значительной степени персонифицируются, т.е. учитываются факторы сопутствующих заболеваний и противопоказаний. Наиболее слабым звеном представляется наличие и качество ЛС. Проблема эффективности и полезности широко регламентированных отдельных групп препаратов в последние годы значительно обострилась. Исходя из материалов Лиги защиты пациентов, представленных авторитетными специалистами — медиками и фармацевтами, следует, что многие популярные в России отечественные ЛС, прошедшие регистрацию, не проходили соответствующих широкомасштабных предклинических и клинических испытаний. Поэтому большинство из них не рекомендовано к использованию в развитых странах. Только в последней редакции Федерального закона «Об обращении лекарственных средств» (№ 61-ФЗ от 12.04.2010 с изменениями от 22.12.2014 № 429-ФЗ), обязательного для исполнения с 01.07.2015, этот недостаток в значительной степени устранен. Эта проблема и пути ее решения врачам известны.

Гораздо более сложной и масштабной в РФ является проблема, обусловленная фальсифицированными ЛС, доля которых весьма велика. Поскольку исчерпывающих исследований этого вопроса в РФ не проводилось, можно предполагать,

что это значение превосходит известное для стран ЕС ( $\approx 20\%$ ), в которых контроль подлинности ЛС находится на существенно более высоком уровне.

В 2015 году помимо вступления в силу последней редакции ФЗ «Об обращении лекарственных средств» в отечественной фармацевтике произошло еще два знаковых события. Первое, наиболее важное по значимости событие — вступление в действие в январе Федерального закона от 31.12.2014 № 532-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации, в частности противодействия обороту фальсифицированных лекарственных средств, медицинских изделий и фальсифицированных биологически активных добавок». Второе событие — публикация после семилетнего перерыва нового текста Государственной фармакопеи РФ, издание 13 (ГФ—13), вступившей в действие с 01.01.2016. Обеспечение исполнения Федерального закона и возможность введения в ГФ—13 ряда новых общих фармакопейных статей (ОФС) по методам контроля ЛС мотивирует разработку новых концепций экспертизы подлинности и качества как лекарственных средств, так и парафармацевтиков — группы БАД, наиболее близкой к медицинским препаратам по регламентируемой или доказанной лечебно-профилактической эффективности. Многие методики, представленные в ФС новой фармакопеи РФ имеют ряд неудобств и недостатков, наиболее важный из которых — необходимость наличия стандартных образцов при доказательстве подлинности лекарственных субстанций. Кроме того, некоторые методики весьма многооперационны, т.е. требуют больших временных затрат, использования совокупности различных методов химического и физико-химического анализа. Унифицированный метод ИК-спектроскопии имеет ряд ограничений при контроле подлинности лекарственных препаратов. Для БАД как второго объекта фальсификации в упомянутом ФЗ официальных критериев подлинности и качества практически не содержится. Поэтому представляемая ниже методология является попыткой совершенствования доказательного фармацевтического анализа как одной из важнейших частей доказательной медицины в целом. Не подвергая сомнению уровень доказательности подлинности лекарственных субстанций, препаратов и сырья по методикам, изложенным в ГФ—13 можно отметить, что использование в ней ядерного магнитного резонанса (ЯМР) и масс-спектрометрии (МС), как наиболее информативных из представленных в ней дифференциальных физических и физико-химических методов, ничтожно. Поскольку МС впервые введена в арсенал физико-химических методов в ГФ—13, то вполне естественно, что в ней отсутствуют соответствующие методики. Метод ЯМР, введенный в ГФ—11 более 17 лет назад и представленный в ГФ—13 статьей ОФС 1.2.1.1.0007.15, используется только для двух классов аналитов — гепарина и полисахаридных вакцин. Фармакопеи США и ЕС содержат десятки методик ЯМР. Подобная ситуация характерна и для метода спектроскопии в ближней инфракрасной области (БИК), для которого пробоподготовка минимальна и не требует использования растворителей. Этот метод впервые представлен в ГФ—13 в ОФС 1.2.1.1.000.1.15. Следует обратить внимание на высочайшую информативность и универсальность каждого из этих методов, а также уникальность их сочетания, не требующую использования стандартных образцов. Последние принципиально необходимы в экспертной практике для других ме-

тодов, в первую очередь хроматографических и оптических. Комплементарность методов МС+ЯМР+БИК позволяет для многокомпонентных органических объектов быстро (минуты) и надежно установить элементный состав, точную молекулярную массу, структурные формулы и количественное содержание отдельных компонент ЛС, примесей и остаточных растворителей в них. Следует вновь отметить, что такой анализ осуществляется без использования труднодоступных и дорогостоящих стандартных образцов, особенно для новых зарубежных препаратов. В случае с биологически активными добавками (БАД), из которых парфармацевтики широко используются их пользователями для целей профилактической медицины, стандартные образцы практически отсутствуют, как и общепринятые и утвержденные методики доказательства их подлинности. Хотя они и не являются ЛС официальной медицины, такое широкое использование БАД требует их экспертизы.

Использование тандема методов МС+ЯМР показало его уникальные возможности для анализа некоторых биофлюидов человека, ЛС и БАД [13; 15–17]. Сочетание этих методов дает ортогональную (независимую) информацию об анализируемом объекте, обеспечивая доказательность экспертизы, в том числе для задач правоприменительного обеспечения требований Федерального закона № 532.

Создание методологической концепции и ее унифицированная экспериментальная реализация в выполненном нами проекте базируются на сочетании методов количественной спектроскопии ЯМР, МС и БИК как информативных методов получения количественных независимых «отпечатков пальцев» сложных систем, какими являются ЛС и БАД.

Каждый из предлагаемых методов — спектроскопия ЯМР, МС и БИК, имеет уникальные возможности и широко используется в Центре контроля качества лекарственных средств ЦКП (НОЦ) РУДН.

Спектроскопия ЯМР на ядрах  $^1\text{H}$ ,  $^2\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$ ,  $^{19}\text{F}$  и  $^{31}\text{P}$  — прямой метод установления молекулярной формулы веществ и их последующего количественного анализа; входит в фармакопеи развитых стран, имеет официально признанный статус прямого первичного метода количественных измерений. Это единственный инструментальный метод, в котором интегральные интенсивности сигналов ядер атомов отдельных компонентов смеси веществ прямо пропорциональны их мольной доле [9]. Метод фактически является определителем понятия «моль» в системе единиц СИ. Опубликованные в последнее десятилетие обзоры, посвященные количественной спектроскопии ЯМР (КС ЯМР), демонстрируют высокую экспрессность и прецизионность метода при изучении лекарственных субстанций [6], вспомогательных веществ [10], вакцин [11], природных [12; 7] и биофармацевтических препаратов [5]. Идентификация и количественное определение компонент ЛС, выявление и оценка содержания в них нерегламентированных примесей и остаточных растворителей осуществляется методом КС ЯМР  $^1\text{H}$  без использования стандартных образцов и пробоподготовки (исключение — необходимость перевода твердых форм в раствор). Независимость информации имеет большое значение, например, для экспертизы валидированных методик, ве-

рификации состава стандартных образцов и референтных материалов. Последние достоинства метода обретают особую ценность в условиях возрастающей в последнее десятилетие доли контрафактных и фальсифицированных ЛС, которые содержат пониженное количество лекарственной субстанции, ее подмену или отсутствие, ненадлежащее качество препарата в целом. Все это обеспечивает доказательную платформу аутентификации лекарств и создает основу для привлечения недобросовестных участников фармацевтического рынка к административной и уголовной ответственности в соответствии с ФЗ № 532. На ядрах  $^1\text{H}$  метод позволяет обнаружить примеси с содержанием на уровне 0,01—0,1%. С некоторой потерей чувствительности большинство методик ЯМР может быть адаптировано к настольным спектрометрам ЯМР с рабочими частотами для протонов 80—100 МГц [8].

Масс-спектрометрия является самым высокочувствительным методом анализа, способным легко выявлять пикограммовые количества примесей. В последнее десятилетие для анализа сложных многокомпонентных смесей все большую популярность приобретают «мягкие» методы ионизации, к которым, в частности, относятся масс-спектрометрия MALDI (матрично-активированная лазерная десорбция/ионизация) и ESI (ионизация электрораспылением). Характеристики масс-спектров — точная молекулярная масса и элементный состав отдельных искомых соединений — важнейшие дескрипторы при проведении качественного и количественного анализа. Появление новых десорбционных методов ионизации, в частности, масс-спектрометрии DART, на порядок повысило экспрессность проведения анализов, а в сочетании с масс-анализатором высокого разрешения позволяет измерять молекулярные массы с погрешностью порядка 5 ppm, а также брутто-формулы соединений и их отдельных фрагментов [14].

Метод ИК-спектроскопии широко и успешно используется в фарманализе в формате «отпечатка пальца» для сличения аналита со стандартом без необходимости наличия последнего, т.е. на основании сравнения со спектром из базы данных. Метод получения «отпечатка пальцев» анализируемого объекта, дополненный данными БИК, очень эффективен для создания совместных с ЯМР и МС баз данных наиболее важных с позиций однозначного распознавания ЛС и парафармацевтиков, представленных на фармацевтическом рынке РФ. Исключительная ценность внутри используемой триады методов — ортогональность (независимость) каждого из них. Полная независимость их от классических фармакопейных методов — хроматографических и химических — существенно повышает их экспертный потенциал.

Анализ объектов каждым из методов осуществляется для их водных или органических растворов или экстрактов при минимальной унифицированной пробоподготовке, сочетающей растворение с ультразвуковым воздействием, центрифугированием и количественным добавлением стандарта, если это целесообразно. В отдельных случаях возможна простейшая дериватизация (гидролиз, введение некоторых функциональных групп). Аналитический процесс осуществляется в уже апробированной последовательности «пробоподготовка» — МС + ЯМР + ИК — идентификация компонент — количественное содержание ком-

понент (лекарственная субстанция, вспомогательные вещества, примеси) — заключение о подлинности и качестве. В случае задач по выявлению фальсификатов БАД возможны упрощенные алгоритмы анализа.

Апробация элементов и разрабатываемого подхода в целом успешно реализована в ЦКП (НОЦ) РУДН при исследовании большой группы жиров и масел, суппозиторий, мазей, лекарственных субстанций, новых биофармацевтических препаратов [1—4].

В качестве примера определения содержания лекарственной субстанции в препарате рассмотрим олигопептидный препарат «седатин», производимый в форме трансбуккального пластыря. Количественная методика его определения методами спектроскопии ЯМР и МС нами разработана и принята в ФСП. «Седатин» — адаптоген, синтетический пентапептид, содержащий пять аминокислот, Arg-Tyr-D-Ala-Phe-Gly. Находится в виде соли с двумя ацетат ионами. Эмпирическая формула  $C_{29}H_{40}N_8O_7$ ,  $M = 612,6$  г/моль.

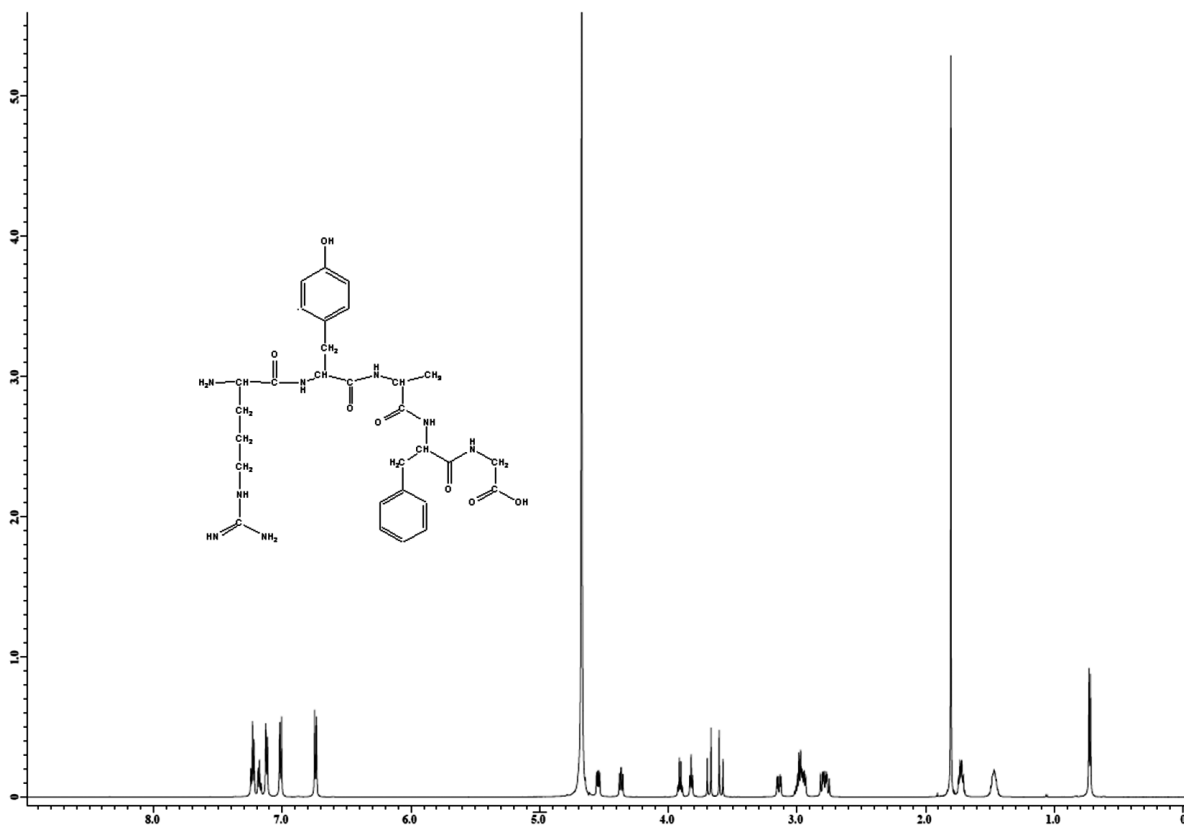


Рис. 1. Спектр ЯМР  $^1H$  и формула «седатина»

Для идентификации всех сигналов в спектре ЯМР  $^1H$  и выбора референтных сигналов для количественного определения «седатина» в лекарственном препарате выполнена регистрация спектра ЯМР  $^1H$  в  $D_2O$  (30 мг в 700 мкл) на рабочей частоте 600 МГц (развертка 15 м.д., импульс  $90^\circ$ , центр спектра 5 м.д., 32 К точек на спектр, число накоплений спектра 16, задержка между импульсами 15 с). Спектр и химическая формула представлены на рис. 1. Поскольку в растворителе  $D_2O$  происходит дейтерообмен амидных, аминных, гидроксильных и карбоксильных протонов, соответствующие сигналы в спектре не наблюдаются. Спектр полно-

стью соответствует молекулярной формуле и содержит характеристические сигналы, в том числе девяти протонов при ароматических атомах углерода, в области 6.7—7.3 м.д., которые могут быть использованы как идентификационные в количественном анализе.

Пленкообразующий раствор для производства трансбуккальной формы имеет следующий состав (г на 100 г): «седатин» — 0.07, сорбит — 12.0, твин-80 — 0.5, натрия сахаринат — 0.5, раствор кармина (0.3%) — 0.15, крахмал Luscoat RS 780 — 36.5, вода — 50.28, т.е. на 1 молекулу «седатина» приходится около 25 000 молекул воды.

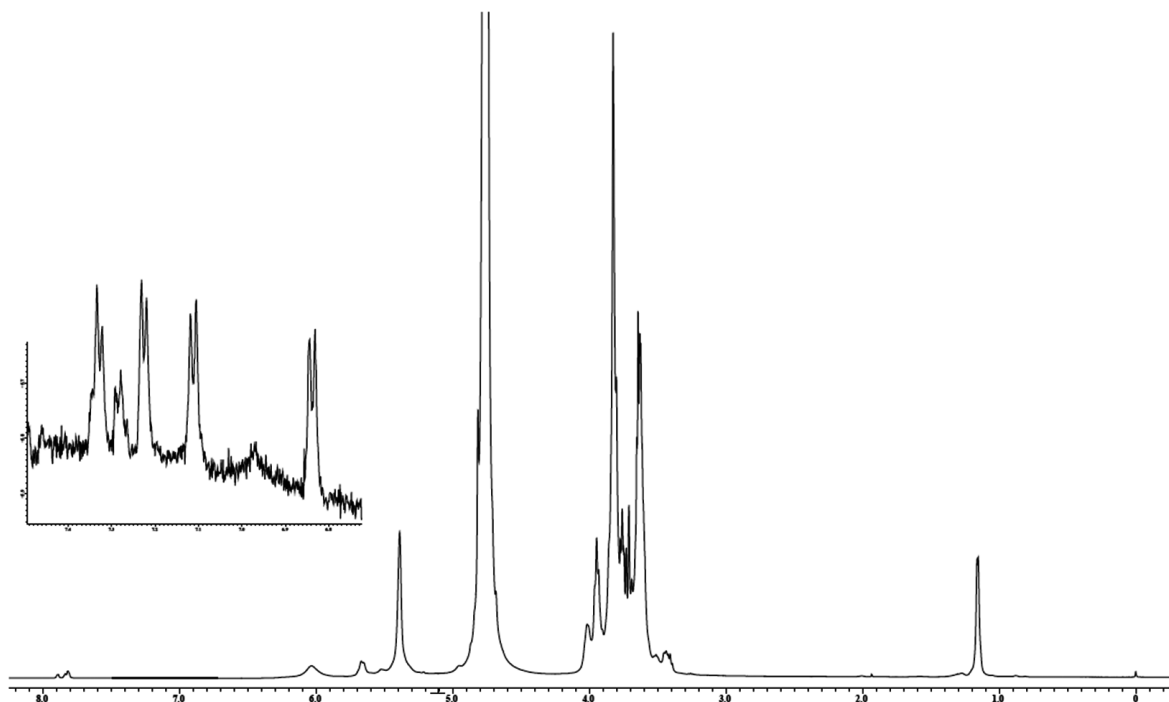


Рис. 2. Спектр ЯМР  $^1\text{H}$  пленкообразующего раствора ЛС «седатина»

Для количественного определения субстанции «седатина» в его пленкообразующем растворе 1 г препарата растворяют при небольшом нагревании (50—60 °С) в 2,5 мл  $\text{D}_2\text{O}$ , и в качестве внутреннего стандарта добавляют 0,25 мг ТСП (натриевая соль триметилсилилпропионовой кислоты D-4). 1 мл полученного раствора переносят в ампулу диаметром 5 мм и регистрируют спектр ЯМР  $^1\text{H}$  при следующих условиях: импульс 90°, задержка между импульсами 15 сек., количество накоплений 800, ширина развертки 15 м.д. с установкой частоты возбуждения на 5 м.д., число точек на спектр 32 К. Спектр препарата представлен на рис. 2. Его сравнение со спектром индивидуального Седатина позволяет в качестве сигналов, не перекрывающихся с сигналами других компонентов препарата, выбрать, как и предполагалось, сигналы девяти ароматических протонов в области спектра от 6.7 до 7.3 м.д. Поскольку эти сигналы расположены достаточно близко друг к другу, т.е. частично перекрываются, использование какого-то одного из них приведет к росту погрешности интегрирования, особенно при использовании спектрометров ЯМР с более низкими частотами для  $^1\text{H}$ . Поэтому измеряются интегральные интенсивности сигнала группы  $(\text{CH}_3)_3\text{Si}$  ТСП и совокупности всех аро-

матических протонов «седатина». На их основе рассчитывают массу «седатина» (С) в навеске:

$$m(C) = m(\text{ТСП})/M(\text{ТСП}) \cdot (I(C)/N(C))/(I(\text{ТСП})/N(\text{ТСП})) \cdot M(C),$$

где  $m$  — масса,  $M$  — молярная масса,  $I$  — интегральная интенсивность сигналов,  $N$  — количество протонов, их обуславливающее.

Расчет массы «седатина» в 100 г лекарственной субстанции выполняется по уравнению

$$m(C)_{\text{в } 100\text{г}} = m(C)/m_{\text{навески}} \cdot 100.$$

Для представленного на анализ образца найдено, что в 100 г препарата содержится  $0,070 \pm 0,002$  г «седатина», что хорошо согласуется со значением загрузочного листа (0,070 г). Кроме действующего вещества, из спектра ЯМР  $^1\text{H}$  можно оценить количественное содержание крахмала по дублету при 1.08 м.д., и натрия сахарината по сигналам в области 7.70—7.83 м.д., соизмеримого с сигналами как ароматических протонов «седатина», так и сигналом метильной группы крахмала.

Наилучшие результаты в масс-спектрах МАЛДИ (матрично-активированная лазерная десорбция/ионизация) пептидов достигаются при использовании в качестве матрицы SA (sinaric acid) и DHB (dihydroxybenzoic acid). Основными продуктами десорбции/ионизации, регистрируемыми в масс-спектрах МАЛДИ, были следующие ионы:  $[\text{M} + \text{H}]^+$  (протонированная молекула) и ионы-аддукты с катионами натрия и калия  $[\text{M} + \text{Na}]^+$  и  $[\text{M} + \text{K}]^+$  (менее интенсивные). В случае «седатина» наличие двух интенсивных пиков  $[\text{M} + \text{H}]^+$  и  $[\text{M} + \text{Na}]^+$  с массами  $m/z$  613 и 635 в сочетании с разрешением времяпролетного масс-детектора позволяет надежно установить брутто-формулу искомого соединения.

Масс-спектр ИЭР (ионизация электрораспылением) «седатина» (рис. 3) содержит эти же два интенсивных пика  $[\text{M} + \text{H}]^+$  и  $[\text{M} + \text{Na}]^+$  с массами  $m/z$  613 и 635. С помощью масс-спектрометрии ИЭР осуществлена валидация методики количественного определения «седатина» в пленкообразующем растворе. Серию калибровочных растворов готовили методом последовательного разбавления и регистрировали масс-хроматограммы в MRM (multiple reaction monitoring) режиме ( $614 \rightarrow 391$ ). Результаты хорошо согласуются с таковыми из спектров ЯМР  $^1\text{H}$  ( $0,068 \pm 0,002$  г) и подтверждают пригодность разработанной методики ЯМР для количественных измерений. Спектры ИК и БИК при доказательстве не используются, но вносятся в базу данных, как «отпечатки» лекарственной субстанции и препарата «седатин».

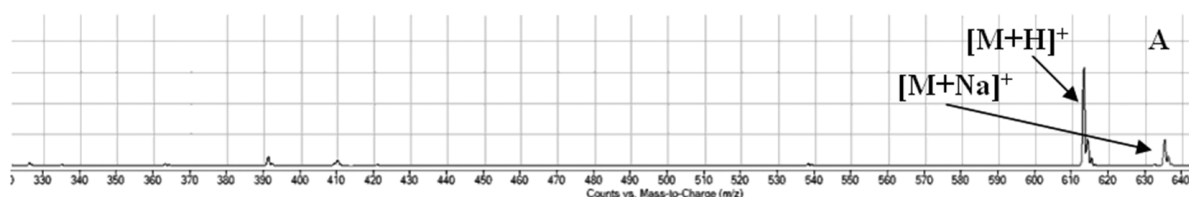


Рис. 3. Масс-спектр ИЭР «седатина»



Для доказательства фальсификации препарата наряду с представленным алгоритмом анализа может быть использован упрощенный, т.е. на основе только полуколичественного спектра ЯМР без использования ТСП. Спектр должен содержать вышерассмотренные сигналы с соотношением интенсивностей иным, чем для подлинного лекарственного препарата.

Развитие представленной методологии путем создания валидированных методик доказательства подлинности (выявления фальсификации) ЛС и парафармацевтиков, их тиражирование в аккредитованных лабораториях, располагающих соответствующим оборудованием и сертифицированными специалистами-экспертами, представляется весьма перспективным для решения наиболее сложных задач экспертной фармацевтики и выявления фальсифицированных парафармацевтиков.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Абрамович Р.А., Ковалева С.А., Горяинов С.В., Воробьев А.Н., Калабин Г.А.* Экспресс-анализ суппозиторий методом количественной спектроскопии ЯМР  $^1\text{H}$  // Антибиотики и химиотерапия. 2012. 57. № 5-6. С. 3—6.
- [2] *Горяинов С.В., Лабзиуи З., Алиев А.М., Суслина С.Н., Вандышев В.В., Калабин Г.А.* Сравнительное исследование образцов масла семян ARGANIA SPINOSA, полученных разными способами, методами ЯМР  $^1\text{H}$  спектроскопии и масс-спектрометрии // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2013. Т. 11. № 4. С. 010—015.
- [3] *Ивлев В.А., Обидченко Ю.А., Прокопьев А.С., Абрамович Р.А., Горяинов С.В., Калабин Г.А.* Идентификация и контроль качества синтетических олигопептидных фармпрепаратов методом количественной спектроскопии ЯМР  $^1\text{H}$  и масс-спектрометрии // Биофармацевтический журнал. 2015. Т. 7. № 3. С. 36—44.
- [4] *Калабин Г.А., Горяинов С.В., Ивлев В.А., Нифтуллаев Ф.Ю., Абрамович Р.А.* Идентификация и количественное определение лекарственных субстанций в суппозиториях комбинацией методов спектроскопии ЯМР  $^1\text{H}$  и десорбционной масс-спектрометрии // Известия Академии наук. Серия химическая. 2014. № 8. С. 1848—1855.
- [5] *Charlotte Simmler, José G. Napolitano, James B. McAlpine, Shao-Nong Chen and Guido F. Pauli.* Universal quantitative NMR analysis of complex natural samples // Current Opinion in Biotechnology. 2014. 25. P. 51—59.
- [6] *Holzgrabe Ulrike.* Quantitative NMR spectroscopy in pharmaceutical applications // Progress in Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy. 2010. 57. P. 229—240.
- [7] *Guido F. Pauli, Tanja Gödecke, Birgit U. Jaki and David C. Lankin.* Quantitative  $^1\text{H}$  NMR. Development and Potential of an Analytical Method: An Update // Journal of Natural Products. 2012. 75. P. 834—851.
- [8] *Guilhem Pagès, Anna Gerdova, David Williamson, Véronique Gilard, Robert Martino, and Myriam Malet-Martino.* Evaluation of a Benchtop Cryogen-Free Low-Field  $^1\text{H}$  NMR Spectrometer for the Analysis of Sexual Enhancement and Weight Loss Dietary Supplements Adulterated with Pharmaceutical Substances // Anal. Chem. 2014. 86. P. 1897—1904.
- [9] *Jancke H.* NMR Spectroscopy as a Primary Analytical Method, Document 98/02 to the 4th Session of the CCQM, Sèvres 1998.
- [10] *John van Duynhoven, Ewoud van Velzen, Doris M. Jacobs.* Quantification of Complex Mixtures by NMR // Annual Reports on NMR Spectroscopy. 2013. 80. P. 181—236.
- [11] *Jones C.* NMR assays for carbohydrate-based vaccines // J. Pharm. Biomed. Anal. 2005. 38. P. 840—850.
- [12] *Kaiser K.A.* Metabolic profiling. In: Holzgrabe U., Wawer I., Diehl B. editor. NMR Spectroscopy in Pharmaceutical Analysis. Amsterdam: Elsevier. 2008. P. 233—267.

- [13] *Kerem Bingol, Lei Bruschweiler-Li, Cao Yu, Arpad Somogyi, Fengli Zhang and Rafael Bruschweiler.* Metabolomics Beyond Spectroscopic Databases: A Combined MS/NMR Strategy for the Rapid Identification of New Metabolites in Complex Mixtures // *Anal. Chem.* 2015. 87. P. 3864—3870.
- [14] *Klampf C.W., Himmelsbach M.* Direct spray methods in mass-spectrometry: an overview. *Anal. Chim. Acta.* 2015. 890. P. 44—59.
- [15] *Ranga Rao Ravu, Melissa R. Jacob, Cynthia Jeffries, Ying Tu, Shabana I. Khan, Ameeta K. Agarwal, R. Kiplin Guy, Larry A. Walker, Alice M. Clark and Xing-Cong Li.* LC-MS- and <sup>1</sup>H NMR Spectroscopy-Guided Identification of Antifungal Diterpenoids from *Sagittaria latifolia* // *J. Nat. Prod.* 2015. 78 (9). P. 2255—2259.
- [16] *Robert Brkljača and Sylvia Urban.* HPLC-NMR and HPLC-MS Profiling and Bioassay-Guided Identification of Secondary Metabolites from the Australian Plant *Haemodorum spicatum* // *J. Nat. Prod.* 2015. 78 (7). P. 1486—1494.
- [17] *Sileshi G. Wubshet, Schmidt J.S, Wiese S., Staerk D.* High-Resolution Screening Combined with HPLC-HRMS-SPE-NMR for Identification of Potential Health-Promoting Constituents in Sea Aster and Searocket New Nordic Food Ingredients // *J. Agric. Food Chem.* 2013. 61. P. 8616—8623.

## A NEW METHODOLOGY FOR THE EXAMINATION OF SAFETY AND QUALITY OF PHARMACEUTICALS AND DIETARY SUPPLEMENTS

A.S. Prokop'ev, V.A. Ivlev, G.A. Kalabin

Ecology Faculty  
Peoples' Friendship University of Russia  
*Podolskoye shosse, 8/5, Moscow, Russia, 113093*

The aim of the article is a new methodology based on a combination of nuclear magnetic resonance spectroscopy, mass spectrometry and spectroscopy in the near infrared region for the analysis of quality of medicines and dietary supplements and identifying of their counterfeits.

**Key words:** nuclear magnetic resonance spectroscopy, mass spectrometry, spectroscopy in the near infrared region, identification, quality control, drugs, biologically active compositions

### REFERENCES

- [1] Abramovich R.A., Kovaleva S.A., Goryainov S.V., Vorob'ev A.N., Kalabin G.A. Ekspres-analiz suppozitoriev metodom kolichestvennoj spektroskopii NMR 1H [Rapid analysis of suppositories NMR spectroscopy quantitative 1H]. *Antibiotiki i himioterapiya [Antibiotics and Chemotherapy]*. 2012. 57. No 5-6. P. 3—6.
- [2] Goryainov S.V., Labziui Z., Aliev A.M., Suslina S.N., Vandyshev V.V., Kalabin G.A. Sravnitel'noe issledovanie obrazcov masla semjan ARGANIA SPINOSA, poluchennykh raznymi sposobami, metodami JaMR 1H spektroskopii i mass-spektrometrii [Comparative study seed oil samples *Argania spinosa*, obtained by different methods, methods of 1H NMR spectroscopy and mass spectrometry]. *Voprosy biologicheskoy, meditsinskoj i farmatsevticheskoy khimii [Problems of Biological, Medical and Pharmaceutical Chemistry]*. 2013. V. 11. No 4. P. 010—015.
- [3] Ivlev V.A., Obidchenko Yu.A., Prokop'ev A.S., Abramovich R.A., Goryainov S.V., Kalabin G.A. Identifikatsiya i kontrol' kachestva sinteticheskikh oligopeptidnykh farmpreparatov metodom kolichestvennoj spektroskopii YAMR 1H i mass-spektrometrii. [Identification and quality control

- of synthetic oligopeptide pharmaceuticals by quantitative  $^1\text{H}$  NMR spectroscopy and mass spectrometry]. *Biofarmatsevticheskij zhurnal* [Russian Journal of Biopharmaceutical]. 2015. V. 7. No 3. P. 36–44.
- [4] Kalabin G.A., Goryainov S.V., Ivlev V.A., Niftullaev F.Yu., Abramovich R.A. Identifikatsiya i kolichestvennoe opredelenie lekarstvennykh substantzij v suppozitoriyakh kombinatsiej metodov spektroskopii YAMR  $^1\text{H}$  i desorbtsionnoj mass-spektrometrii. [Identification and quantitative determination of active pharmaceutical ingredients in suppositories by a combination of  $^1\text{H}$  NMR spectroscopy and desorption mass spectrometry]. *Izvestiya Akademii nauk. Seriya khimicheskaya*. [Russian Chemical Bulletin, International Edition]. Vol. 63. No. 8. Pp. 1848–1855.
- [5] Charlotte Simmler, José G. Napolitano, James B. McAlpine, Shao-Nong Chen and Guido F. Pauli. Universal quantitative NMR analysis of complex natural samples. *Current Opinion in Biotechnology*. 2014. 25. P. 51–59.
- [6] Holzgrabe Ulrike. Quantitative NMR spectroscopy in pharmaceutical applications // *Progress in Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy*. 2010. 57. P. 229–240.
- [7] Guido F. Pauli, Tanja Gödecke, Birgit U. Jaki and David C. Lankin. Quantitative  $^1\text{H}$  NMR. Development and Potential of an Analytical Method: An Update. *Journal of Natural Products*. 2012. 75. P. 834–851.
- [8] Guilhem Pagès, Anna Gerdova, David Williamson, Véronique Gilard, Robert Martino and Myriam Malet-Martino. Evaluation of a Benchtop Cryogen-Free Low-Field  $^1\text{H}$  NMR Spectrometer for the Analysis of Sexual Enhancement and Weight Loss Dietary Supplements Adulterated with Pharmaceutical Substances. *Anal. Chem.* 2014. 86. P. 1897–1904.
- [9] Jancke H. NMR Spectroscopy as a Primary Analytical Method, Document 98/02 to the 4th Session of the CCQM, Sèvres 1998.
- [10] John van Duynhoven, Ewoud van Velzen, Doris M. Jacobs. Quantification of Complex Mixtures by NMR. *Annual Reports on NMR Spectroscopy*. 2013. 80. P. 181–236.
- [11] Jones C. NMR assays for carbohydrate-based vaccines // *J. Pharm. Biomed. Anal.* 2005. 38. P. 840–850.
- [12] Kaiser K.A. Metabolic profiling. In: Holzgrabe U., Wawer I., Diehl B. editor. *NMR Spectroscopy in Pharmaceutical Analysis*. Amsterdam: Elsevier. 2008. P. 233–267.
- [13] Kerem Bingol, Lei Brusweiler-Li, Cao Yu, Arpad Somogyi, Fengli Zhang and Rafael Brüsweiler. Metabolomics Beyond Spectroscopic Databases: A Combined MS/NMR Strategy for the Rapid Identification of New Metabolites in Complex Mixtures // *Anal. Chem.* 2015. 87. P. 3864–3870.
- [14] Klampf C.W., Himmelsbach M. Direct spray methods in mass-spectrometry: an overview. *Anal. Chim. Acta.* 2015. 890. P. 44–59.
- [15] Ranga Rao Ravu, Melissa R. Jacob, Cynthia Jeffries, Ying Tu, Shabana I. Khan, Ameeta K. Agarwal, R. Kiplin Guy, Larry A. Walker, Alice M. Clark and Xing-Cong Li. LC-MS- and  $^1\text{H}$  NMR Spectroscopy-Guided Identification of Antifungal Diterpenoids from *Sagittaria latifolia*. *J. Nat. Prod.* 2015. 78 (9). P. 2255–2259.
- [16] Robert Brkljača and Sylvia Urban. HPLC-NMR and HPLC-MS Profiling and Bioassay-Guided Identification of Secondary Metabolites from the Australian Plant *Haemodorum spicatum*. *J. Nat. Prod.* 2015. 78 (7). P. 1486–1494.
- [17] Sileshi G. Wubshet, Schmidt J.S., Wiese S., Staerk D. High-Resolution Screening Combined with HPLC-HRMS-SPE-NMR for Identification of Potential Health-Promoting Constituents in Sea Aster and Searocket New Nordic Food Ingredients. *J. Agric. Food Chem.* 2013. 61. P. 8616–8623.

# ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

## ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В ПОВЕРХНОСТНОМ СЛОЕ СВАЛОЧНОЙ ТОЛЩИ ПОЛИГОНОВ ТБО ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ И МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Р.Х. Мамаджанов, Е.Н. Латушкина

Экологический факультет  
Российский университет дружбы народов  
*Подольское шоссе, 8/5, Москва, Россия, 113093*

Приведены результаты исследования особенностей распределения температуры в поверхностном слое свалочной толщи полигонов ТБО Чеченской Республики и Московской области, изучена роль температуры поверхностного слоя свалочного тела в биохимических процессах разложения органической составляющей, исследована зависимость температуры поверхностного слоя свалочной толщи от физических параметров свалочных тел полигонов, таких как мощность слоя незасыпанных отходов и мощность свалочного тела, построены 3D модели свалочных тел полигонов ТБО ГУП «Андреевская долина», МУП «Вторсырье» и «Хметьево». Выявлены потенциально опасные зоны с точки зрения непроизвольного самовозгорания и предложен комплекс мер по их ликвидации.

**Ключевые слова:** твердые бытовые отходы (ТБО), полигоны ТБО, захоронение отходов на полигонах тепловизор, тепловизионное обследование полигонов ТБО, поверхностный слой свалочного тела, физические параметры полигонов ТБО

Актуальность работы заключается в обосновании необходимости проведения производственно-экологического мониторинга на полигонах ТБО с целью измерения температуры в поверхностном слое свалочной толщи, а также поиска аномальных зон, потенциально подверженных непроизвольному самовозгоранию.

При проведении тепловизионных исследований руководствовались следующими нормативно-правовыми документами и методическими рекомендациями: ГОСТ 26629-85 [1], РД 153-34.0-20.364-00 [4] и МУ 2.1.7.730-99 [3]. Предложенный комплекс мер по ликвидации опасных с точки зрения непроизвольного самовозгорания зон подготовлен на основании действующей Инструкции [2].

Исследования проводились на территории трех полигонов твердых бытовых отходов: полигонах ГУП «Андреевская долина» и МУП «Вторсырье» (Чеченская Республика) 17 июня 2015 г., и «Хметьево» (Московская область) 10 марта 2015 г.

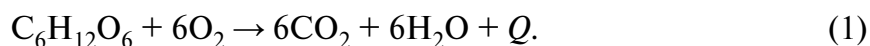
Кратко охарактеризуем месторасположение исследуемых полигонов. Полигон ГУП «Андреевская долина» площадью 62 га расположен на расстоянии 1,1 км по

направлению к северу от поселка Андреевская долина и 3,3 км северо-западнее г. Грозный. Полигон ТБО МУП «Вторсырье» расположен в 530 м от п. Андреевская долина и в 3,5 км от г. Грозный. Полигон «Хметьево» расположен в 65 км от г. Москвы, вблизи д. Хметьево, недалеко от г. Солнечногорск. Полигон был образован в 1984 г. на месте выработанного карьера гравийно-песчанного месторождения. Площадь полигона составляет 79,4 га.

Твердые бытовые отходы, поступающие на полигон, состоят в основном на 70—80% из органических компонентов, большинство из которых разлагается в результате химических и биохимических процессов [5].

Разложение органических и неорганических веществ происходит с выделением энергии [6]. М.Ю. Мишланова представляет полигон ТБО как термодинамическую систему «антропогенный объект полигон ТБО — окружающая среда», включает в себя аэробную зону, анаэробную зону и прилегающий почвенный покров [8].

В аэробной зоне происходит процесс разложения органических веществ аэробными бактериями в присутствии кислорода воздуха:



Температура в поверхностном слое свалочной толщи может достигать 90 °С, что приводит к непроизвольному самовозгоранию отходов [7].

В анаэробной зоне наблюдается остывание процессов разложения органических веществ до 35 °С (характерно для вышедших из эксплуатации полигонов) [10].

Некоторые исследователи выделяют два вида горения: открытое горение отходов — происходит на открытых, не засыпанных грунтом участках полигонов; закрытое горение — горение отходов происходит на засыпанных участках, на глубине более 1,5 м, с выделением метана, диоксида углерода; отмечается, что риск возникновения пожаров возможен только в первые годы эксплуатации [11].

Обследование одного из подмосковных полигонов показало, что в результате деятельности аэробных бактерий в свалочной толще температура поверхностного слоя изменяется от 50 до 100 °С, вызывая непроизвольное самовозгорание поверхностного слоя свалочного тела [9]. На основании вышеизложенного можно сказать, что температура поверхностного слоя свалочного тела играет важную роль в биохимических процессах разложения органической составляющей.

В приведенных выше исследованиях отмечается, что температура поверхностного слоя свалочной толщи изменяется в зависимости от биохимических процессов, протекающих в свалочной толще. Мы, в свою очередь, уделим внимание процессу изменения температуры в поверхностном слое свалочной толщи в зависимости от физических параметров свалочной толщи.

Основываясь на трудах ученых в этой области, а также на результатах собственных исследований, выдвинем гипотезу о том, что температура поверхностного слоя свалочной толщи распределяется в зависимости от физических параметров свалочных тел полигонов.

Для подтверждения этой гипотезы охарактеризуем свалочные тела исследуемых полигонов по физическим параметрам: мощности свалочной толщи, высоты свалочной толщи над уровнем моря, мощности выходящих на поверхность свалочной толщи отходов, площади незасыпанных грунтом отходов, образующих поверхность тел полигонов, времени (периода) складирования отходов.

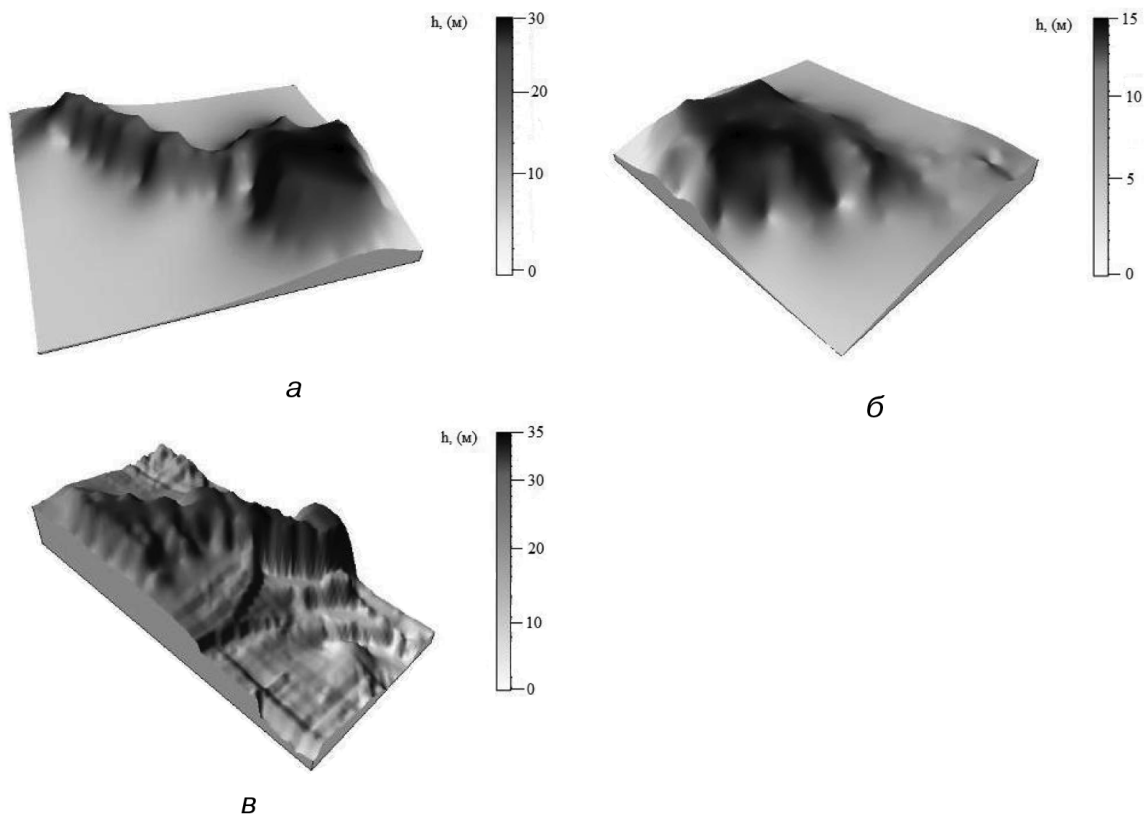
В таблице 1 приведены физические параметры полигонов ТБО ГУП «Андреевская долина» МУП «Вторсырье» и «Хметьево».

Таблица 1

**Физические параметры полигонов ТБО ГУП «Андреевская долина», МУП «Вторсырье» и «Хметьево»**

Мощность свалочной толщи	Мощность незасыпанных отходов	Время или период складирования отходов
Полигон ТБО ГУП «Андреевская долина»		
30 м	от 0 до 1 м	от 6 мес. до 5 лет
Полигон ТБО МУП «Вторсырье»		
15 м	от 0 до 1 м	от 3 мес. до 4 лет
Полигон ТБО «Хметьево»		
35 м	от 0 до 1,5 м	от 1 года до 20 лет

По значениям географических координат и высот свалочных тел были построены трехмерные или 3D модели тел полигонов ТБО «Андреевская долина», «Вторсырье» и «Хметьево» (рис. 1).



**Рис. 1.** Трехмерные модели свалочных тел полигонов твердых бытовых отходов Чеченской Республики и Московской области: а — полигон ТБО ГУП «Андреевская долина»; б — полигон ТБО МУП «Вторсырье»; в — полигон ТБО «Хметьево»

Из представленных на рис. 1 полигонов самым молодым является полигон МУП «Вторсырье». Его возраст составляет 4 года. Возраст полигона ГУП «Андреевская долина» — 5 лет, полигона «Хметьево» — 30 лет.

Анализ трехмерных моделей и основных физических параметров свалочных тел позволяет заключить, что полигон ТБО «Хметьево» является самым крупным из рассматриваемых. Он больше по массе захороненных отходов, площади основания и высоте свалочной толщи, чем другие полигоны.

Рассмотрим особенности распределения температуры в поверхностном слое свалочной толщи. Замеры температуры проведем с помощью тепловизора модели SDS HOTFIND (1).

В каждой из исследуемых зон было выделено по восемь пробных площадок (квадратов) площадью  $25 \text{ м}^2$  каждая. По три пробные площадки на передней и задней плоскости полигона в его центральной части, и по одной площадке на периферийных частях (рис. 1—3). На полигонах Чеченской Республики всего было выделено 24 пробные площадки, на полигоне Московской области — 32 пробные площадки. На каждой площадке было отмечено по 20 контрольных точек по периметру с шагом в 1 м и одна контрольная точка в центре. На полигонах Чеченской Республики было выделено 504 контрольные точки, на полигоне Московской области — 672 точки.

Полученные значения температуры по каждому полигону будем расценивать как три независимых вариационных ряда. Эти ряды подвергнем математико-статистической обработке. Результаты вычислений представим в табл. 2.

Таблица 2

**Основные статистические показатели по температуре поверхностного слоя свалочной толщи полигонов ТБО ГУП «Андреевская долина», МУП «Вторсырье», «Хметьево»**

Статистический показатель	Температура на полигонах ТБО, °С		
	ГУП «Андреевская долина»	МУП «Вторсырье»	«Хметьево»
Среднее ( $\bar{X}$ )	34,5	44	13,4
Стандартная ошибка ( $m$ )	0,14	0,36	0,12
Минимум ( $\min$ )	30,1	33	6,8
Максимум ( $\max$ )	41	58,1	18,5
Размах ( $R$ )	10,7	25,1	11,5
Мода ( $M_o$ )	32,3	47,1	10,8
Медиана ( $M_e$ )	33,3	45,7	12,1
Стандартное отклонение ( $\sigma$ )	3,07	8,08	3,03
Дисперсия выборки ( $S^2_n$ )	9,4	65,4	9,2
Эксцесс ( $E_x$ )	-0,75	-1,3	-1,2
Асимметричность ( $A_s$ )	0,8	0,15	0,3

Из таблицы 2 видно, что стандартная ошибка ( $m$ ) во всех случаях существенно меньше среднего арифметического ( $\bar{X}$ ). Это указывает на репрезентативность выборки и, значит, достаточное количество точек опробования для получения достоверных результатов.

Максимальные значения температуры на полигонах Чеченской Республики на 23—40 °С выше, чем на полигоне Московской области (см. табл. 2).



**Рис. 2.** Распределение значений температуры в поверхностном слое свалочных тел полигонов ТБО: *а* — полигон ТБО ГУП «Андреевская долина»; *б* — полигон ТБО МУП «Вторсырье»; *в* — полигон ТБО «Хметьево»



Максимальная температура на полигоне ГУП «Андреевская долина» составила 41 °С на высоте 30 м при мощности слоя незасыпанных отходов 0,5 м; на полигоне МУП «Вторсырье» — +58 °С на высоте 15 м при мощности незасыпанных отходов 0,5 м; на полигоне «Хметьево» — +18,5 °С на высоте 35 м с мощностью незасыпанных отходов 1,5 м, т.е. максимальные значения температуры характерны для участков с открыто расположенными отходами, а не засыпанными грунтом. Это говорит о наличии физико-химических процессов, протекающих в присутствии кислорода и сопровождающихся выходом тепла.

Построим кривые распределения температур в поверхностном слое свалочных тел. Для этого воспользуемся техникой построения интервального ряда. Результаты представим в виде графиков распределения температуры в поверхностном слое тел полигонов (рис. 2).

Из рисунка 2 видно, что на полигоне ГУП «Андреевская долина» максимальное количество измерений было отмечено при температуре поверхностного слоя свалочного тела от 32,3 до 33,0 °С, на полигоне МУП «Вторсырье» было отмечено два температурных скачка — первый от 35,8—37,3 °С, второй — в пределах 45,4—46,9 °С, на полигоне «Хметьево» — в промежутке от 10,2 до 11,3 °С.

На всех полигонах максимальная температура была зафиксирована на вершинах тел, у подошвы полигонов температура опускалась до минимума.

Чтобы описать характер взаимосвязи между температурой поверхностного слоя свалочной толщи и физическими параметрами (мощности отходов и мощность свалочного тела), воспользуемся корреляционным анализом. Коэффициенты корреляции вычислим по формуле Браве — Пирсона с помощью компьютерной программы SPSS Statistica 17.0. Результаты вычислений приведем в табл. 3.

Таблица 3

**Корреляционная взаимосвязь показателей, характеризующих температуру поверхностного слоя свалочной толщи и мощность отходов на полигоне ТБО ГУП «Андреевская долина»**

Показатель	Температура	Мощность слоя незасыпанных отходов	Мощность свалочного тела
Полигон ТБО ГУП «Андреевская долина»			
Температура	1,0		
Мощность слоя незасыпанных отходов	0,5	1,0	
Мощность свалочного тела	0,6*	0,5	1,0
Полигон ТБО МУП «Вторсырье»			
Температура	1,0		
Мощность слоя незасыпанных отходов	0,7*	1,0	
Мощность свалочного тела	0,6*	0,6*	1,0
Полигон ТБО «Хметьево»			
Температура	1,0		
Мощность слоя незасыпанных отходов	0,6*	1,0	
Мощность свалочного тела	0,6*	0,6*	1,0

\* Существенно значимые коэффициенты корреляции

В результате корреляционного анализа было установлено, что температура поверхностного слоя свалочной толщи полигона зависит от таких показателей, как мощность самого полигона и мощность слоя незасыпанных отходов.

Изучив особенности распределения температуры в поверхностном слое свалочной толщи, а также определив характер взаимосвязи между температурой поверхностного слоя свалочной толщи и физическими параметрами (мощности отходов и мощность свалочного тела), выявим зоны, потенциально опасные с точки зрения непроизвольного самовозгорания.

На полигоне ГУП «Андреевская долина» это третья исследуемая зона (квадраты отбора проб с 19 по 21), температура здесь составила 41 °С на высоте 30 м при мощности слоя незасыпанных отходов 0,5 м. На полигоне МУП «Вторсырье» это вторая и третья исследуемые зоны (квадраты отбора проб с 9 по 11, и с 17 по 19), максимальная температура достигала +58 °С на высоте 15 м при мощности незасыпанных отходов 0,5 м; на полигоне «Хметьево» это четвертая зона (квадраты отбора проб 25, 26, 30 и 31), максимальная температура составила — +18,5 °С на высоте 35 м с мощностью незасыпанных отходов 1,5 м.

В заключение отметим, что на всех полигонах максимальная температура была зафиксирована на вершинах тел, у подошвы полигонов температура опускалась до минимума.

Комплекс мер по ликвидации опасных с точки зрения непроизвольного самовозгорания зон включает в себя покрытие изоляционным материалом из геотекстильной мембраны (используется на полигоне «Хметьево») и подстилающим слоем грунта и других материалов.

В качестве подстилающего слоя на полигоне ГУП «Андреевская долина» предлагается использовать смесь из песка, битума и грунта. На полигоне МУП «Вторсырье» предлагается использовать смесь из плотных суглинков и глины с коэффициентом фильтрации не более  $10^{-3}$  м/с. На полигоне «Хметьево» в качестве подстилающего слоя используют смесь грунта и продукты механобиологической переработки отходов (положительный опыт Пермской области).

\*\*\*

За помощь, оказанную при проведении исследований и подготовке статьи, автор выражает искреннюю благодарность сотрудникам КНИИ РАН им. Ибрагимова Чеченской Республики, Министерства ЖКХ Чеченской Республики, мэрии г. Грозного и департамента ЖКХиБ правительства Москвы.

#### **ПРИМЕЧАНИЕ**

- (1) Внесен в Госреестр средств измерений РФ № 37131-08.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

- [1] ГОСТ 26629-85. Здания и сооружения. Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций. URL: <http://www.thermoview.ru/pdf/gost26629-85.pdf> (дата обращения 06.04.15).

- [2] Инструкция по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов для твердых бытовых отходов. Утв. Министерством строительства РФ 2 ноября 1996 г. URL: [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru) (дата обращения 07.04.15).
- [3] МУ 2.1.7.730-99. Гигиеническая оценка качества почвы. населенных мест. Методические указания (утв. Минздравом России 7 февраля 1999 г.). URL: [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru) (дата обращения 07.04.15).
- [4] РД 153-34.0-20.364-00. Методика инфракрасной диагностики тепломеханического оборудования. URL: [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru) (дата обращения 07.04.15).
- [5] Латушкина Е.Н. Биогаз с полигонов твердых бытовых отходов как экологический фактор воздействия на популяцию человека: монография / Е.Н. Латушкина, Т.К. Бичелдей. М.: Изд-во РУДН, 2010. 195 с.
- [6] Малышевский А.Ф. Обоснование выбора оптимального способа обезвреживания твердых бытовых отходов в городах России / А.Ф. Малышевский, В.В. Хабиров. М.: ИФЗ РАН, 2012. 64 с.
- [7] Мамаджанов Р.Х., Латушкина Е.Н. Экологические воздействия полигонов ТБО и мусоросжигательных заводов на окружающую природную среду: сравнительный анализ // Материалы конференции «Актуальные проблемы экологии и природопользования 2013»: Сб. науч. трудов. Вып. 16. М., 2014. С. 399.
- [8] Мишланова М.Ю. Термодинамическая модель техногенного массива ТБО // Материалы Международной научно-практической конференции «Роль природообустройства в обеспечении устойчивого функционирования в развитии экосистем». Ч. 1. М., 2006. С. 300—305.
- [9] Мурашов В.Е. Технологический процесс и оборудование для аэрации несанкционированных свалочек и полигонов твердых бытовых отходов Московской области: дисс. ... канд. техн. наук государственный университет инженерной экологии. М., 2002. 117 с.
- [10] Слюсарь Н.Н., Загорская Ю.М. Современные подходы к рекультивации свалок и полигонов захоронения твердых бытовых отходов // Вестник ПНИПУ. Сер. Урбанистика. 2012. № 4. С. 84—90.
- [11] Ягафарова Г.Г., Насырова Л.А., Шаимова А.М. Разработка матрицы прогнозирования выходы метана в составе биогаза из твердых бытовых отходов // Башкирский химический журнал. 2007. № 5. Том 14. С. 31—34.

## TEMPERATURE CHARACTERISTICS DISTRIBUTION IN THE UPPER LAYER OF THE MSW LANDFILL SITES IN THE CHECHEN REPUBLIC AND MOSCOW REGION

R.Kh. Mamajanov, E.N. Latushkina

Ecology Faculty  
Peoples' Friendship University of Russia  
Podolskoe shosse, 8/5, Moscow, Russia, 115093

The article considers the characteristics of temperature distribution in the surface layer of landfills in the Chechen Republic and Moscow region; the important role of surface temperature in the landfill in biochemical processes of decomposition of organic components; the dependence of the surface layer temperature of the landfill on physical parameters of the landfill, such as: layer thickness of open waste

sites and thickness of landfills. Moreover the 3D model of landfills SUE “St. Andrew’s Valley” MUE “Recycle materials” and “Hmetevo” was developed. Potentially dangerous areas in terms of spontaneous combustion were determined, and a series of measures to eliminate them was described.

**Key words:** municipal solid waste (MSW) landfills, MSW landfills imager, temperature imaging monitoring of MSW landfills, surface layer of the MSW landfill, physical parameters of MSW landfills

## REFERENCES

- [1] GOST 26629-85. Zdanija i sooruzhenija. Metod teplovizionnogo kontrolja kachestva teploizoljacii ogpazhdajushhijh konstrukcij [State Standard 26629-85 — Buildings. The method of thermal insulation quality control protects designs]. [Electronic resource]: <http://www.thermoview.ru/pdf/gost26629-85.pdf> (Date treatment 04/06/15).
- [2] Instrukcija po proektirovaniju, jekspluatacii i rekul'tivacii poligonov dlja tverdyh bytovyh othodov [Instructions for the design, operation, and reclamation of landfills for solid waste]. [Electronic resource]: [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru) (Date treatment 04/07/15).
- [3] Gigienicheskaja ocenka kachestva pochvy. naseleennyh mest. [Methodological guidelines 2.1.7.730-99. Hygienic assessment of the quality of soil populated areas]. [Electronic resource]: [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru) (Date treatment 04/07/15).
- [4] RD 153-34.0-20.364-00. Metodika infrakrasnoj diagnostiki teplomehanicheskogo oborudovanija [Methodological guidelines 153-34.0-20.364-00. Method of infrared diagnostics of thermal mechanical equipment]. [Electronic resource]: [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru) (Date treatment 04/07/15).
- [5] Latushkina E.N. Biogaz s poligonov tverdyh bytovyh othodov kak jekologicheskij faktor vozdejstvija na populjaciju cheloveka: monografija / E.N. Latushkina, T.K. Bicheldej. [Biogas from landfills as the environmental impacts on human populations: monograph / E.N. Latushkina, T.K. Bicheldej]. M.: Izd-vo RUDN, 2010. 195 s. [Moscow: Publishing House of the Peoples' Friendship University of Russia] 2010. 195 p.
- [6] Malyshevskij A.F. Obosnovanie vybora optimal'nogo sposoba obezvrezhivaniya tverdyh bytovyh othodov v gorodah Rossii / A.F. Malyshevskij, V.V. Habirov. [Justification of the choice of optimal method of disposal solid waste in the cities of Russia / A.F. Malyshevsky V.V. Habirov]. M.: IFZ RAN, 2012. 64 s. [M.: IPE RAS]. 2012. 64 p.
- [7] Mamadzhanov R.H., Latushkina E.N. Jekologicheskie vozdejstvija poligonov TBO i musoroszhigatel'nyh zavodov na okruzhajushhiju prirodnuju sredu: sravnitel'nyj analiz [The environmental impact of landfills and incinerators on the environment nature: a comparative analysis]. Konferencija «Aktual'nye problemy jekologii i prirodopol'zovanija 2013» Sbornik nauchnyh trudov [The conference «Actual problems of ecology and nature in 2013» Collection of Scientific Papers]. Issue 16. 399, M. 2014.
- [8] Mishlanova M.Ju. Termodinamicheskaja model' tehnogenogo massiva TBO [Thermodynamic model of pollution area of MSW landfills / Mishlanova M.Y.]. Rol' prirodooobustrojstva v obespechenii ustojchivogo funkcionirovanija v razvitii jekosistem: Mezhdunarodnaja nauchno-prakticheskaja konferencija [The role of environmental engineering in sustainable functioning of ecosystems in development: International scientific and practical conference]. Proceedings of the conference. Part 1. M., 2006, pp. 300—305.
- [9] Murashov V.E. Tehnologicheskij process i oborudovanie dlja ajeracii nesankcionirovannyh svalochk i poligonov tverdyh bytovyh othodov Moskovskoj oblasti: diss. ... kand. tehn. nauk: 25.00.36. / Murashov Vladimir Efimovich; Moskovskij gosudarstvennyj universitet inzhenernoj jekologii. [Technological process and equipment for aeration MSW landfills in Moscow region: diss. ... cand. tehn. sciences: 25.00.36. / Murashov V.E.; Moscow State University of Environmental Engineering]. M., 2002. 117 p.
- [10] Sljusar' N.N. Sovremennye podhody k rekul'tivacii svalok i poligonov zahoroneniya tverdyh bytovyh othodov. [Contemporary approaches to remediation of landfills and disposal of solid

- waste]. Vestnik PNIPU. Ser. Urbanistika. [The Bulletin PNIPU. Part. Urbanity]. M., 2012. — №4. — 84-90 p.
- [11] Jagafarova G.G. Razrabotka matricy prognozirovaniya vyhody metana v sostave biogaza iz tverdyh bytovyh othodov [Tekst] / Jagafarova G.G., Nasyrova L.A., Shaimova A.M. [The development of matrix forecasting of methane in the composition of biogas from municipal solid waste [Text] / Yagafarova G.G., Nasyrova L.A., Shaimova A.M.]. Bashkirskij himicheskij zhurnal [The Bashkir Chemistry Journal]. 2007. № 5, Volume 14. 31 p.

---

---

## СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ БЕРЕГОВ МОРСКОГО КРАЯ ДЕЛЬТЫ Р. ХОНГХА ОТ ВОЛНОВОЙ ЭРОЗИИ\*

М.В. Крыленко<sup>1</sup>, А.М. Алейникова<sup>2</sup>, Р.Д. Косьян<sup>1</sup>,  
Н.Т. Виет Лиен<sup>3</sup>, Н.М. Ханг<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Южное отделение Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН  
*ул. Просторная 1г, Геленджик, Россия, 353467*

<sup>2</sup> Экологический факультет  
Российский университет дружбы народов  
*Подольское шоссе, 8/5, Москва, Россия, 113093*

<sup>3</sup> Департамент Морской механики и природопользования  
Института механики ВАНТ  
*264 Doi Can, Ba dinh, Ханой, Вьетнам*

В настоящее время глобальной особенностью береговой зоны Мирового океана является повсеместная активизация эрозионных процессов. Наиболее быстрые и масштабные изменения характерны для аккумулятивных берегов. В представленной работе проанализирована динамика берега морского края дельты р. Хонгха (Вьетнам) на протяжении последних 100 лет. Дана информация о современном состоянии некоторых участков берега и применяющихся способах защиты от наводнений и размывов.

**Ключевые слова:** динамика уреза, берегозащитные сооружения, поток наносов, активизация эрозионных процессов, аккумулятивные берега

### Введение

Длина береговой линии Вьетнама составляет более 3800 км, включая острова и дельты рек. Морские берега Вьетнама, особенно дельты крупнейших рек Хонгха и Меконг, играют важную роль в экономике страны. 28 из 64 провинций Вьетнама и городов центрального подчинения имеют выход на береговую линию. Некоторые прибрежные районы имеют очень высокую плотность населения — 1300 чел/км<sup>2</sup> по сравнению с 225 чел/км<sup>2</sup> в среднем для всей страны [6; 11]. Главные отрасли экономики Вьетнама — сельское и рыбное хозяйство — используют природные ресурсы дельт крупных рек. Сельское хозяйство, обеспечивающее продовольственную безопасность страны, — основа экономики Вьетнама. Основные обрабатываемые земельные площади заняты под рисовые плантации. Помимо выращивания риса и других сельскохозяйственных культур, сельское население занимается рыболовством, разведением креветок в специальных водоемах, выращиванием аквакультуры, добычей соли на особых площадках. Эта хозяйственная деятельность непосредственно связана с гидрологическим режимом дельт и динамикой морского берега [1].

---

\* Работа выполнена при поддержке РФФИ 16-05-00875 и VN Russian joint project «Research of beach dynamics and forecast of beach evolution in Vietnam and Russia Federation» 14-05-93000, VAST.HTQT.NGA.03/14-15.

Проблема эрозии берегов для Республики Вьетнам является чрезвычайно актуальной. Эрозионные процессы характерны почти для всех участков вьетнамского побережья, но особенно для морских берегов дельт рек Хонгха и Меконг. Кроме того, большая часть берегов Вьетнама песчаная и имеет высотные отметки не более 1 м над уровнем моря. Воздействие штормов и тайфунов вызывает значительные нагоны и разрушения сельскохозяйственных угодий и инфраструктуры [4]. Требуется постоянная защита от затопления населенных пунктов и сельскохозяйственных территорий. Для достоверного прогноза и эффективной защиты населения, хозяйства и береговых экосистем от негативных гидрометеорологических воздействий необходимо постоянное отслеживание тенденций эрозионных процессов на берегах Вьетнама, особенно в районах морского края дельт.

### **Физико-географическая характеристика дельты р. Хонгха**

Река Хонгха (другие названия — Красная, Hong Ha, Red River) — вторая по величине река Вьетнама, протекает в северной части Вьетнама и впадает в залив Бакбо (Тонкинский) Южно-Китайского моря. Река формирует обширную дельту, известную в научной литературе как Red River Delta, расположенную в пределах провинций Тхайбинь и Намдинь и играет важную роль в социально-экономическом развитии страны [2; 6]. По форме дельта Красной реки имеет типичную треугольную форму и начинается в 150 км выше по течению от устья. Площадь дельты р. Хонгха составляет 14,6 тыс. кв. км, длина морского края дельты 200 км [6]. Рельеф дельты р. Хонгха низменный и плоский, средний уклон поверхности дельты ~ 6 см/км. Более 50% поверхности дельты имеет отметки менее 2 м над уровнем моря [12].

Река Хонгха приносит в устьевую область большое количество наносов. Это объясняется слабой противоэрозионной устойчивостью грунтов на поверхности бассейна реки, массовой вырубкой лесов для высвобождения земель под сельское хозяйство, большой неравномерностью стока воды и высокими скоростями течения. Величина среднего стока взвешенных наносов реки составляла до 1994 г. 100—160 млн т/год. После строительства водохранилища Хоабинь твердый сток реки сократился почти вдвое [14]. Вдольбереговое перемещение наносов (как продуктов волнового размыва морского края дельты, так и наносов, поступающих извне устьевой области) определяется воздействием волнения и вдольбереговых течений. Результирующий среднегодовой вдольбереговой поток наносов направлен с СВ на ЮЗ [6].

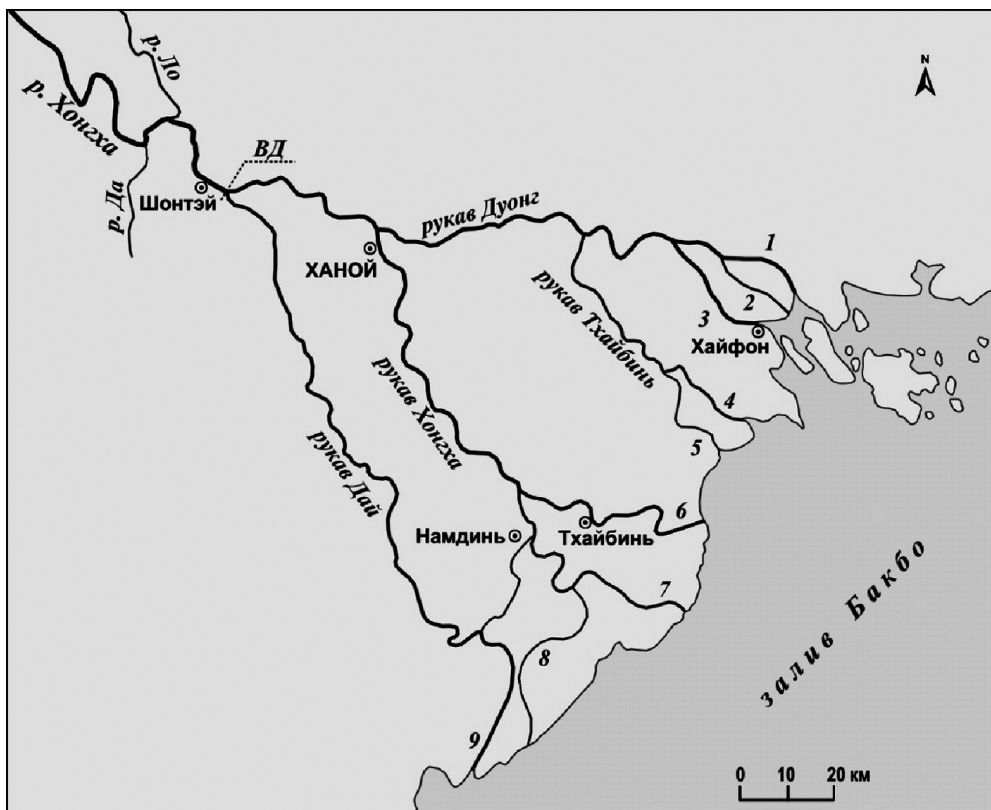
Наиболее сильное волнение развивается в прибрежной зоне вблизи морского края дельты р. Хонгха во время северо-восточного зимнего муссона с октября по март. Средняя высота волн равна 1,5—2 м, максимальная — до 3 м. Во второй половине лета и осенью нередки тайфуны. На берега дельты р. Хонгха в среднем в год обрушивается 4,7 тайфунов [9]. В последние десятилетия частота и сила тайфунов возрастает. Во время тайфунов возникают штормовые нагоны высотой 2,5—3 м. При совпадении штормового нагона с сизигийным приливом подъем уровня может достичь 5—6 м.

### Особенности динамика морских берегов дельты р. Хонгха

Берега Вьетнама по совокупности характеристик факторов формирования и эволюции подразделяются на три больших участка: морской край дельты р. Меконг, гористое побережье средней части и морские берега дельты р. Хонгха. Последний участок, в свою очередь, подразделяется на две системы: Мон Сай (Mong Cai) — До Сон (Do Son) — стабильные берега с минимальными эрозионно-аккумулятивными изменениями и До Сон (Do Son) — Нга Сон (Nga Son) — собственно дельта р. Хонгха. Более чем 200 км морского берега дельты р. Хонгха разделены на участки девятью рукавами (рис. 1). Выраженная аккумуляция на морском крае дельты, около 80—100 м/год, отмечена около устьев рек, однако есть локальные сектора с выраженной эрозией, например, Кат Хай (Cat Hai), Giao Thuy и Хай Хау (Hai Hau), где размыв достигает 40—50 м/год [6].

Приустьевые области рукавов р. Хонгха постепенно выдвигаются в сторону моря. Средняя интенсивность выдвигения дельты в море за последние 50 лет XX в. составила 25 м/год, прирост площади дельты оказался равным 361 га/год.

Однако на побережье дельты р. Хонгха выделяют ряд участков интенсивного размыва, в том числе севернее и южнее устья рук. Балат. На северном участке за периоды 1930—1965, 1965—1990 гг. зафиксировано преобладание сильной эрозии берега; при этом интенсивность размыва суши в среднем за два упомянутых периода составила соответственно 17,2 и 9,9 га/год. Наибольшие величины отступления берега за 1965—1995 гг. (30 лет) составили от 160 до 340 м [5].



**Рис. 1.** Схема устьевой области р. Хонгха: устья рукавов дельты: 1 — Латьхуен, 2 — Намчьеу, 3 — Киньтхай, 4 — Ванук, 5 — Тхайбинь, 6 — Чали, 7 — Балат, 8 — Нинько, 9 — Дай; ВД — вершина дельты



В наибольшей степени подвергается волновому размыву участок Хай Хау длиной 34 км, находящийся южнее устья рук. Балат. Пляж Хай Хау подвержен эрозии по крайней мере с начала последнего столетия. Берег пляжа Хай Хау отступает со скоростью 10—15 м/год в течение полувека. За 1972—2000 гг. береговая линия отступила на ~400 м [10; 11].

На рисунке 2 показано положение наиболее размываемых участков пляжа Хай Хау. Видно, что происходит постепенное смещение зоны наиболее интенсивного размыва в южном направлении по мере развития аккумулятивных форм в устье Балат, экранирующих часть северо-восточного волнового воздействия.

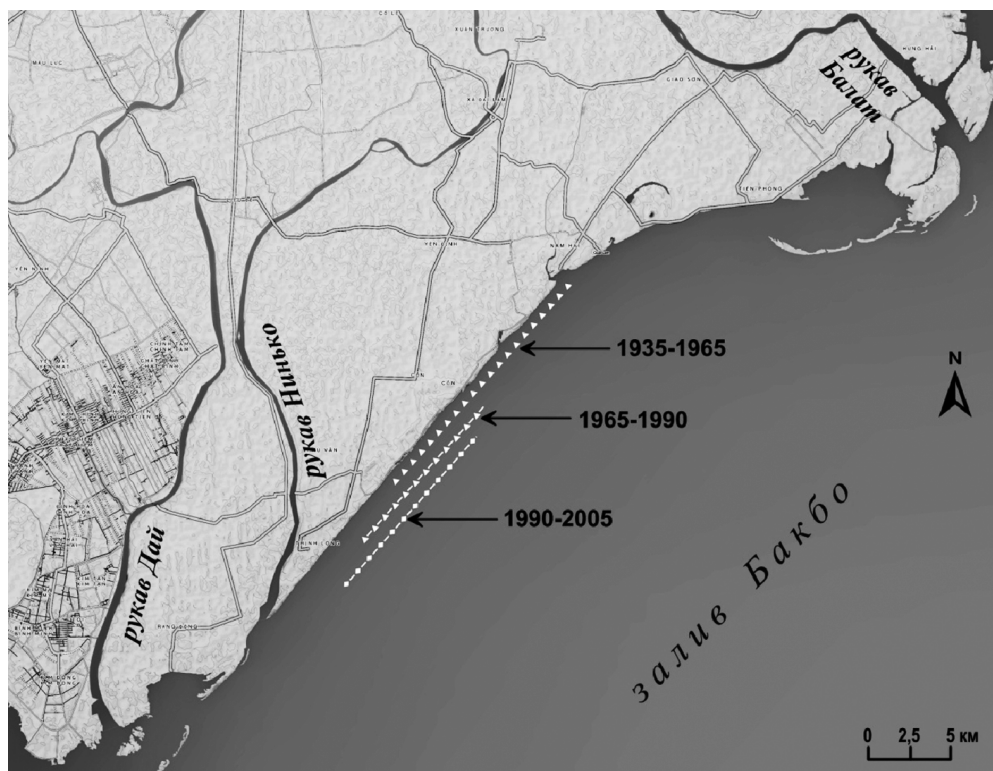


Рис. 2. Смещение зоны наиболее интенсивного размыва пляжа Хай Хау

Высокие эрозионные скорости пляжа Хай Хау не являются уникальными для рассматриваемого побережья, сильная эрозия отмечается, например, в Хай Ли и Хай Триу районах. Причинами усиления размыва берега являются: активизация тайфунов в последние десятилетия, уменьшившееся поступление песчаных наносов, перераспределение твердого стока, антропогенная деятельность [9].

### Берегозащитные конструкции морского берега дельты

Штормы и тайфуны, которым подвержена береговая зона Вьетнама, вызывают значительные подтопления и разрушения сельскохозяйственных угодий и инфраструктуры. За 1976—2005 гг. в береговой зоне дельты во время тайфунов погибло более 1000 человек, было разрушено 7 тыс. домов. Пострадали 40 тыс. га сельскохозяйственных угодий [9]. В имеющихся условиях строительство берегозащитных сооружений связано с решением важнейшей народно-хозяйственной задачи — обеспечением нормального функционирования различных промыш-

ленных и гражданских объектов, которые расположены на берегах водных объектов, берега которых разрушаются под воздействием волн и течений. Наиболее типичными берегозащитными сооружениями для Вьетнама являются откосные сооружения с различными способами крепления откосов [3]. Преобладание откосных сооружений определяется геологическим строением берегов с большим распространением песчаных пляжей и практическим отсутствием выходом на поверхность скальных грунтов. В существующих условиях откосные сооружения наиболее экономичны, ремонтно-пригодны, просты при строительстве и долговечны в эксплуатации [4].

В естественном состоянии большая часть дельты р. Хонгха заливалась бы водой во время половодья, значительные затопления вызывали бы штормовые нагоны. В последние 500 лет дельту р. Хонгха защищает система продольных речных дамб, расположенных вдоль рукавов р. Хонгха. Общая длина дамб вдоль речных русел в дельте составляет около 3000 км. Приморские районы дельты защищены от затопления во время штормовых нагонов рядами вдольбереговых дамб, суммарная длина которых равна ~1500 км [6]. Как правило, используется система из двух параллельных дамб, в случае разрушения фронтальной (ближней к морю) дамбы, новая строится за дублирующей дамбой со стороны суши [8].

В настоящее время в береговой зоне пяти северных провинций дельты Красной реки построено около 360 км берегозащитных сооружений откосного типа (рис. 3). Две системы морских дамб защищают берег на участке Хай Хау.

Однако дамбы, используемые для защиты берега от волнового размыва, относительно недолговечны [4]. Задернованные откосы дамб дополнительно защищаются каменно-набросными бермами (рис. 3). В период 1890—1971 гг. защитные дамбы пришлось неоднократно переносить в сторону суши на общее расстояние до 850 м. В 1972—2000 гг. береговая линия отступила на ~400 м [6; 8]. В два последних десятилетия XX в. продолжительность успешной работы защитных дамб не превышала 10 лет. С 1973 по 2003 год участки дамбы 6 раз разрушались, три раза полностью реконструировались. С защитных дамб за 30-ти летний период оказалось смыто 1,9 млн м<sup>3</sup> грунта и 1 млн м<sup>3</sup> каменной наброски [9].



**Рис. 3.** Типичная волногасящая откосная стенка с мористой стороны дамбы (2014 г.)

Часто морским волнением разрушаются не только дамбы первого ряда (расположенные ближе к морю), но и дублирующие дамбы второго ряда. Если нагон совпадал по времени с высоким уровнем воды в фазу прилива, то более 60% штормовых нагонов во время тайфунов превышали отметки гребня дамбы (4,5 м) пляжа Хай Хау и 100% превышали отметку гребня дамбы (3,3 м) пляжа Ли Хоа [8]. Роль приливной составляющей в поднятии уровня воды абсолютно преобладала.

В 2005 году на побережье дельты обрушилось восемь тайфунов, из которых самым сильным и разрушительным оказался тайфун DAMREY 27 сентября 2005 г. Скорость ветра во время этого тайфуна достигала 118—133 км/ч, высота волн в прибрежной зоне 3—4 м. Тайфун привел к разрушению защитных дамб на протяжении 25 км, затоплению 130 тыс. га полей, разрушению транспортной инфраструктуры, части оросительных систем, нарушению электроснабжения. Было разрушено ~1200 и повреждено 11600 домов [7; 9].

В приустьевых зонах дельты в берегозащитных целях практикуется создание мангровых зарослей. Однако, наличие мангровых зарослей к северу от размываемых участков морского края дельты усугубляет ситуацию, так как мангровые заросли, улавливая поток наносов с северо-востока к размываемым участкам в зимний сезон, способствуют более быстрому выдвигению в море приустьевых областей, что приводит к усилению эрозии на межустьевых участках берега к югу от аккумулятивных участков [5] (рис. 4).

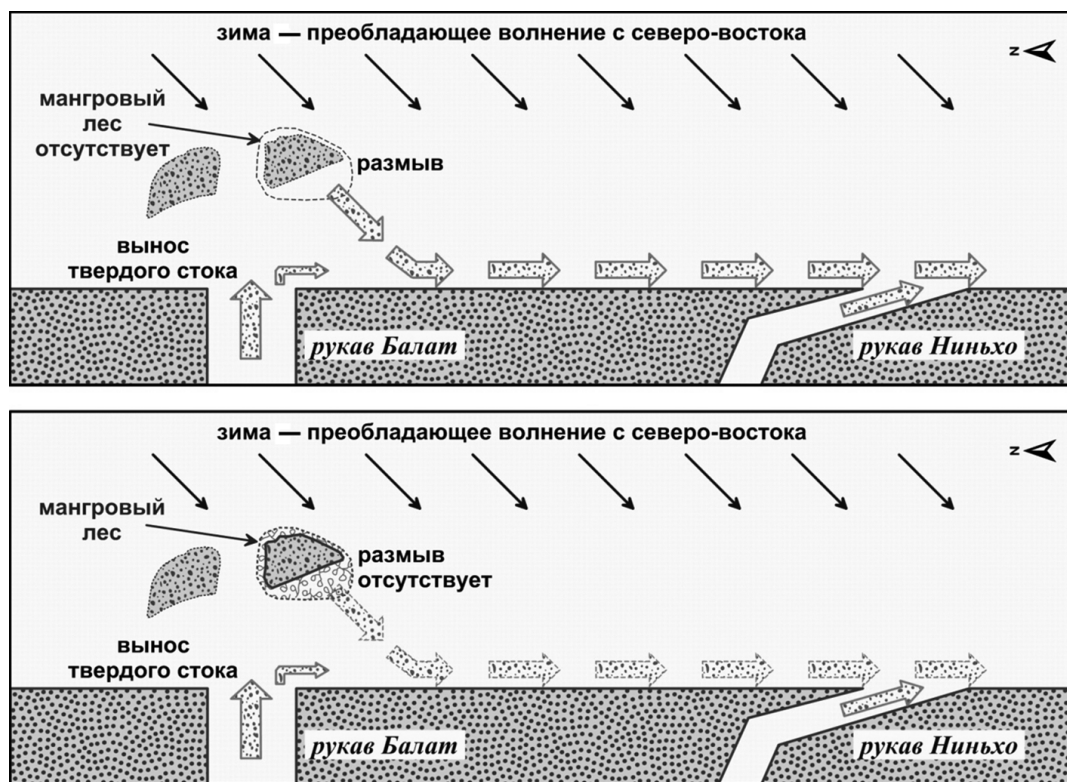


Рис. 4. Схема ослабления потока наносов мангровыми зарослями

Существующие в настоящее время берегозащитные сооружения не могут обеспечить надежную защиту населенных районов от затоплений. На отдельных участках для дополнительной защиты дамбы от волнового воздействия исполь-

зуются тетраподы или каменно-набросные бермы. Планируется переориентация на строительство комплексных берегозащитных сооружений (рис. 5), включающих в себя пляж шириной от 150 м, пляжеудерживающие конструкции и берегозащитные сооружения откосного типа с волногасящей облицовкой камнем и бетонными блоками [2; 3].



**Рис. 5.** Типичный комплекс берегозащитных и пляжеудерживающих конструкций (2014 г.)

### **Выводы**

В целом, для берега морского края дельты Хонгха интенсивная эрозия встречается на участках между устьями. Основным фактором, определяющими современную динамику морского берега дельты р. Хонгха, является волновое воздействие в совокупности с приливными и нагонными колебаниями уровня. Кроме того, эрозионные процессы усилились из-за двукратного сокращения твердого стока. Опыт строительства берегозащитных сооружений в береговой зоне дельты р. Хонгха показывает, что в настоящее время использование сооружений откосного типа чрезвычайно востребованно и актуально. Профилактика и контроль прибрежной эрозии на территории дельты реки Хонгха — это трудная и долгосрочная задача, которую нужно реализовывать в рамках комплексного управления прибрежными районами в согласовании с управлением состояния всего бассейна реки. Для успешного решения необходимо развивать связи между менеджерами и экспертами, улучшать исследовательские методы и поддерживать постоянный мониторинг в регионе.

### **ЛИТЕРАТУРА**

- [1] *Крыленко В.В., Косьян Р.Д., Горячкин Ю.Н., Крыленко М.В., Нгуен М.Х., Медведевский В.В.* Региональные особенности управления прибрежными зонами // Материалы XXV Международной береговой конференции «Береговая зона — взгляд в будущее». М.: ГЕОС, 2014. Т. 2. С. 187—190.
- [2] *Михайлов В.Н., Исупова М.В.* Режим наносов и морфологические процессы в устьевой области р. Хонгха (Красная) // *Водные ресурсы*. 2012. Т. 39. № 5. С. 459—475.
- [3] *Мордвинцев К.П., Нгуен Тхи Зьем Чи.* Анализ методов расчета высоты наката волн на берегозащитные сооружения откосного типа // *Вестник МГСУ*. 2013. № 10. С. 234—241.

- [4] *Hуен Тху Зьем Чи*. Опыт строительства берегозащитных сооружений в Республике Вьетнам // Научно-технический вестник Поволжья. 2013. № 5. С. 267—270.
- [5] *Deguchi I., Araki S., Nakaue T., Vinh B.T.* Monitoring of the change in coastal environment in southern part of Red-River Delta from satellite images and the mechanism of beach erosion, 2007. URL: [http://ir.library.osaka-u.ac.jp/dspace/bitstream/11094/13129/1/arfyjsps2006\\_157.pdf](http://ir.library.osaka-u.ac.jp/dspace/bitstream/11094/13129/1/arfyjsps2006_157.pdf)
- [6] *Hung N.M.* Coastline and river mouth evolution in Vietnam, m. ed., Hanoi-2012, PHST. 369 с.
- [7] *Hung N.M., Larson M., Dien D.C.* Modeling wave transformation, nearshore currents, and morphology change in the nearshore zone of the Red River Delta // Proc. of the First scientific workshop on “Coastline evolution”, Thing Long, 2006. P. 108—122.
- [8] *Larson M., Ninh P.V., Hung N.M., Sundstrom A., Sodervall E.* The impact of typhoons on the Vietnamese coastline: A case study of Hai Hau Beach and Ly Hoa Beach // Proc. of the First scientific workshop on “Coastline evolution”, Thing Long, 2006. P. 43—63.
- [9] *Mai C.V., Stive M.J.F., Selder P.H.A.J.M.* Coastal protection strategies for the Red River delta // J. Coastal Research. 2009. V. 25. № 1. P. 105—116.
- [10] *Ninh P.V., Hung N.M., Hong L.X., Tan T.D. and Nga N.T.K.* Overview of the coastline evolution in Vietnam with special emphasis on the Red River Delta Proc. of the First scientific workshop on “Coastline evolution”, Thing Long, 2006. P. 1—14.
- [11] *Pruszek Z., Nink P.V., Szymkiewicz M., Hung N.M., Ninh P.V.* Coastal processes in the Red River delta area, Vietnam // Coastal Engin. 2002. V. 44. № 2. P. 97—126.
- [12] *Son L.H.* Summary of background paper on the Red River delta // Report of the Workshop on the planning and management of modified megadeltas. The Hague, 2003. P. 51—55.
- [13] *Vinh V.D., Ouillon S., Thanh T.D. and Chu L.V.* Impact of the Hoa Binh dam (Vietnam) on water and sediment budgets in the Red River basin and delta, Hydrol. Earth syst. SCI., 18, 2014. 3987—4005.

## **MODERN PROTECTION METHODS OF THE DELTA R. HONG HA SEA COASTS FROM WAVE EROSION**

**M.V. Krylenko<sup>1</sup>, A.M. Aleynikova<sup>2</sup>, R.D. Kosyan<sup>1</sup>, N.T. Viet Lien<sup>3</sup>, N.M. Hung<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Southern branch of the Shirshov Institute of Oceanology Russian Academy of Sciences  
*Prostornaya Ig, Gelendzhik, Russia, 353467*

<sup>2</sup> Ecological Department  
Peoples' Friendship University of Russia  
*Podolskoe shosse, 8/5, Moscow, Russia, 113093*

<sup>3</sup> Department of Marine Mechanics and Environment, Institute of Mechanics VAST  
*264 Doi Can, Ba dinh, Hanoi, Vietnam*

In present time the intensification of erosion processes is global feature of coastal zone and the most rapid and significant changes are characteristic for accumulative coasts. The features of the sea coast dynamics of the Hong Ha River delta (Vietnam) during last 100 years are analyzed in presented paper. The Hong Ha River delta coast modern dynamics is characterized by combination of accumulation processes near delta mouths and wave erosion between its. The main factors determining the modern dynamics of the delta sea coast are the wave activity with the surge-tidal fluctuations and solid runoff reduction. Current coastal construction cannot protect populated areas from flooding. Reorientation

to the integrated coast construction which includes the beaches is realized. Control of Hong Ha river delta coastal erosion is difficult and long-range objective in the framework of the integrated coastal management.

**Key words:** edge dynamics, coast protection construction, sediment flux, intensification of erosion processes, accumulative shore

## REFERENCES

- [1] Krylenko V.V., Kos'jan R.D., Gorjachkin Ju.N., Krylenko M.V., Nguen M.H., Medvedovskij V.V. Regional'nye osobennosti upravleniya pribrezhnymi zonami [Regional peculiarities of coastal zone management] Materialy XXV Mezhdunarodnoj beregovoj konferencii «beregovaja zona — vzgljad v budushhee [Proc. Of the XXV International coastal conference «Coastalzone — alookintofuture»]. Moscow: «GEOS», 2014. V. 2. P. 187—190.
- [2] Mihajlov V.N., Isupova M.V. Rezhim nanosov i morfologicheskie protsessy v ust'evoj oblasti r. Khongkha (Krasnaya) [Mode of sediment transport and morphological processes in the mouth of river Hong Ha] Vodnye resursy [Water resources]. 2012. V. 39, No 5. P. 459—475.
- [3] Mordvincev K.P., Nguen Thi Z'em Chi. Analiz metodov rascheta vysoty nakata voln na beregozashhitnye sooruzheniya otkosnogo tipa [Analysis of methods for calculating the run-up wave height on coastal face type constructions]. Vestnik MGSU [Bulletin MSUCE]. 2013. No 10. P. 234—241.
- [4] Nguen Thi Z'em Chi. Opyt stroitel'stva beregozashhitnyj sooruzhenij v Respublike V'etnam [Experience in the construction of coastal protection in the Vietnam Republic]. Nauchno-tehnicheskij vestnik Povolzh'ja. [Scientific and technical Bulletin of the Volga region], 2013. No 5. P. 267—270.
- [5] Deguchi I., Araki S., Nakaue T., Vinh B.T. Monitoring of the change in coastal environment in southern part of Red-River Delta from satellite images and the mechanism of beach erosion, 2007. [http://ir.library.osaka-u.ac.jp/dspace/bitstream/11094/13129/1/arfyjsps2006\\_157.pdf](http://ir.library.osaka-u.ac.jp/dspace/bitstream/11094/13129/1/arfyjsps2006_157.pdf)
- [6] Hung N. M., Coastline and river mouth evolution in Vietnam, m. ed., Hanoi-2012, PHST. 369 c.
- [7] Hung N.M., M. Larson, Dien D.C. Modeling wave transformation, nearshore currents, and morphology change in the nearshore zone of the Red River Delta. Proc. of the First scientific workshop on “Coastline evolution”, Thing Long, 2006, P. 108—122.
- [8] Larson M., Ninh P.V., Hung N.M., Sundstrom A., Sodervall E. The impact of typhoons on the Vietnamese coastline: A case study of Hai Hau Beach and Ly Hoa Beach. Proc. of the First scientific workshop on “Coastline evolution”, Thing Long, 2006 P. 43—63.
- [9] Mai C.V., Stive M.J.F., Selder P.H.A.J.M. Coastal protection strategies for the Red River delta. J. Coastal Research. 2009. V. 25. № 1. P. 105—116.
- [10] Ninh P.V., Hung N.M., Hong L.X., Tan T.D. and Nga N.T.K. Overview of the coastline evolution in Vietnam with special emphasis on the Red River Delta Proc. of the First scientific workshop on “Coastline evolution”, Thing Long, 2006. P. 1—14.
- [11] Pruszkak Z., Nink P.V., Szmytkiewicz M., Hung N.M., Ninh P.V. Coastal processes in the Red River delta area, Vietnam. Coastal Engin. 2002. V. 44. № 2. P. 97—126.
- [12] Son L.H. Summary of background paper on the Red River delta / Report of the Workshop on the planning and management of modified megadeltas. The Hague, 2003. P. 51—55.
- [13] Vinh V.D., Ouillon S., Thanh T.D. and Chu L.V. Impact of the Hoa Binh dam (Vietnam) on water and sediment budgets in the Red River basin and delta, Hydrol. Earth syst. SCI., 18, 2014. 3987—4005.

---

---

## МЕТОД ТЕХНИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОБООТБОРА СРЕДЫ-НОСИТЕЛЯ СВЕТЛОГО НЕФТЕПРОДУКТА НА МЕСТЕ ПОЖАРА

Н.Р. Казакова<sup>1</sup>, А.К. Черных<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Факультет подготовки кадров высшей квалификации  
Санкт-Петербургский университет государственной противопожарной  
службы МЧС России

*Московский проспект, 149, Санкт-Петербург, Россия, 196105*

<sup>2</sup> Кафедра информатики и математики

Санкт-Петербургский военный институт внутренних войск МВД России  
*ул. Летчика Пилютова, д. 1, Санкт-Петербург, Россия, 198206*

Предлагается метод, позволяющий оценивать обоснованность принимаемых решений по определению необходимого числа отборов проб среды на месте пожара для идентификации светлого нефтепродукта, ставшего инициатором горения. В случаях применения данного метода при проведении судебно-экологической экспертизы обеспечивается возможность повышения уровня экологической безопасности. Математический аппарат, составляющий основу данного метода, разработан с использованием элементов теории нечетких множеств. Разработаны также три новых технических решения — пробоотборники, обеспечивающие возможность производить многократный пробоотбор образцов среды-носителя светлого нефтепродукта.

**Ключевые слова:** инициатор горения, светлые нефтепродукты, идентификация, экологическая безопасность, отбор проб среды, нечеткие множества

В настоящее время при проведении пожарно-технической экспертизы с целью установления причины пожара производится пробоотбор образца среды-носителя жидкости, примененной в качестве инициатора горения на месте пожара (в очаге пожара). Проведенный анализ свидетельствует о том, что при поджогах в качестве инициатора горения чаще всего применяются различные светлые нефтепродукты (СНП), такие как бензин, керосин (как осветительный, так и авиационный), жидкость для розжига и дизельное топливо. Применение эффективного метода пробоотбора образцов среды-носителя светлого нефтепродукта (почва, вода, воздух) целесообразно для совершенствования существующих методик пожарно-технической и судебно-экологической экспертиз, в результате проведения которых выдаются соответствующие заключения. Анализ данных заключений способствует повышению эффективности профилактических мероприятий по предотвращению пожаров и взрывов, а также загрязнения окружающей среды. От качества выполнения мероприятий по обеспечению пожарной безопасности зависит уровень экологической безопасности.

До настоящего времени производится отбор только одной пробы. Такой подход не всегда может обеспечить возможность анализа СНП-инициаторов горения, производимого на основе реализации метода предложенного в работе [1]. Указанное обстоятельство обусловлено тем, что данные СНП могут находиться на

каком-либо другом участке очага пожара. Многократный отбор проб, производящийся в рамках площади очага пожара, значительно повышает вероятность получения пробы образца среды, содержащей искомым СНП (инициатор горения). Как показал проведенный анализ, математическая зависимость указанной вероятности от количества проб (априори рассматриваемых в качестве некоторого множества альтернатив), является возрастающей и нелинейной [2; 3].

Введем необходимые для дальнейшего изложения определения [4; 5]. Нечетким множеством  $B\hat{A}$  на универсальном множестве  $U$  называется совокупность пар  $(\mu_{\hat{A}}(u), u)$ , где  $\mu_{\hat{A}}(u)$  — функция принадлежности, которая указывает степень принадлежности произвольного элемента универсального множества к нечеткому множеству  $B\hat{A}$ . Степень принадлежности — это число из отрезка  $[0; 1]$ . Чем выше степень принадлежности, тем в большей мере элемент универсального множества соответствует свойствам нечеткого множества.

Пересечением нечетких множеств  $B\tilde{A}$  и  $B\tilde{B}$  заданных на множестве  $U$  называется нечеткое множество  $B\tilde{C} = \tilde{A} \cap \tilde{B}$  с функцией принадлежности  $\mu_{\tilde{C}} = \min\{\mu_{\tilde{A}}(u), \mu_{\tilde{B}}(u)\}$  для всех  $u \in U$ .

Объединением нечетких множеств  $B\tilde{A}$  и  $B\tilde{B}$ , заданных на множестве  $U$ , называется нечеткое множество  $B\tilde{D} = \tilde{A} \cup \tilde{B}$  с функцией принадлежности  $\mu_{\tilde{D}} = \max\{\mu_{\tilde{A}}(u), \mu_{\tilde{B}}(u)\}$  для всех  $u \in U$ .

Введем, следуя [6; 7], некоторые понятия нечеткой логики. В нечеткой логике рассматриваются нечеткие высказывания, которые могут быть истинными или ложными в какой-то степени. Степень истинности нечеткого высказывания принимает значения из замкнутого промежутка  $[0; 1]$ , при этом 0 совпадает со значением «ложь», 1 — со значением «истина».

Определим логические операции над нечеткими высказываниями, необходимые нам для дальнейшего.

Обозначим нечеткие логические высказывания через  $\tilde{A}$  и  $\tilde{B}$ , а функции принадлежности, задающие истинностные значения этих переменных через  $\mu_{\tilde{A}}(u)$  и  $\mu_{\tilde{B}}(u)$ ,  $u \in [0, 1]$ . Нечеткие логические операции И ( $\wedge$ ) и ИЛИ ( $\vee$ ) по аналогии с теоретико-множественными операциями объединение и пересечение выполняются по правилам:

$$\mu_{\tilde{A} \wedge \tilde{B}}(u) = \min\{\mu_{\tilde{A}}(u), \mu_{\tilde{B}}(u)\}, \quad (1)$$

$$\mu_{\tilde{A} \vee \tilde{B}}(u) = \max\{\mu_{\tilde{A}}(u), \mu_{\tilde{B}}(u)\}. \quad (2)$$

В нечеткой логике в качестве лингвистической переменной выступает переменная, значениями которой могут быть слова или словосочетания некоторого естественного (искусственного) языка.

Под терм-множеством понимаем множество всех возможных значений лингвистической переменной, под термом — любой элемент терм-множества. В теории нечетких множеств терм формализуется нечетким множеством с помощью функции принадлежности. Обычно термы формализуются с помощью треугольных нечетких чисел.

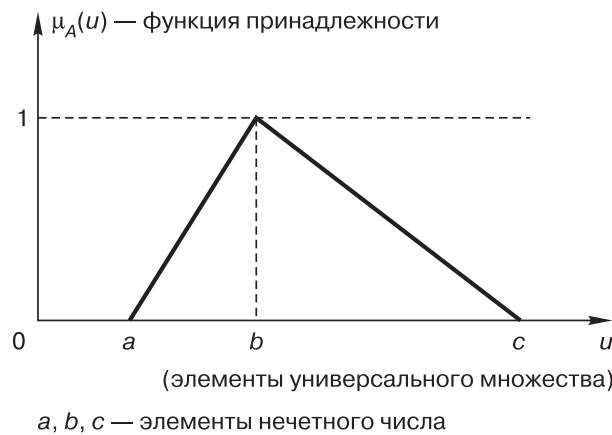


Треугольным нечетким числом  $A$  называется тройка  $\langle a, b, c \rangle$   $a \leq b \leq c$  действительных чисел, через которые его функция принадлежности  $\mu_A$  определяется следующим образом:

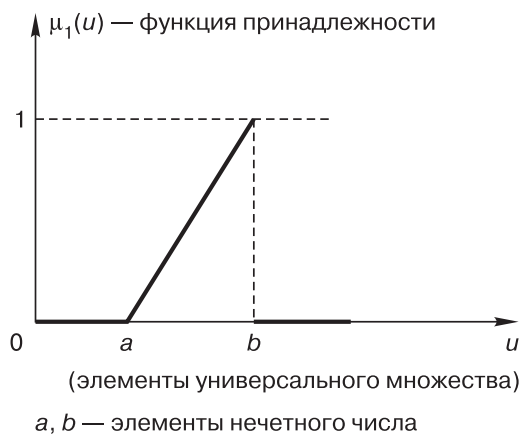
$$\mu_A(u) = \begin{cases} \frac{u-a}{b-a}, & \text{если } u \in [a, b], \\ \frac{u-c}{b-c}, & \text{если } u \in [b, c], \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases} \quad (3)$$

Второе число  $b$  тройки  $\langle a, b, c \rangle$  называется четким значением нечеткого треугольного числа. Числа  $a$  и  $c$  характеризуют степень размытости (нечеткости) четкого числа (рис. 1).

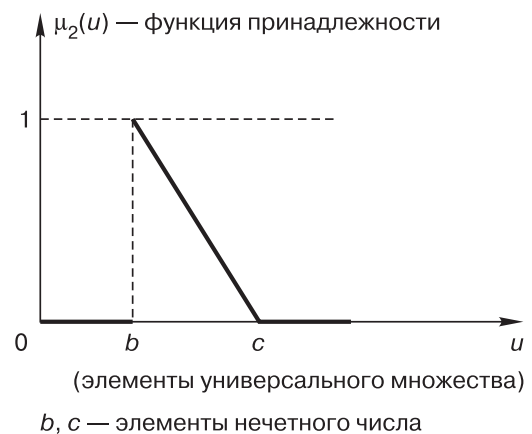
Нам потребуются еще «вырожденные» треугольные числа  $\langle a, b, b \rangle$  с универсальным множеством  $[a, b]$  (рис. 2) и  $\langle b, b, c \rangle$  с универсальным множеством  $[b, c]$  (рис. 3).



**Рис. 1.** Треугольное число



**Рис. 2.** График функции  $\mu_1(x)$



**Рис. 3.** График функции  $\mu_2(x)$

Их функциями принадлежности являются соответственно функции  $\mu_1(x)$  и  $\mu_2(x)$ :

$$\mu_1(u) = \begin{cases} \frac{u-a}{b-a}, & \text{если } u \in [a, b], \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases} \quad (4)$$

$$\mu_2(u) = \begin{cases} \frac{u-c}{b-c}, & \text{если } u \in [b, c], \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases} \quad (5)$$

Рассмотрим задачу определения выбора необходимого числа проб, в которой требуется по заданным значениям входных переменных  $x_1, x_2, \dots, x_n$  определить значение выходной переменной  $y(X)$ . Для ее решения используется следующий алгоритм [6; 7].

1. По заданным значениям входных переменных определить их степень принадлежности различным термам соответствующих лингвистических переменных.

2. Используя нечеткую базу знаний и определения операций над нечеткими множествами (термами), определить степень принадлежности возможных значений выходной переменной нечеткому множеству.

3. Используя полученное нечеткое множество, осуществить преобразование его в четкое число.

Нечеткой базой знаний о влиянии заданного набора значений входных переменных  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  на значение выходной переменной  $y(X)$  называется совокупность логических высказываний типа:

ЕСЛИ

$$(x_1 = a_1^{j_1^1}) \text{ И } (x_2 = a_2^{j_2^1}) \text{ И } \dots \text{ И } (x_n = a_n^{j_n^1})$$

ИЛИ

$$(x_1 = a_1^{j_1^2}) \text{ И } (x_2 = a_2^{j_2^2}) \text{ И } \dots \text{ И } (x_n = a_n^{j_n^2})$$

ИЛИ

...

ИЛИ

$$(x_1 = a_1^{j_1^k}) \text{ И } (x_2 = a_2^{j_2^k}) \text{ И } \dots \text{ И } (x_n = a_n^{j_n^k})$$

ТО  $y(X) = d_j$ ,

где  $a_i^{j_p}$  — нечеткий терм, которым оценивается переменная  $x_i$  в строке с номером  $j_p$  ( $p = 1, k_j$ );  $j_l^p$  — порядковый номер этого термина в терм-множестве лингвистической переменной с номером  $l$ ,  $j_l^p = \{1, 2, \dots, r_l\}$ ,  $r_l$  — число элементов в этом терм-множестве;  $k_j$  — количество строк-конъюнкций, в которых выходная переменная  $y(X)$  оценивается не-

четким термом  $d_j$ ;  $m$  — количество термов, используемых для лингвистической оценки выходного показателя  $y(X)$  с помощью операций ( $\wedge$ ) (И) и ( $\vee$ ) (ИЛИ).

Нечеткую базу знаний можно переписать в более компактном виде:

$$\bigcup_{p=1}^{k_j} \left[ \bigcap_{i=1}^n (x_i = a_i^{j_i^p}) \right] \Rightarrow y(X) = d_j, \quad j = \overline{1, m}. \quad (6)$$

Формула (6) позволяет построить нечеткое множество «значение показателя  $y$  при наборе значений параметров  $X$ » на универсальном множестве термов выходной лингвистической переменной.

Функцию принадлежности нечеткого множества, формализующего выходной терм  $d_j$  обозначим  $\mu_{d_j}(u)$ . Ее значения определяются по формуле (3) при соответствующих терме  $d_j$  значениях чисел  $a, b, c$

Функцию принадлежности нечеткого множества « $y(X) = d_j$  при условии, что набор значений параметров равен  $X$ » будем обозначать  $\bar{\mu}_{d_j}(X)$ . Заметим, что универсальным множеством, на котором определена эта функция, является множество всех возможных наборов значений параметров.

Из формул (1), (2) и (6) следует:

$$\bar{\mu}_{d_j}(X) = \max_{1 \leq p \leq k_j} \left[ \min_{1 \leq i \leq n} \mu_{a_i^{j_i^p}}(x_i) \right]. \quad (7)$$

Функция принадлежности  $\mu_X(u)$  нечеткого множества «значение показателя  $y$  при наборе значений параметров  $X$ » определяется формулой

$$\mu_{y,X}(u) = \max_{1 \leq j \leq m} \min \left\{ \bar{\mu}_{d_j}(X), \mu_{d_j}(u) \right\}, \quad (8)$$

где  $u \in [y_{\min}, y_{\max}]$ , а  $y_{\min}, y_{\max}$  — соответственно минимальное и максимальное значение показателя  $y$ .

В качестве иллюстрации приведенной в статье теории рассмотрим следующую задачу определения числа отбора проб.

Эффективность выбора будем оценивать с использованием двух показателей «надежность выбора» и «экономическая эффективность» (две лингвистические переменные). Рассмотрим технологию получения оценки качества вырабатываемого решения по определению числа отбора проб.

Термы для «надежности выбора»: высокая —  $B_1$ , средняя —  $B_2$ , низкая —  $B_3$ . Термы для «экономической эффективности» (здесь и далее под ней будем понимать финансовые затраты на выполнение анализа проб): очень дорого —  $A_1$ , дорого —  $A_2$ , не очень дорого —  $A_3$ , дешево  $A_4$ .

Пусть в зависимости от количества проб... затраты могут изменяться от минимального значения  $\alpha$  до максимального значения  $\beta$ . Тогда расходы, связанные с конкретным решением, будут равны  $(1 - \delta)\alpha + \delta\beta$ , где  $\delta$  — некоторое число от нуля до единицы. Множество значений этого  $\delta$  будем рассматривать как универ-

сальное множество, на котором заданы нечеткие множества, формализующие термы лингвистической переменной «экономическая эффективность».

Надежность выбора будем характеризовать вероятностью получения положительного результата —  $P$ . Будем предполагать, что эта вероятность лежит в пределах от 0.5 до 0.98. Тогда универсальным множеством для термов этой переменной является отрезок  $[0.5; 0.98]$ .

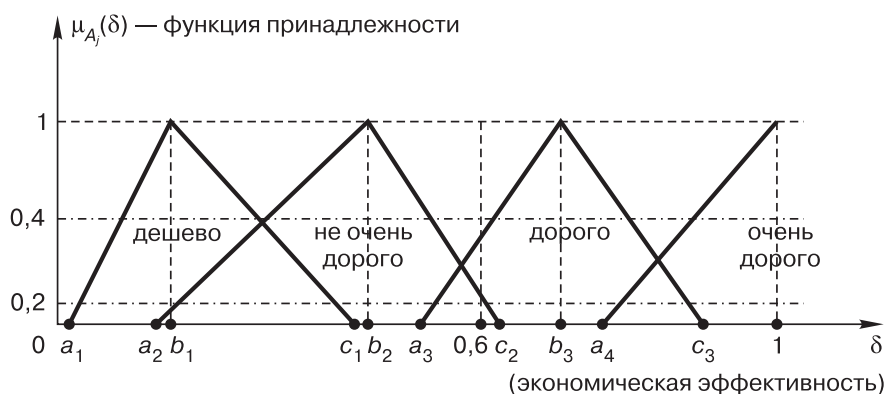
Указанные лингвистические переменные называются входными, выходной является лингвистическая переменная «результатирующее качество», пусть ее термами являются: неудовлетворительное —  $C_1(2)$ , удовлетворительное —  $C_2(3)$ , хорошее —  $C_3(4)$ , отличное —  $C_4(5)$ . Универсальным множеством здесь будет отрезок  $[2; 5]$ .

Для термов лингвистических переменных для рассматриваемой задачи значения чисел  $a, b, c$  указаны в табл. 1, графики функций распределения приведены на рис. 4, 5 и 6.

Таблица 1

**Параметры нечетких треугольных чисел, формализующих рассматриваемые термы**

	Термы лингвистической переменной «надежность выбора»			
	низкая	средняя	высокая	—
$a$	$a_n$	$a_c$	$a_v$	—
$b$	$b_n$	$b_c$	$b_v$	—
$c$	$c_n$	$c_c$	$c_v$	—
	Термы лингвистической переменной «экономическая эффективность»			
	дешево	не очень дорого	дорого	очень дорого
$a$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$
$b$	$b_1$	$b_2$	$b_3$	1
$c$	$c_1$	$c_2$	$c_3$	1
	Термы лингвистической переменной «результатирующее качество»			
	неудовлетв.	удовлетв.	хорошее	отличное
$a$	2	2,4	2,7	4,2
$b$	2	3	4	5
$c$	3	3,4	4,7	5



**Рис. 4.** Лингвистическая переменная «экономическая эффективность»

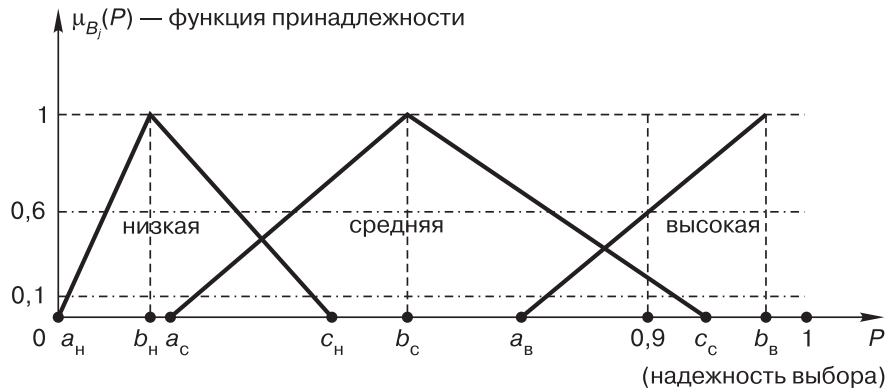


Рис. 5. Лингвистическая переменная «надежность выбора»

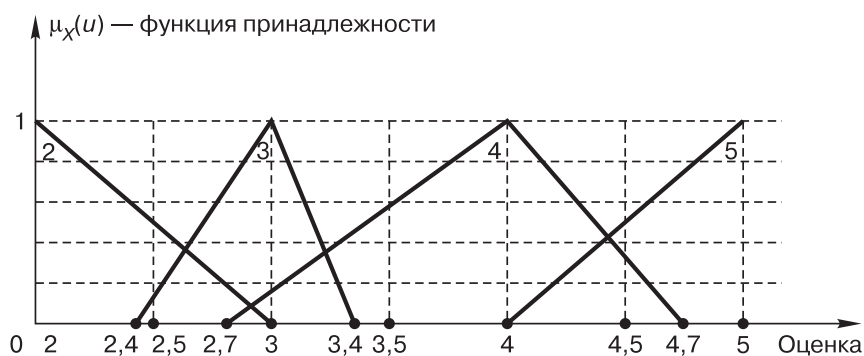


Рис. 6. Выходная лингвистическая переменная

Нечеткая база знаний представлена в табл. 2.

Таблица 2

Нечеткая база знаний

$B_i \backslash A_j$	Очень дорого $A_1$	Дорого $A_2$	Не очень дорого $A_3$	Дешево $A_4$
Высокая $B_1$	2	3	4	5
Средняя $B_2$	2	2	2	4
Низкая $B_3$	2	2	2	2

Если, например, принимается решение с экономической эффективностью «дорого», а надежностью выбора «высокая», то по табл. 2 находим, что результирующее качество этого решения имеет нечеткую оценку «3».

Для рассматриваемой задачи определения числа отбора проб построим четкую оценку для варианта, при котором лингвистическая переменная «экономическая эффективность» имеет значение 0,6, а «надежность выбора»  $P$  равна 0,9.

В таблице 3 приведены значения функций принадлежности, сочетаний (конъюнкций) термов входных лингвистических переменных при  $\delta = 0,6$  и  $P = 0,9$ .

Третья строка и второй столбец табл. 3 заполняется по формуле (3) с использованием данных табл. 1 (на основе графиков функций принадлежности рис. 4 и 5). В остальных клетках, указываются значения функции принадлежности (истинности) конъюнкций соответствующих термов входных лингвистических переменных. Эти значения равны минимальному из значений в соответствующих клетках третьей строки и второго столбца (формула (1)).

Таблица 3

**Степень принадлежности ситуации  $\{\delta, P\} = \{0,6, 0,9\}$  разным сочетаниям значений входных лингвистических переменных**

	$\mu_B(0,9)$	Очень дорого $A_1$	Дорого $A_2$	Не очень дорого $A_3$	Дешево $A_4$
1	2	3	4	5	6
$\mu_A(0,6)$	—	0	0,4	0,2	0
Высокая $B_1$	0,6	0	0,4	0,2	0
Средняя $B_2$	0,1	0	0,1	0,1	0
Низкая $B_3$	0	0	0	0	0

Для получения значения степени уверенности выходного термина для рассматриваемого варианта значений входных переменных надо из указанных в табл. 3 значений надежности для этого термина взять максимальное (формула (7)). Результаты приведены в табл. 4.

Таблица 4

**Надежность выходных термов для ситуации  $\{\delta, P\} = \{0,6, 0,9\}$** 

Выходные термы	$C_1(2)$	$C_2(3)$	$C_3(4)$	$C_4(5)$
Надежность	0,2	0,5	0,1	0

Максимальные положительные значения функций принадлежности получились только для первых трех термов. Эти значения получены (см. табл. 3) для вариантов  $B_2 - A_2$ ,  $B_1 - A_2$ ,  $B_1 - A_3$ . Обозначим их соответственно  $C_{22}$ ,  $C_{12}$ ,  $C_{13}$ .

Определяем степень принадлежности различных значений выходной переменной (с шагом 0,5) при сочетаниях  $C_{22}$ ,  $C_{12}$ ,  $C_{13}$  значений входных переменных. Затем находим степени принадлежности разных числовых значений выходной переменной с учетом степени принадлежности соответствующего выбора выходного термина.

Окончательно получим значения функции принадлежности  $\mu_{y,X}(u)$  нечеткого множества «значение выходной переменной  $y(X)$  при наборе значений входных переменных  $X = (0,6; 0,9)$ » (формула (8), т.е. степень уверенности в том, что рассматриваемый вариант заслуживает соответствующей оценки.

Для получения окончательной оценки предлагаются два подхода. Первый подход предусматривает использование в качестве оценки так называемого центра тяжести, другой подход связан с выбором оценки, степень уверенности относительно которой максимальна [4; 6].

Для технической реализации многократного отбора проб на месте пожара предлагаются три новых технических решения — конструкции пробоотборников («Пробоотборник почв и грунтов», «Пробоотборник жидкости», «Устройство отбора пробы аэрозолей и паров»), которые обеспечивают возможность производить многократный пробоотбор образцов среды-носителя СНП на месте пожара. В частности, предложены пробоотборники образцов среды-носителя СНП, обеспечивающие возможность отбора проб из почвы (грунта), жидкости (например, воды), воздуха, а также с любых твердых поверхностей (асфальт, бетон и др.).

На конструкции предлагаемых пробоотборников образцов среды-носителя СНП получены регистрационные номера заявок на получение патентов на полезные модели (Пробоотборник почв и грунтов — № 2015150785(078233) от

26.11.2015 г., Пробоотборник жидкости — № 2016100553(000714) от 11.01.2016 г., Устройство отбора пробы аэрозолей и паров — № 2015153173 от 10.12.2015 г.). Указанные материалы в настоящее время находятся на рассмотрении государственной экспертизы в Федеральном институте промышленной собственности (г. Москва).

Возможность применения рассмотренного метода технической реализации пробоотбора среды (почва, вода, воздух), загрязненной СНП, при проведении судебно-экологической экспертизы способствует повышению эффективности обнаружения, достоверности идентификации и количественной оценки содержания СНП в данной среде, что, в свою очередь, обеспечивает повышение уровня экологической безопасности.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Астанков А.А., Зыков А.В., Казакова Н.Р., Молоков И.Е. О прогнозировании эффективности применения инновационных технических решений и технологий в интересах обеспечения безопасности в Арктике // Сервис безопасности в России: опыт, проблемы, перспективы — Вопросы обеспечения комплексной безопасности в Арктическом регионе: Материалы VI междунар. науч.-практ. конф., Санкт-Петербург, 2014. С. 130—134.
- [2] Казакова Н.Р., Астанков А.А., Черных А.К. Подходы к оценке эффективности внедрения новых технических решений и технологий для обеспечения безопасности на объектах нефтегазового комплекса // Вопросы оборонной техники. Научно-производственное объединение специальных материалов. 2015. № 7-8. С. 52—56.
- [3] Казакова Н.Р., Черных А.К. Метод идентификации жидких углеводородов на основе атомно-эмиссионной спектроскопии и масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой для обеспечения пожарной безопасности на объектах нефтегазового комплекса // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2015. № 10. С. 35—38.
- [4] Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств. М.: Радио и связь, 1982. 432 с.
- [5] Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. СПб.: БХВ-Петербург, 2005. 736 с.
- [6] Штовба С.Д. Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику. Винница: УНИВЕРСУМ-Винница, 2001. 198 с.
- [7] Яхьяева Г.Э. Нечеткие множества и нейронные сети. М.: Бином, 2006. 315 с.

## METHOD OF TECHNICAL IMPLEMENTATION OF SAMPLING OF THE MEDIUM OF LIGHT OIL ON THE FIRE PLACE

N.R. Kazakova<sup>1</sup>, A.K. Chernykh<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Faculty of training of highly qualified personnel  
of the St. Petersburg University of the State Fire Service of the MES in Russia  
*Moskovsky Prospect, 149, St. Petersburg, Russia, 196105*

<sup>2</sup> Department of Computer Science and Mathematics  
St. Petersburg Military Institute of the Russian Internal Troops  
*Flyer Pilyutova str., d. 1, St. Petersburg, Russia, 198206*

We propose a method allowing to assess the validity of decisions by determining how many sampling environment at the fire scene for identification of light oil products, which became the initiator of combustion. In cases of application of this method in forensic-ecological expertise provides the ability

to increase the level of environmental safety. The mathematical apparatus, which forms the basis of this method, has been developed using elements of fuzzy set theory. Three new technical solution is sampling, providing the ability to perform multiple sampling samples of the medium light oil has been eveloped.

**Key words:** the initiator of combustion, light oil, identification, environmental safety, sampling environment, fuzzy sets

## REFERENCES

- [1] Astankov A.A., Zykov A.V., Kazakova N.R., Molokov I.E. O prognozirovanii ehffektivnosti primeneniya innovatsionnykh tekhnicheskikh reshenij i tekhnologij v interesakh obespecheniya bezopasnosti v Arktike [Forecasting of efficiency of application of innovative technical solutions and technologies to ensure security in the Arctic], *Materialy VI mezhdunar. nauch.-prakt. konf. «Servis bezopasnosti v Rossii: opyt, problemy, perspektivy — Voprosy obespecheniya kompleksnoj bezopasnosti v Arkticheskom regione»* [Proceedings of the VI Intern. scientific.-practical. Conf. «The security service in Russia: experience, problems, perspectives — Issues of comprehensive security in the Arctic region»]. Saint-Petersburg, 2014, pp. 130—134.
- [2] Kazakova N.R., Astankov A.A., CHernykh A.K. Podkhody k otsenke ehffektivnosti vnedreniya novykh tekhnicheskikh reshenij i tekhnologij dlya obespecheniya bezopasnosti na ob»ektakh neftegazovogo kompleksa [Approaches to evaluating the effectiveness of implementation of new technical solutions and technologies for security in oil and gas complex objects]. *Voprosy oboronnoj tekhniki. Nauchno-proizvodstvennoe ob»edinenie spetsial'nykh materialov — [Questions of defense engineering. Scientific and production Association of special materials]*, 2015, no. 7-8, pp. 52—56.
- [3] Kazakova N.R., CHernykh A.K. Metod identifikatsii zhidkikh uglevodorodov na osnove atomno-ehmissionnoj spektrometrii i mass-spektrometrii s induktivno-svyazannoj plazmoj dlya obespecheniya pozharnoj bezopasnosti na ob»ektakh neftegazovogo kompleksa [Method of identification of liquid hydrocarbons on the basis of atomic emission spectrometry and mass spectrometry with inductively coupled plasma to ensure fire safety at oil and gas facilities]. *Zashhita okruzhayushhej sredy v neftegazovom komplekse — [Environmental protection in oil and gas complex]*, 2015. no. 10. pp. 35—38.
- [4] Kofman A. Vvedenie v teoriyu nechetkikh mnozhestv [Introduction to the theory of fuzzy sets]. Moscow, Radio and communication, 1982. 432 p.
- [5] Leonenkov A.V. Nechetkoe modelirovanie v srede MATLAB i fuzzyTECH [Nechetkoe modelirovanie v srede CATCH and fuzzyTECH]. St. Petersburg, BHV-Petersburg, 2005. 736 p.
- [6] Shtovba S.D. Vvedenie v teoriyu nechetkikh mnozhestv i nechetkuyu logiku [Introduction to the theory of fuzzy sets and fuzzy logic]. Vinnytsia, UNIVERSUM — Vinnitsa, 2001. 198 p.
- [7] Yakh'yaeva G.EH. Nechetkie mnozhestva i nejronnye seti [Fuzzy sets and neural networks]. Moscow, Binom, 2006. 315 p.



---

---

# ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИБРЕЖНЫХ РЕГИОНОВ КОТ-Д'ИВУАРА ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИМИ АРОМАТИЧЕСКИМИ УГЛЕВОДОРОДАМИ И ПЕСТИЦИДАМИ В СВЯЗИ С МАССОВОЙ ГИБЕЛЬЮ РЫБ

Япо Сека Марк Армель

Экологический факультет  
Российский университет дружбы народов  
*Подольское шоссе, 8/5, Москва, Россия, 113093*

В статье рассматриваются проблемы загрязнения береговой зоны Гвинейского залива, в частности берегов Кот-д'Ивуара. Для жителей прибрежной зоны Кот-д'Ивуара морепродукты играют важную роль в рационе питания, составляя более 65%. В этой связи использование некоторых видов пестицидов и добыча углеводородов вблизи берегов Кот-д'Ивуара наносят серьезный ущерб здоровью населения прибрежных регионов. На примере двух регионов страны Жаквиль и Дабуа рассмотрены причины и факторы массовой гибели рыб и заражения других категорий морепродуктов.

**Ключевые слова:** морская среда, пестициды, полициклические ароматические углеводороды, концентрация, рыба, высокоэффективная жидкостная хроматография, осадки, пробы воды

Кот-д'Ивуар лежит между 4° и 5°30' 00 с.ш. и 2° и 7°25' 30" з.д. и выходит к берегам Гвинейского залива. Столица страны — город Абиджан, являющийся одновременно и главным морским портом страны. Прибрежная зона Кот-д'Ивуара характеризуется наличием континентального шельфа площадью 12 000 км<sup>2</sup> и разнообразных экосистем, которые служат местом обитания многих водных и наземных видов животных [5].

Рыбное хозяйство в странах, имеющих выход к акватории Мирового океана, имеет огромное социальное и экономическое значение. Рыболовство способствует обеспечению продовольственной безопасности, созданию новых рабочих мест, поступлениям доходов в казну и экономическому росту в целом.

Прибрежным рыболовством в регионе занимается непосредственно 5% активного населения региона, вылов рыбы оценивают в 2 млн т/год, из них более 70% приходится на небольшие рыболовные суда. В регионе кустарное рыболовство обычно обеспечивает работой более 5 млн человек. В данную деятельность вовлечены и мужчины, и женщины. Мужчины в основном занимаются выловом рыбы, женщины занимаются деятельностью по переработке, обработке и продаже рыбы. Для Кот-д'Ивуара соотношение основных производителей рыбной продукции представлено в табл. 1

Для стран Гвинейского залива рыба является основным источником животного белка и имеет решающее значение для местной экономики на протяжении веков. По оценкам ФАО, рыба составляет 22% от суммарного потребления белка в регионе, при среднегодовом потреблении рыбы на душу населения около 9,2 кг [6]. В беднейших странах этот показатель может превышать 50%. Так, доля

животного белка из рыбы по ряду стран региона составляет: 47% в Сенегале, 62% в Гамбии и 63% в Сьерра-Леоне и Гане. Калорийность рыбы не менее важна. Она может достигать 180 калорий на душу населения в день. Другие источники животного белка, в частности мясо, являются редкими или дорогими и цены на него продолжают расти.

Таблица 1

Производство рыбы в Кот-д'Ивуаре по годам (т)

Виды рыболовства	Год									
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Промышленно-рыболовство	34 681	30 362	16 885	18 345	19 379	17 013	16 736	15 682	12 042	9 199
Кустарное рыболовство	45 642	45 642	53 211	50 559	35 019	25 653	38 095	31 607	31 701	31 592
Аквакультура	1 200	1 200	866	866	866	866	866	1 290	1 290	1 340
Итого	81 523	77 204	70 962	69 770	55 264	43 532	55 697	48 579	45 033	42 131

Анализ величины добываемой рыбной продукции и ее потребления населением региона показывает значительный дисбаланс. Истощение рыбных запасов из-за чрезмерного вылова рыбы и загрязнения вод акватории Гвинейского залива объясняет сильную зависимость стран региона от импорта рыбной продукции. Однако качество рыбы низкое, что представляет собой проблему для общественного здравоохранения.

Следует также отметить, что развитие аквакультуры внутренних водоемов стран Гвинейского залива, за исключением Нигерии, которая могла бы восполнить дефицит рыбы, находится в зачаточном состоянии. Со стороны спроса продолжающийся рост цен на мясо и довольно устойчивые цены на импортируемую рыбу привели к замещению мяса рыбой, импортируемой по низкой цене.

В настоящее время импорт рыбных ресурсов восполняет около 50% потребления в Того, 73% — в Кот-д'Ивуаре и 61% — в Буркина-Фасо [3].

Данные для Кот-д'Ивуара по уровню потребления и производства рыбы представлены на рис. 1 и 2.

Причиной низкого качества рыбной продукции является загрязнение акватории Гвинейского залива. Имеющиеся данные показывают, что это загрязнение связано с добычей нефтепродуктов в акватории залива и выносом пестицидов реками Гвинейского бассейна. Добыча нефти, в частности для Кот-д'Ивуара, началась с 1979 г. и составляет к настоящему времени почти 30 000 тыс. т. Попадание нефтепродуктов в акваторию связано с аварийными ситуациями на платформах и утечкой нефти из танкеров.

С конца мая 2013 г. массовая гибель рыбы произошла в лагуне Эбрие у берегов районов Жаквиль и Дабу. Губернаторы обоих районов приняли временные меры для приостановки рыболовства в целях защиты потребителей до момента определения причин гибели. Группа экспертов Министерства животных ресурсов и рыбного хозяйства и сотрудников Центральной лаборатории агрохимии и экотоксикологии (ЦЛАЭ) совершила поездку в эти населенные пункты для проведения отбора проб для анализа в лаборатории. Пробы воды были взяты из лагуны Эбрие в Жаквиль и Дабу и охватывали все населенные пункты, расположенные

в зоне риска. Пробы были взяты с поверхности воды (глубина 0—20 см), а также на глубине от 1,5 до 4 м. Анализы проб были выполнены в ЦЛАЭ, которая является специализированной структурой, занимающейся контролем качества сельскохозяйственной продукции и окружающей среды. В этих регионах с июня 2013 г. по август 2015 г. было проведено в общей сложности около двухсот анализов рыбы (мертвой и живой), воды и осадков для определения следующих параметров:

- концентрации нитритов и нитратов в воде;
- концентрации полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в воде, в теле рыбы и в осадках;
- концентрации пестицидов в воде, в теле рыбы и в осадках.

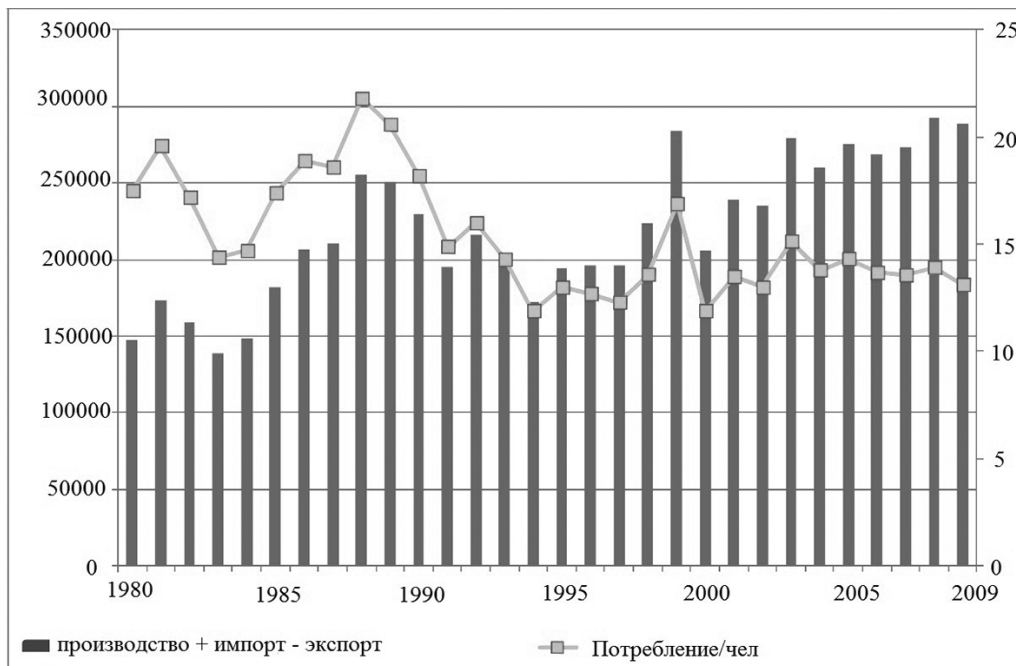


Рис. 1. Уровень потребления рыбы в Кот-д'Ивуаре (т)

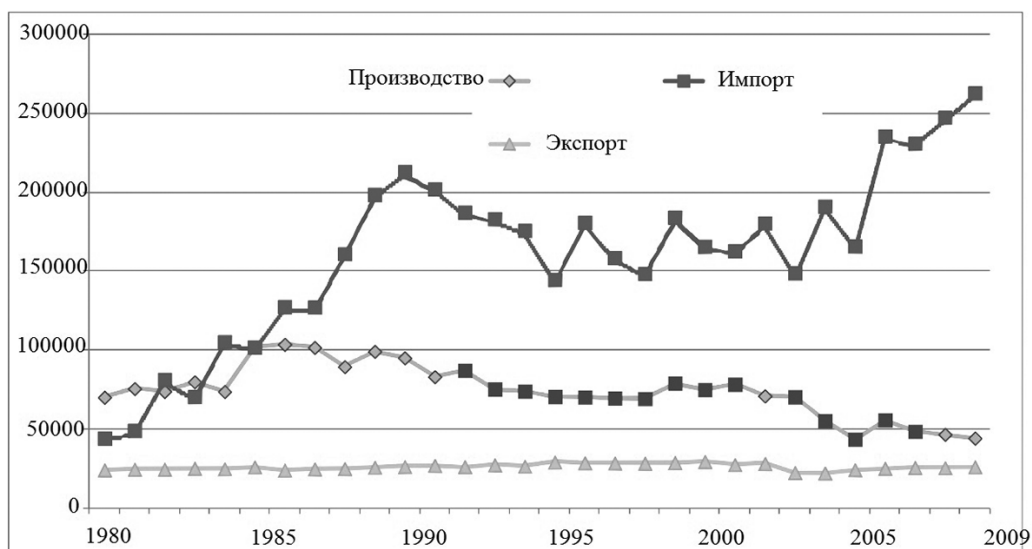


Рис. 2. Производство, импорт и экспорт рыбы, кроме вылова тунцов

Образцы были проанализированы на основе стандартных методов исследований: норматива 2002/63/ ЕС для поиска пестицидов; норматива 80/778/ЕЕС для исследования полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) и норматива NPT 90-210 от 11 июня 2010 г. для определения нитритов и нитратов [2; 4]. Были использованы следующие виды анализа: спектрофотометрия UV-Visible 1700 Shimadzu для определения нитритов и нитратов; жидкостная хроматография с высокой производительностью и спектрофотометрия для обнаружения и идентификации концентрации различных веществ, присутствующих в пробах (HPLC-SM).

Доля нитритов и нитратов в водной среде не превышали международных стандартов:  $0,09 \pm 0,0011$  и  $25,2 \pm 0,04$  мг/л соответственно.

Химический анализ углеводородов включает в себя два основных этапа: обработка образца (сушка, извлечение углеводородов, очистки) и диагностика восьми полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии в пробах воды из лагуны. Этими ПАУ являются: флюорантен, пирен, бенз(а)антрацен, бенз(б)флюорантен, бенз(к)флюорантен, бенз(а)пирен, бенз(ГХИ)перилен и индено(1,2,3-CD)пирен. Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) извлекаются из анализируемого образца с помощью дихлорметана. После концентрирования экстракт очищается в колонке из основной окиси алюминия. ПАУ разделены с помощью ВЭЖХ и опознаны детектором UV/VIS SPD-20A с длиной волн 284 нм. Количественный анализ ПАУ осуществляется с помощью метода внешней калибровки [7]. Характеристики использованных эталонов представлены в табл. 2.

Таблица 2

**Характеристики использованных эталонов**

Стандартный образец	Чистота, %	Поставщик	Срок годности
Флюорантен	98	Dr. Ehrenstorfer GmbH, Germany	2017
Пирен	99	Dr. Ehrenstorfer GmbH, Germany	2017
бенз (к)флюорантен	99	Dr. Ehrenstorfer GmbH, Germany	2017
бенз (а)пирен	99,5	Dr. Ehrenstorfer GmbH, Germany	2018
индено (1,2,3-CD) пирилен	98	Dr. Ehrenstorfer GmbH, Germany	2018
Бенз (g,h,i)пирилен	98,5	Dr. Ehrenstorfer GmbH, Germany	2017
Бензо (а)антрацен	99	Dr. Ehrenstorfer GmbH, Germany	2018
Бензо (b)флюорантен	99,5	Dr. Ehrenstorfer GmbH, Germany	2017

Эти стандартные образцы хранились при температуре 24 °С в холодильнике Cooltech (Samsung). Эти стандарты разводились в ацетонитриле, чтобы дать концентрацию калибровки 1; 2; 4; 6; 8 нг/мкл.

Реагентами и растворителями были безводный сульфат натрия с 99% чистотой (SDS, Франция) — использовали во время экстракции, чтобы поглощать воду в образцах (крабов, креветок и рыбы). Был использован также флоризил для очистки экстрактов. Ацетон 99,9% (VWR, Франция) и ацетонитрил 99,9%-ной чистоты (Мерк, Германия) были также использованы для экстракции. Ацетонитрил того же самого качества использовался для хроматографии (ВЭЖХ).

Подготовка образцов перед анализом является самым длинным этапом, который генерирует большинство ошибок в аналитической цепи. Он включает в себя:

— расквартирование: стандартизация отбора проб и отбора представительной выборки;

— шлифовка: превращение образца в тесто, таким образом, чтобы способствовать растворению аналитов (увеличенной площади поверхности матрицы);

— просеивание: разрешить разделение остатков с целью сохранения для анализа репрезентативной часть матрицы тушеной рыбы.

Пробы хранятся в холодильнике при температуре 15 °С, чтобы избежать деградации ПАУ. Для каждого анализа используют 50 мл образца.

Экстракция образцов позволяет растворить все или часть загрязняющих веществ перед проведением анализа. Существует несколько методов для извлечения полувolatile органических соединений. В нашем случае извлечение и анализ бензо [а]пирен БаП проводилось в соответствии со стандартом ИСО 15753-2004 [1].

Результаты проведенных аналитических исследований приведены в табл. 3—5.

Таблица 3

**Доля полициклических ароматических углеводородов в воде**

Период исследования	Средняя конц. ПАУ в воде (Жаквиль) мг/л	Средняя конц ПАУ в воде (Дабу) мг/л
Экспедиция 1/02-03 Июнь 2013	7,372	3,442
Экспедиция 2/2 Июль 2013	1,082	1,960
Экспедиция 3/18 Июль 2013	0,00162	0,00199
Экспедиция 4/05 Август 2013	0,00023	0,00026
Экспедиция 5/12 Август 2015	0,01654	0,05318

Таблица 4

**Доля полициклических ароматических углеводородов в теле рыбы**

Период исследования	Средняя конц. ПАУ в теле рыб (Jaqueville) мг/кг	Средняя конц. ПАУ в теле рыб (Dabou) мг/кг
Экспедиция 2/02 Июль 2013	1,304	1,069
Экспедиция 4/05 Август 2013	0,00207	0,00193
Экспедиция 5/12 Август 2015	0,16974	0,12230
Экспедиция 5/ Конц в крабах жен.рода		1,663044183
Экспедиция 5/ Конц в крабах муж.рода		0,503146694
Экспедиция 5/ Конц в креветках		0,524427431

Таблица 5

**Доля полициклических ароматических углеводородов в донных осадках**

Период исследования	Средняя конц ПАУ в осадках (Jaqueville) мг/кг	Средняя конц ПАУ в осадках (Dabou) мг/кг
Экспедиция 2/02 Июль 2013	2,380	—
Экспедиция 3/18 Июль 2013	0,014167	0,014163
Экспедиция 4/05 Август 2013	0,001596	0,001968

Результаты проведенных анализов проб воды и рыб, взятых в двух регионах — Жанвиль и Дабу, показывают, что концентрация ПАУ в воде, в теле рыбы и в осадках превышает в сотни, а то и в тысячу раз допустимые стандартные нормы (ПДК). Как известно, основным источником производства ПАУ в водной экосистеме является антропогенная деятельность, особенно деятельность нефтяной промышленности. ПАУ — высокотоксичные вещества, воздействие которых в некоторых случаях сопровождается канцерогенным действием. Попавшие в окружающую среду молекулы полициклических ароматических углеводородов не разрушаются и способны накапливаться в жировых тканях рыб, из-за чего попадают и в пищевые продукты (см. табл. 4). Некоторые из них такие, как бензо[а]пирен, бенз[а]антрацен, были классифицированы Международным центром по исследованию рака (МЦИР) [8] как канцерогенные или опасные для человека. Они очень токсичны для водных микроорганизмов и могут вызывать долгосрочное опасное воздействие в водной окружающей среде.

\*\*\*

Отобранные пробы воды и рыбы в Жанвилье и Дабу показывают, что концентрации ПАУ во время первой экспедиции достигли очень высоких отметок, в тысячу раз превышали международные нормы. Далее мы отмечаем спад концентрации ПАУ во второй и третьей экспедициях. Однако спустя два года, во время пятой экспедиции снова происходит небольшой рост концентрации ПАУ в отобранных пробах. Таким образом, мы можем сделать заключение о загрязнении водной среды, о чем свидетельствуют высокие показатели, т.е. превышение концентрации полициклических ароматических углеводородов в отобранных пробах воды и рыб является причиной массовой гибели рыб в этих двух регионах.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Гвинейский залив. Большая Советская энциклопедия. 1969—1978.
- [2] *Ake Assi Y., Biego G., Koffi K., Kouame P., Achi L. and Bonfoh B.*, 2010. Validation of the method for determining Benzo(a)pyrene in fresh and smoked fish sold and consumed in Côte d'Ivoire. RASPA Vol. 8: 53—58.
- [3] European commission, Rules of 2006. European Commission No. 1881 of 19 December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. Official Journal of the European Union, 364, 5—22.
- [4] Management of fisheries productions, 2007. Statistics Yearbook of Fishery and Aquaculture. Abidjan: Statistical Service and Documentation, Ministry of Animal Production and Fish Resources. 115 p.
- [5] Food and agriculture organization, 1997. Validation of analytical methods for food control. Vienna: Report of seal FAO / IAEA Expert Consultation. 18 percent.
- [6] Jelekronyj resurs. <http://www.adepa-wadaf.org/>
- [7] Mejdunarodnoj organizatsii po standartizatsii — jiry jivotnogo i rastitel'nogo proishajdenija — Opredelenie politsiklicheskih aromaticeskix uglevodorodov. Geneve: ISO 15 753, 2004. 21 p.
- [8] NKP (Nauchnyi komitet po productam pitanija), Mnenie nauchnoj gruppy po zagrjaznjajuchim primesijam v pичевоj tsepi po pros'be evropeiskoj komissii: prisustvie politsiklicheskih aromaticeskix uglevodorodov v pичевих productah. 2002, EFSA Journal, 724: 1—114.

## **ASSESSMENT OF POLLUTION OF COASTAL REGIONS IN COTE D'IVOIRE USING POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS IN CONNECTION WITH THE MASS DEATH OF FISH**

**Yapo Seka Marc Armel**

Ecological Department  
Peoples' Friendship University of Russia  
*Podolskoe shosse, 8/5, Moscow, Russia, 113093*

The article deals with the problem of pollution of the coastal zone of the Gulf of Guinea, especially of the coast of Côte d'Ivoire. For residents of the coastal zone of Côte d'Ivoire seafood play very important role in the diet, accounting for more than 65%. In this regard, the use of certain pesticides and production of hydrocarbons near the coast of Côte d'Ivoire cause serious damage to the health of the population of the coastal regions. In this paper, an example of two regions of the country: Zhakvil and dabou examines the causes and factors of the mass death of fish and other categories of seafood contamination.

**Key words:** marine environment, pesticides, polycyclic aromatic hydrocarbons, concentration, fish, high performance liquid chromatography, precipitation, sample water

### **REFERENCES**

- [1] Gvinejskiy zaliv. Bol'chaya sovetskaya entsikopediya [The great Soviet encyclopedia]. M.: Entsikopediy i slovari, 1969—1978.
- [2] Ake Assi Y., Biego G., Koffi K., Kouame P., Achi L. and Bonfoh B., 2010. Validation of the method for determining Benzo(a)pyrene in fresh and smoked fish sold and consumed in Côte d'Ivoire. RASPA Vol. 8: 53—58.
- [3] European commission, Rules of 2006. European Commission No. 1881 of 19 December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. Official Journal of the European Union, 364, 5—22.
- [4] Management of fisheries productions, 2007. Statistics Yearbook of Fishery and Aquaculture. Abidjan: Statistical Service and Documentation, Ministry of Animal Production and Fish Resources. 115 p.
- [5] Food and agriculture organization, 1997. Validation of analytical methods for food control. Vienna: Report of seal FAO / IAEA Expert Consultation. 18 percent.
- [6] Jelektronyj resurs. <http://www.adepa-wadaf.org/>
- [7] Mejdunarodnoj organizatsii po standartizatsii — jiry jivotnogo i rastitel'nogo proishajdenija — Opredelenie politsiklicheskix aromatcheskix uglevodorodov. Geneve: ISO 15 753, 2004. 21 p.
- [8] NKP (Nauchnyi komitet po productam pitanija), Mnenie nauchnoj gruppy po zagrjaznjajuchim primesijam v pichevoj tsepi po pros'be evropeiskoj komissii: prisustvie politsiklicheskih aromatcheskih uglevodorodov v pichevih productah. 2002, EFSA Journal, 724: 1—114.

---

---

## WASTE MANAGEMENT IN AFRICAN COUNTRIES: SOCIAL & ENVIRONMENTAL FEATURES

M.D. Kharlamova, Fuad M. Koroma

Ecological Faculty  
Peoples' Friendship University of Russia  
*Podolskoe Avenue, 8/5, Moscow, Russia, 113093*

Problems and features of waste management in two African countries — Sierra Leone and Zimbabwe, are analyzed. Environmental, economic and social aspects of dumpsites in the cities and estimation of sanitary landfills organization are considered.

**Key words:** sustainable development, waste management, least developed countries, sanitary landfills, illegal dumps, occurrence of diseases, types of solid waste, Multi criteria Decision Analysis

### Introduction

Almost 15 years ago, the Millennium Development Goals were agreed. But there has been uneven progress made especially when considering least developed countries where some of the Millennium Development Goals remain off-track.

In August, 2015 the General Assembly approved the document of the United Nations summit for the adoption of the post-2015 development agenda. According to p. 9 "... sustained, inclusive and sustainable economic growth" is necessary for "...a world in which consumption and production patterns and use of all natural resources — from air to land, from rivers and lakes to oceans— are sustainable".

According to the 9-th Goal of Sustainable development: "Inclusive and sustainable industrial development is the primary source of income generation, allows for rapid and sustained increases in living standards for all people, and provides the technological solutions to environmentally sound industrialization".

Notwithstanding, Goal 3 is to ensure healthy lives and promote well-being for all at all ages. Major progress has already been made on increasing access to clean water and sanitation, reducing malaria, tuberculosis, polio and the spread of AIDS. However, many more efforts are needed to fully eradicate a wide range of diseases and address many different persistent and emerging health issues.

Today, many countries struggle with the consequences of unsustainable growth programs affecting the climate, people and natural resources. Local authorities of some least developed countries and their inhabitants are faced with global ecological problems and local problems of air, water and soil pollution. This is also predominant in some developed nations like China and in some Middle East countries and African oil-producing nations.

Some of the underpinning reasons to such problems are apparently related to the absence of low technological level of nature protection and Waste management.

This makes it exclusively difficult to manage the increase of such problems.



## Waste management systems

Waste management procedure includes collection, transportation, and disposal of garbage, sewage, gas emissions and other industrial waste products. It is the process of treating solid wastes and offers variety of solutions for recycling items that don't belong to trash. There are eight major groups of waste management methods, each of them divided into numerous categories. These groups include source reduction and energy reuse, animal feeding, recycling, composting, fermentation, landfills, incineration and land application. The components of an Integrated Waste Management System, demonstrating how waste ends up at a landfill are shown in Fig. 1.

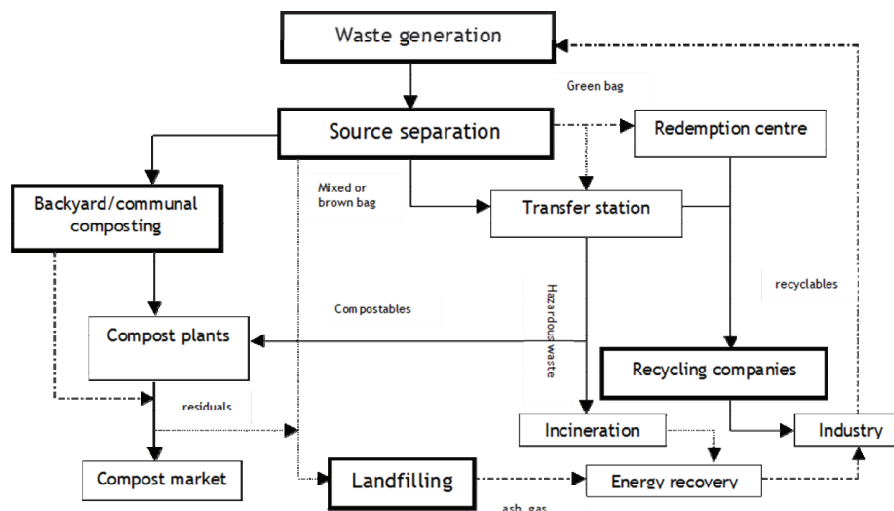


Fig. 1. Example of Integrated Waste Management System

But in spite of this fact, least developed countries especially in Africa and developing nations like India, use dumps and landfills methods of all waste type disposals. Inappropriate waste disposal is the main cause of environmental pollution especially when considering illegal dumps which has caused the outbreak of diseases in recent times.

Two African capitals Harare (Zimbabwe) and Freetown (Sierra Leone) are the objects of our study with special analysis made on their waste management, social and environmental situation. It would be of importance in considering the problems that these two cities face with regards waste management and possible decisions/recommendations that should be implemented.

### Study of case: Harare (Zimbabwe)

Harare is relatively better developed than all other provinces of the country, housing a heavy industrial area and relatively good road network and other facilities such as schools, hospitals, tourism and agriculture. It is Zimbabwe's leading financial, commercial, and communications center, and a trade center for tobacco, maize, cotton and citrus fruits. Manufactured goods include textiles, steel and chemicals, and gold is also mined in the area. Rapid population growth increases pressure on the existing natural resources and infrastructure which has resulted to various environmental problems in the city.

The main environmental problems in Harare are water and air pollution, waste disposal problems, deforestation and effects of urban agriculture on the environment. The air and

water pollution increase in the city is mainly sourced from industries, automobiles and domestic waste (Table 1).

Table 1

**Main sources of solid waste in Harare**

Source	Main Pollutants
Willowvale Car Assembly	Metal solvents, used mineral oil and grease, paint
Zimphos Chemicals	Hydrochloric acid, ferrous phosphates, sulphuric acid, caustic soda
Olivine Industries	Sodium hydroxide, gypsum, sulphuric acid
Hunyani Pulp and Paper works	Caustic soda, dyes, hydrochloric acid
Municipality of Harare	Sewage Effluent
Urban Farmers	Nitrogen fertilizers and phosphates

Some households in Harare have small industries (hair salons, surgeries, garages, welding and black smiths) in their backyards and tend to mix waste from these small industries and domestic waste to do their productions. Table 2 shows main types of solid waste generated in Harare.

Table 2

**Types of solid waste generated in Harare**

Source	Waste Generators	Type of solid wastes
Household/Domestic	Single and multi-family dwellings	Food wastes, Paper, cardboard, cans, leather, wood, glass, batteries and hazardous household wastes, fertilizers, rat poison
Commercial	Shops, markets, office buildings, restaurants, bars	Packaging material (cardboard/plastic), paper, Wood shavings, food waste, electronic waste, wood preservatives
Industrial	Light and heavy manufacturing and packaging industries	Plastic, paper, electronic waste, food wastes, cans, steel/ metal, fabrics, fertilizers, leather, rubber, pesticides
Institutional	Police camps, schools, hospitals, prisons	Food waste, paper, plastics, needles, syringes Expired drugs, other medical waste
Municipal Services/ Street Sweepings	Streets	Leaves, paper, human and animal excreta, glass, cans, paper
Construction debris	Construction sites	Wood, concrete, steel and metals, glass, cardboard, paper, bricks

The fact is that the presence of undesignated dumps has been determined as one of the major sources of disease such as cholera and dysentery, which caused over 4 000 deaths in Zimbabwe in 2008.

Rapid growth of Harare (Zimbabwe) has resulted in increased consumption of resources to meet the growing demands of the urban population and this has led to the generation of large amounts of wastes. At the same time municipal waste collection systems have been collapsing due to the economic crisis and this has pushed the cost of services beyond the means of the Harare City Council. As a result, solid waste has not been collected efficiently which has led to the dumping of waste in areas such as storm drains, open spaces and roadsides (Fig. 3).

However, a direct link between disease incidence and waste disposal hadn't been confirmed until our researches in Harara district Budiriro were completed. Thanks to

them it was proved that the occurrence of diseases (cholera, dysentery and diarrhoea) can be explained by the spatial distribution of dumpsites. At Fig. 4 occurrence of diseases in relation to presence of dumpsites is shown (Source: Mada Sharon Yeukai, Kharlamova M. Science, Technology and Higher Education, 2014).



Fig. 3. Dumping of waste in storm drains, open spaces and roadsides

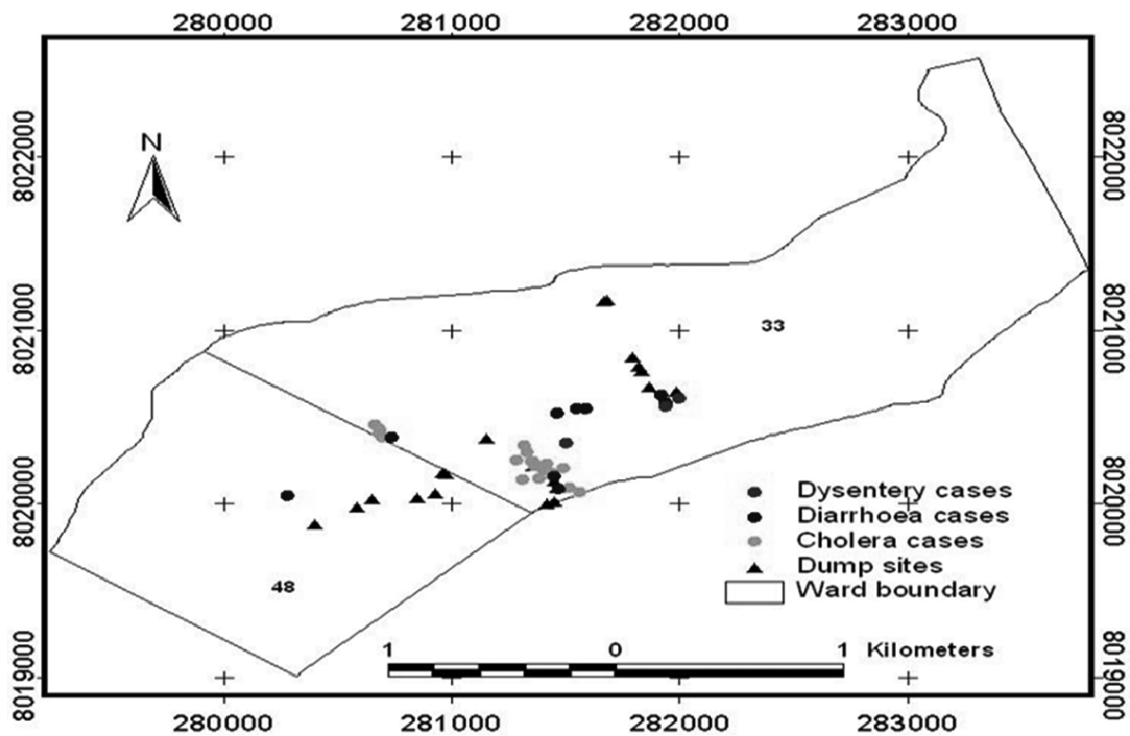
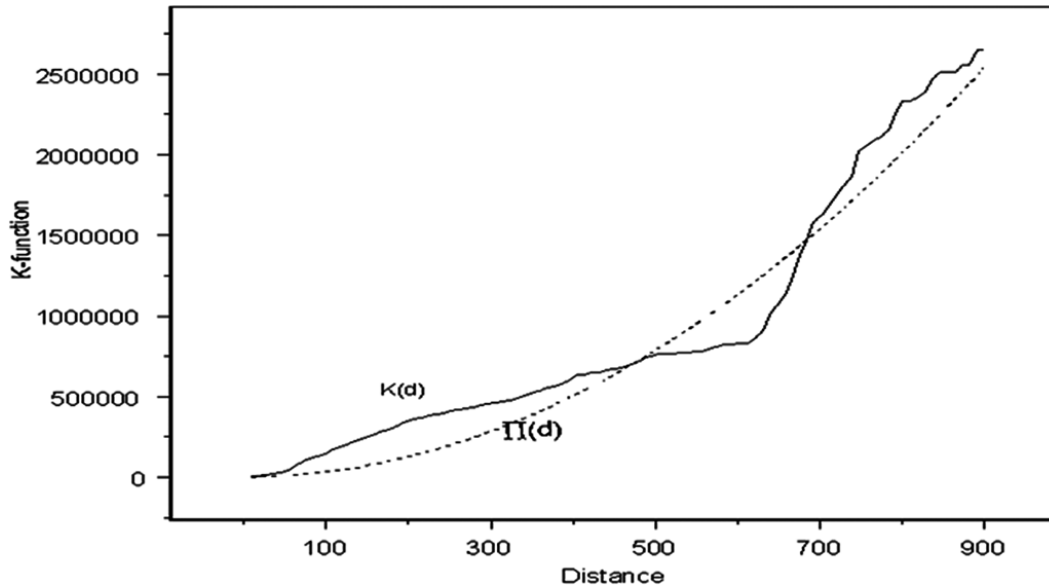


Fig. 4. Occurrence of diseases in relation to presence of dumpsites

To test for the relationship between undesignated dumpsites presence and disease occurrence in Budiriro a Confirmatory data analysis (CDA) was used (Fig. 5). There was also hold Clustering Analysis to support conclusions about dumps and diseases cases relationship.



**Fig. 5.** Confirmatory data analysis (CDA) results

The study has also shown that diseases such as cholera and dysentery can even occur in area where dumpsites are not present because they are highly contagious.

Waste management involves the fulfillment of managing waste from its inception to final stage of disposal. The United States Environmental Protection Agency referred to waste management as ‘source reduction—means of reducing waste by not producing it. Examples of waste prevention would include purchasing durable, long-lasting goods and seeking products and packaging that are as free of toxic substances as possible. It can be as simple as switching from disposable to reusable products, or as complex as redesigning a product to use fewer raw materials or to last longer’.

#### **Study of case: Freetown (Sierra Leone)**

Another example of insufficient settlement of municipal waste problem is Freetown — the capital of Sierra Leone. Most of the cities in Sierra Leone are subjected to poor waste management, but Freetown serving as the capital remains to face the worst scenarios in managing waste. The Freetown City Council and other private owned institutions are in operation in the city with regards waste management.

Due to the changes in the degree of development in any country, it stands to be difficult in the application of a single developmental strategy within the framework of managing waste. By considering a typical large urban community and its surrounding (Freetown), waste management should be set to meet the nature and quantities of the waste generated and the most available technology for handling and processing.

Municipal solid waste generation comprises of a heterogeneous collection of wastes that are produced in urban areas with the nature varying from region to region. In most cases, the quantity of solid waste generated does not only depend on the living standard and way of behavior of the people but it is also greatly dependent on the abundance of the type of natural resources that are found in that region.

In Freetown, the rate of municipal waste disposal is on an increase with population growth, style of living and behavior serving as the main factor.

The increase in garbage pile-up can be seen throughout the city. The garbage increase can be linked to the broken containers that were used for transfer stations for waste. The effort by government and other institutions in solving such issue should be of priority.

According to the World Bank Global of Solid waste, solid waste management is the one thing just about every city government provides for its residents. While service levels, environmental impacts and costs vary drastically, solid waste management is arguably the most important municipal service and services Hoornweg, Daniel [2012].

Based on the concept of Daniel and World Bank, a study was conducted in Freetown, Sierra Leone to figure out the way communities are prone to the closeness of dumpsite to residential areas. And in most cases children are highly affected by the outbreak of disease especially those that are very close to these dump sites (Fig. 6). Source: Field survey Sankoh F, et al 2013.

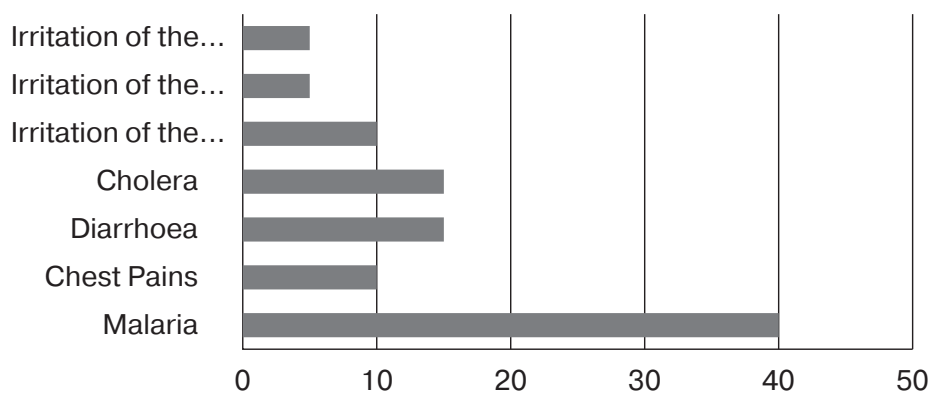


Fig. 6. Disease due to location of dump sites (%)

From the chart above, Sankoh et al put it forward that ‘household residents, especially those who are closer to the dumpsite are not happy about the location of the dumpsite in their community. They complained that the dumpsite is too close to their houses causing them a lot of sicknesses. Furthermore, they argued that their surroundings are smelly and filthy and some of the wastes from the dumpsite overlap their houses causing pollution in the environment [2013]’.

Results of analysis is done below in relation to how the people in the residential areas feel about closeness of the dumpsites (Fig. 7).

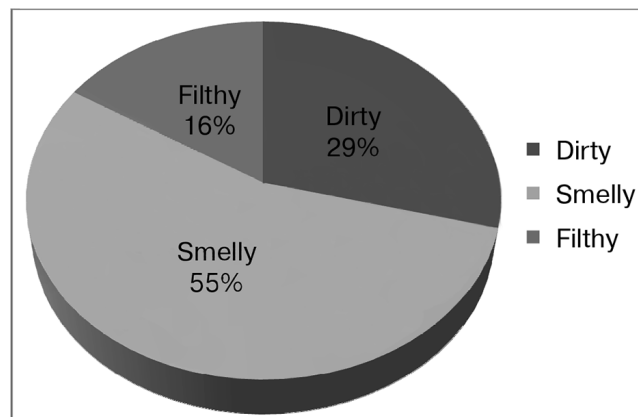


Fig. 7. Nearby residents to dumpsites

From the pie chart it is argued that with location of the residential areas to the dumpsites and the improper waste disposable methods that takes place has led to the smelly, dirty and filthy presentations of the areas. It is rather clear from the analysis that this normally creates the increase in uncontrollable disease outbreak. This impact of waste disposal does not only imply to disease outbreak but can also lead to poor ground water quality.

By agreeing with the work of Sankoh et al, government and communities should make the most appropriate way of waste disposal a priority. Waste disposable methods like landfills, incineration, recovery and recycling, plasma gasification, composting and waste to energy should serve as different alternative sources of waste disposal by the communities with government supervision with skilled training possibilities.

The improper and failure in the disposal of household cleaning supplies, paints and solvents, lawn and garden supplies, automotive fluids, motor oils and a rest of other waste can have direct impact on receiving water body quality. Waste are disposed in communities in an uncontrollable way. This normally creates either traffic blockages on streets as in most cases the disposable bins get full and people continue throwing them on the street (Fig. 8).



**Fig. 8.** Waste on Freetown streets

In Freetown, the high rate of street trading is also predominantly exhibited. Most households depend on petty trading to generate income. And these petty traders normally find themselves closer to the location of these bins hence inhaling polluted air that will lead to disease.

Furthering our concept on the work of Thomas A, [2013] which agrees with this paper that ‘major roads in the capital Freetown, such as Fourah Bay Road and Aberdeen Road have become overwhelmed with uncollected garbage, and are getting worse. Those living adjacent to rubbish dumps are bracing themselves for an inevitable outbreak of cholera and other poor sanitation related diseases’.

The government and private institutions are immensely contributing to halt the improper disposal of waste with the Freetown city council imposing laws.

And in doing this, an action plan system is required in any country for such to be fully implemented either by the government or private institutions. In determining the status of how waste is managed in a country, there should be an extensive contribution from the institutions, community and societal role play.

### **Sanitary landfills: multi factorial analysis**

For many least developed countries sanitary landfills are the only possible way to settle the problem with waste. While sanitary landfills are regarded as the last management option in most developed countries of the world, the open dump (uncontrolled landfill) has been the most preferred MSW disposal alternative available in countries with developing economies.

This problem is not only found in developing countries but can also be seen in Moscow regions with improper waste disposal by some households even with the presence of disposable bins.

In halting such problem with regards sanitary landfills, areas for dumping should be chosen well by the appropriate authorities. These should be based on state sanitary requirements for waste disposal. These should make water objects protection a prerequisite and tries to consider a lot of important parameters — local geographical, climatic, infrastructural and other conditions.

Several countries like Australia, Malaysia, Niger and United States among others have put in place guidelines for selecting suitable sites for sanitary landfills for waste management. These guidelines and policies act as the primary mechanism used to protect the environment and avoid nuisance to the host community.

Multi criteria Decision Analysis (MCDA) approach is commonly used to solve the landfill site selection problem and provide decision makers the most satisfactory and preferable alternative. The principle of the method is to divide the decision problems into smaller more understandable parts, analyze each part separately and then integrate the parts in a logical manner. There are 15 environmental, social and other factors which are used to determine the appropriateness of a site to be used as a sanitary landfill:

- 1) Site Capacity;
- 2) Adjacent Land Uses or Land cover;
- 3) Airports;
- 4) Surface Water;
- 5) Groundwater;
- 6) Local Topography;
- 7) Soils structure;
- 8) Local climatic conditions;
- 9) Unstable Areas;
- 10) Infrastructure;
- 11) Local Flora and Fauna;
- 12) Distance from environmentally sensitive or protected areas;
- 13) Distance from urban areas;
- 14) Coastline areas;
- 15) Population density.

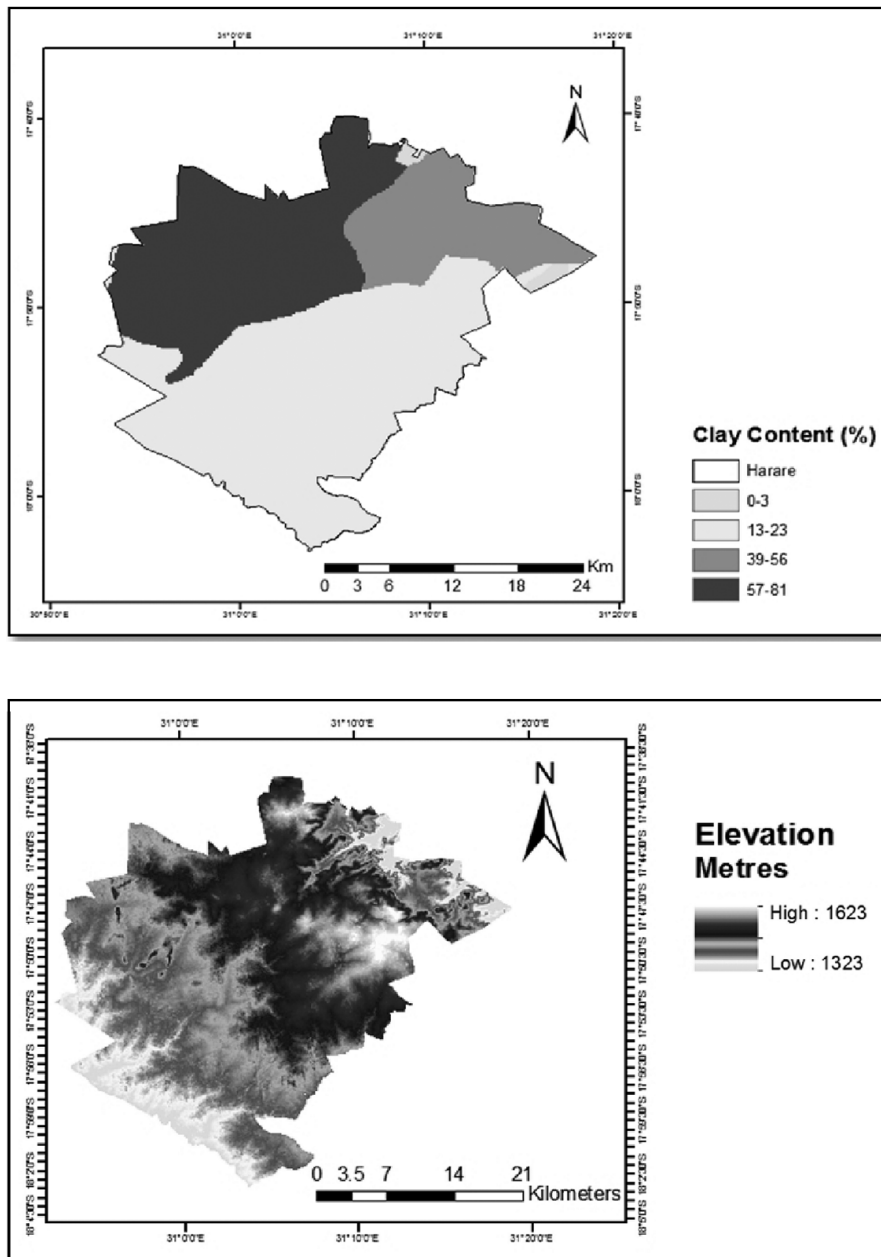
Financial and economic criteria for landfill site selection (such as Cost of Land, Material&Transport, and costs for the after-care) are also taken into account at the last stage of analysis.

In the situation of Harare, the site selection model involved three steps: *multi-criteria evaluation, preliminary analysis and identification of the most suitable site*. The Analytic

Hierarchy Process (AHP) was selected for the decision rules to analyze the data for landfill site selection using GIS. The 9-point scale used in typical analytic hierarchy studies ranges from 1 (indifference or equally preferred) to 9 (extreme preference or absolute importance).

The parameters analyzed were: elevation, slope, soil type (clay content %), land-cover type, proximity to built-up areas/settlements; roads and railway lines; rivers; proximity to environmentally sensitive areas, proximity to airports.

On the Fig. 9 maps examples of Clay content percentage of Harare soils and Elevation in Harare are shown.



**Fig. 9.** Clay content percentage of Harare soils and Elevation in Harare

As a result the final constraint map and the final factor map were overlaid and merged to produce final suitability map with candidate sites (Fig. 10).



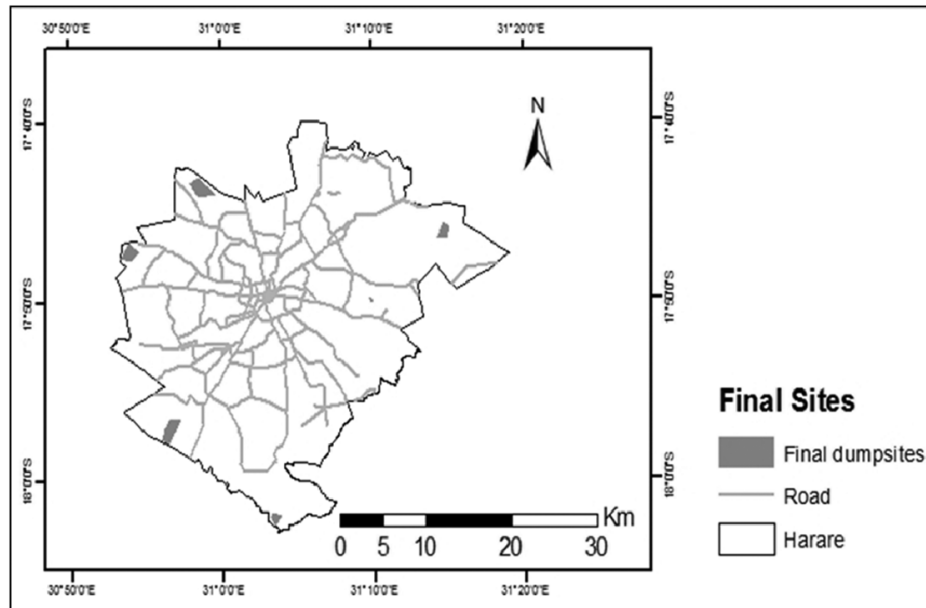


Fig. 10. Final Suitability map with candidate sites in Harare

### Conclusions

Waste management does not only involve the shouldering of everything by the government or private institutions. City councils with 90% of their budget are incurred from country governments. This budget is used in managing all waste disposable forms in the cities but yet the work by councils to meet the required targeted goals by these two countries still remains unattainable.

The community involvement in managing waste is of significance if waste management should become successful. Attitudinal change needs to prevail in all communities.

Skilled labor and government involvement in switching to a more technological means of managing waste is of importance. Though on the other hand it requires financial supports, but making it a priority will attract donor agencies to provide the skill support especially when considering the level of disease outbreak based on analysis done in this work.

By developing sustainable growth policies, local governments in partnership with the community, can improve the quality of life of citizens and contribute to protecting the environment. Local authorities can respond and adapt to climate change, plan and implement solutions for environmental and natural resource challenges and promote more sustainable ways of development.

### REFERENCES

- [1] Mada Sharon Yeukai, Kharlamova M. An assessment of the relationship between the spatial distribution of undesignated dumpsites and disease occurrence in Budiriro, Harare, Zimbabwe. // Science, Technology and Higher Education. Materials of the V International Conference. June 20<sup>th</sup>, 2014 / publishing office Accent Graphics communications — Weswood- Canada 2014. P. 236—242. ISBN 978-1-77192-087-2
- [2] A year on — what has changed? More garbage — more early deaths Abdul R. Thomas, 2013. URL: <http://www.thesierraleonetelegraph.com/?p=4837>

- [3] Foday Pinka Sankoh, Xiangbin Yan and Quangyen Tran. Assessment of Solid Waste Management in Freetown, Sierra Leone towards Sustainable Development, 2013. URL: <http://scialert.net/fulltext/?doi=jas.2014.2909.2924&org=11>
- [4] Foday Pinka Sankoh, Xiangbin Yan, Quangyen Tran. Environmental and Health Impact of Solid Waste Disposal in Developing Cities: A Case Study of Granville Brook Dumpsite, Freetown, Sierra Leone, 2013. file:///C:/Users/Fuad%20Koroma/Downloads/JEP\_2013071509411898%20(19).pdf
- [5] Solid Waste Management: A Local Challenge With Global Impacts USEPA, 2002. URL: <http://www3.epa.gov/epawaste/nonhaz/municipal/pubs/ghg/f02026.pdf>

## **УПРАВЛЕНИЕ ОТХОДАМИ В АФРИКАНСКИХ СТРАНАХ: СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ**

**М.Д. Харламова, Фуад Корома**

Экологический факультет  
Российский университет дружбы народов  
*Подольское шоссе, 8/5, Москва, Россия, 113093*

В статье анализируются проблемы и особенности управления отходами в двух африканских странах — Сьерра Леоне и Зимбабве. Рассматриваются социальные, экологические, экономические аспекты несанкционированных свалок в городах и проводится оценка эколого-экономических возможностей организации санитарных полигонов.

**Ключевые слова:** устойчивое развитие, управление отходами, наименее развитые страны, санитарные полигоны, несанкционированные свалки, случаи заболеваний, виды твердых отходов, метод анализа иерархий (МАИ)

---

---

## МЕТОДЫ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ ПО ВЫЯВЛЕНИЮ ФОРМАЛЬДЕГИДА В ВОДЕ

П.П. Кочетков<sup>1,2</sup>, В.Е. Абрамов<sup>1,3</sup>, В.В. Глебов<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Международный научно-исследовательский центр охраны здоровья человека, животных и окружающей среды (МНИЦ ОЗОС)

*ул. Большая Черемушкинская, д. 28, стр. 11 А, Москва, Россия, 117218*

<sup>2</sup> Научно-исследовательский институт экологии человека

и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина

Министерства здравоохранения РФ

*ул. Погодинская, 10/15, стр. 1, Москва, Россия, 119121*

<sup>3</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт фундаментальной

и прикладной паразитологии животных и растений им К.И. Скрябина

*ул. Большая Черемушкинская, д. 28, стр. 11 А, Москва, Россия, 117218*

<sup>4</sup> Экологический факультет

Российский университет дружбы народов

*Подольское шоссе, 8/5, Москва, Россия, 113093*

Рассмотрена модернизированная методика высокоэффективной жидкостной хроматографии с твердофазной экстракцией по выявлению формальдегида в воде. Представленная методика дает ряд значимых преимуществ: значительно по времени снижает процедуру пробоподготовки по сравнению с традиционной жидкостной экстракцией, прост в использовании и существенно снижает количество используемого материала и реагентов в определении формальдегида в воде. Разделение веществ достигнуто на обращеннофазной колонке С18 хроматографа с использованием смеси деионизированной воды и ацетонитрила в качестве подвижной фазы. Определение формальдегида в воде проводили при длине волны поглощения 360 нм. Линейность была достигнута в диапазонах концентраций от 1 до 200 мкг/дм<sup>3</sup>. Значения повторяемости (RSD) представленной методики составили ≤15%, а показатель точности — ≤10% для контрольных образцов всех уровней, включая нижний предел количественного определения.

**Ключевые слова:** экологическая оценка, высокоэффективная жидкостная хроматография, твердофазная экстракция, формальдегид, вода, дериватизация, окружающая среда, пробоподготовка

Формальдегид, наиболее часто встречаемое в нашей повседневной жизни вещество класса альдегидов, является токсическим веществом и активно влияет на состояние здоровье человека. Так, прием внутрь 60—90 см<sup>3</sup> является смертельным для человека. По данным Агентства по защите окружающей среды США (US EPA) и оценкам экспертов Всемирной организации здравоохранения формальдегид относят к канцерогенам. Воздействие формальдегида может вызывать рак носоглотки и, возможно, лейкемию.

Формальдегид — бесцветный горючий газ с резким запахом и ярко выраженной реакционной способностью. Раствор формальдегида в воде, формалин, часто используют в качестве дезинфицирующего средства и консерванта в биологических образцах. Формальдегид широко используется в промышленности при производстве мочевины, меламин, пентаэритрита и полиацетальных смол.

Формальдегид в основном поступает в окружающую среду из бытовых изделий, например, из древесно-стружечных плит, содержащих мочевино-формальдегидные смолы; изоляционных пен; косметики; лакокрасочных изделий. Формальдегид является продуктом сгорания при курении и нередко обнаруживается в промышленных выбросах в атмосферу.

Основными органами, подверженными воздействию формальдегида, являются легочная система и слизистые оболочки (глаза, нос, рот). Масштабное присутствие формальдегида в атмосфере крупных промышленных городов мира вызывают ингаляционные отравления: конъюнктивит, бронхит, от которых очень страдают дети и пожилые люди. Действие вещества на центральную нервную систему вызывает хроническое и острое отравление.

Формальдегид образуется во многих биологических системах в виде метаболитических побочных продуктов. В питьевой воде он образуется главным образом при окислении природных органических (гуминовых) веществ при озонировании и хлорировании, а также в процессе выщелачивания полиацетальных пластиковых фитингов, в которых защитное покрытие было разрушено.

В воде формальдегид находится в гидратированной форме и присутствует в основном в форме метиленгликоля и его олигомеров. Концентрации формальдегида до 30 мкг/дм<sup>3</sup> были обнаружены в озонированной питьевой воде. В России для формальдегида установлен гигиенический норматив, который в питьевой воде составляет 5 мкг/дм<sup>3</sup>. В связи с этим его содержание в питьевой воде необходимо контролировать.

Количественное определение формальдегида в воде в настоящее время основано на методике ВЭЖХ (высокоэффективная жидкостная хроматография) с предварительной дериватизацией 2,4-динитрофенилгидразина, жидкостной экстракцией и концентрированием вещества. Подобные подходы базируются на высокой селективности и чувствительности методик ВЭЖХ. Однако данные методики требуют большого количества исходного образца, экстрагента и времени, необходимого для проведения пробоподготовки. Кроме того, длительная и многостадийная пробоподготовка снижает показатели точности методики.

Необходимо отметить, что в пробоподготовке в последнее время стали успешно использовать метод твердофазной экстракции, имеющий ряд преимуществ по отношению к классической жидкостной экстракции. Представленный метод основан на экстракции анализируемого компонента из жидкой в твердую фазу с последующим смыванием подходящим растворителем. Достоинство данного подхода по сравнению с методом жидкостной экстракции состоит в том, что у метода высокий уровень селективности и специфичности по определению вещества, легкость в использовании в практике исследования, возможность оптимизации и ускорения по времени анализ вещества, экономия дорогостоящих растворителей.

В связи с этим в данном исследовании нами была проведена модернизация методики определения формальдегида методом ВЭЖХ с УФ-детектированием путем использования картриджей для твердофазной экстракции с целью извлечения и концентрирования производного формальдегида.

## Организация и методы исследования

В работе использованы следующие реактивы: ацетонитрил для ВЭЖХ, сорт 1, ТУ («Криохром»), 2,4-динитрофенилгидразин (Sigma Aldrich), вода деионизированная (Milli-Q), ортофосфорная кислота ( $H_3PO_4$ ) 85%, ГОСТ 6552-80 изм. 1,2 («Химмед»), в качестве стандартных образцов использовали ГСО (государственные стандартные образцы) раствора формальдегида в воде ГСО 8639-2004 (1 г/дм<sup>3</sup>) 5 мл (Экохим).

**Аппаратура.** Определение проводили на жидкостном хроматографе высокого давления «Agilent 1290», снабженном диодноматричным детектором, бинарным насосом, термостатом колонок и автосемплером, управляемым с помощью программы Agilent ChemStation B.04.03.

Деионизированная вода получена при помощи системы очистки воды Millipore Milli-Q Integral 5.

Для подготовки проб к анализу использованы лабораторные весы ShinkoDenshi ViBRA HTR-220CE (класс точности специальный (I), предел взвешивания — 220 г, точность 0,0001г), концентрирующие картриджи для твердофазной экстракции Phenomenex, Strata C18-E (55  $\mu$ m, A) масса сорбента 100 мг, шейкер-перемешиватель Eppendorf Thermomixer compact AG 22331, вакуумный манифолд VacMaster с манометром, диафрагменный вакуумный насос KNF N 022 AT.18 (13 л/мин, 100 мбар) и вортекс Микроспин FV-2400 («BioSan»), посуда мерная, лабораторная стеклянная, ГОСТ 1770, автоматические пипетки-дозаторы Sartorius Proline Plus на 10, 100, 1000 и 5000 мкл.

**Условия хроматографирования.** В качестве неподвижной фазы использована обращеннофазовая колонка Agilent ZORBAX Eclipse Plus C18, RRHD ( $\emptyset$  сорбента — 1,8 мкм), 50 × 2,1 мм с предколонкой Phenomenex C18 4 × 2,0 мм. В качестве подвижной фазы использована смесь деионизированной воды ( $H_2O$ ) и ацетонитрила (ACN) в соответствии с градиентной программой элюирования:

0 мин. (исходное соотношение) —  $H_2O:ACN = 75:25$  (об/об),

5 мин. —  $H_2O:ACN = 0:100$  (об/об),

5,5 мин. —  $H_2O:ACN = 75:25$  (об/об),

6,5 мин. (stop) —  $H_2O:ACN = 75:25$  (об/об).

Скорость подачи элюента составила 300 мкл/мин. Определение проводили при 360 нм и температуре термостата колонки 60 °С и объемом вкола 1 мкл. Длительность хроматографирования — 6,5 минут. Время удерживания 2,4-ДНФГ-производного формальдегида составило  $2,23 \pm 0,08$  минут.

## Результаты и их обсуждение

Наше исследование было направлено на разработку точной, быстрой и чувствительной методики анализа формальдегида в питьевой и сточной водах для контроля и проведения гигиенических исследований. Предложенный вариант пробоподготовки существенно сокращает время анализа, устраняет необходимость в использовании больших объемов экстрагентов (таких, как гексан или хлористый метилен) и показал хорошие валидационные характеристики.

Для проведения исследования нами была проведена работа по приготовлению растворов: приготовление стандартных растворов, приготовление растворов для пробоподготовки, пробоподготовка образцов.

**Приготовление стандартных растворов.** Основной стандартный раствор формальдегида приготовлен растворением ГСО раствора формальдегида в воде до получения концентрации  $100 \text{ мкг/см}^3$ . Исходный раствор хранится при температуре  $+4 \text{ }^\circ\text{C}$ . Срок годности раствора — 7 дней. Далее методом последовательных разбавлений в воде готовят стандартные рабочие растворы с концентрациями 1, 5, 10, 25, 50, 100 и  $200 \text{ мкг/дм}^3$ . Стандартные рабочие растворы в воде используют свежеприготовленными.

**Приготовление растворов для пробоподготовки.** Дериватирующий раствор готовят растворением 22 мг 2,4-динитрофенилгидразина в 10 мл ацетонитрила. Полученный раствор имел концентрацию  $2,2 \text{ мг/см}^3$ , хранился при температуре  $+4 \text{ }^\circ\text{C}$ . Срок годности раствора — 30 дней.

Раствор ортофосфорной кислоты (1:7) готовился путем растворения  $10 \text{ см}^3$  ортофосфорной кислоты в  $70 \text{ см}^3$  воды в конической колбе. Раствор хранится при комнатной температуре, срок годности не ограничен.

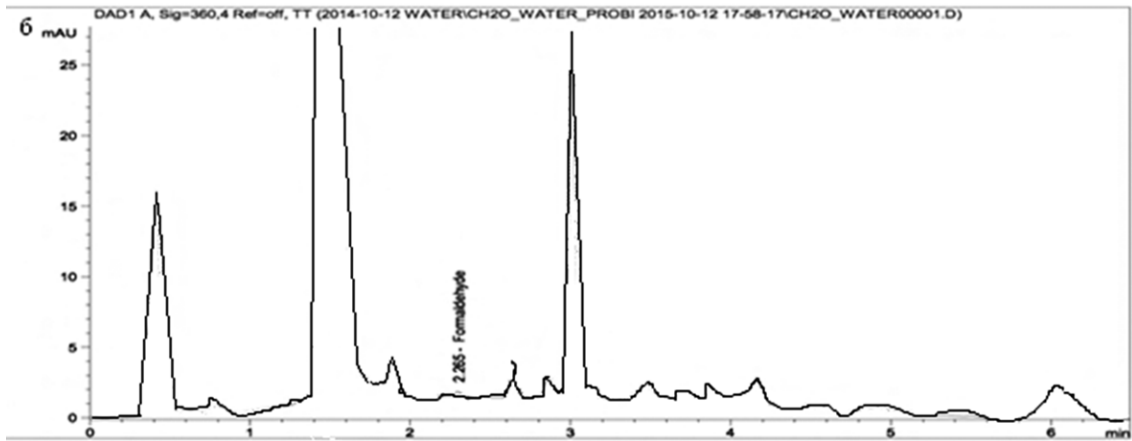
**Пробоподготовка образцов.** Дериватизацию формальдегида и экстракцию из воды проводили по следующей методике. К  $10 \text{ см}^3$  исследуемого образца воды или калибровочного образца воды добавляли 200 мкл раствора 2,4-динитрофенилгидразина в ацетонитриле ( $2,2 \text{ мг/см}^3$ ) и 200 мкл раствора ортофосфорной кислоты (1:7). Далее растворы перемешивались на шейкере в течение 20 минут и затем наносились на концентрирующие картриджи для твердофазной экстракции, предварительно активированные последовательным пропусканием  $1 \text{ см}^3$  ацетонитрила и  $1 \text{ см}^3$  деионизированной воды. Картриджи с нанесенным образцом промывались  $1 \text{ см}^3$  воды, после чего проводили элюирование производного формальдегида с помощью 500 мкл ацетонитрила. Полученные экстракты переносили в хроматографические вials.

Из анализа хроматограммы образца чистой воды, не содержащей формальдегид, в сравнении с хроматограммой экстракта воды с добавлением формальдегида видно, что методика достаточно селективна, что подтверждается отсутствием пиков в месте элюирования аналита (рис. 1).

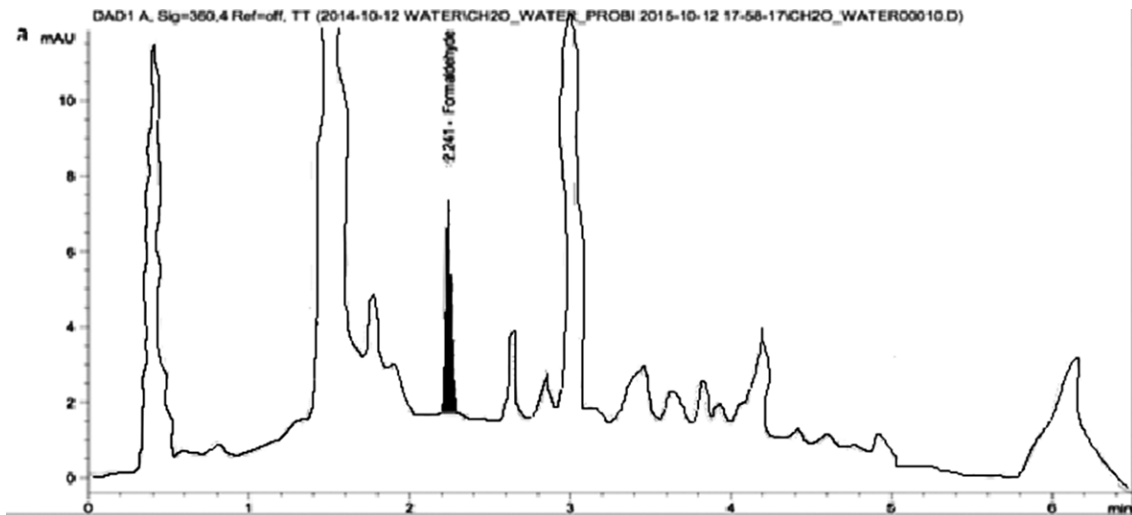
При добавлении формальдегида в раствор отмечается его нахождение (рис. 2).

Нами был найден коэффициент корреляции градуированной кривой экстрактов. На градуированных образцах воды в диапазоне 1—200 нг/мл данный коэффициент практически равен единице (рис. 3), что подтверждает линейность методики в указанном диапазоне в координатах концентрация — площадь пика.

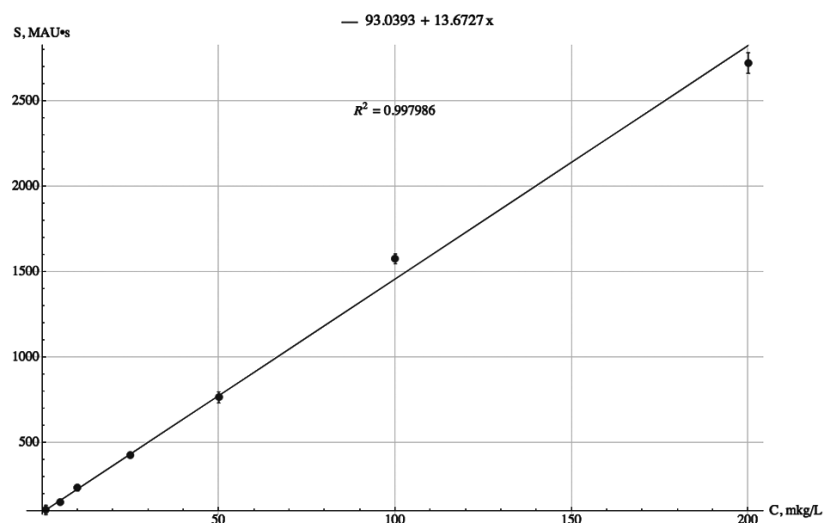
Для контрольных образцов всех уровней, включая нижний предел количественного определения, значения повторяемости (RSD) составили  $\leq 14\%$ ; показатель точности был  $\leq 10\%$ . Нижние пределы детектирования (LOD) и количественного обнаружения, найденные в соответствии с рекомендациями, рассчитаны по формулам  $\text{LOD} = (3 \cdot \text{SD}_b) \cdot k^{-1}$ ,  $\text{LOQ} = (10 \cdot \text{S}_b) \cdot k^{-1}$ , где  $\text{SD}_b$  — стандартное отклонение свободного коэффициента b, а k — градуированный коэффициент, приведенный в таблице.



**Рис. 1.** Хроматограмма экстракта воды без добавления формальдегида  
На рисунке выделен пик шума, соответствующий времени удерживания производного формальдегида



**Рис. 2.** Хроматограмма экстракта воды с добавлением формальдегида в концентрации 5 мкг/дм<sup>3</sup>



**Рис. 3.** Градуированный график формальдегида в воде (для удобства восприятия использованы логарифмические шкалы концентраций и площадей пика)

**Метрологические характеристики методики определения формальдегида в воде с применением твердофазной экстракции**

Диапазон линейности, мкг/дм <sup>3</sup> , коэффициент корреляции	1-200, ( $R^2 > 0,999$ )
Калибровочное уравнение	$Y = 13,6227 \cdot X + 93,2937$
Повторяемость RSD, %	13,62
Показатель точности, % при P = 0,95	9,91
LOD, мкг/дм <sup>3</sup>	0,23
LOQ, мкг/дм <sup>3</sup>	0,76

**Выводы**

Таким образом, использование твердофазной экстракции при определении формальдегида в воде существенно ускоряется проведение анализа исследуемого вещества. Приведенная модернизация метода помогает снижать объемы необходимой пробы воды и растворителей. Новшество, используемое в методике, значительно улучшает качество извлечения и позволяет отказаться от стадии упаривания органического растворителя. Предложенная методика пробоподготовки с использованием ТФЭ имеет высокую специфичность и хорошо воспроизводим.

Модернизированная нами методика успешно апробирована при выполнении аналитических исследований на содержание формальдегида в питьевой воде и воде, расфасованной в емкости. Данная методика была применена для определения формальдегида в 16 сортах бутилированной питьевой воды, в подавляющем большинстве которых концентрация формальдегида не превышала ПДК [10], однако в некоторых образцах были найдены концентрации формальдегида достигающие 38 мкг/дм<sup>3</sup>. Также методика была применена для исследования содержания формальдегида в водных вытяжках и смывах с полимерных материалов, контактирующих с питьевой водой. Пробы вытяжек и смывов были получены при разной температуре и времени контакта с водой. Исследования позволили оценить миграцию формальдегида из полимерного материала, которая, в ряде случаев, достигала 180 мкг/дм<sup>3</sup>. Во всех описанных случаях, помимо опытных образцов, были исследованы контрольные образцы дистиллированной воды с известным содержанием формальдегида, что позволило подтвердить корректность полученных данных, получив метрологические характеристики, не превышающие значений, указанных в таблице.

Таким образом, представленная методика была успешно внедрена и позволила оценить качество бутилированных вод и степень миграции формальдегида в воду из полимерных материалов. Было доказано, что методика дает надежные и воспроизводимые результаты.

**ЛИТЕРАТУРА**

- [1] Большой энциклопедический политехнический словарь. М.: МультиТрейд, 2004.
- [2] Гигиенические нормативы ГН 2.1.5.1315—03. «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования».
- [3] Глебов В.В. Состояние экологии и адаптационных процессов школьного населения крупного индустриального города // Вестник РУДН. Серия «Экология и безопасность жизнедеятельности». 2012. № 4. С. 25—32.



- [4] ГОСТ Р 55227-2012. Вода. Методы определения содержания формальдегида. Введён в действие 01.01.2014.
- [5] Крамаренко В.Ф. Токсикологическая химия. К.: Выш. шк., 1989.
- [6] Лавер Б.И., Глебов В.В. Состояние медико-психологической и социальной адаптации человека в условиях крупного города // Вестник РУДН. Серия «Экология и безопасность жизнедеятельности». 2012. № 5. С. 34–36.
- [7] МИ 2405-97 Массовая концентрация ацетальдегида и формальдегида в воде. Методика выполнения измерений методом ВЭЖХ.
- [8] Огородников С.К. Формальдегид. Л.: Химия, 1984.
- [9] Перечень веществ, продуктов, производственных процессов, бытовых и природных факторов, канцерогенных для человека. Приложение 2 к нормативам ГН 1.1.725-98 от 23 декабря 1998 г. № 32.
- [10] СанПиН 2.1.4.1116-02. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды, расфасованной в емкости. Контроль качества. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. 2002.
- [11] Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И. Биоорганическая химия. М.: Медицина, 1985.
- [12] Черенков В.Г. Клиническая онкология. 3-е изд. М.: Медицинская книга, 2010.
- [13] Berdyshev E. V. Mass spectrometry of fatty aldehydes. *Biochimica et Biophysica Acta* 1811 (2011) 680–693.
- [14] Chi Y. et. al. Determination of carbonyl compounds in the atmosphere by DNPH derivatization and LC-ESI-MS/MS detection, *Talanta* 72 (2007) 539–545.
- [15] Fritz J.S. *Analytical Solid-Phase Extraction*, Wiley-VCH, 1999, ISBN 978-0471246671.
- [16] Eggink M. et.al. Development of a selective ESI-MS derivatization reagent: synthesis and optimization for the analysis of aldehydes in biological mixtures, *Anal. Chem.* 80 (2008) 9042–9051.
- [17] Eggink M. et.al. Targeted LC-MS derivatization for aldehydes and carboxylic acids with a new derivatization agent 4-APEBA, *Anal. Bioanal. Chem.* 397 (2010) 665–675.
- [18] IPCS (2002) *Formaldehyde*. Geneva, World Health Organization (Concise International Chemical Assessment Document No. 40).
- [19] Nagy K. Atmospheric pressure chemical ionization mass spectrometry of aldehydes in biological matrices, *Rapid Commun. Mass Spectrom.* 18 (2004) 2473–2478.
- [20] Nigel J.K. Simpson. *Solid-Phase Extraction: Principles, Techniques, and Applications*, CRC, 2000, ISBN 978-0824700218.
- [21] OECD (2002) *SIDS initial assessment report for SIAM 14: Formaldehyde*. Paris, Organization for Economic Co-operation and Development.
- [22] Thurman E. M., Mills M. S. *Solid-Phase Extraction: Principles and Practice*, Wiley-Interscience, 1998, ISBN 978-0471614227.
- [23] Tomkins B.A. et al. (1989) Liquid chromatographic determination of total formaldehyde in drinking water. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists*, 72:835–839.
- [24] U.S. Centers for Disease Control Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 1997. Toxicological Profile for Formaldehyde. URL: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp111.html>
- [25] US EPA Method 1667, Revision A Formaldehyde, Isobutyraldehyde, and Furfural by Derivatization Followed by High Performance Liquid Chromatography. 1998
- [26] World Health Organization. 1999. “International Program on Chemical Safety, Environmental Health Criteria 89: Formaldehyde.” URL: <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc89.htm>
- [27] World Health Organization. 2006. “IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans: Volume 88 Formaldehyde, 2-Butoxyethanol and 1-tert-Butoxy-2-propanol.” URL: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol88/volume88.pdf>
- [28] Zwiener C., Glauner T., Frimmel F.H. Method optimization for the determination of carbonyl compounds in disinfected water by DNPH derivatization and LC-ESI-MS-MS, *Anal. Bioanal. Chem.* 372 (2002) 615–621.

## METHODS OF THE HIGHLY EFFECTIVE LIQUID CHROMATOGRAPHY ON IDENTIFICATION OF ALDEHYDES IN WATER

P.P. Kochetkov<sup>1,2</sup>, E.V. Abramov<sup>1,3</sup>, V.V. Glebov<sup>4</sup>

<sup>1</sup> International Research Center of Health Protection of the Human, animals and environment (IRC «OZOS»)

*Bolshaya Cheremushkinskaya str., 28, stroenie, 11 A, Moscow, Russia, 117218*

<sup>2</sup> Federal State Budgetary Institution «A.N. Sysin Research Institute of Human Ecology and Environment Health» of the Ministry of Health Care and Social Development

*Pogodinskaya str., 10/15, stroenie, 1, Moscow, Russia, 119121*

<sup>3</sup> Federal State Budgetary Research Institute «K.I. Scriabin All-Russian Research Institute of Fundamental and Applied Parasitology of Animals and Plants»

*Bolshaya Cheremushkinskaya str., 28, stroenie, 11 A, Moscow, Russia, 117218*

<sup>4</sup> Ecological Department

Peoples' Friendship University of Russia

*Podolskoe shosse, 8/5, Moscow, Russia, 113093*

The article presents environmental assessment method and high performance liquid chromatography with solid phase extraction for detection of aldehydes in water. Presents a modernized method gives a number of significant advantages: considerably time procedure reduces sample preparation, compared with traditional liquid extraction, easy to use and significantly reduces the amount of materials used and reagents in the determination of aldehydes in water. Separation of substances was achieved on reversed-phase C18 column chromatography using a mixture of deionized water and acetonitrile as the mobile phase. Determination of formaldehyde in water was performed at the absorption wavelength of 360 nm. Linearity was achieved in the concentration ranges from 1 to 200 mkg/dm<sup>3</sup>. Values of repeatability (RSD) presented the method was ≤15% and the total precision is ≤10% for control samples at all levels, including lower limit of quantification.

**Key words:** environmental assessment, high performance liquid chromatography, solid phase extraction, formaldehyde, water, derivatization, environment, sample preparation

### REFERENCES

- [1] Bol'shoj jenciklopedicheskiy politehnicheskij slovar'. [Bigen cyclopedicpoly technical dictionary]. Izdatel'stvo: Mul'titrejd, [Publisher: Multitrejd,] 2004.
- [2] Gigienicheskie normativy GN 2.1.5.1315—03. «Predel'no dopustimye koncentracii (PDK) himicheskikh veshhestv v vode vodnyh ob#ektov hozjajstvenno-pit#evogo i kul'turno-bytovogo vodopol'zovaniya». [Hygienic standards of GN 2.1.5.1315—03. «Maximum permissible concentration (MPC) of chemicals in water of water objects of economic and drinking and cultural and community water use»].
- [3] Glebov V.V. Sostojanie jekologii i adaptacionnyh processov shkol'nogo naselenija krupnogo industrial'nogo goroda. [Condition of ecology and adaptation processes of the school population of the large industrial city] Vestnik RUDN. Serija «Jekologija i bezopasnost' zhiznedejatel'nosti» [RUDN Bulletin, «Ecology and Health Safety» series]. 2012. № 4. S. 25—32.
- [4] GOST R 55227-2012. Voda. Metody opredelenija soderzhaniya formal'degida. Vvedjon v dejstvie [GOST R 55227-2012. Water. Methods of determination of content of formaldehyde. It is put into operation 1/1/201] 01.01.2014.
- [5] Kramarenko V.F. Toksikologicheskaja himija. [Toxicological chemistry]. K.: Vysh. shk. [K.: The Higher School], 1989.
- [6] Laver B.I., Glebov V.V. Sostojanie mediko-psihologicheskoy i social'noj adaptacii cheloveka v uslovijah krupnogo goroda [Condition of medico-psychological and social adaptation of the

- person in the conditions of the large city] Vestnik RUDN. Serija «Jekologija i bezopasnost' zhiznedejatel'nosti» [RUDN Bulletin, «Ecology and Health Safety» series]. 2012. № 5. S. 34–36.
- [7] MI 2405-97 Massovaja koncentracija acetal'degida i formal'degida v vode. Metodika vypolnenija izmerenii metodom VJeZhH. [MI2405-97 Mass concentration of ethylaldehyde and formaldehyde in water. Performance technique measurement by HELC method].
- [8] Ogorodnikov S.K. Formal'degid. [Formaldehyde. L.: Chemistry]. L.: Himija, 1984
- [9] Perechen' veshhestv, produktov, proizvodstvennyh processov, bytovyh i prirodnyh faktorov, kancerogenykh dlja cheloveka. Prilozhenie 2 k normativam GN 1.1.725-98 ot 23 dekabrya 1998 g. № 32. [The list of substances, products, productions, household and natural factors, cancerogenic for the person. The appendix 2 to standards of GN 1.1.725-98 of December 23, 1998 year No 32.]
- [10] SanPiN 2.1.4.1116-02. Pit'evaja voda. Gigienicheskie trebovanija k kachestvu vody, rasfasovannoj v emkosti. Kontrol' kachestva. Sanitarno-jepidemiologicheskie pravila i normativy. [SanPiN 2.1.4.1116-02. Drinking water. Hygienic requirements to quality of the water packaged in capacity. Quality control. Health and epidemiological regulations and standards], 2002.
- [11] Tjukavkina N.A., Baukov Ju.I. Bioorganicheskaja himija. [Bioorganic chemistry]. M.: Medicina, [Medicine], 1985.
- [12] Cherenkov V.G. Klinicheskaja onkologija. [Clinical oncology]. 3-e izd. M.: Medicinskaja kniga [Medical book], 2010.
- [13] Berdyshev E.V. Mass spectrometry of fatty aldehydes. Biochimica et Biophysica Acta 1811 (2011) 680–693.
- [14] Chi Y. et. al. Determination of carbonyl compounds in the atmosphere by DNPH derivatization and LC-ESI-MS/MS detection, Talanta 72 (2007) 539–545.
- [15] Fritz J.S. Analytical Solid-Phase Extraction, Wiley-VCH, 1999, ISBN 978-0471246671.
- [16] Eggink M. et.al. Development of a selective ESI-MS derivatization reagent: synthesis and optimization for the analysis of aldehydes in biological mixtures, Anal. Chem. 80 (2008) 9042–9051.
- [17] Eggink M. et.al. Targeted LC-MS derivatization for aldehydes and carboxylic acids with a new derivatization agent 4-APEBA, Anal. Bioanal. Chem. 397 (2010) 665–675.
- [18] IPCS (2002) Formaldehyde. Geneva, World Health Organization (Concise International Chemical Assessment Document No. 40).
- [19] Nagy K. Atmospheric pressure chemical ionization mass spectrometry of aldehydes in biological matrices, Rapid Commun. Mass Spectrom. 18 (2004) 2473–2478.
- [20] Nigel J.K. Simpson. Solid-Phase Extraction: Principles, Techniques, and Applications, CRC, 2000, ISBN 978-0824700218.
- [21] OECD (2002) SIDS initial assessment report for SIAM 14: Formaldehyde. Paris, Organization for Economic Co-operation and Development.
- [22] Thurman E.M., Mills M.S. Solid-Phase Extraction: Principles and Practice, Wiley-Interscience, 1998.
- [23] Tomkins B.A. et al. (1989) Liquid chromatographic determination of total formaldehyde in drinking water. Journal of the Association of Official Analytical Chemists, 72:835–839.
- [24] U.S. Centers for Disease Control Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 1997. Toxicological Profile for Formaldehyde. Available at: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp111.html>
- [25] US EPA Method 1667, Revision A Formaldehyde, Isobutyraldehyde, and Furfural by Derivatization Followed by High Performance Liquid Chromatography. 1998.
- [26] World Health Organization. 1999. «International Program on Chemical Safety, Environmental Health Criteria 89: Formaldehyde.» Available at: <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc89.htm>
- [27] World Health Organization. 2006. «IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans: Volume 88 Formaldehyde, 2-Butoxyethanol and 1-tert-Butoxy-2-propanol.» Available at: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol88/volume88.pdf>
- [28] Zwiener C., Glauner T., Frimmel F.H. Method optimization for the determination of carbonyl compounds in disinfected water by DNPH derivatization and LC-ESI-MS-MS, Anal. Bioanal. Chem. 372 (2002) 615–621.

---

---

## ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ОЧИСТКИ ЛИВНЕВЫХ СТОКОВ В АЭРОПОРТАХ

А.С. Лесечко, А.И. Курбатова

Экологический факультет  
Российский университет дружбы народов  
Подольское шоссе, 8/5, Москва, Россия, 113093

Система водоснабжения и водоотведения является неотъемлемым компонентом многих предприятий, в том числе и аэропортов, а промышленные стоки являются одним из наиболее существенных путей поступления загрязняющих веществ в окружающую среду. Для предотвращения негативного воздействия на окружающую среду предприятиями водопользование на сегодня строго регламентировано нормативно и законодательно. В статье рассмотрены особенности системы водообеспечения аэропортов как промышленных предприятий. Предложены возможные пути модернизации системы использования воды.

**Ключевые слова:** водоснабжение в аэропортах, водоотведение в аэропортах, очистка ливневых стоков, обратная система водоснабжения

В системе водопользования принято выделять три основные категории: потребление воды на хозяйственно-питьевые (бытовые) нужды, для технических целей, для пожаротушения. В зависимости от категории водопользования к качеству источников водоснабжения предъявляются разные требования, самые строгие — к воде для хозяйственно-питьевых нужд, минимальные — для пожаротушения. Требования, предъявляемые к воде, используемой в технических целях, определяются особенностями производства. Водопотребление в аэропортах относится главным образом к категории технического водопользования [4].

Общая расчетная потребность объекта в воде определяется суточным расходом. Аэропорты — предприятия круглосуточного функционирования, не имеют сильных колебаний показателя расхода во времени и при проектировании потребность в воде определяется как максимальный суточный расход.

Система водоотведения в аэропортах, как правило, разделена на две категории: хозяйственно-фекальная канализация и ливневый сток. Хозяйственно-фекальная канализация представляет собой канализационную сеть, практически не отличающуюся от городской как по техническому устройству, так и по показателям наличия загрязняющих веществ. Приуроченность аэропорта к городу, что встречается чаще всего, позволяет направлять хозяйственно-фекальные стоки в городские канализационные сети. Однако это возможно только в случае, если ливневый сток аэропорта не поступает в хозяйственно-фекальную канализационную сеть. В ливневом стоке аэропортов присутствуют загрязняющие вещества, очистка которых не предусмотрена городскими очистными сооружениями.

Особенностью водоотведения в аэропорту является система водоотвода с взлетно-посадочных полос для безаварийного передвижения авиационной техники. Уровень слоя воды не должен превышать 5 мм. Это достигается укладкой специ-

альных треугольных лотков из бетона по краю полосы с уклоном в 5°. Благодаря тому, что лотки контактируют с значительным объемом воды, происходит их быстрое разрушение в результате действия коррозии. Для повышения антикоррозионности применяется технология закрытых треугольных лотков.

Приоритетными загрязняющими веществами в ливневом стоке аэропортов являются нефтепродукты, взвешенные вещества, аммонийный азот и этиленгликоль. Этиленгликоль в значительном количестве попадает в зимний период, так как жидкости, применяемые для предотвращения образования наледи, основаны на этом веществе. Этиленгликоль — это бесцветная маслянистая жидкость, которая смешивается с водой во всех соотношениях. Он является одним из представителей двухатомных спиртов, имеющих токсикологическое значение

Наиболее рациональным решением проблемы водообеспечения в аэропорту является создание системы оборотного водоснабжения. Благодаря тому, что требования к качеству очищенного стока на технические нужды ниже, чем при выпуске на рельеф, создается экономическая выгода (табл. 1).оборот воды позволяет сократить количество добываемой воды из скважин и заимствования хозяйственно-питьевой воды на технические нужды [8].

Таблица 1

**Сравнительная таблица требований к качеству очищенного стока**

Наименование загрязнений	Единица измерения	Требования к качеству очищенного стока	
		при выпуске на рельеф	на технические нужды
Нефтепродукты	мг/л	0,05	0,1—0,3
Взвешенные вещества	мг/л	6	5—10
Аммонийный азот	мг/л	0,39	0,39
Этиленгликоль	мг/л	0,25	0,25

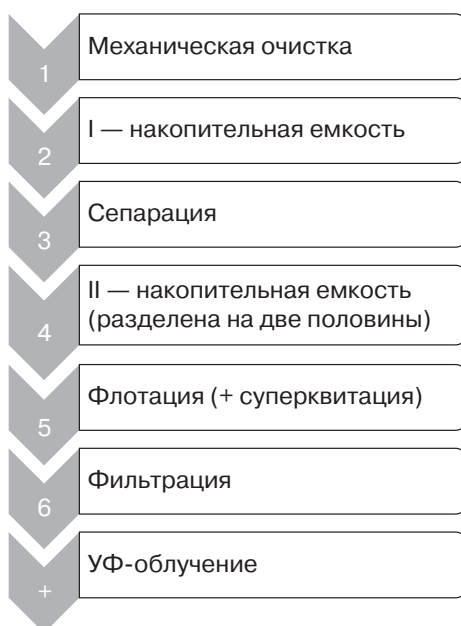
Современные системы очистки сточных вод позволяют очистить сток в аэропорту не только до значений ПДК, но и рыбохозяйственных водоемов [1]. При проектировании системы очистки сточных вод должны учитываться объем поступающей воды с его увеличением в период оттепелей и весеннего таяния, особенности удаления приоритетных загрязнителей из воды и предусмотрена автоматизированная система контроля за качеством очищаемых вод на разных этапах технологической линии, а также возможность отбора проб и система аварийного сброса сточных вод, с возможностью выпуска только в чрезвычайной ситуации [8].

Особенности очистки сточных вод можно рассмотреть на примере аэропортов городов Мюнхена и Цюриха. В Мюнхенском аэропорту она состоит из следующих этапов. Сточная вода направляется в отстойник, где отделяются взвешенные вещества, затем на следующую ступень, где отделяются легкие растворители. Те и другие направляются на утилизацию. Сточная вода накапливается в трех различных емкостях, общая емкость которых составляет 600 м<sup>3</sup>. Производительность описанной выше части очистных сооружений составляет 90 м<sup>3</sup>/час. Так как в воде могут быть остатки керосина, эта часть очистных сооружений выполнена с учетом взрывобезопасных требований. Из накопителей сточная вода объемом 20 м<sup>3</sup>/час направляется на физико-химическую ступень очистки и проходит коагуляционную ступень, после которой вода направляется на стадию нейтрализации, затем

через перелив смесь воды и осадка направляется на установку флокуляции, которая представляет собой флокуляцию под давлением. В результате образуется пирог из осадка, который собирается с поверхности скребком. Вода поступает в насосный приемник, из которого она направляется на двухслойный фильтр, на котором удаляются из воды остатки загрязнений, после чего чистая и бесцветная вода соответствует требованиям сброса в канализацию. Уплотненный шлам после уплотнителя обезвоживается на камерном фильтр-прессе. Очистные сооружения эксплуатируются в автоматическом режиме 24 часа в сутки. При мойке одного самолета образуется около 5 м<sup>3</sup> сточной воды. И в настоящий момент через очистные сооружения рассматриваемого аэропорта проходит 300 м<sup>3</sup> сточной воды в месяц.

В аэропорту Цюриха стоки также очищаются. Вода, использованная при техническом ремонте и обслуживании самолетов, подвергается процедурам очистки, предусмотренным для промышленных сточных вод, а вода для противообледенительной обработки после применения распыляется среди зеленых насаждений, где микроорганизмы разлагают содержащиеся в ней остатки гликоля и формиатов.

На основе анализа литературных источников [3; 6; 8; 10] авторы статьи предлагают использовать технологическую систему (рис. 1), производящую очистку ливневых сточных вод, до показателей, соответствующих нормам хозяйственно питьевого водопользования [4; 5]. Это делает возможным повторное использование воды в системе водообеспечения аэропорта, что минимизирует воздействие на окружающую среду и создает экономическую эффективность внедрения.



**Рис. 1.** Технологическая схема очистки сточных вод

На наш взгляд, система очистки стока должна иметь следующую структуру.

На первом этапе очистки сточных вод нужно установить решетку механической очистки для удаления каких либо крупных объектов из стока. Далее сток должен идти на очистку от нефтепродуктов. Этого можно добиться, подводя сток в накопительную емкость тангенциально. Таким образом, произойдет первичное

одновременное отделение нефтепродуктов наверх и в центр емкости и взвесей — вниз емкости. Для оптимизации этого процесса возможно встроить в емкость две полуспиральи, направляющие нефтесодержащие стоки в центр емкости. Из накопителя осадок может откачиваться шламовым насосом на песколовку. Далее возможно использовать коалесцентные сепараторы, где за счет центростремительного потока будет идти эффективное отделение из воды и нефтепродуктов и легких жидкостей, таких как керосин, затем при помощи интегрированной автоматики будет осуществляться вытеснение нефтепродуктов во встроенную емкость для сбора нефтепродуктов. Из нижней конической части каждого сепаратора выделяющийся осадок по разгрузочным патрубкам будет отводиться в сторону общего приемника, откуда он шламовым насосом удаляется в фильтрующий контейнер с отводом дренажа в приемную камеру.

Далее сток будет поступать в следующую накопительную емкость, которая разделена на две половины. Одна половина служит для накопления стока после сепарации перед флотацией. Затем сток поступает на сатураторы флотаторов. На этом этапе возможно использовать реагенты, если уровень рН стока и концентрация нефтепродуктов будут превышены. Далее сток поступает во вторую половину накопительного резервуара.

Если обнаруживается превышения содержания аммонийного азота ( $\text{NH}_4$ ) в стоке, то первичное снижение возможно за счет разбавления стока с повышенным содержанием  $\text{NH}_4$  более чистым стоком со второй накопительной емкости, а также дополнительные циклы флотации.

В зимнее время в период активного поступления этиленгликоля в сток очистка может производиться на флотаторах, работающих в режиме суперквитации. Флотационные насосы в данном режиме также направляют сток в сатураторы для насыщения их воздухом и далее на установку суперквитации. Именно благодаря этому можно добиться имплозии растворенного в воде этиленгликоля.

Далее следует производить доочистку поверхностного стока фильтрацией. Если потребуется использовать очищенный сток не только для технических нужд, но и для хозяйственно-питьевых, возможно использовать установку ультрафиолетового обеззараживания. В последнее время УФ-облучение получило широкое распространение, так как является эффективным средством обеззараживания очищенных сточных вод.

Благодаря такой системе ливневые сточные воды можно использовать для различных целей аэропорта в зависимости от потребностей. Это сократит сброс сточных вод в окружающую среду и позволит системе водообеспечения стать менее зависимой от добываемой воды из скважин.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Басова Г.Г., Ушаков А.Г., Елистратов А.В., Ушаков Г.В. Санитарно-гигиенические и технологические аспекты экологической безопасности систем технического водоснабжения // Вестник КузГТУ. 2009. № 4. С. 66—68.
- [2] Временные рекомендации по оценке экологической опасности производственных объектов (утв. Госкомэкологии РФ 15 марта 2000 г.). С. 296—300.

- [3] *Кочетов Л.М., Сажин Б.С., Сажин В.Б., Попов И.А., Хазанов Г.И., Буток А.С.* Применение напорной флотации при очистке стоков // *Успехи в химии и химической технологии*. 2010. № 3 (108). С. 113—116.
- [4] Методические указания МУ 2.1.5.1183-03 «Санитарно-эпидемиологический надзор за использованием воды в системах технического водоснабжения промышленных предприятий». Утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 11 января 2003 г.
- [5] Методические указания МУ 2.1.5.800-99 «Организация Госсанэпиднадзора за обеззараживанием сточных вод», Минздрав РФ, 2000.
- [6] *Назаров В.В., Кушнарченко В.М.* Очистка и сепарация нефтепродуктов реоцентрифугированием // *Вестник ОГУ*. 2011. № 10 (129). С. 205—210.
- [7] Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения». М., 2002.
- [8] *Тевяшев А.Д., Непочатова В.Д.* Системный анализ проблемы повышения качества и эффективности функционирования систем водоснабжения и водоотведения // *ВЕЖПТ*. 2009. № 7 (40). С. 29—35.
- [9] *Ушаков Г.В., Солодов Г.А.* Технологические и санитарно-гигиенические аспекты использования биологически очищенных сточных вод в системах технического водоснабжения промышленных предприятий // *Известия Томск. политехн. ун-та*. 2007. № 2. С. 140—144.
- [10] *Черников Н.А., Наврузова А.С., Попова М.В.* Применение коагуляции, флокуляции и флотации при очистке воды // *БРНИ*. 2012. № 4 (3). С. 182—187.
- [11] *Шеренков И.А., Осыка Н.В., Багмут Л.Л.* Анализ проблем эксплуатации систем питьевого водоснабжения из подземных источников // *Известия Самарского научного центра РАН*. 2009. № 1—3. С. 350—352.

## THE FEATURES OF STORMWATER PURIFICATION TECHNOLOGY SCHEMES OF AIRPORTS

A.S. Lesechko, A.I. Kurbatova

Ecological Faculty  
Peoples' Friendship University of Russia  
*Podolskoeshosse, 8/5, Moscow, Russia, 113093*

Water supply and drainage system is an integral component of many businesses, including airports, and industrial effluents are one of the most important routes of pollutants entering the environment. In order to prevent negative impacts on the environment, water use by enterprises is strictly regulated by law nowadays. This article describes the features of the water system of airports as commercial enterprises as well as possible ways of modernizing the system of water use.

**Key words:** water supply at airport, wastewater disposal at airport, cleaning of stormwater, water recycling system

### REFERENCES

- [1] *Basova G.G., Ushakov A.G., Elistratov A.V., Ushakov G.V.* Sanitarно-gigienicheskie i tekhnologicheskie aspekty ekologicheskoi bezopasnosti sistem tekhnicheskogo vodosnabzheniya [Sanitation and technological aspects of ecological safety maintenance of water supply systems]. *Vestnik KuzGTU [Vestnik KuzGTU]*. 2009. № 4. Pp. 66—68.



- [2] Vremennye rekomendatsii po otsenke ekologicheskoi opasnosti proizvodstvennykh ob»ektov (utv. Goskomekologii RF 15 marta 2000 g.). [Temporary recommendations on assessment of environmental hazard production facilities (appr. State Ecology Committee of the Russian Federation march 15, 2000.)]. P. 296—300.
- [3] Kochetov L.M., Sazhin B.S., Sazhin V.B., Popov I.A., Khazanov G.I., Butok A.S. Primenenie napornoj flotatsii pri ochildke stokov [Application of pressure flotation wastewater treatment]. Uspekhi v khimii i khimicheskoi tekhnologii [Advances in chemistry and chemical technology]. 2010. № 3 (108). P. 113—116.
- [4] Metodicheskie ukazaniya MU 2.1.5.1183-03 «Sanitarno-epidemiologicheskii nadzor za ispol'zovanie mvody v sistemakh tekhnicheskogo vodosnabzheniya promyshlennykh predpriyatii» [Guidelines MU 2.1.5.1183-03 «Sanitary-epidemiological supervision over the use of water in industrial water supply systems of industrial enterprises»], utv. Glavnym gosudarstvennym sanitarnym vrachom RF 11 yanvarya 2003 g. [appr. Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation January 11, 2003]. P. 3—4.
- [5] Metodicheskie ukazaniya MU 2.1.5.800-99 «Organizatsiya Gossanepidemnadzora za obezzarazhivaniem stochnykh vod» [Guidelines MU 2.1.5.800-99 «Organizations Supervision and Control in the field of sanitary and epidemiological welfare of the disinfection of wastewater»], Minzdrav RF, 2000 g. [The Ministry of Health and Social Development of the Russian Federation, 2000]. P. 7—8.
- [6] Nazarov V.V., Kushnarenko V.M. Ochildka i separatsiya nefteproduktov reotsentrifugirovaniem [Purification and separation of oil-product reocentrifugation]. Vestnik OGU [Vestnik OGU]. 2011. № 10 (129). P. 205—210.
- [7] Sanitarno-epidemiologicheskie pravila i normativy «Pit'evayavoda. Gigienicheskie trebovaniya k kachestvu vody tsentralizovannykh sistem pit'evogo vodosnabzheniya. [Sanitary-epidemiological rules and norms «Drinking Water. Hygienic requirements for water quality of centralized drinking water supply systems»]. M., 2002. P. 6—30.
- [8] Tevyashev A.D., Nepochatova V.D. Sistemny i analiz problemy povysheniya kachestva i effektivnosti funktsionirovaniya sistem vodosnabzheniya i vodootvedeniya [System analysis of the problem of improving the quality and efficiency of water and wastewater systems]. [East European Journal of advanced technologies]. 2009. № 7 (40). P. 29—35.
- [9] Ushakov G.V., Solodov G.A. Tekhnologicheskie i sanitarno-gigienicheskie aspekty ispol'zovaniya biologicheskii ochishchennykh stochnykh vod v sistemakh tekhnicheskogo vodosnabzheniya promyshlennykh predpriyatii. [Technological and sanitary aspects of the use of biologically treated wastewater in industrial process water supply systems]. Izvestiya Tomsk, politekhi, un-ta. [News Tomsk, Politechnical University]. 2007. № 2. P. 140—144.
- [10] Chernikov N.A., Navruzova A.S., Popova M.V. Primenenie koagulyatsii, flokulyatsii i flotatsii pri ochildke vody [The use of coagulation, flocculation and flotation in water purification]. BRNI [BRNI]. 2012. № 4 (3). P. 182—187.
- [11] Sherenkov I.A., Osyka N.V., Bagmut L.L. Analiz problem ekspluatatsii sistem pit'evogo vodosnabzheniya iz podzemnykh istochnikov [Analysis of the performance problems of drinking water supplies from underground sources]. Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN [News of the Samara Scientific Center of the RAS]. 2009. № 1—3. P. 350—352.

# ЭКОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

## АЛЬФА-ФЕТОПРОТЕИН КАК ГЕРОПРОТЕКТОР: ВЛИЯНИЕ НА ВЫЖИВАЕМОСТЬ И ПОКАЗАТЕЛИ БИОВОЗРАСТА У МЫШЕЙ

В.И. Донцов<sup>1</sup>, В.Н. Крутько<sup>1</sup>, А.Я. Чижов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление»

Российской академии наук

*просп. 60-летия Октября, 9, Москва, Россия, 117312*

<sup>2</sup> Экологический факультет

Российский университет дружбы народов

*Подольское шоссе, д. 8/5, Москва, Россия, 113093*

Альфа-фетопротеин является одним из наиболее известных и изученных эмбриоспецифических белков, который используется для диагностики патологии плода и опухолевых процессов желудочно-кишечного тракта и печени и обладает выраженным иммуностропным и детоксицирующим эффектом, а также прямым апоптозным эффектом на опухолевые клетки. Назначение АФП мышам в самом старом возрасте в наших экспериментах резко повышало выживаемость и выражено увеличивало относительную массу иммуностропных органов, видимо, вследствие характерного для АФП эффекта общего улучшения функций тканей и детоксицирующего действия. Таким образом, АФП обладает значимыми биоактивирующими и антивозрастными эффектами, что позволяет рассматривать его как кандидата на геропротекторное средство.

**Ключевые слова:** биомаркеры старения, мышцы, иммунный статус, альфа-фетопротеин, аутоиммунная агрессия, геропротекторная профилактика

### Введение

Еще в начале XX в. предпринимались активные попытки введения эмбриональных экстрактов для активации функций старого организма, а также для активации репарационных процессов при заживлении ран и трофических язв. В последние годы использование эмбриональных тканей составляет отдельное быстро развивающееся научное и практическое направление исследований [9—11; 16]. Одним из наиболее интересных направлений является использование эмбрионспецифического белка — альфа-фетопротеина (АФП).

Впервые обнаруженный в 1956 г. как дополнительная, следующая за альбумином фракция в электрофорезе сыворотки крови плода человека АФП был идентифицирован иммунохимически в 1961 г. как антиген сыворотки крови плода.

Еще через два года Ю.С. Татаринов обнаружил АФП в сыворотке крови больного при первичном раке печени, что подтвердило полученные в 1962 г. результаты Г.И. Абелева и сотрудников на мышах с химически индуцированной гепатомой. Наличие свойств онко-специфичности стимулировало исследование самого АФП и методов его обнаружения в диагностических целях [1—3; 7; 9—11; 14; 16; 17].

В настоящее время АФП известен прежде всего как как гепато-специфический эмбриональный белок, предохраняющий плод от развития аутоиммунного конфликта с матерью: он подавляет экспрессию антигенов второго класса главного комплекса гистосовместимости, препятствуя процессам презентации антигена макрофагами [8—10]. Проникая через плаценту, АФП обнаруживается в сыворотке крови матери на 32—36-й неделях беременности. Альфа-фетопротеин обнаруживается в сыворотке плода уже 4-й недели беременности с максимумом на 12—16-ой неделе; у новорожденного он обнаруживается во всех тканях и сыворотке крови; к 1 году уровень АФП снижается до величин, характерных для взрослых: менее 15 нг/мл. У взрослых альфа-фетопротеин обнаружен в фолликулярной жидкости и печеночной ткани.

Достаточно хорошо изучена структура АФП. Он представляет собой гликопротеид молекулярной массой 69 кД и состоит из одной полипептидной цепи, включая 600 аминокислот и 4% углеводов. АФП сходен с семейством протеинов экстрацеллюлярного матрикса: ламинин, фибронектин, коллаген, тромбоспондин и др.

Регенерация печени сопровождается временным, а злокачественный рост — постоянным синтезом АФП в печени, в котором участвует белок р53 как репрессор.

На практике АФП известен прежде всего как онкомаркер для печени и желудочно-кишечного тракта, однако показаны и антиопухолевые эффекты его, в том числе стимуляция апоптоза опухолевых клеток, а также иммуностропные влияния [3; 9; 15; 16]. Альфа-фетопротеин влияет на специфический иммунитет [10; 16], подавляя формирование антител и цитотоксических Т-лимфоцитов на Т-зависимые антигены, но не влияет на зрелые Т-лимфоциты и В-лимфоциты, влияя главным образом на пролиферирующие Т-хелперы. В смешанной культуре лимфоцитов АФП способен активировать Т-супрессоры, подавляя митогенез. АФК супрессирует синтез TNF- $\alpha$  и IL-1 $\beta$  через влияния на простагладины группы E и снижает активность естественных киллеров.

Биологические свойства АФП простираются также на другие физиологические процессы: он является регулятором гомеостаза в норме и патологии, связывая стероиды и ретиноиды, жирные кислоты, фаловониды, билирубин и ряд лекарственных препаратов и токсинов [6]; АФП влияет на обеспечение клетки энергетическим и пластическим материалом, усиливает экспрессию рецепторов клетки и влияет на синтез регуляторных простых молекул: простагландинов, лейкотриенов и тромбоксанов.

Мы изучали геропротекторные эффекты АФП, исходя из развиваемой нами иммуно-регуляторной теории старения [5] и наличия геропротекторных свойств иммуностропных препаратов [6; 12], а также на основании литературных данных о возможном наличии геропротекторных свойств у АФП [7]. Известно

также. Что альфа-фетопротеин в дозе 1 мкг/кг уже через 30 минут после его введения повышал половую активность крыс; он также увеличивал мозговой кровоток и обладал выраженной анти-гопоксической активностью [11].

### **Материалы и методы исследования**

В эксперименте использовали 27 старых мышей линии BALB/c в возрасте 1,5 лет, самок, полученных из питомника «Столбовая» РАМН. Мышей содержали в стандартных условиях вивария Московского государственного медико-стоматологического университета им. Евдокимова. В качестве АФП использовали препарат «Альфа-протеин» отечественного производства (ЗАО «Институт новых медицинских технологий»). АФП вводили опытной группе мышей 2 недели ежедневно внутрибрюшинно в 0,5 мл физиологического раствора в дозе 10 мкг на кг массы тела.

Исследовали количество доживших животных в контрольной и опытной группах и ряд биомаркеров, отражающих старение животных: внешний вид в баллах (желтизна и тусклость шерсти, степень плешивости) и выраженности старческого горба. Общее состояние оценивали по числу умываний, количеству вертикальных стоек при переносе в новую клетку (рефлекс на новое) и времени удерживания на струне в сек (мышечная сила). Исследовали также общую массу тела и относительную массу внутренних органов к общей массе тела.

Для ориентации в иммунном статусе оценивали относительную массу тимуса и селезенки, а также уровень возрастной аутоагрессии по количеству ауто-антител в сыворотке крови — спектро-фотометрически после добавления полиэтиленгликоля (ПЭГ-6000), выражая в единицах оптической плотности, как описывалось [4].

Возрастное состояние тканей оценивали по степени потери массы (на примере почек) в 40% сахарозе вследствие адсорбции внутриклеточной воды, как ранее описывалось [4].

По результатам оценивали степень дожития животных в течение опыта в процентах к исходному числу; вычисляли средние значения и стандартные отклонения для исследованных биомаркеров старения у групп контроля и опыта; различия сравнивали по критерию Стьюдента.

### **Результаты и обсуждение**

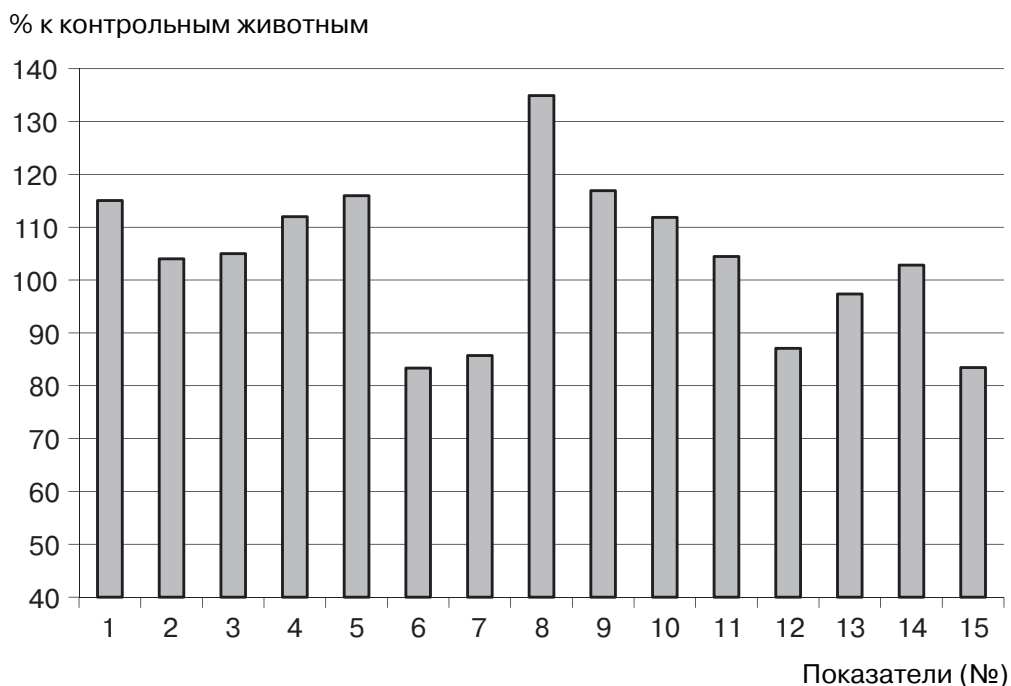
В нашем опыте мы использовали группу мышей на поздних стадиях старения, что отражалось на уровне смертности популяции: за два предыдущих месяца погибла половина мышей. В течение эксперимента естественная гибель животных в контрольной группе составила 47%, тогда как введение АФП снижало смертность в опытной группе до 17% (таблица), т.е. почти в 3 раза.

Изменение биомаркеров старения у мышей, получивших АФП, представлено на рис. 1. Для всех животных, получавших АФП, наблюдалась четкая тенденция к улучшению внешнего вида, потеря шерсти и плешивые участки были статистически значимо меньше. Улучшение физиологического состояния тканей отмечалось также по повышению внутриклеточной воды, что, как известно, отражает общее состояние клеток и степень их постарения. Имелась также тенденция к

улучшению показателей общего состояния животных по другим показателям, хотя статистическая достоверность не достигала 0,05.

Статистически значимое улучшение отмечались для показателей относительной массы внутренних органов (сердца) и органов иммунитета (тимус и селезенка). Улучшение функции иммунитета регистрировалось также по снижению возрастной аутоагрессии.

Относительная масса печени и почек статистически значимо снижалась в опытной группе в сравнении с контролем. Это можно объяснить исходя из представлений о регулирующем и дезинтоксикационном эффектах АФП: улучшение функции тканей стареющего организма снижает и нагрузки на детоксицирующие органы животных — печень и почки; этому же способствует снижение возрастной аутоагрессии к тканям.



**Рис. 1.** Влияние АФП на некоторые показатели старения у мышей  
Показатели: 1 — плешивость (баллы); 2 — цвет шерсти (баллы); 3 — лоск (баллы); 4 — горб (баллы); 5 — число умываний; 6 — подвижность (пересеченные квадраты); 7 — число стоек; 8 — висение на струне, сек.; 9 — тимус, мг/г массы; 10 — селезенка, мг/г массы; 11 — сердце, мг/г массы; 12 — печень, мг/г массы; 13 — почки, мг/г массы; 14 — внутренняя вода, %; 15 — ауто-антитела (OD)  
Различия достоверны:  $P < 0,05$  для показателей 1, 8, 9, 13;  
 $P < 0,01$  для показателей 11 и 14;  $P < 0,001$  для показателей 10, 12 и 15.

Таблица

**Выживаемость мышей в контроле и при введении альфа-фетопротеина**

День	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Дожившие (контроль)	15	15	14	14	13	13	13	12	12	11	11	10	10	9	8
%	100	100	93,3	93,3	86,7	86,7	86,7	80,0	80,0	73,3	73,3	66,7	66,7	60,0	53,3
Дожившие (опыт)	12	12	12	12	12	12	11	11	11	11	11	10	10	10	10
%	100	100	100	100	100	100	91,7	91,7	91,7	91,7	91,7	83,3	83,3	83,3	83,3

Наиболее интересным является эффект резкого повышения выживаемости мышей в опытной группе в течение опыта. Известно из литературы, что АФП повышает выживаемость при самых различных заболеваниях, а также при опухолевых процессах, химиотерапии и радиоактивном облучении, что определяется общим стимулирующим и общерегуляторным действием АФП, а также благоприятным иммуностропным эффектом.

Известны влияния АФП как геропротектора *in vitro*: АФП обнаружил свойства активатора анаэробного катаболизма с цитопротективным эффектом и антиоксидантный механизм действия в биообразцах; также АФП снижал кардиальный биологический возраст у пациентов в зрелом возрасте, благотворно влияя на сердечно-сосудистую систему.

### Заключение

Альфа-фетопропротеин является одним из наиболее известных и изученных эмбриоспецифических белков. Он используется для диагностики патологии плода и опухолевых процессов желудочно-кишечного тракта и печени и обладает выраженным иммуностропным и детоксицирующим эффектом, а также прямым апоптозным эффектом на опухолевые клетки.

Обнаружение у АФП возможности влияния на биологический возраст у человека и геропротективные свойства *in vitro* на ткани индуцировало исследование нами влияния АФП на выживаемость старых мышей и на ряд возрастных показателей при длительном введении.

Назначение АФП мышам в самом старом возрасте в наших экспериментах резко повышало выживаемость и выражено увеличивало относительную массу иммуностропных органов, видимо, вследствие характерного для АФП эффекта общего улучшения функций тканей и детоксицирующего действия. Таким образом, АФП обладает значимыми биоактивирующими и анти-возрастными эффектами, что позволяет рассматривать его как кандидата на геропротекторное средство.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Алексеева М.Л., Пустотина О.А., Фанченко Н.Д., Понкратова Т.С. АФП как прогностический показатель состояния новорожденного // Проблемы репродукции. 2005. Т. 11. № 5. С. 79—82.
- [2] Архипкин А.А., Лянг О.В., Кочетов А.Г. Альфа-фетопропротеин в прогнозе выживаемости и функционального восстановления больных с ишемическим инсультом // Клиническая лабораторная диагностика. 2014. Т. 59. № 10. С. 12—15.
- [3] Гордейчук И.Н., Чирков Р.Н., Бабаян К.В. Вопросы ранней диагностики гепатоцеллюлярной карциномы // Верхневолжский медицинский журнал. 2012. Т. 10. № 2. С. 41—46.
- [4] Донцов В.И. Экспериментальная геронтология: методы исследования старения. М.: Альтекс, 2011. 432 с.
- [5] Донцов В.И. Новая иммуно-регуляторная теория старения: возрастной иммунодефицит как причина дистрофии соматических тканей // Доклады МОИП. 2015. Т. 59. С. 62—80.
- [6] Зубкова Е.С., Семенкова Л.Н., Дудич И.В., Дудич Е.И., Хромых Л.М., Макаревич П.И., Парфенова Е.В., Меньшиков М.Ю. Рекомбинантный человеческий альфа-фетопропротеин как регулятор активности стромальных клеток жировой ткани // Биоорганическая химия. 2012. Т. 38. № 5. С. 524.

- [7] Мещанинов В.Н., Жиборкин Г.В., Яковлев Н.В., Гаврилов И.В. Метаболические механизмы геропротекторной активности L-аргинина и альфа-фетопротеина // *Материалы конф. «Достижения, инновационные направления, перспективы развития и проблемы современной медицинской науки, генетики и биотехнологий»*. Материалы I Международной научно-практической конференции 31 марта 2011 г. С. 192.
- [8] Молгодзагиева Н.Т., Терентьев А.А. Альфа-фетопротеин и факторы роста. Структурно-функциональные взаимоотношения и аналоги // *Успехи биологической химии*. 2006. Т. 46. С. 99—148.
- [9] Мусатов О.В., Коханов А.В. Диагностические возможности альфа-фетопротеина в оценке репаративных и иммунорегуляторных процессов при травмах печени // *International Journal on Immunorehabilitation*. 2009. Т. 11. № 1. С. 28а.
- [10] Никогосян С.О., Кадагидзе З.Г., Шелепова В.М., Кузнецов В.В. Современные методы иммунодиагностики злокачественных новообразований яичников // *Онкогинекология*. 2014. № 3. С. 49—54.
- [11] Русских А.А., Юшков В.В., Ивашев М.Н. О влиянии альфа-фетопротеина на центральную нервную систему // *Вестник уральской медицинской академической науки, тематический выпуск по фармации*. 2011. № 3/1(35). С. 46—48.
- [12] Чижов А.Я., Зенчук Е.С., Крутько В.Н., Донцов В.И. Применение корректора иммунной системы трансфер фактора для снижения биологического возраста человека // *Технологии живых систем*. 2013. Т. 10. № 1. С. 41—46.
- [13] Chereshnev V.A. Alpha-fetoprotein in combined treatment of patients with chronic hepatitis // *Int. J. of immunorehabilitation*. 2003. Vol. 5. № 5. P. 195—199.
- [14] Demers S., Roberge S., Bujold E. Low-dose aspirin for the prevention of adverse pregnancy outcomes in women with elevated alpha-fetoprotein // *The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine*. 2015. Vol. 28. № 6. P. 726—726.
- [15] Murgita R.A., Goidl E.A., Kontianen S., Wigzell H. Alpha-fetoprotein induces suppressor T-cells in vitro // *Nature*. 1977. Vol. 267. № 5608. P. 257—259.
- [16] Wong R.J., Ahmed A., Gish R.G. Elevated Alpha-Fetoprotein: Differential diagnosis-hepatocellular carcinoma and other disorders // *Clinics in liver disease*. 2015. Vol. 19. № 2. P. 309—323.
- [17] Zhang S.Y., Lin B.D., Li B.R. Evaluation of the diagnostic value of alpha-L-fucosidase, alpha-fetoprotein and thymidine kinase 1 with ROC and logistic regression for hepatocellular carcinoma // *FEBS open bio*. 2015. Vol. 5. P. 240—244.

## ALPHA-FETOPROTEIN AS ANTI-AGING AGENT: EFFECT ON SURVIVAL AND AGE-MARKERS IN MICE

V.I. Dontsov<sup>1</sup>, V.N. Krut'ko<sup>1</sup>, A.Ya. Chizhov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Laboratory of Systems Analysis and Information  
Technologies in Medicine and Ecology, Federal Research Center  
«Informatics and Management» of the Russian Academy of Sciences  
60-Letiya Oktyabrya Prospekt, 9, Moscow, Russia, 117312

<sup>2</sup> Ecological faculty  
Peoples' Friendship University of Russia  
Podolskoe shosse, 8/5, Moscow, Russia, 113093

Alpha-fetoprotein is one of the best known embryospecific proteins, which is used to diagnose fetal abnormalities and tumor processes of the gastrointestinal tract and liver and has a pronounced immunotropic and detoxifying effect, and also a direct apoptotic effect on tumor cells. The appointment

of AFP mice at the oldest age in our experiments, dramatically increased survival and markedly increased the relative weight immunotropic bodies, apparently, due to the characteristic of the AFP general effect of improving the functions of tissues and detoxifying action. Thus, AFP has a significant bioactivity and anti-aging effect name, that allows to consider it as a candidate for a geroprotective agent.

**Key words:** biomarkers of aging, mice, immune status, alpha-fetoprotein, autoimmune aggression, geroprophylaxis

## REFERENCES

- [1] Alekseeva M.L., Pustotina O.A., Fanchenko N.D., Ponkratova T.S. AFP kak prognosticheskiy pokazatel' sostojanija novorozhdenного [AFP as a prognostic indicator of newborn]. *Problemy reprodukcii* [Problems of reproduction]. 2005. Vol. 11. N 5. P. 79–82.
- [2] Arhipkin A.A., Ljang O.V., Kochetov A.G. Al'fa-fetoprotein v prognoze vyzhivaemosti i funkcional'nogo vosstanovlenija bol'nyh s ishemiceskim insul'tom [Alpha-fetoprotein in the prediction of survival and functional recovery of patients with ischemic stroke]. *Klinicheskaja laboratornaja diagnostika* [Clinical Laboratory Diagnostics]. 2014. Vol. 59. N 10. P. 12–15.
- [3] Gordejchuk I.N., Chirkov R.N., Babajan K.V. Voprosy rannej diagnostiki gepatocelljuljarnoj karcinomy [Questions of early diagnosis of hepatocellular carcinoma]. *Verhnevolzhskij medicinskij zhurnal* [Upper Volga Medical Journal]. 2012. Vol. 10. N 2. P. 41–46.
- [4] Doncov V.I. Jeksperimental'naja gerontologija: metody issledovanija starenija [Experimental Gerontology: aging research methods]. M.: Al'teks. [Moscow: Altex]. 2011. 432 p.
- [5] Doncov V.I. Novaja immuno-reguljatornaja teorija starenija: vozrastnoj immunodeficit kak prichina distrofii somaticheskikh tkanej [New immune-regulatory theory of aging: age immune deficiency as the cause of degeneration of somatic tissues]. *Doklady MOIP* [Reports of the Moscow Society of Naturalists]. 2015. Vol. 59. P. 62–80.
- [6] Zubkova E.S., Semenkov L.N., Dudich I.V., Dudich E.I., Hromyh L.M., Makarevich P.I., Parfenova E.V., Men'shikov M.Ju. Rekombinantnyj chelovecheskij al'fa-fetoprotein kak reguljator aktivnosti stromal'nyh kletok zhirovoj tkani [Recombinant human alpha-fetoprotein as a regulator of the activity of adipose tissue-derived stromal cells]. *Bioorganicheskaja himija* [Bioorganic chemistry]. 2012. Vol. 38. N 5. P. 524.
- [7] Meshhaninov V.N., Zhiborkin G.V., Jakovlev N.V., Gavrilov I.V. Metabolicheskie mehanizmy geroprofilakticheskoj aktivnosti L-arginina i al'fa-fetoproteina [Metabolic mechanisms geroprofilactic activity L-arginine and alpha-fetoprotein]. *Materialy Konf. «Dostizhenija, innovacionnye napravlenija, perspektivy razvitija i problemy sovremennoj medicinskoj nauki, genetiki i biotehnologij»*. Konferencija posvjashhena 80-letiju so dnja sozdanija kafedry medicinskoj biologii i genetiki Ural'skoj gosudarstvennoj medicinskoj akademii. *Materialy i Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Materials Conf. «Achievements, innovative directions, prospects and problems of modern medical science, genetics and biotechnology.» The conference is dedicated to the 80-th anniversary of the establishment of the Department of Medical Biology and Genetics of the Ural State Medical Academy. *Proceedings of the International Scientific-Practical Conference*] March 31st, 2011. P. 192.
- [8] Molgodzagieva N.T., Terent'ev A.A. Al'fa-fetoprotein i faktory rosta. Strukturno-funcional'nye vzaimootnoshenija i analogi [Alpha-fetoprotein and growth factors. Structural and functional relationships and analogues]. *Uspехи biologicheskoy himii* [Successes of Biological Chemistry]. 2006. Vol. 46. P. 99–148.
- [9] Musatov O.V., Kohanov A.V. Diagnosticheskie vozmozhnosti al'fa-fetoproteina v ocenke reparativnyh i immunoreguljatornyh processov pri travmah pecheni [The diagnostic capabilities of alpha-fetoprotein in the evaluation of repairing and immunoregulating processes in the liver injuries]. *International Journal on Immunorehabilitation*. 2009. Vol. 11. N 1. P. 28a.
- [10] Nikogosjan S.O., Kadagidze Z.G., Shelepova V.M., Kuznecov V.V. Sovremennye metody immunodiagnostiki zlokachestvennyh novoobrazovanij jaichnikov [Modern methods of immunological diagnosis of malignant tumors of the ovaries]. *Onkoginekologija* [Oncogynecology]. 2014. N 3. P. 49–54.



- [11] Russkih A.A., Jushkov V.V., Ivashev M.N. O vlijanii al'fa-fetoproteina na central'nuju nervnuju sistemu [The influence of alpha-fetoprotein in the central nervous system]. Vestnik ural'skoj medicinskoj akademicheskoj nauki, tematiceskij vypusk po farmacii [Herald of Ural Medical Academic Science, Special Issue on the pharmacy]. 2011. N 3/1 (35). P. 46—48.
- [12] Chizhov A.Ja., Zenchuk E.S., Krut'ko V.N., Doncov V.I. Primenenie korektora immunnoj sistemy transfer faktora dlja snizhenija biologicheskogo vozrasta cheloveka [The use of a corrector of the immune system of transfer factor for reducing biological age]. Tehnologii zhivyh sistem [Technologies of living systems]. 2013. Vol. 10. N 1. P. 41—46.
- [13] Shereshnev V.A. Alpha-fetoprotein in combined treatment of patients with chronic hepatitis. Int. J. of immunorehabilitation. 2003. Vol. 5. N 5. P. 195—199.
- [14] Demers S., Roberge S., Bujold E. Low-dose aspirin for the prevention of adverse pregnancy outcomes in women with elevated alpha-fetoprotein. The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine. 2015. Vol. 28. N 6. P. 726—726.
- [15] Murgita R.A., Goidl E.A., Kontianen S., Wigzell H. Alpha-fetoprotein induces suppressor T-cells in vitro. Nature. 1977. Vol. 267. N 5608. P. 257—259.
- [16] Wong R.J., Ahmed A., Gish R.G. Elevated Alpha-Fetoprotein: Differential diagnosis-hepatocellular carcinoma and other disorders. Clinics in liver disease. 2015. Vol. 19. N 2. P. 309—323.
- [17] Zhang S.Y., Lin B. D., Li B.R. Evaluation of the diagnostic value of alpha-l-fucosidase, alpha-fetoprotein and thymidine kinase 1 with ROC and logistic regression for hepatocellular carcinoma. FEBS open bio. 2015. Vol. 5. P. 240—244.

---

---

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА В ОПЕРАЦИОННОЙ КЛИНИКЕ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ РЕПРОДУКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В.И. Потиевская<sup>1</sup>, И.Л. Ушаков<sup>2</sup>, А.А. Попов<sup>3</sup>, А.Я. Чижов<sup>4</sup>

<sup>1</sup> ГБОУ ДПО Российская академия последипломного образования  
*ул. Баррикадная, 2/1, Москва, Россия, 125993*

<sup>2</sup> Клиника «Москворечье»  
*ул. Москворечье, 16, Москва, Россия, 115409*

<sup>3</sup> Московский областной научно-исследовательский  
институт акушерства и гинекологии  
*ул. Покровка, 22а, Москва, Россия, 101000*

<sup>4</sup> Экологический факультет  
Российский университет дружбы народов  
*Подольское шоссе, 8/5, Москва, Россия, 113093*

В работе проведена оценка динамики загрязнения воздуха при выполнении ингаляционной анестезии севофлураном во время хирургических манипуляций для экстракорпорального оплодотворения (ЭКО). В течение 14 рабочих дней проводились измерения концентрации органических летучих соединений в операционной в зоне наркозного аппарата и в течение семи дней в зонах нахождения различных специалистов во время операции без дополнительных методов очистки воздуха, а затем в течение 14 дней с использованием ультрафиолетовых облучателей-рециркуляторов воздуха ОРУБ-3-5-«КРОНТ» (торговая марка «ДЕЗАР» с установленными воздушными угольными фильтрами ФУС-«КРОНТ» (всего 49 анестезий). Максимальный уровень загрязнения обнаружен на этапе пробуждения пациенток, при этом в зоне работы эмбриолога следов летучих органических соединений не было в течение всего времени ингаляционной анестезии. После применения методов дополнительной очистки с помощью угольных фильтров, установленных в систему рециркуляции, отмечалось достоверное уменьшение уровня загрязнения воздуха.

**Ключевые слова:** экологический мониторинг, ингаляционная анестезия, севофлуран, загрязнение воздуха, экстракорпоральное оплодотворение

В настоящее время не вызывает сомнений значение борьбы с загрязнением окружающей среды для сохранения жизненно важных природных систем и здоровья человека, включая его репродуктивную функцию [1]. Анестезиология является такой областью медицины, где ежедневно в практической работе происходит выброс в атмосферу отработанных газов — ингаляционных анестетиков. Анестезиологи должны осознавать, что их деятельность оказывает непосредственное влияние на экологическую обстановку. Дело в том, что наркотические газы закись азота, изофлуран, севофлуран и десфлуран наряду с другими факторами вызывают разрушение озонового слоя земли и приводят к глобальному потеплению, причем это влияние гораздо более выражено, чем для углекислого газа [2], ограничивает его лишь их узкое применение для медицинских целей и сравнительно незначительный выброс в атмосферу [3].

В то же время ингаляционные анестетики обладают рядом преимуществ, так как позволяют управлять глубиной наркоза с помощью регулирования концентрации анестетика в конце выдоха [4]. С появлением анестетиков третьего поколения (севофлуран, десфлуран) и значительным снижением побочных эффектов и токсичности препаратов открылись новые перспективы использования ингаляционной анестезии, в частности в области вспомогательных репродуктивных технологий (ВРТ). При этом доказано, что качество воздуха имеет большое значение для успешного оплодотворения и развития эмбриона, а наличие любых органических соединений в воздухе операционной отделения ВРТ может оказать отрицательное воздействие на результаты циклов ЭКО [5]. Таким образом, в клинике ВРТ весьма актуальным становится, с одной стороны, мониторинг уровня летучих органических соединений [6], а с другой — поиск путей уменьшения загрязнения окружающей среды при проведении ингаляционной анестезии [7].

В клинике «Москворечье» уже в течение пяти лет используются ингаляционные анестетики в ходе хирургических вмешательств при осуществлении ВРТ. С 2011 года доля ингаляционной анестезии выросла с 23 до 73% всех анестезиологических пособий, в качестве анестетика при этом используется севофлуран. Учитывая, что данный вид анестезии стал преобладающим в клинике, появилась необходимость оценить уровень загрязнения воздуха в операционной и определить возможные пути его снижения. Одной из таких возможностей является использование наряду с системой вентиляции специальных фильтров для очистки воздуха [8].

*Целью исследования* стала оценка динамики загрязнения воздуха при использовании севофлурана на разных этапах анестезии в различных участках операционной и эффективности дополнительной очистки воздуха с помощью угольного фильтра при выполнении хирургических манипуляций для осуществления ЭКО.

### **Материалы и методы исследования**

Работа является проспективным пилотным исследованием в сфере ВРТ. Исследование одобрено комитетом по этике научных исследований ГБОУ ДПО «Российская медицинская академия последипломного образования» Минздрава России.

Изучалось загрязнение воздуха операционной отделения ЭКО клиники «Москворечье» во время проведения ингаляционной анестезии при трансвагинальной пункции яичников в цикле ЭКО в мае — июле 2015 г. (всего 49 анестезий). Анестезию производили методом быстрой индукции с концентрацией севофлурана на входе 7—8%. Скорость потока свежего газа составляла 6 л/мин при проведении индукции с последующим снижением до 2 л/мин в период поддержания анестезии.

Для замеров уровня загрязнения воздуха использовали фотоионизационный газоанализатор КОЛИОН-1В-06 (Россия) с диапазоном измерения от 0 до 500 мг/м<sup>3</sup>. Устройство было откалибровано для определения севофлурана. Другие органические вещества во время замеров не использовали. Концентрации органических веществ измерялись в автоматическом режиме с фиксацией средних значений за каждые три минуты измерения.

Сначала в течение 14 рабочих дней проводили замеры в операционной до начала рабочего дня в зоне наркозного аппарата на протяжении первой в этот день анестезии. Период замеров включал пять этапов:

- 1) тестирование наркозно-дыхательной аппаратуры;
- 2) заполнение контура аппарата газонаркотической смесью;
- 3) индукцию анестезии;
- 4) поддержание анестезии;
- 5) пробуждение.

В этой серии выполнено 154 замера в течение 14 анестезий.

Затем в течение 7 дней во время проведения первых трех анестезий выполняли замеры уровня загрязнения воздуха в пяти зонах операционной (всего 21 анестезия). Каждая зона соответствовала месту нахождения специалиста (эмбриолога, гинеколога, медсестры-анестезиста и анестезиолога), а также пациентки в операционной. Время анестезии масочным способом было разделено на три этапа:

- 1) индукция анестезии;
- 2) поддержание анестезии;
- 3) пробуждение.

Измерения проводились на каждом этапе анестезии (всего 945 замеров).

Следующая серия измерений выполнялась в течение 14 рабочих дней (14 анестезий) в аналогичных условиях, но с использованием для дополнительной очистки воздуха рециркулятора «ДЕЗАР» с установленным угольным фильтром (испытательная лаборатория «Экозонд»), установленного в рециркулятор воздуха. Измерение показателя уровня севофлурана осуществлялось в виде непрерывного мониторинга с ежесекундной автоматической фиксацией значений загрязнения воздуха. Далее проводилось вычисление среднего значения для каждого этапа измерений

Количественные данные представлены в виде средней арифметической и ее стандартной ошибки ( $M \pm m$ ). Статистическую обработку результатов проводили с применением пакета программ Statistica 6.0, для оценки значимости различий между двумя группами использовали непараметрические методы вариационной статистики и критерий Уилкоксона. Различия считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

### **Результаты и обсуждение**

Результаты исследования на всех этапах анестезии не подтвердили предположение о значительном повышении концентрации органических соединений (севофлурана) в воздухе операционной. В образцах воздуха, взятых из зоны наркозного аппарата в моменты тестирования и заполнения контура, значительных различий не было выявлено. Снижение уровня загрязнения от начала подготовки к анестезии до момента прекращения подачи анестетика и снятия лицевой маски демонстрирует эффективность воздухообмена в помещении. В то же время необходимо отметить, что показатели загрязнения воздуха на этапе пробуждения в 2 раза превышали показатели на этапе индукции анестезии ( $p < 0,05$ ) (табл.).

Таблица

**Замеры концентрации летучих анестетиков в зоне наркозного аппарата ( $M \pm m$ )**

Показатели загрязнения воздуха, мг/м <sup>3</sup>	Без воздушного фильтра, 14 анестезий	С воздушным фильтром, 14 анестезий
Исходный уровень	1,0 ± 0,37	0
Показатель начала тестирования НДА	1,2 ± 0,52	0
Показатель окончания тестирования НДА	1,0 ± 0,37	0
Показатель начала заполнения контура	1,0 ± 0,32	0
Показатель окончания заполнения контура	0,9 ± 0,28	0
Показатель начала индукции	0,7 ± 0,28	0
Показатель окончания индукции	0,7 ± 0,28	0
Показатель поддержания анестезии	0,6 ± 0,28	0
Показатель окончания поддержания и начало пробуждения (маска снята)	1,1 ± 0,38*	0,82 ± 0,04**

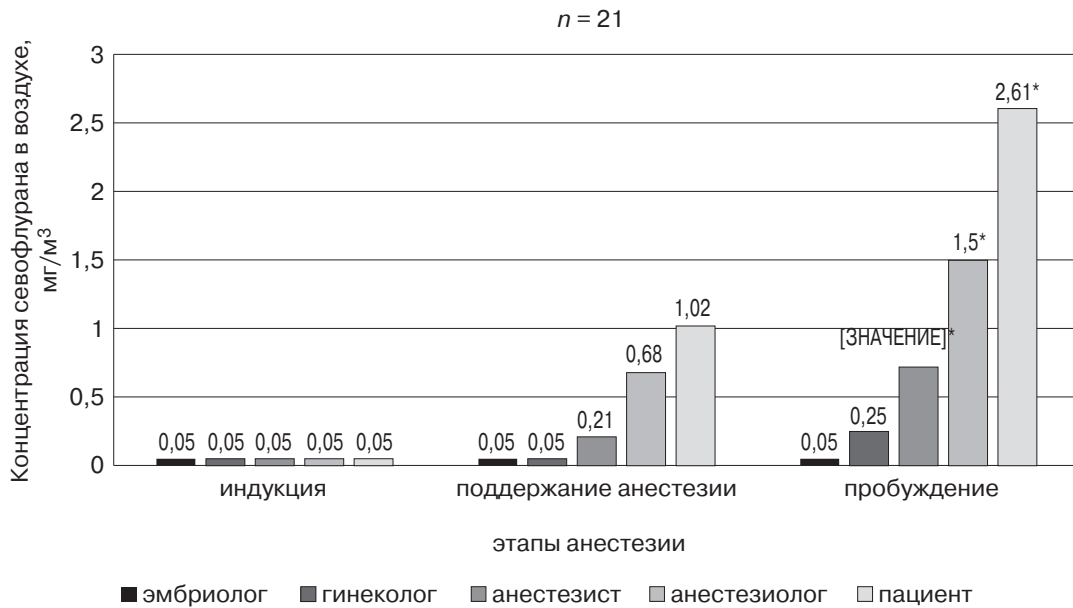
\* Достоверность различия по сравнению с этапом индукции  $p < 0,05$ .

\*\* Достоверность различия по сравнению с замерами без использования воздушного фильтра  $p < 0,05$ .

Необходимо отметить, что далеко не всегда в лечебном учреждении есть возможность выполнить анализ воздуха на летучие органические соединения. В этом случае возможно применение метода очистки воздуха от следовых концентраций ингаляционного анестетика во время операции с помощью рециркулятора с угольным фильтром. Для проверки эффективности дополнительной очистки воздуха нами была выполнена еще одна серия замеров загрязнения воздуха в зоне наркозного аппарата с использованием рециркулятора с установленным воздушным угольным фильтром. В результате измерений было обнаружено, что на фоне применения рециркулятора в воздухе отсутствуют летучие органические примеси на этапах подготовки и проведения анестезии. Лишь после снятия маски в период пробуждения регистрируются примеси летучего анестетика, но содержание севофлурана в воздухе при этом остается достоверно ниже показателя, полученного без применения рециркулятора с угольным фильтром для очистки воздуха ( $p < 0,05$ ; см. табл.). Дополнительная очистка воздуха позволяет с уверенностью избежать превышения предельно допустимых концентраций ингаляционных анестетиков даже в отсутствие возможности его адекватного мониторинга.

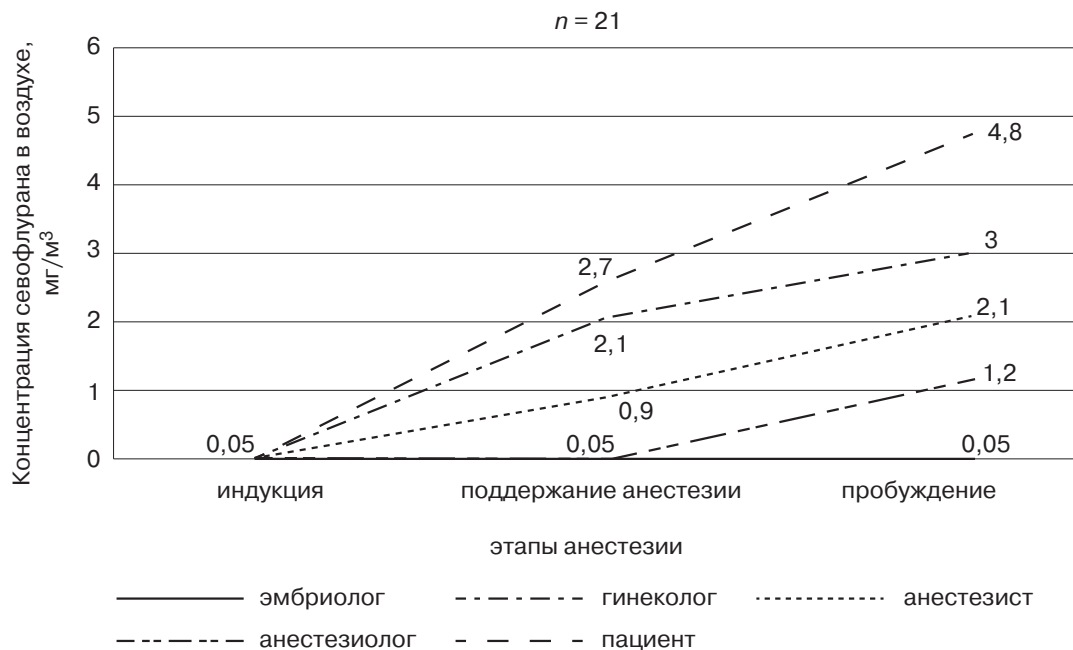
Анализ замеров в различных зонах операционной показал отсутствие загрязнения воздуха во всех точках измерения на этапе индукции анестезии. На этапе поддержания анестезии не было следов загрязнения в местах нахождения эмбриолога и гинеколога, на остальных участках отмечено небольшое повышение концентрации органических соединений. Обращает на себя внимание рост уровня загрязнения воздуха операционной на этапе пробуждения в зонах нахождения пациентки и всех специалистов, кроме эмбриолога (рис. 1). При анализе результатов возник вопрос, могут ли максимальные показатели загрязнения воздуха оказывать вредное влияние на персонал операционной. На рисунке 2 отдельно представлены максимальные концентрации летучих органических веществ в раз-

личных участках операционной на разных этапах проведения анестезии севофлураном.



**Рис. 1.** Средние показатели загрязнения воздуха севофлураном в различных зонах операционной на различных этапах анестезии, мг/м<sup>3</sup> ( $M \pm m$ )

\* Различия достоверны по сравнению с этапом поддержания анестезии,  $p < 0,001$ .



**Рис. 2.** Максимальные концентрации севофлурана в различных зонах операционной на разных этапах проведения анестезии, мг/м<sup>3</sup>

В некоторых странах для севофлурана установлены значения предельно допустимых концентраций (ПДК). ПДК определяет допустимую концентрацию, при которой у работников не возникают заболевания на протяжении всей трудо-

вой деятельности. По данным Национального института охраны труда США (National Institute for Occupational Safety and Health), среднесменная ПДК для севофлурана, при которой можно находиться в течение 8 часов, составляет 2 ppm (parts per million, миллионных долей), что соответствует 16,6 мг/м<sup>3</sup>.

В результате нашего исследования получены данные, свидетельствующие о повышении концентрации ингаляционного анестетика севофлурана преимущественно на этапе пробуждения и прекращения дыхания через лицевую маску, что связано с попаданием в атмосферу анестетика при окончании анестезии и снятия маски. Однако максимальный уровень органических веществ даже на этапе пробуждения был значительно ниже ПДК, что указывало на отсутствие негативного влияния на персонал.

### Заключение

Проведенное исследование позволило выявить наличие незначительного загрязнения воздуха операционной при анестезии севофлураном во время хирургических манипуляций, сопровождающих ЭКО. Уровень загрязнения не является токсическим на всех этапах анестезии в зонах нахождения всех специалистов, принимающих участие в операции (эмбриолог, гинеколог, анестезист, анестезиолог) и около головы пациента. В то же время на этапе пробуждения наблюдается достоверный рост содержания севофлурана в воздухе во всех точках измерения, кроме места нахождения эмбриолога. Применение дополнительной очистки воздуха с помощью рециркулятора с установленным воздушным угольным фильтром позволило добиться достоверного снижения уровня примесей летучих органических соединений в воздухе. Мониторинг уровня загрязнения воздуха дал возможность осуществлять постоянный контроль эффективности приточно-вытяжной вентиляции в операционной.

Таким образом, деятельность врачей-анестезиологов оказывает непосредственное влияние на состояние окружающей среды и поэтому выбор анестетика, наркозной аппаратуры, систем вентиляции и очистки воздуха может иметь очень большое значение. Это обуславливает необходимость внедрения методов экологического мониторинга в работу клиник, в которых используется ингаляционная анестезия. Контроль за уровнем загрязнения воздуха в операционной позволит также своевременно принять меры для предотвращения неблагоприятных воздействий на персонал и необоснованных потерь ингаляционного анестетика.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Агаджанян Н.А., Радьш И.В., Юсупов Р.А., Ходорович А.М. Экология, качество жизни и репродуктивное здоровье. Казань: Изд-во КГТУБ, 2008. 424 с.
- [2] *Ishizawa Y.* General anesthetic gasses and the global environment // *Anesth Analg.*, 2011. 112(1). P. 213—217.
- [3] *Zuegge K.L.* Ecological and Economical Practice for Anesthesiologists. *Advances in Anesthesia*. 2013. 31. P. 21—29.
- [4] Ингаляционная индукция и поддержание анестезии / под ред. В.В. Лихванцева. М.: МИА, 2013. 320 с.

- [5] *Khoudja R.Y., Xu Y., Li T., Zhou C.* Better IVF outcomes following improvements in laboratory air quality. *J. Assist. Reprod. Genet.*, 2013. 30. P. 69–76.
- [6] *Miekisch W., Schubert J.K., Noeldge-Schomburg G.F.E.* Diagnostic potential of breath analysis — focus on volatile organic compounds // *Clin. Chim. Acta.* 2004. Vol. 347. N 1–2. P. 25–39.
- [7] *Mousa Mohammed S.A., Abdel-Hady E.S.* Sevoflurane versus propofol sedation technique for trans-vaginal oocyte retrieval in one-day surgery // *Egyptian J. Anaesth.* 2006. Vol. 22. N 2. P. 100–105.
- [8] *Smith F.D.* Management of exposure to waste anesthetic gases // *AORN J.* 2010. Vol. 91. N 4. P. 482–494.

## **ECOLOGIC MONITORING OF AIR POLLUTION IN OPERATION ROOM IN CLINIC OF ASSISTED REPRODUCTIVE TECHNOLOGIES**

**V.I. Potievskaya<sup>1</sup>, I.L. Ushakov<sup>2</sup>, A.A. Popov<sup>3</sup>, A.Ya. Chizhov<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Russian medical academy for postgraduate education,  
department of anesthesiology and intensive care  
*Barrikadnaya str., 2/1, Moscow, Russia, 125993*

<sup>2</sup> Clinical Hospital “Moskvorechye”  
*Moskvorechye str., 16, Moscow, Russia 115409*

<sup>3</sup> Moscow Regional Scientific Research Institute  
of Obstetrics and Gynaecology  
*Pokrovka, 22a, Moscow, Russia, 101000*

<sup>4</sup> Ecological faculty  
Peoples’ Friendship University of Russia  
*Podolskoe shosse, 8/5, Moscow, Russia, 113093*

The study was conducted to evaluate dynamics of air pollution during inhalational anaesthesia with sevoflurane in In Vitro Fertilization. Measurements of volatile organic compounds (VOC) were performed using portable photoionization gas analyzer in 5 areas of operating room during 7 working days and near the patient’s head and in the location of anaesthesia apparatus during 14 days without additional air cleaning. Then we used air carbone filter and measured VOC during next 14 days (49 anaesthesias altogether). Maximal air pollution was detected in the awakening period. There were no VOC traces in the area of embryologist during all periods of inhalational anaesthesia. It was shown that air pollution level reduced significantly after air carbone filter installation.

**Key words:** ecological monitoring, inhalational anaesthesia, sevoflurane, air pollution, in vitro fertilization

### **REFERENCES**

- [1] Agadzhanjan N.A., Radysh I.V., Jusupov R.A., Hodorovich A.M. *Jekologija, kachestvo zhizni i reproduktivnoe zdorov’e* [Ecology, quality of life and reproductive health]. Kazan’: Izd-vo KGTUB [Kazan, a publishing house KGTUB], 2008. 424 p.
- [2] Ishizawa Y. General anesthetic gasses and the global environment. *Anesth Analg.* 2011. 112(1). P. 213–217.
- [3] Zuegge K.L. Ecological and Economical Practice for Anesthesiologists. *Advances in Anesthesia.* 2013. 31. P. 21–29.



- [4] Ingaljacionnaja indukcija i podderzhanie anestezii. Pod red. V.V. Lihvanceva [Inhalation induction and maintenance of anesthesia. Ed. V.V. Likhvantseva]. M.: MIA [Moscow: MIA], 2013. 320 p.
- [5] Khoudja R.Y., Xu Y., Li T., Zhou C. Better IVF outcomes following improvements in laboratory air quality. *J. Assist. Reprod. Genet.*, 2013. 30. P. 69—76.
- [6] Miekisch W., Schubert J.K., Noeldge-Schomburg G.F.E. Diagnostic potential of breath analysis — focus on volatile organic compounds. *Clin. Chim. Acta.* 2004. Vol. 347. N 1—2. P. 25—39.
- [7] Mousa Mohammed S.A., Abdel-Hady E.S. Sevoflurane versus propofol sedation technique for trans-vaginal oocyte retrieval in one-day surgery. *Egyptian J. Anaesth.* 2006. Vol. 22. N 2. P. 100—105.
- [8] Smith F.D. Management of exposure to waste anesthetic gases. *AORN J.* 2010. Vol. 91. N 4. P. 482—494.

---

---

## DYNAMICS OF CHOLERA IN ZIMBABWE AND AN ASSESSMENT OF INFLUENCE OF SYSTEM OF THE INTERNATIONAL HUMANITARIAN AID ON REDUCTION OF CASES DURING THE 2008—2009 CHOLERA EPIDEMIC

K.O. Hlomayi, O.M. Rodionova

Ecological Faculty  
Peoples' Friendship University of Russia  
Podoskoye shosse, 8/5, Moscow, Russia, 115093

The article assess the cholera dynamics in Zimbabwe, environmental factors contributing to the cholera crises and the 2008—2009 cholera epidemic; humanitarian aid strategies and how they reduced the cholera case fatality rate from approximately 4.4 in January 2009 to 0 in June 2009.

**Key words:** cholera, case fatality rate, *Vibrio cholerae*, contamination, sanitation, water quality

Cholera is an infection of the small intestine by some strains of the bacterium *Vibrio cholera* [1]. In Zimbabwe, cholera is endemic with occasional outbreaks occurring since 1992. The classic symptom is large amounts of watery diarrhea that lasts a few days [2]. Other vibrios can sometimes cause isolated outbreaks of more slight diarrhea whereas others — the vast majority — is free living and do not cause any illness [3]. Copepods and chironomids are natural reservoirs of *V. cholerae*, they are dispersed by migratory water birds, hence distributing the bacteria between water bodies within and between continents.

Common sources of infection with cholera include:

- municipal water supplies (when water quality is below standards);
- ice made from municipal water;
- foods and drinks sold by street vendors;
- vegetables grown with water containing human wastes;
- raw or undercooked fish and seafood caught in waters polluted with sewage( and at times oysters);
- Occasionally standing or swimming in contaminated water (e.g. Sea) when you have open wound.

Cholera has its origins in the Indian sub-continent; it has been prevalent in the Ganges delta since ancient times [4]. The disease first spread by trade routes (land and sea) to Russia in 1817, later to the rest of Europe, and from Europe to North America and the rest of the world [4]. According to National data on supervision reported to World Health Organization (WHO), the cholera pandemic reached Africa, in 1970, and became endemic in many African countries [5]. The first recorded case of cholera in Zimbabwe was in 1972, along the Nyamapanda Border, Mashonaland East Province [6]. Cholera in Zimbabwe increased its frequency from 1992/1993, 2048 and 5385 respectively [7].

As from August 2008 to May 2009 Zimbabwe experienced the worst cholera epidemic described as the worst in Africa with a cumulative cholera case load of 98,592 by July 2009. The number of cumulative deaths was 4,288, with 2,631 community deaths in Mid-July [8]. On the 20th of August 2008, an outbreak of 118 cases was declared at St. Mary's and Zengeza wards of Chitungwiza, a large urban centre on the outskirts of Harare

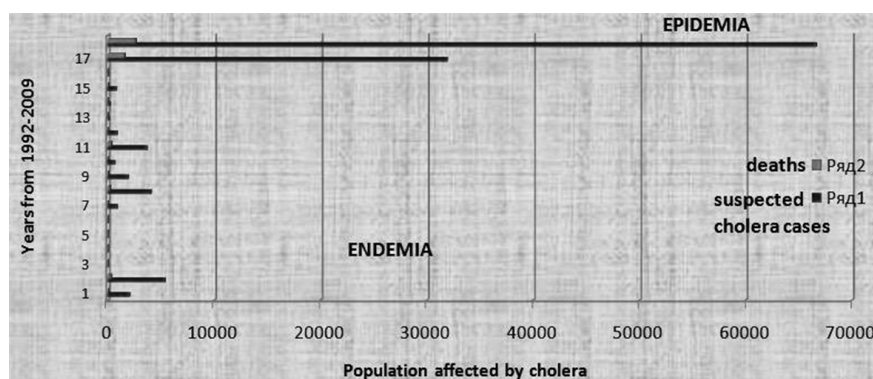
[9]. *Vibrio Cholerae* El Tor 01 was isolated from 18 (30%) of the 59 specimens submitted for examination, thus supporting the clinical evidence for an outbreak [10], the overall case fatality rate was more than 4% but reached up to 20–30% in remote areas (Table 1).

Table 1

**Trend of cholera incidence in Zimbabwe from 1992–2009\***

Year	Cases	Deaths	Cfr	Year	Cases	Deaths	Cfr
1992	2 048	57	2,8	2001	649	13	2
1993	5 385	323	6	2002	3 684	354	9,6
1994	3	0	0	2003	879	19	2,2
1995	0	0	0	2004	125	10	8
1996	0	0	0	2005	231	15	6,5
1997	1	0	0	2006	789	63	8
1998	883	46	5,2	2007	65	4	6,2
1999	4 081	240	5,9	2008	31 921	1 596	5
2000	1 911	71	3,7	2009	66 664	2 667	4

\* <http://www.who.int/cholera/countries/ZimbabweCountryProfileOct2009.pdf>



**Fig. 1.** Epidemiology of cholera in Zimbabwe from 1992–2009

Shown in figures 1 and 2, Cholera, cases were first reported in 1992, with a high Case Fatality Rate of 2, 8%, which is higher than the WHO, cholera benchmark. From 1994–1997, there were no recorded cholera cases, CFC was 0. Cholera reappeared in 1998 with above WHO cholera CFC benchmark of 1 and has been endemic in the country up until to date. 2008–2009 was seen with an increase of cholera cases and deaths, this period was pronounced an epidemic as more than 100 000 cholera cases and 5000 deaths were recorded.

### **Reasons why cholera has become endemic in Zimbabwe**

#### *Economic crisis*

From the 1990s Zimbabwe experienced hyper inflation. The peak month of hyperinflation occurred in mid-November 2008 with a rate estimated at 79,600,000,000% per month [11]. The economic crises in Zimbabwe lead to a lag in maintenance of infrastructure i.e. water pipes, water system plants etc and breakdown of services especially the Health system. Hospital staff was constantly protesting for pay rise, hospital equipment was continuously in shortage including medicine.

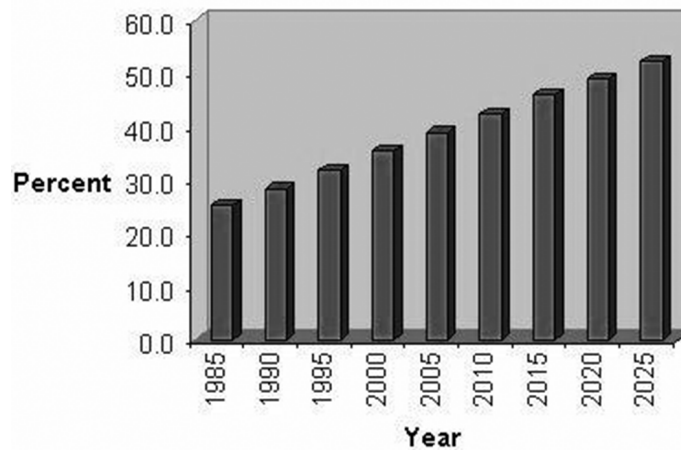
Year	Inflation Rate
2001	112.1%
2002	198.93%
2003	598.75%
2004	132.75%
2005	585.84%
2006	1,281.11%
2007	66,212.3%
2008 July	231,150,888.87%
2008 Aug	471,000,000,000%
2008 Sept	3,840,000,000,000,000,000%
2008 Nov	89,700,000,000,000,000,000,000%

**Fig. 2.** Inflation in Zimbabwe from 2001—2008

Source: Newsday Zimbabwe; 2014 April

*High rural to urban migration*

After independence the black population started to influx into urban areas for better life , which resulted in an increase in the demand for domestic water. The municipal authorities in the 2000-s were challenged in maintaining large populations in the urban areas. In high density suburbs where rents and rates are cheaper were over populated and still are. A toilet which is supposed to carter for 4 or 5 would support 10 or more people. Sewage and water pipe bursts are common in such areas such as Mbare a high density suburb in Harare.



**Fig. 3.** Rate of urbanization in Zimbabwe

Source: Newsday Zimbabwe, 2013

*Non functional water plants*

Zimbabwe’s urban water and sanitation services development was of high service levels and standards and universal access for all. The economic meltdown in the last decade has led to the deterioration of services leading to many water supply and sewerage infrastructure going beyond the state of repair The sewer systems at many local authorities are in a state of disrepair due to the ageing infrastructure The maintenance Of water system plants include maintenance of sewer lines, pumps and also pipe replacement. For

a long period of time Zimbabwe has had inadequate operation and maintenance of the existing Water sanitation systems, by 2008 they were operating well below their installed capacities. Water supply systems in urban areas have been operating with substandard equipment including some of their critical installations like intake works, pump stations and treatment plants, e.g. there were no provisions for standby, and breakdown of a single piece of equipment would leave the entire city’s population with no water supply. Almost all water treatment plants had been operating without sufficient filter sand, proper flow measurement devices and chemical dosing equipment. Water treatment chemicals had also become inadequate; therefore the population was being supplied with water of substandard quality (Fig. 3).

Zimbabwe National Water Authority (ZINWA) oversees water supply and distribution to the industrial, agriculture, and private sectors. It is the main authority which oversees the safe supply of water in the urban areas and rural areas. With economic challenges in the country ZINWA was not able to deliver its services adequately. Its inadequacy to deliver services lead to continuous water pipe bursts, partially treated water due to shortages of chemicals. Some boreholes were contaminated due to leaks of sewage pipes there by contaminating underground water which is the source of borehole water.

#### *Contaminated rivers and dams*

Most rivers in Zimbabwe are contaminated as partially treated domestic and industrial effluent is discharged into rivers. The most polluted lake is Lake Chivero, where the city of Harare draws water for domestic use, with shortage of chemicals the water is not treated to standard and at times has a color and a foul smell. From the same river, fish was caught and sold to the public, and fish is a reservoir of the *Vibrio Cholerae*.

#### *Electricity power cuts*

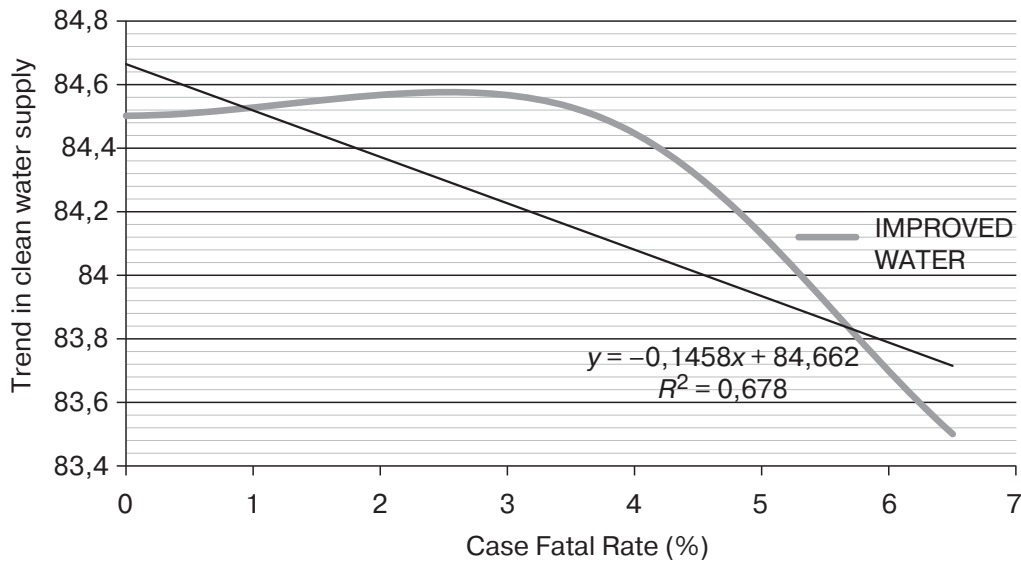
For the past ten years Zimbabwe has been rationing its electricity supply to the population. In recent years the rationing began in the industry. At times the water plants had no electricity; hence water is not pumped to residential areas, when the population got the water due to power cuts, most by passed the boiling of water before use, putting them at risk of cholera.

*Table 2*

**Trend in water and sanitation in Zimbabwe from 1990–2012 (%)**

Year	Population using improved water			Population using improved sanitation facilities		
	Rural	Urban	Total	Rural	Urban	Total
2012	69	97	80	32	52	40
2010	69	98	80	33	52	40
2005	69	98	80	33	52	40
2000	70	99	80	34	53	40
1995	70	99	79	35	53	41
1990	71	100	79	35	54	41

Source: [www.wssinfo.org/data-estimates/tables](http://www.wssinfo.org/data-estimates/tables)



**Fig. 4.** Relationship of quality of water and cholera fatality rate from 1995—2005

Table 2 shows how the quality of water and sanitation has deteriorated over the years. Figure 4 shows the relationship of clean water supply and cholera case fatality rate. As quality of water decreased, the case fatality rate increased. This strongly suggests that the quality of water is the major effect why cholera is endemic in Zimbabwe.

The humanitarian aid provides the financial and logistic support to the needing people. It is, as a rule, short-term help until long-term help from the government and other establishments replace it. The humanitarian aid is response to humanitarian crises, including natural disasters and man — made catastrophes.

**Humanity** — The principle of humanity means that humankind should be treated humanely in all circumstances by saving lives and alleviating suffering, while ensuring respect for the individual. It is the fundamental principle of humanitarian response [12].

**Humanitarian Imperative** It states the obligation of the international community “to provide humanitarian assistance wherever it is needed [13].

**Impartiality**-humanitarian assistance must be fair, without basis on nationality, race, religion, or political point of view. It must be based on need alone.

**Neutrality** — working without giving to any party in case of any armed conflict or other disputes

The major humanitarian organizations in Zimbabwe.

1. CARE International In Zimbabwe(CARE), International NGO.
2. Catholic Agency for Overseas Development(CAFOD), International NGO.
3. International Committee of the Red Cross(ICRC), International NGO.
4. OXFAM America(OXFAMUSA), International NGO.
5. UNICEF, UNESCO, FAO etc.
6. Medecins Sans Frontiers (Doctors Without Borders) Operational Centre Amsterdam (MSF OCA), International NGO.
7. Mercy Corps(MERCYCORPS), International NGO.

The activities done by the humanitarian organizations against cholera in Zimbabwe in 2008—2009:

- social mobilization, health and hygiene advance and distribution of IEC;

- chemicals for water processing;
- safe water supply;
- monitoring quality of water;
- ecological management;
- sanitation and hygiene programs.

Strategy and interventions used for safe water supply included:

- rehabilitation of boreholes;
- drilling of boreholes;
- water treatment at the household level (chlorine tablets);
- water bacteriological and chemical monitoring.

Sanitation strategies included:

- rehabilitation of public toilets or latrines;
- construction of alternative systems of sanitation.

Figure 5 shows the cumulative cholera cases from January 2008 to March 2009 and cases in every province within this period. The highest case fatalities were in the capital city, Harare followed by the eastern border town Mutare.

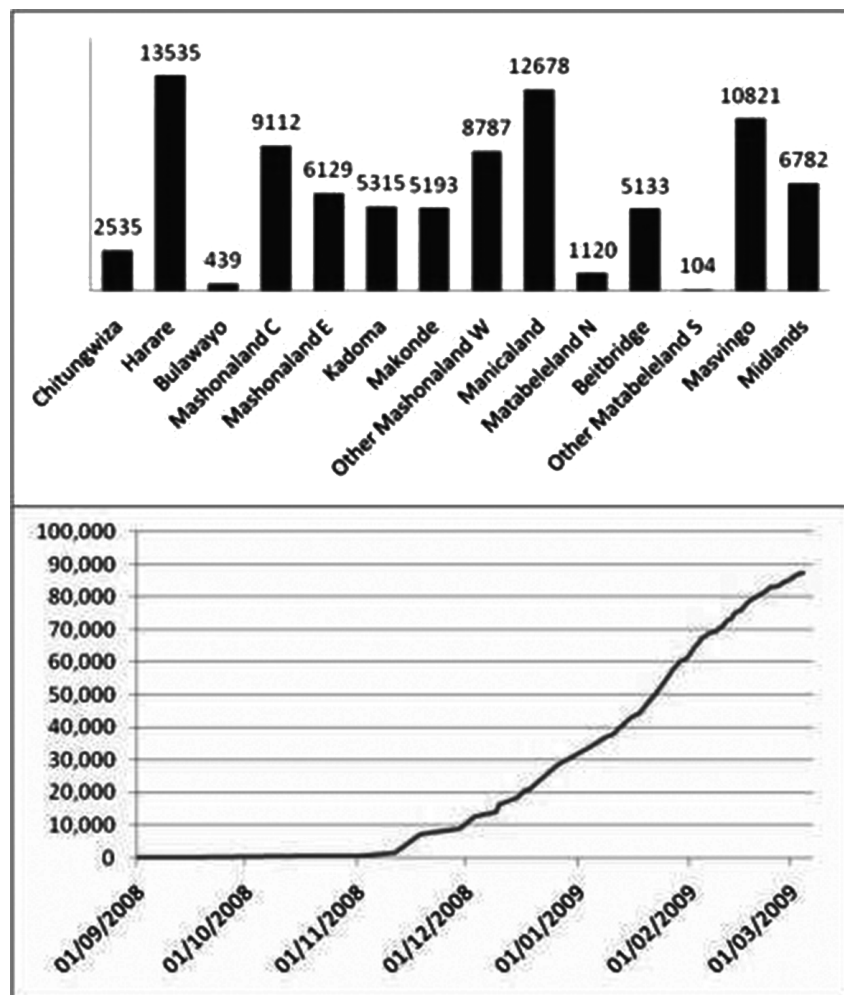
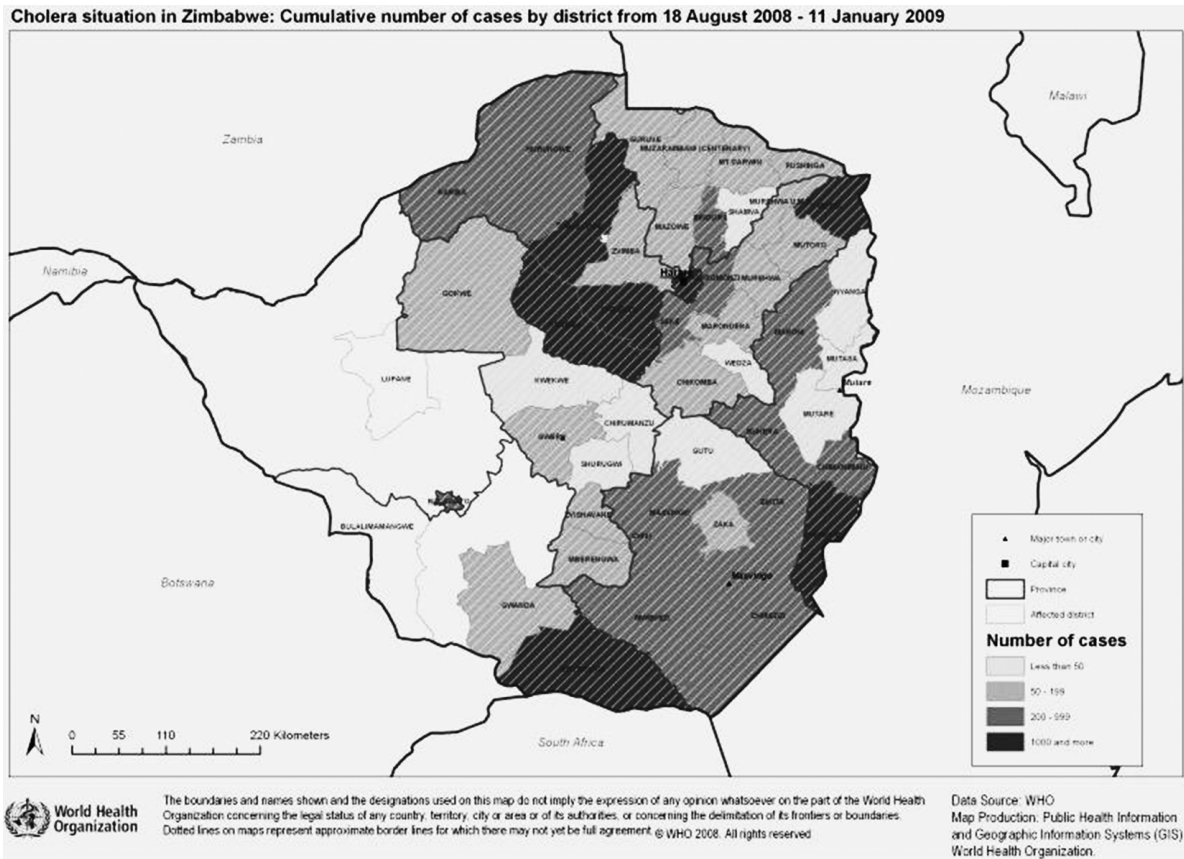


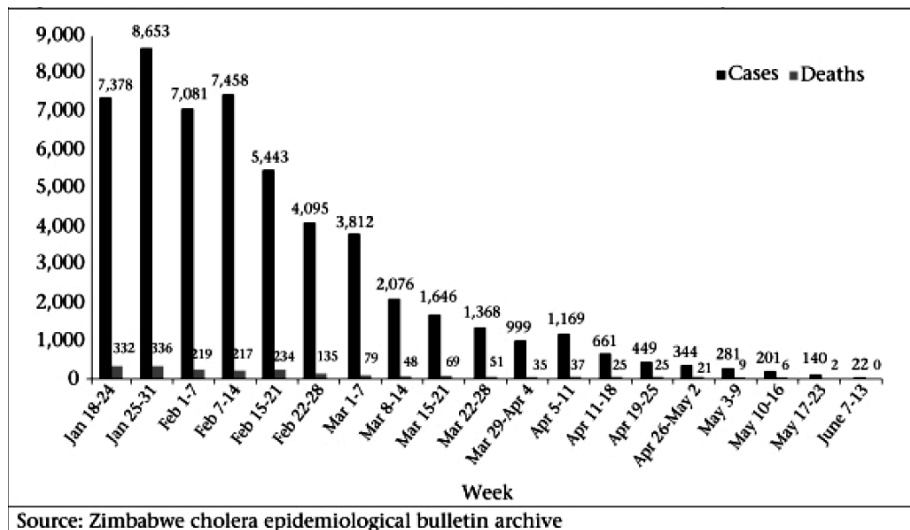
Fig. 5. Cholera epidemic 2008–2009 in Zimbabwe

Source: United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs, the World Health Organisation, the International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies.



**Fig. 6.** Cholera fatality before humanitarian aid intervention

Source: WHO, Zimbabwe cholera reports. January 2009.



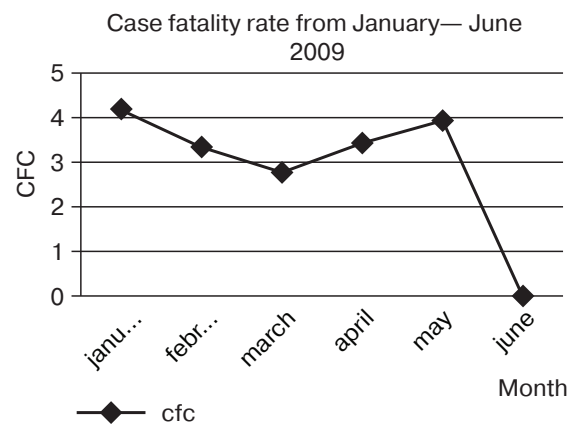
**Fig. 7.** Cholera fatality after arrival of humanitarian aid

Source: WHO, Zimbabwe cholera epidemiological bulletin archive.

Figure 6 shows the fatality rate of cholera in different parts of Zimbabwe. The eastern part of the country was most affected and border regions. The frequency of the disease was most in the regions denoted by the dark color; north part, which include Harare, the



border towns; in the south Beitbridge, in the east, Mutare, in the north Nyamapanda. In border towns sanitation is usually low as travelers wait for exit for long hours or even days, toilets are few to carter for travelers.



**Fig. 8.** Graph showing trend in case fatality rate with humanitarian aid

The 2008—2009 cholera epidemic was severe with cumulative new cases of cholera every week, the government reported the epidemic and humanitarian aid community intervened; governments, nongovernmental organizations, they provided cash, medical supplies and personnel. Figure 7 and 6 show how the case fatality rate began to decrease in January 2009. This was after humanitarian aid intervention in December, despite the rainy season (January to March )where it is expected that the cholera cases rise, the cholera case fatalities continued to decrease until June, where no new cases were reported, which marked the end of the cholera epidemic (Fig. 8).

*Table 3*

**Case fatality rate from 2008—2012**

Year	Case fatality rate
2008	5
2009	4
2010	2,21
2011	0,16
2012	4,4

Table 3 shows cholera case fatality rate from 2008 to 2012 the CFC Hs been fluctuating but with no serious cholera outbreaks. In 2011 the disease was even lower than the WHO cholera benchmark. Where as in 2012 the CFC was high but with no outbreak, a few where infected but comparing with the number of deaths the CFC rose but there was no cholera outbreak.

### Discussion

Cholera in Zimbabwe is endemic. This is because of the poor administration of those in the water authority, though not solely their problem, but the economic crises prevailing in the country. The influx of the population in the urban areas especially in Harare, challenged ZINWA and other water authorities to maintain the water and sewage systems,

which include; waste water management, water purification, and even to replace old ones, the economic crisis was the major factor. Due to this constraint the water and sanitation from 1990 has been decreasing, making people vulnerable to all water-borne diseases such as cholera. 2008—2009 the country experienced a large cholera outbreak which killed more than 80 00 people. The cholera epidemic began in August, the government tried to put it under control but failed. The cumulative cases were very high. In figure 5 the graph shows how the cholera cases rose exponentially. The humanitarian community intervened in December 2008. They implemented their programs, which included drilling of boreholes, medical supplies, chlorine pills, campaigns etc. The programs helped to slow down the cumulative cholera cases. The number of new cases and deaths began to drop. Figure 7 and 8 show how the case fatalities began to drop in January 2009, even at the pick of the rainy season (January—March), the case fatality rate continued to decrease. The humanitarian aid community together with the Zimbabwe ministry of health, managed to bring the cholera epidemic under control in June 2009, with a case fatality rate of 0%.

After the epidemic there have not been major cholera outbreaks in Zimbabwe. Figure 9 shows CFCs from 2010 to 2012. Cholera remains endemic in Zimbabwe, with the CFC fluctuating, the cholera cases are very few but compared to fatalities they give a high cfc, for example in 2012, 20 people were recorded to be infected but only 1 died , giving a high CFC of approximately 4.

### **Conclusion**

Water and sanitation in a country are vital, and they should be maintained in order to guard against risk of water borne diseases. The government of Zimbabwe should improvise on how to maintain water and sanitation infrastructure to provide the population with uncontaminated water. The policy and town planners should have a forecast plan on how to accommodate the increasing population in the cities, by maintaining water and sewer pipes and increasing their numbers to accommodate the growing population in urban areas. The humanitarian aid with its interventions and policies managed to control the cholera epidemic within almost a year. This is due to their delayed intervention, 3 months after the outbreak had begun. Even with their delayed intervention it is evident that their strategies helped decrease the cholera case fatality, bringing it to 0% within 6 months, from January to June. The government of Zimbabwe must follow the strategies the humanitarian community used in response and mitigation of the cholera outbreak. This will help the country to control future epidemics in time and even without the humanitarian aid, making the country self sustainable. With the cholera under control, there are still reports on cholera cases which are not severe, in these instances maybe the affected areas, the government through the ministry of health have not implemented strategies for controlling cholera. If there is no improvement of sanitation and water quality, proper mitigation and response to cholera cases the country will have another epidemia.

### **REFERENCES**

- [1] Finkelstein Richard. *Medical Microbiology*. 2015.
- [2] WHO position paper, Cholera vaccines, *Weekly epidemiological record* 13 (85): 117—128. Mar 26, 2010.

- [3] Richard A. Finkelstein, Medical Microbiology. 4th edition. Baron S, editor. Galveston (TX): university of Texas, 1996.
- [4] Sack D.A., Sack R.B., Nair G.B., Siddique A.K. Cholera, Lancet 363 (9404): 223—33, January 2004.
- [5] WHO Regional Office for Africa; Cholera, Outbreak Bulletin 2013; 2.
- [6] Ministry of Health and Child Welfare and World Health Organisation; Zimbabwe Cholera Control Guidelines, 3rd edition, November 2009.
- [7] World Health Organization; Zimbabwe country profile, 2009.
- [8] Noma Nesen, Edward Guzha; Zimbabwe WASH Cluster Evaluation of the WASH Response to the 2008—2009 Zimbabwe Cholera Epidemic and Preparedness Planning for Future Outbreaks, Final report prepared By IWSD in collaboration with the SAG, July 2009.
- [9] WHO: Cholera outbreak, Zimbabwe. Wkly Epidemiol Records 2009, 84: 50—52.
- [10] WHO: Outbreak news. Cholera, Zimbabwe. Wkly Epidemiol Records 2008, 83: 449—450.
- [11] Hanke S. and Kwok A. On the Measurement of Zimbabwe's Hyperinflation, Cato Journal 92(2).
- [12] Pictet, Humanity, 1979.
- [13] Hugo Slim. Relief agencies and moral standing in war: principles of humanity, neutrality, impartiality and solidarity, Development in Practice, Volume 10, Numbers 3-4/August 1, 2000.

## **ДИНАМИКА ХОЛЕРЫ В ЗИМБАБВЕ И ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ СИСТЕМЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ ГУМАНИТАРНОЙ ПОМОЩИ НА СОКРАЩЕНИИ СЛУЧАЕВ ВО ВРЕМЯ ЭПИДЕМИИ ХОЛЕРЫ 2008—2009 гг.**

**К.О. Хломая, О.М. Родионова**

Экологический факультет  
Российский университет дружбы народов  
*Подольское шоссе, 8/5, Москва, Россия, 115093*

Дана оценка динамики холеры в Зимбабве, факторов окружающей среды, способствующих кризисам холеры и эпидемии холеры 2008—2009 гг. Рассмотрены стратегии гуманитарной помощи и их роль в уменьшении коэффициента смертности от холеры (от 4.4 в январе 2009 до 0 в июне 2009).

**Ключевые слова:** холера, летальность, холерный вибрион, загрязнение, санитария, качество воды

# ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

## ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ ЭКОЛОГА-ИССЛЕДОВАТЕЛЯ В УСЛОВИЯХ МЕЖКУЛЬТУРНОЙ НАУЧНОЙ КОММУНИКАЦИИ

Н.Г. Валеева

Экологический факультет  
Российский университет дружбы народов  
*Подольское шоссе, 8/5, Москва, Россия, 113093*

В условиях межкультурного научного общения владение иноязычным научным экологическим дискурсом является компонентом профессиональной компетентности эколога-исследователя. Формирование профессиональной иноязычной коммуникативной компетенции исследователя осуществляется путем моделирования межкультурного научного общения в сфере экологии.

**Ключевые слова:** экологическое образование, эколог-исследователь, профессиональная компетентность, межкультурное научное общение, профессиональная иноязычная коммуникативная компетенция

Экологическое образование в условиях развивающегося межкультурного научного общения все больше ориентируется на формирование экологов-исследователей, владеющих иностранным языком, иноязычным научным дискурсом как средством достижения взаимопонимания с зарубежными коллегами при осуществлении научно-исследовательской деятельности, средством продвижения достижений отечественной науки на международной арене. Владение иностранным языком, иноязычным научным дискурсом становится неотъемлемой составляющей научно-профессиональной компетентности ученого, компонентом личности эколога-исследователя, формируемой в аспирантуре.

Согласно антропоцентрическому/лично-деятельностному подходу [4; 5], утвердившемуся сегодня в образовании, формирование эколога-исследователя как целостной личности осуществляется в том числе и с учетом потенциала иностранного языка. Иностранный язык в этих условиях рассматривается как знаковая системы, лингвокультурный код — как отражение концептуальной научной картины мира в сфере экологии иноязычного (как правило, англоязычного) социума, исследователь, владеющий иноязычным лингвокультурным кодом, — как

вторичная (удвоенная) языковая личность, присваивающая новый лингвокультурный код. Вторичная языковая личность эколога-исследователя как субъект научного общения может быть рассмотрена как «совокупность способностей и характеристик человека, обуславливающих создание и восприятие им речевых произведений (текстов)» [6. С. 3] иноязычного научного экологического дискурса. Данная «совокупность способностей и характеристик», или коммуникативная компетенция [9—13] определяется в соответствии с ФГОС.

Согласно ФГОС «05.06.01 Науки о Земле» обучение в аспирантуре экологического профиля включает систему требований — комплекс компетенций, направленных на формирование профессиональной компетентности исследователя-эколога: универсальных, общепрофессиональных, профессиональных [8]. Это предполагает, что любая дисциплина аспирантуры направлена на формирование целого комплекса компетенций.

Так, дисциплина «Иностранный язык» — это дисциплина, нацеленная на формирование профессиональной иноязычной коммуникативной компетенции (комплекса способностей) эколога-исследователя, необходимой для осуществления научно-исследовательской деятельности в условиях межкультурной научной коммуникации. В то же время данная дисциплина способствует формированию универсальных и общепрофессиональных компетенций будущего ученого.

Указанная взаимозависимость позволяет сформулировать определение профессиональной иноязычной коммуникативной компетенции (далее ПИКК) в контексте универсальных компетенций, таких как «готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3); готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4)» [8]. ПИКК эколога-исследователя — это способность аспиранта выступать в режиме вторичной языковой личности в научно-профессиональной ситуации общения с партнерами из других стран и готовность к осуществлению межкультурного научного и профессионального взаимодействия в поликультурном пространстве в сфере экологии [2].

Согласно комплексным целям обучения определяются и задачи обучения дисциплины «Иностранный язык» в аспирантуре экологического профиля:

- формирование готовности к восприятию и пониманию иноязычной научной информации, иноязычной научной картины мира;
- формирование способности порождать и воспринимать научный экологический дискурс в процессе научно-профессиональной деятельности;
- формирование способности преодолевать коммуникативные барьеры для достижения научно-профессиональных целей;
- овладение определенными когнитивными приемами, позволяющими совершать познавательную и коммуникативную деятельность;
- развитие индивидуальных психологических особенностей и способностей межличностного научного взаимодействия;
- формирование учебных и компенсационных умений, а также умения постоянного самосовершенствования;
- стимулирование интеллектуального и эмоционального развития личности.

Содержание обучения максимально соотносится с будущей профессиональной научно-исследовательской деятельностью и задается ситуациями научного общения эколога-исследователя.

Анализ межкультурного научного общения экологов позволяет определить его составляющие и построить модель обучения, ориентированную на устные и письменные формы научного общения.

Иноязычная письменная научная коммуникация эколога-исследователя включает реферирование и аннотирование, письменный перевод научной литературы экологического профиля, написание научного сообщения/доклада, статьи по теме исследования, деловую переписку в научно-исследовательской деятельности.

Иноязычная устная научная коммуникация экологов представлена такими составляющими, как выступление с сообщением/докладом по теме научного исследования (с мультимедийным сопровождением); ведение научной беседы, дискуссии; устный перевод бесед, научных выступлений, докладов, дискуссий ученых-экологов.

В модель обучения включаются следующие модули: аннотирование и реферирование (письменное и устное) научных текстов экологического профиля, научное сообщение/доклад, научная беседа/дискуссия, деловая переписка, перевод (письменный, устный).

Формируемые речевые умения и используемые учебные материалы отбираются в соответствии со стартовым уровнем владения иностранным языком при поступлении в аспирантуру. Последний значительно различается в зависимости от того, занимался ли аспирант в бакалавриате, магистратуре по стандартной программе неязыкового вуза или по образовательному стандарту (ОС) вуза, предусматривающему углубленное изучение иностранного языка (например, ОС РУДН), освоил ли программы дополнительного профессионального образования по ИЯ.

Однако решающим в определении характера учебных материалов является экологический профиль направления подготовки «05.06.01 «Науки о Земле» [8], конкретная тематика диссертационного исследования аспиранта-эколога, что обуславливает включение в процесс обучения узкоспециальных текстов экологической тематики.

В рамках указанных модулей при освоении научного экологического дискурса аспиранты овладевают речевыми жанрами научного общения, текстовыми конвенциями их построения и наполнения; лингвистическими и паралингвистическими средствами.

Остановимся на специфике каждом из модулей обучения. Модуль реферирования и аннотирования научной литературы нацелен:

- на ознакомление обучающихся с видами аннотаций и рефератов;
- развитие умений самостоятельной работы с научным материалом экологического профиля (понимание, отбор, классификация по степени значимости, сжатие и представление информации, полученной из разнообразных источников, как письменных, так и устных);
- формирование умений выбора речевых моделей и дискурсивных маркеров для логичного и аргументированного представления информации в экологическом дискурсе;

— совершенствование умений по составлению и оформлению основных реферативных жанров текстов на иностранном и родном языках.

Модуль научного сообщения/доклада направлен на формирование умений порождения и восприятия научного сообщения и доклада, сопровождаемого презентацией. Учитывая то, что устная форма сообщения и доклада в научной речи, как правило, является реализацией ранее составленного письменного сообщения, тезисов доклада или текста доклада, обучение письменной речи предваряет формирование умений устного выступления.

Модуль написания научной статьи ориентирован на овладение коммуникативными средствами и технологиями подготовки разделов научной статьи и ее оформления для зарубежной публикации. В рамках данного модуля совершенствуются навыки формулирования мысли, логики построения и оформления высказывания; осваиваются основные речевые стандарты и клише, правила оформления научной статьи в соответствии с нормой и узусом иноязычного научного сообщества.

Модуль научной беседы/дискуссии предполагает совершенствование восприятия научной речи на слух, развитие умений общего, детального и критического понимания. Данный модуль предполагает также развитие умений порождения устной речи, ведения беседы/дискуссии (установление/завершение контакта, формулировка вопросов и ответов, построение аргументации и контраргументации, представление доказательной базы).

Модуль деловой переписки в научно-исследовательской деятельности знакомит аспирантов-экологов с типами деловых писем и формирует умения и навыки ведения переписки с международными издательствами, рецензентами, коллегами, организационными комитетами конференций, грантодателями [2].

Модуль перевода формирует знания в области теории и практики научного перевода [3]. В рамках данного модуля развиваются умения письменного и устного перевода с листа (с подготовкой), закладывает основы устного последовательного и двустороннего перевода, формируются умения использования информационных технологий в переводческой деятельности.

Обучение иностранному языку строится на интерактивной основе. В процессе самостоятельной работы аспирантов формируются умения работы с аутентичными научными материалами экологического сообщества. Задания носят проблемно-творческий характер, что усиливает мотивацию и развивает творческий потенциал эколога-исследователя.

Предлагаемая система контроля отличается профессиональной ориентированностью, целенаправленностью и дифференцированностью и используется для определения уровня сформированности ПИКК аспиранта-эколога на определенном этапе обучения (текущий, промежуточный и итоговый контроль).

Формы контроля включают не только широко распространенные виды проверочных работ, тестов, имитационных ролевых игр (например, участие в круглых столах с презентацией и обсуждением докладов по заданной или самостоятельно выбранной аспирантом тематике), но и представлены также такими формами подлинной научной деятельности эколога-исследователя в условиях междукуль-

турного научного общения, как написание и публикация статей на иностранных языках в материалах конференций различного уровня от студенческих [1] до международных [7] и научных журналах, выступление с докладами и сообщениями на конференциях, участие в научной дискуссии в ходе пленарных и секционных заседаний. На экологическом факультете РУДН ежегодная научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Актуальные проблемы экологии» на иностранных языках проводится более пятнадцати лет. А в 2015 году при поддержке РФФИ успешно реализован проект международной молодежной научно-практической конференции на иностранных языках “International Youth Scientific Conference “People. Science. Innovations in the Neu Millennium”, в котором представлено более тридцати публикаций аспирантов экологического факультета РУДН на иностранных языках [7].

Представляется, что вышеуказанные формы контроля служат эффективным критерием оценки сформированности ПИКК эколога-исследователя как составляющей профессиональной компетентности. Что, в свою очередь, позволяют оценить предлагаемую модель обучения как эффективную, отвечающую целям профессиональной подготовки эколога-исследователя для осуществления научно-профессиональной деятельности в условиях межкультурной научной коммуникации.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Актуальные проблемы экологии и природопользования: сборник научных трудов XVII Международной научно-практической конференции: в 2 ч. Ч. 2: Экология на рубеже третьего тысячелетия. Москва, 3 апреля 2015 г. М.: РУДН, 2015. 246 с.
- [2] *Валеева Н.Г.* Программа подготовки аспирантов (соискателей) к кандидатскому экзамену по общенаучной дисциплине «Иностранный язык» по направлению подготовки 05.06.01 «Науки о Земле». URL: <http://web-local.rudn.ru/web-local/kaf/j/files.php> (дата обращения 06.03.2016).
- [3] *Валеева Н.Г.* Теория перевода: культурно-когнитивный и коммуникативно-функциональный аспекты: монография. М.: РУДН, 2010. С. 88–98.
- [4] *Зимняя И.А.* Личностно-деятельностный подход к обучению русскому языку как иностранному / И.А.Зимняя // Русский язык за рубежом. 1985. № 5. С. 17–21.
- [5] *Зимняя И.А.* Личностно-деятельностный подход как основа организации образовательного процесса // Общая стратегия воспитания в образовательной системе России (к постановке проблемы): Коллективная монография. В 2 книгах. Книга 1 / Под общей редакцией И.А. Зимней. М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2001. С. 244–252. URL: <http://psychlib.ru/inc/absid.php?absid=79725>
- [6] *Караулов Ю.Н., Красильникова Е.В.* Русская языковая личность и задачи ее изучения: Предисловие / Е.В. Красильникова, Ю.Н. Караулов // Язык и личность. М.: Наука, 1989. С. 3–11.
- [7] Люди. Наука. Инновации в новом тысячелетии: сборник научных трудов Международной молодежной научно-практической конференции. Москва, 23–25 ноября 2015 г.: в 2 ч. М.: РУДН, 2015. Ч. 1. 578 с. Ч. 2. 498 с.
- [8] Приказ Минобрнауки России от 30.07.2014 № 870 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 05.06.01 «Науки о земле (уровень подготовки кадров высшей квалификации)» (Зарегистрировано в Минюсте России 20.08.2014 № 33680). URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_167998](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_167998) (дата сохранения: 24.02. 2016).



- [9] Canale M. and Swain M. (1980). Theoretical bases of communicative approaches to second language teaching and testing. Applied Linguistics 1, 1-47. URL: <http://www.auburn.edu/~nunnath/engl6240/clt.html> /23/03/2016/
- [10] URL: <http://en.academic.ru/dic.nsf/enwiki/225349> /23/03/2016/
- [11] URL: [http://en.wikipedia.org/wiki/Communicative\\_competence](http://en.wikipedia.org/wiki/Communicative_competence) /23/03/2016/
- [12] Hymes D. On Communicative Competence. In J.B. Pride and J. Holmes (eds.), Sociolinguistics. Harmondsworth: Penguin, 1972, pp. 269—293.
- [13] [http://methodological\\_terms.academic.ru/659](http://methodological_terms.academic.ru/659) /23/03/2016

## **FORMATION OF PROFESSIONAL COMPETENCE OF THE ECOLOGIST RESEARCHER IN THE CONTEXT OF CROSS-CULTURAL SCIENTIFIC COMMUNICATION**

**N.G. Valeeva**

Ecological Faculty  
Peoples' Friendship University of Russia  
*Podolskoe shosse, 8/5, Moscow, Russia, 113093*

In the context of cross-cultural scientific communication the foreign language academic environmental discourse proficiency is the component of the professional competence of an ecologist researcher. Formation of professional communicative foreign language competence of researchers is carried out by modeling scientific cross-cultural academic dialogue in the field of ecology.

**Key words:** environmental education, ecologist researcher, professional competence, cross-cultural scientific communication, professional foreign language communicative competence

### **REFERENCES**

- [1] Aktualnye problemy ekologii i prirodopolzovaniya: sbornik nauchnyh trudov XVII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Ch. 2: Ekologiyj na rubezhe tret'ego tysjacheletija [The Urgent Ecological and Environmental Management Problems: collection of scientific works of the XVII International scientific and practical conference. Part 2: Actual environmental problems of the third millennium. Moscow, April 3, 2015] M.: Peoples' Friendship University of Russia, 2015. 246 p.
- [2] Valeeva N.G. Programma podgotovki aspirantov (soiskatelej) k kandidatskomu ekzamenu po obschenauchnoj discipline «Inostrannyj jazyk» po napravleniju podgotovki 05.06.01 «Nauki o Zemle» [Post-graduate training program (candidates) to the candidate examinations on general scientific discipline «Foreign Language» in the line of study 05.06.01 «Geosciences»]. Retrieved from: <http://web-local.rudn.ru/web-local/kaf/rj/files.php/06.03.2016/>
- [3] Valeeva N.G. Teorija perevoda: kulturno-kognitivnyj i kommunikativno-funkcionalnyj aspekty: Monografija [Translation theory: cultural-cognitive and communicative and functional aspects: Monograph.]. M.: Peoples' Friendship University of Russia, 2010. P. 88—98.
- [4] Zimnjaja I.A. Lichnostno-dejatel'nostnyj podhod k obucheniju russkomu jazuku kak inostrannomu / I.A. Zimnjaja / [Personality-activity approach to teaching Russian as a foreign language / I.A. Zimnyaya]. Russkij jazyk za rubezhom. 1985. № 5. S. 17—21. [Russian language abroad]. 1985. № 5. P. 17—21]

- [5] Zimnjaja I.A. Lichnostno-dejatel'nostnyj podhod kak osnova organizatsiji obrazovatel'nogo protsessa [Personality-activity approach as the basis for the organization of educational process]. Obschaja strategija vospitaniya v obrazovatel'noj sisteme Rossii (k postanovke problem): Kollektivnaja monografija. V 2 knigah. Kniga 1 / pod obschej redaktsiej I.A. Zimnej [The general strategy of education in the educational system of Russia (towards problem definition): The collective monograph. In 2 books. Book 1 / Edited by I.A. Zimnyaya] M.: Research center of problems of quality of training, 2001. P. 244—252. Retrieved from: <http://psychlib.ru/inc/absid.php?absid=79725>
- [6] Karaulov Yu.N., Krasilnikova E.V. Russkaja jazykovaja lichnost' i zadachi ee izuchenija: Predislovie / E.V. Krasilnikova, Ju.N. Karaulov / [Russian linguistic identity and objectives of its study: Preface / E.V. Krasil'nikova, Y.N. Karaulov]. Jazyk i lichnost' [Language and identity]. M.: Science, 1989. P. 3—11.
- [7] Ljudi. Nauka. Innovatsii v novom tysjacheletii =People. Science. Innovations in the New Millennium: sbornik nauchnyh trudov Mezhdunarodnoj molodezhnoj nauchno-prakticheskoj konferentsii. Moskva, 23—25 nojabrja 2015 g. : v 2 ch. [People. Science. Innovations in the New Millennium: collection of scientific works of the International Youth Scientific and Practical Conference. Moscow, 23-25 November 2015: 2 parts]. Moscow: PFUR, 2015. Part 1. 578 p. Part II. 498 p.
- [8] Prikaz Minobrnauki Rossii ot 30.07.2014 N 870 «Ob utverzhdenii federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo standarta vysshego obrazovaniya po napravleniju podgotovki 05.06.01 Nauki o zemle (uroven podgotovki kadrov vysshej kvalifikatsii)» (Zaregistrirvano v Minyuste Rossii 20.08.2014 N 33680) [Order of the Russian Ministry of 30.07.2014 N 870 «On approval of the federal state educational standard of higher education in the line of study 05.06.01 Geosciences (the level of training of highly qualified personnel)» (Registered in the Ministry of Justice of Russia 20.08.2014 N 33680)]. Retrieved from: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_167998/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_167998/) / 24.02. 2016 /
- [9] Zimnjaja I.A. Lichnostno-dejatel'nostnyj podhod k obucheniju russkomu jazyku kak inostrannomu / I.A. Zimnjaja / [Personality-activity approach to teaching Russian as a foreign language / I.A. Zimnyaya]. Russkij jazyk za rubezhom. 1985. № 5. S. 17—21. [Russian language abroad]. 1985. № 5. P. 17—21]
- [10] <http://en.academic.ru/dic.nsf/enwiki/225349> Retrieved 23/03/2016
- [11] [http://en.wikipedia.org/wiki/Communicative\\_competence](http://en.wikipedia.org/wiki/Communicative_competence) Retrieved 23/03/2016
- [12] Hymes, D. On Communicative Competence. In J.B. Pride and J. Holmes (eds.), *Sociolinguistics*. Harmondsworth: Penguin, 1972, pp. 269—293.
- [13] [http://methodological\\_terms.academic.ru/](http://methodological_terms.academic.ru/) 23/03/2016

---

---

## ПОСТРОЕНИЕ ЗАНЯТИЯ ПО ПЕРЕВОДУ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ТЕКСТА В АСПЕКТЕ МЕЖКУЛЬТУРНОЙ КОММУНИКАЦИИ

М. Ю. Авдони́на<sup>1</sup>, Н.Г. Вале́ева<sup>2</sup>, Н.И. Жабо<sup>2</sup>, С.И. Терехова<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Московский государственный лингвистический университет  
*ул. Остоженка, 38, Москва, Россия, 119034*

<sup>2</sup> Российский университет дружбы народов  
*ул. Миклухо-Маклая, 6, Москва, Россия, 117198*

<sup>3</sup> Киевский национальный лингвистический университет  
*ул. Большая Васильковская, 3, МСП, Киев-150, Украина, 03680*

Обучение практическому переводу профессионально ориентированного текста получило новое измерение благодаря ИКТ. Предлагается методический, дидактический и психологический анализ деятельности преподавателя и обучающихся по интерпретации информации, выявлению культурологического и прагматического планов текста в ходе переводческого анализа текста по экологии.

**Ключевые слова:** обучение специальному переводу, интерпретации информации, информационно-компьютерные технологии, экологический текст

### Введение

Занятия по практическому переводу профессионально ориентированного текста помимо собственно дидактических задач могут стать поводом для самостоятельного понимания обучающимися того, что специалист может и должен почерпнуть из текста по своей теме (отрасли экологии в нашем случае) нечто большее или совсем другое, нежели данные, приводимые автором статьи. Рассматриваемая в данной статье педагогическая задача — привить ученым и практикам-экологам вкус к интерпретации информации, научить способам выявления культурологического и прагматического планов текста в ходе предпереводческого анализа текста.

Перед преподавателем стоит сложная и интересная задача — найти такие тексты об экологических проблемах, в которых есть нужные идеи, сравнения, образы, и понять их по-своему.

### Методы и материалы

В данной статье мы предлагаем виды работы с видеосюжетами и скриптами портала «Евроьюс» в качестве удобного источника уже готовых вариантов изложения одной и той же информации для разных адресатов. Бригады журналистов-переводчиков этого портала работают независимо, получая первичный текстовый материал и отснятый и смонтированный видеоряд. Журналисты адаптируют тексты, обращаясь каждый к своей национальной аудитории. Автор текста при написании материала на своем языке стремится изложить сведения о новых открытиях, внедрениях экологически чистых инновационных технологий так, чтобы адресат стал постоянным зрителем этого портала.

Такая работа имеет и общепедагогическую значимость: в будущем, находясь в обществе экспертов-экологов на стажировке, на международной встрече, обучающиеся должны будут находить при обсуждении нового события исходные позиции, общие для носителей различных культур.

Для примера мы выбрали видеосюжет о яркой экологической инновации, внедренной в Норвегии: «Giant mirrors shed winter sunlight on Norwegian town of Rjukan» / Un village norvégien retrouve le soleil grâce à des miroirs géants / «Не линяет только солнечный зайчик!» (31.10.2013) [7].

### **Этапы проведения занятия**

После просмотра проводится анализ композиционной структуры фильма. Создается ситуация творческого общения будущих экологов. После этого студенты получают скрипт трех текстов для сравнения. Рекомендуется слева разместить колонку с текстом на английском языке, в середине на французском и справа русский вариант. Важной педагогической задачей мы считаем научить пользоваться информацией по опорным единицам (интернациональная лексика, цифры, меры) на разных языках, не изучаемых как системы.

Дается первое задание: прочитать название и интерпретировать интенцию русского журналиста. Преподаватель приводит названия других сообщений по экологии: «Мясо — “красная” смерть!» (о свойствах мясных продуктов) [3]; «Трехмерные искусственные кровеносные сосуды — новый “философский камень”» [6]; «Все мы там будем!» (сообщение об экологических городах [2]); «Тайна двух океанов» [5]; «Будущее в новом свете: искусственное Солнце и лазерный сыр» [1]. Обучающиеся понимают, что журналист применяет пословицы, крылатые выражения, прецедентные единицы для привлечения широкой аудитории неспециалистов. В нашем тексте заголовок — это цитата из песни на слова Н. Матвеевой из художественного фильма «Еще раз про любовь» (1967 г.), в то время как заголовки на других языках отражают суть статьи об установке зеркал для освещения площади норвежского городка. Вопрос о заголовке, как показывает опрос (три года, группы английского и французского языков магистратуры), вызывает затруднение. Песня незнакома, смысл песни никак не связан с содержанием текста. Преподаватель пользуется поводом рассказать об обстановке той поры, о споре физиков и лириков, объясняя, что такое название несет два важных дополнительных сведения: 1) автор был молод в середине 1960-х гг., т.е. ему сейчас около 70 лет; 2) автор хочет, чтобы информация воспринималась шутливо, настраивает читателей на приятную, веселую новость. После этого группа приступает к сравнению первого абзаца трех текстов.

1) «Three giant mirrors have been built high on the mountainside above the Norwegian industrial town of Rjukan. They have been erected to shed some sunlight on a town known for its winter darkness. The mirrors have been installed on the mountain wall about 450 metres above the town's market square. Each one measures 17 square metres — that's 51 square metres in total to catch the sun's rays and reflect them down on to Rjukan in an elliptical shape of about 600 square metres. The reflected light will be between 80 and 100 percent as bright as direct sunlight».

2) «Des miroirs géants pour sortir un village de l'ombre, ça se passe en Norvège dans le village de Rjukan, installé dans une vallée encaissée et privé de soleil la moitié de l'année. L'idée: installer trois énormes miroirs sur une crête 400 mètres plus haut et ainsi éclairer le village et ses 3500 habitants. Coût total du projet : 610.000 euros financés à 80% par des sponsors. Pilotés par ordinateur pour suivre la course du soleil, les trois miroirs de 17 m<sup>2</sup> chacun dessinent une ellipse de lumière d'environ 600 m<sup>2</sup>, l'équivalent de trois courts de tennis, sur la place du marché».

3) «В Норвегии, в городе Рукон только что установили три зеркала, общей площадью 51 квадратный метр. Высота конструкции 450 метров. Цель — запускать “солнечных зайчиков”, в буквальном смысле слова. В течение полугода в этом городе солнца не бывает. Ультрафиолет помогает вырабатывать необходимый организму витамин D, а также он стимулирует выработку ряда важных гормонов. Их недостаток может привести порой даже к депрессии».

Русский вариант топонима норвежского Rjukan — Рукон — дает возможность дать полистать книгу Д.И. Ермоловича «Имена собственные на стыке языков и культур» [3]. Это занимает не более пяти минут, но производит большое впечатление и вызывает просьбу дать почитать этот справочник. Он высылается в тот же день. (Сейчас стала принята форма хранения в личных хранилищах в i-cloud, на яндекс-диске и т.п.) Самые заинтересованные начинают пользоваться этим справочником регулярно.

Преподаватель просит студентов перечислить возможные стратегии поиска произношения названия норвежского города. Обычно студенты уже знают, что можно воспользоваться Википедией: в статьях о труднопроизносимых топонимах обычно дается транскрипция, например: Washington /'wɒʃɪŋtən/ [12] и можно слушать звучание слова. Преподаватель проверил при подготовке к занятию, что транскрипция отсутствует, но все-таки показывает эту статью на мониторе, чтобы закрепить знание об этой опции.

Далее студенты пытаются найти информацию на русском языке об этом городе.

В этот момент преподаватель напоминает об одной очень важной опции приложения «Гугл-переводчик»: теперь можно прослушать норвежское произношение и самому решить, как звучит слово. На картах онлайн стоит Рjukan. Достаточно ли этого? Нет. Официальной записи топонима кириллицей мы не находим (нужны очень подробные карты Норвегии). Вопрос о том, почему автор статьи использовал вариант Рукон, остается нерешенным.

В педагогическом смысле отсутствие готового ответа чрезвычайно важно: обучающиеся начинают понимать, что переводчик — самостоятельный участник межкультурной коммуникации.

Далее предлагаются следующие задания предпереводческого анализа.

1. Выделить в форме таблицы вопросы, на которые отвечает автор (например: что это за населенный пункт, какова форма освещенного пятна и пр.).
2. Выделить ключевые позиции каждого из трех текстов (с какой целью построен объект; каковы источники финансирования; из чего состоит установка; к какому направлению экологии относится сюжет).
3. Найти какую-либо конкретную информацию. В нашем случае, надо найти расхождения в элементах содержания текстов и, с опорой на видеоматериал, определить, какой из текстов содержит смысловые ошибки.

Задания 1 и 2 выполняются легко, используется метод мозгового штурма.

В английском варианте основное — это параметры конструкции, инженерное решение.

Во французском тексте сделан акцент на финансировании проекта. Норвегия — богатейшая страна, и цена затрат (610 000 евро) — самое интересное для французов. Тут уместно двухминутное лирическое отступление: целесообразно провести параллель с мыслью Сент-Экзюпери («Маленький принц», гл. 4):

Si vous dites aux grandes personnes: «J'ai vu une belle maison en briques roses, avec des géraniums aux fenêtres et des colombes sur le toit...» elles ne parviennent pas à s'imaginer cette maison. Il faut leur dire: «J'ai vu une maison de cent mille francs.» Alors elles s'écrient: «Comme c'est joli!» / If you were to say to the grown-ups: «I saw a beautiful house made of rosy brick, with geraniums in the windows and doves on the roof», they would not be able to get any idea of that house at all. You would have to say to them: «I saw a house that cost \$20,000». Then they would exclaim: «Oh, what a pretty house that is!» / Когда говоришь взрослым: «Я видел красивый дом из розового кирпича, в окнах у него герань, а на крыше голуби», — они никак не могут представить себе этот дом. Им надо сказать: «Я видел дом за сто тысяч франков», — и тогда они восклицают: «Какая красота!» (Antoine de Saint-Exupéry).

Эту цитату рекомендуется сопроводить показом картинки из сказки и краткими сведениями об авторе.

Суть такого неожиданного отхода от анализируемого текста в том, что в сознание обучающихся вводится блок лингвокультурологического знания из сокровищницы мировой культуры. Сент-Экзюпери создал мощный художественный образ экологии как чувственного знания о природе. На почту группы высылается ссылка на книгу [10], на знаменитые фразы философа и авиатора, а также ссылки на упоминания об этом произведении знаменитых философов и ученых, данные о находке обломка его самолета у берегов Франции.

И еще одна межкультурная связь. На начальном этапе обучения студенты экологического факультета ранее работали с текстами, пересказывающими притчу *The Magic Geranium* Джейн Тэйер (настоящее имя — Catherine Woolley) [8]. Мы обращаем внимание на деталь «with geraniums in the windows», показывая, что американская детская литература заимствует образы из европейской гуманистической литературы.

Задание 3 вызывает затруднения. Тогда мы начинаем с обсуждения фактической ошибки:

«Высота конструкции 450 метров». Студенты не привыкли критически относиться к данным, выраженным цифрами. Какие известные конструкции имеют сопоставимую высоту? Наша задача научить переводчика видеть физический смысл, реальный объект! И преподаватель дает студентам данные о высоте Эйфелевой башни (324 м). Возможно ли, что спонсоры сумели возвести более высокую конструкцию в городишке Рьюкан? Ответ: автор русского текста сложил высоту горы и высоту зеркал.

Текст на французском языке вдвое короче и по содержанию отличается от английского, особенно в самом конце:

Pilotés par ordinateur pour suivre la course du soleil, les trois miroirs de 17 m<sup>2</sup> chacun dessinent une ellipse de lumière d'environ 600 m<sup>2</sup>.

Такой пример емкой подачи материала является лучшим способом объяснения правил компрессии текста. В конце фразы (*l'équivalent de trois courts de tennis*) присутствует приятный образ теннисного корта. Культурологический комментарий обязательно должен включать то, что журналист осознанно создает в сознании реципиента-француза образ стадиона и турнира Ролан Гаррос, гордости современной Франции.

Именно от этого замечания легко перейти к следующему заданию: сопоставить эмоционально-оценочные компоненты трех текстов.

Французский журналист считал, что вопрос цены и спонсорской помощи сам по себе впечатляет.

Русский текст содержит мотивировку, по сути противоречащую цели проекта (полгода нет солнца, организму человека нужен витамин D и гормоны, а их не хватает). Разговорные формы (*в этом городе солнца не бывает, ... может привести порой даже к ...*) подкрепляют интенцию вызвать жалость к жителям захудалого городка. Слова руководителя проекта переведены неточно: *«мы хотим исправить существовавшее положение вещей, помочь улучшить качество жизни»* напоминают о романе В.Г. Короленко «Дети подземелья». Это важнейшая по культурологическому критерию ошибка, автор не понял, что речь идет о вполне здоровом населении самой богатой страны Европы.

И еще одна смысловая ошибка, но несущественная: *идея установить зеркала принадлежит не им, она была впервые высказана почти сто лет назад и даже была воплощена в жизнь в соседней деревне*. Но если в соседней деревне уже установлена такая конструкция, о ней и надо писать. Именно эта неточность позволяет на уроке побудить к самостоятельному решению вопроса о мотивации экологической деятельности на местах.

В английском тексте приводится название и точная географическая характеристика деревушки (*Viganella in northern Italy*). Мы предлагаем и здесь совершить большое и полезное отступление в виде видео комментария, презентации Power Point или раздаточного материала о заброшенной деревушке альпийской части Италии. Этот материал (карта, чертеж, виды, трейлер фильма, фото), может быть сделан в качестве самостоятельного задания одним из обучающихся.

Возможен и дополнительный краткий письменный текст на перевод (его можно заранее прикрепить к скрипту):

In November 2006 Viganella set up a giant mirror with adjustable, computer-controlled orientation on the mountainside, consisting of 14 sheets of steel which together are 8 metres wide and 5 metres high. The mirror functions as a heliostat, tracking the sun so that sunlight always reflects onto the town square. The mirror was built at a cost of €100,000, or approximately €540 per resident.

Преподаватель дает задание сообразить, каково население Виганеллы (ответ: 204 жителя). Далее приводится статья Джона Фоллейна из Санди Таймс (12.11.2006) [9]. Тема завершается просмотром и переводом субтитров итало-канадского фильма 2009 г. *Lo Specchio (The Mirror)* [11].

После этого задается контрольный вопрос: какую функцию освещения деревни зеркалом выделяют интервьюируемые в фильме? Ответ: это социализирующая

функция. Именно так (*revitalise the town*) считают и авторы проекта в Норвегии. Функция улучшения коммуникации в сообществе подчеркивается неоднократно:

“They say ‘hurrah’, this is a nice idea. Now we have the sun reflected down to the town square people *are coming here, they’re taking pictures, they’re laughing and having a good time*”. ...Designers hope the sunshine will *revitalise the town* during the winter months.

Студенты делают вывод, что основное смысловое расхождение заключается в том, что в русском тексте цель предприятия (зеркала создают повод для общения между жителями городка на площади и привлекают туристов) не эксплицирована. В русском тексте акцент делается на жалость, на спасение нездоровых несчастных людей: “*так много счастливых лиц, людей, которым хорошо, когда они чувствуют солнечный свет, видят его, у всех сразу же улучшается настроение*”. В английском тексте объяснение звучит по-другому: “*It’s important to have the sun in the winter time ... People up here want to have the sun*”. Следует обратить внимание на различие в коннотативных значениях фрагментов текста: *идея выглядела совершенно безумной / It’s a crazy idea but it’s funny...*

После этого обучающиеся отвечают на иностранном языке на поставленные ранее вопросы и приходят к выводу, что речь идет не столько об экологически чистых технологиях, солнечных батареях и пр., но об исследованиях и внедрениях инноваций в области экологии человека.

Однако экологическая функция установки эксплицитно выражена именно в русском тексте: *установка выполнена с учетом требований экологии, энергию, которая необходима для того, чтобы разворачивать зеркала, получают из возобновляемых источников: солнца и ветра*. Здесь третья смысловое отличие — энергия ветра в установке не упоминается в тексте на английском языке (*Solar panels will power equipment to automatically wash the mirrors and move them into position*), но используется, ветряк показан в видеосюжете. И благодаря этой детали можно перейти к завершающей части урока.

Важно коснуться такой формы подачи материала в научно-популярном тексте, как описание без называния. Обучающиеся должны найти такой фрагмент (ответ: «их угол наклона контролируют компьютеры, конечно, они разворачиваются по отношению к солнцу»). Дается задание найти, как называется такая аппаратура. В этом случае на помощь приходит название текста на испанском языке: *Rjukan sale de las sombras gracias a un heliostato en la montaña*. При закреплении термина (*гелиостат*, а не \**хелиостат*) необходимо ввести кратко правила передачи греческих формантов с инициалью h- в русском и иностранных языках и закрепить на нескольких примерах (*гармония, гаплоидность, гексахлоран, гегемония, гепарин, гептан, гимн, гипербола*).

Занятие завершается неожиданным предъявлением фото электростанции башенного типа близ Лас-Вегаса и вопросом: А в этом инновационном проекте, по вашему мнению, для чего служат 300 000 зеркал-гелиостатов? Где это? Ответ следует найти по ключевому слову *Ivanpah*. Дома требуется найти научное описание этой электростанции, выполнить перевод эмоционально насыщенного текста [13] и описать гелиостат в Power Point).



## Выводы

Обучающиеся усвоили, что даже самый простой текст может содержать разнообразную имплицитную информацию, вызывающую у реципиента-носителя языка определенные ассоциации, представления, коннотации, эмоции, оценочные суждения, создать определенное настроение. Цель предпереводческого анализа раскрыть пласт информации о культуре, на которой основаны индивидуальные фоновые знания переводчика.

Студенты выполняли следующие виды учебного перевода (УП): профессионально ориентированный в группе и индивидуально; с аудио/видео носителя: с бумажного носителя; в монологической форме (цельный текст); абзацно-фразовый перевод; спонтанный перевод с листа; перевод субтитров фильма, без подготовки, с записью на диктофон (если на уроке была презентация Power Point, то УП слайдов).

Тексты экологической тематики должны приобрести для обучающихся личностный смысл. Мы обучаем главному — передать смысл текста. Но есть и дополнительные задачи культурологического плана. В целом, таким образом формируется экологическое сознание.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Будущее в новом свете: искусственное. Солнце и лазерный сыр. URL: <http://ru.euronews.com/2015/10/26/a-brighter-future-eu-researchers-harness-the-power-of-light/>
- [2] «Все мы там будем». URL: <http://ru.euronews.com/2014/03/25/how-to-grow-a-city/>
- [3] Ермолович Д.И. Имена собственные на стыке языков и культур. М.: Р. Валент, 2001. 200 с.
- [4] Мясо — «красная» смерть! URL: <http://ru.euronews.com/2015/10/29/red-and-processed-meats-cause-cancer/>
- [5] Тайна двух океанов. URL: <http://ru.euronews.com/2014/04/08/what-can-you-hear-down-there-the-ocean-s-answer-to-google-earth/>
- [6] Трехмерные искусственные кровеносные сосуды — новый «философский камень». URL: <http://ru.euronews.com/2015/11/02/chinese-claim-world-s-first-3d-blood-vessel-bio-printer/>
- [7] Giant mirrors shed winter sunlight on Norwegian town of Rjukan. URL: <http://ru.euronews.com/2013/10/31/giant-mirrors-shed-sunlight-in-the-winter-months-on-the-norwegian-town-of-rjukan/>; <http://www.euronews.com/2013/10/31/giant-mirrors-shed-sunlight-in-the-winter-months-on-the-norwegian-town-of-rjukan/>; <http://fr.euronews.com/2013/10/31/un-village-norvegien-retrouve-le-soleil-grace-a-des-miroirs-geants/>; <http://de.euronews.com/2013/10/31/es-werde-licht-norweger-leiten-die-sonne-um/>; <http://es.euronews.com/2013/10/31/rjukan-sale-de-las-sombras-gracias-a-un-heliostato-en-la-montana/>
- [8] Тэйер Джейн. Смешные истории. Pre-Intermediate. Издательство: Айрис-Пресс, 2015.
- [9] John Follain. Brilliant idea: mirror lights up village. From The Sunday Times November 12, 2006. URL: <http://web.archive.org/web/20110622095120/>; <http://www.timesonline.co.uk/tol/news/world/article634117.ece>
- [10] Antoine de Saint-Exupéry Le Petit Prince. URL: <http://gutenberg.net.au/ebooks03/0300771h.html>
- [11] Lo Specchio (The Mirror). URL: <https://www.youtube.com/watch?v=t8qkY12Hb0Y>
- [12] Washington. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Washington\\_\(state\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Washington_(state))
- [13] The World's Largest Solar Plant Started Creating Electricity. URL: [www.ivanpahsolar.com](http://www.ivanpahsolar.com)

## TRANSLATION OF TEXT IN ENVIRONMENTAL ASPECT OF INTERNATIONAL COMMUNICATION

M.Yu. Avdonina<sup>1</sup>, N.G. Valeeva<sup>2</sup>, N.I. Zhabo<sup>2</sup>, S.I. Terekhova<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Moscow State Linguistic University

*Ostozhenka str., 38, Moscow, Russia, 119034*

<sup>2</sup> Peoples' Friendship University of Russia

*Miklukho-Maklaya str., 6, Moscow, Russia, 117198*

<sup>3</sup> Kyiv National Linguistic University

*Bolshaya Vasilkovskaya str., 3, MSP, Kiev-150, Ukraine, 03680*

Teaching and learning translation of professionally-oriented texts has received a new dimension thanks to ICT. Methodological, didactic and psychological analysis of teacher and students practical activity is proposed in order to achieve the goal to go beyond providing information when interpreting information, to reveal deeper meaning, to identify cultural and pragmatic plans of the text in the course of the analysis before translation of the text on ecology.

**Key words:** special translation teaching, interpretation of information, information and computer technology, environmental text

### REFERENCES

- [1] Budushhee v novom svete: iskusstvennoe. Solnce i lazernyj syr [The future in a new light: artificial. Sun and laser cheese]. Retrieved from: <http://ru.euronews.com/2015/10/26/a-brighter-future-eu-researchers-harness-the-power-of-light/>
- [2] «Vse my tam budem» [«All of us will be there»]. Retrieved from: <http://ru.euronews.com/2014/03/25/how-to-grow-a-city/>
- [3] Ermolovich D.I. Imena sobstvennye na styke jazykov i kul'tur [Proper names at the crossroads of languages and cultures]. M.: R. Valent, 2001. 200 s.
- [4] Mjaso — “krasnaja” smert'! [Meat — «red» Death!]. Retrieved from: <http://ru.euronews.com/2015/10/29/red-and-processed-meats-cause-cancer/>
- [5] Tajna dvuh okeanov [Mystery of Two Oceans]. Retrieved from: <http://ru.euronews.com/2014/04/08/what-can-you-hear-down-there-the-ocean-s-answer-to-google-earth/>
- [6] Trjohmernye iskusstvennye krovenosnye sosudy — novyj “filosofskij kamen” [Three-dimensional artificial blood vessels — a new «philosopher's stone»]. Retrieved from: <http://ru.euronews.com/2015/11/02/chinese-claim-world-s-first-3d-blood-vessel-bio-printer/>
- [7] Giant mirrors shed winter sunlight on Norwegian town of Rjukan. Retrieved from: <http://ru.euronews.com/2013/10/31/giant-mirrors-shed-sunlight-in-the-winter-months-on-the-norwegian-town-of-rjukan/>; <http://www.euronews.com/2013/10/31/giant-mirrors-shed-sunlight-in-the-winter-months-on-the-norwegian-town-of-rjukan/>; <http://fr.euronews.com/2013/10/31/un-village-norvegien-retrouve-le-soleil-grace-a-des-miroirs-geants/>; <http://de.euronews.com/2013/10/31/es-werde-licht-norweger-leiten-die-sonne-um/>; <http://es.euronews.com/2013/10/31/rjukan-sale-de-las-sombras-gracias-a-un-heliostato-en-la-montana/>
- [8] Тэйер Джейн. Смешные истории. Pre-Intermediate. Издательство: Айрис-Пресс, 2015.
- [9] John Follain. Brilliant idea: mirror lights up village. From The Sunday Times November 12, 2006. Retrieved from: <http://web.archive.org/web/20110622095120/>; <http://www.timesonline.co.uk/tol/news/world/article634117.ece>
- [10] Antoine de Saint-Exupéry Le Petit Prince. Retrieved from: <http://gutenberg.net.au/ebooks03/0300771h.html>
- [11] Lo Specchio (The Mirror). Retrieved from: <https://www.youtube.com/watch?v=t8qkY12Hb0Y>
- [12] Washington. Retrieved from: [https://en.wikipedia.org/wiki/Washington\\_\(state\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Washington_(state))
- [13] The World's Largest Solar Plant Started Creating Electricity. Retrieved from: [www.ivanpahsolar.com](http://www.ivanpahsolar.com)

## НАШИ АВТОРЫ

**Абрамов Владислав Евгеньевич** — доктор ветеринарных наук, профессор, ведущий научный сотрудник ВНИИ фундаментальной и прикладной паразитологии животных и растений, заместитель заведующего испытательной лабораторией МНИЦ «ОЗОС»

E-mail: 53.net@mail.ru

**Авдони́на Мари́на Юрьевна** — кандидат психологических наук, доцент кафедры немецкого и французского языков факультета заочного обучения Московского государственного лингвистического университета

E-mail: mavdonina@yandex.ru

**Алейникова Анна Михайловна** — кандидат географических наук, доцент кафедры геоэкологии экологического факультета Российского университета дружбы народов

E-mail: anshur@mail.ru

**Валеева Наиля Гарифовна** — кандидат педагогических наук, профессор, зав. кафедрой иностранных языков экологического факультета Российского университета дружбы народов

E-mail: valeeva\_ng@pfur.ru

**Ващалова Татьяна Владимировна** — кандидат географических наук, доцент старший научный сотрудник, НИЛ снежных лавин и селей, географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова

E-mail: VTV\_53@mail.ru

**Виет Лиен Нгуен Ти** — доктор наук, глава департамента морской механики и природопользования ИМ ВАНТ, Департамент морской механики и природопользования Института механики Вьетнамской академии наук и технологий

E-mail: nlienviet@yahoo.com

**Глебов Виктор Васильевич** — кандидат психологических наук, доцент кафедры судебной экологии с курсом экологии человека экологического факультета Российского университета дружбы народов

E-mail: vg44@mail.ru

**Донцов Виталий Иванович** — доктор медицинский наук, ведущий научный сотрудник Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» Российской академии наук

E-mail: dontsovvi@mail.ru

**Жабо Наталья Ивановна** — кандидат филологических наук, старший преподаватель, заведующая секцией немецкого и французского языков кафедры иностранных языков Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов

E-mail: lys11@yandex.ru

**Ивлев Василий Александрович** — аспирант кафедры системной экологии Российского университета дружбы народов

E-mail: chemistron@mail.ru

**Казакова Надежда Рашидовна** — адъюнкт факультета подготовки кадров высшей квалификации по кафедре пожарной безопасности технологических процессов и производств Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России

E-mail: kazakova-nadenka@mail.ru

**Калабин Геннадий Александрович** — доктор химических наук, профессор кафедры системной экологии экологического факультета Российского университета дружбы народов

E-mail: kalabinga@mail.ru

**Камагате Синду Амаду** — аспирант кафедры геоэкологии экологического факультета Российского университета дружбы народов

E-mail: kamagate.s.a@yandex.ru

**Косьян Рубен Дереникович** — доктор географических наук, профессор, заведующий лабораторией литодинамики и геологии, ЮО ИО РАН, Южное отделение Института океанологии Российской академии наук им. Ширшова (ЮО ИО РАН)

E-mail: rkosyan@hotmail.com

**Кочетков Павел Павлович** — заведующий испытательной лабораторией МНИЦ «ОЗОС», младший научный сотрудник ФГБУ НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина», соискатель кафедры судебной экологии с курсом экологии человека экологического факультета Российского университета дружбы народов

E-mail: pkochetkov@gmail.com

**Кравченко Антонина Леонидовна** — аспирант кафедры химии и биологии Елецкого государственного университета им. И.А. Бунина

E-mail: tohj85@yandex.ru

**Крутько Вячеслав Николаевич** — доктор технических наук, кандидат биологических наук, профессор, заведующий лабораторией системного анализа и информационных технологий в медицине и экологии Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» Российской академии наук

E-mail: krutkovn@mail.ru

**Крыленко Марина Владимировна** — к.г.н., ведущий научный сотрудник лаборатории литодинамики и геологии ЮО ИО РАН, Южное отделение Института океанологии Российской академии наук им. Ширшова (ЮО ИО РАН)

E-mail: krylenko@mail.ru

**Кундай Хломай** — аспирант кафедры судебной экологии с курсом экологии человека экологического факультета Российского университета дружбы народов

E-mail: kundayihlomayil17@gmail.com

**Курбатова Анна Игоревна** — кандидат химических наук, доцент кафедры экологического мониторинга и прогнозирования экологического факультета Российского университета дружбы народов

E-mail: kurbatova\_ai@mail.ru

**Латушкина Елена Николаевна** — кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры экологического мониторинга и прогнозирования экологического факультета Российского университета дружбы народов

E-mail: elena\_latushkina@mail.ru

**Лесечко Арсений Сергеевич** — студент 2-го курса магистратуры экологического факультета Российского университета дружбы народов

E-mail: ars-fox@yandex.ru

**Макарова Марина Геннадьевна** — кандидат географических наук, доцент, доцент кафедры геоэкологии экологического факультета Российского университета дружбы народов

E-mail: mgmakarova@yandex.ru

**Мамаджанов Роман Хасанович** — аспирант кафедры экологического мониторинга и прогнозирования экологического факультета Российского университета дружбы народов

E-mail: daddy\_roma@mail.ru

**Полынов Кирилл Евгеньевич** — аспирант кафедры системной экологии экологического факультета Российского университета дружбы народов

E-mail: polynovkirill@yandex.ru

**Полынова Галина Вячеславовна** — кандидат биологических наук, доцент кафедры системной экологии экологического факультета Российского университета дружбы народов

E-mail: galinapolynova@mail.ru

**Попов Александр Анатольевич** — профессор, руководитель отдела эндоскопической хирургии Московского областного научно-исследовательского института акушерства и гинекологии

E-mail: guzmoniiag@gmail.com

**Потиевская Вера Исааковна** — профессор кафедры анестезиологии и реаниматологии ГБОУ ДПО Российской академии последипломного образования  
E-mail: vera.pot@mail.ru

**Прокопьев Александр Сергеевич** — соискатель кафедры системной экологии экологического факультета Российского университета дружбы народов  
E-mail: chemistron@mail.ru

**Родионова Ольга Михайловна** — кандидат медицинских наук, доцент кафедры судебной экологии с курсом экологии человека экологического факультета Российского университета дружбы народов  
E-mail: proktor6@mail.ru

**Сотников Борис Александрович** — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрохимии и почвоведения Елецкого государственного университета им. И.А. Бунина  
E-mail: tohj85@yandex.ru

**Стекольников Юрий Александрович** — кандидат химических наук, доцент кафедры химии и биологии Елецкого государственного университета им. И.А. Бунина  
E-mail: chemic55@yandex.ru

**Терехова Светлана Ивановна** — доктор филологических наук, профессор кафедры иностранных языков и перевода факультета славянской филологии Киевского национального лингвистического университета  
E-mail: lanaterekhova@mail.ru

**Ушаков Игорь Леонидович** — врач анестезиолог-реаниматолог клиники «Москворечье»  
E-mail: igorus68@gmail.com

**Фуад Корома** — аспирант кафедры экологического мониторинга и прогнозирования экологического факультета Российского университета дружбы народов  
E-mail: mariannach@mail.ru

**Ханг Нгуен Ман** — доктор наук, ассоциированный профессор Департамента морской механики и природопользования ИМ ВАНТ Института Механики Вьетнамской Академии Наук и Технологий  
E-mail: nmhungim@gmail.com

**Харламова Марианна Дмитриевна** — кандидат химических наук, доцент, заведующая кафедрой экологического мониторинга и прогнозирования экологического факультета Российского университета дружбы народов  
E-mail: mariannach@mail.ru

**Чабан Александр Александрович** — аспирант кафедры химии и биологии Елецкого государственного университета им. И.А. Бунина  
E-mail: chemic55@yandex.ru

**Черных Андрей Климентьевич** — доктор технических наук, доцент, профессор кафедры информатики и математики Санкт-Петербургского военного института внутренних войск МВД России

E-mail: [nadezhda.m90@mail.ru](mailto:nadezhda.m90@mail.ru)

**Чижов Алексей Ярославович** — заслуженный деятель науки РФ, академик Российской экологической академии, доктор медицинских наук, профессор кафедры судебной экологии с курсом экологии человека экологического факультета Российского университета дружбы народов

E-mail: [ma21@mail.ru](mailto:ma21@mail.ru)

**Япо Сека Марк Армель** — аспирант кафедры системной экологии экологического факультета Российского университета дружбы народов

E-mail: [РУДНjavaure2000@yahoo.fr](mailto:РУДНjavaure2000@yahoo.fr)

## **ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ОПУБЛИКОВАНИЯ В НАУЧНОМ ЖУРНАЛЕ «ВЕСТНИК РУДН. СЕРИЯ „ЭКОЛОГИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ“»**

1. Текст статьи должен быть набран на компьютере в текстовом редакторе Microsoft Word 6, 7, 97 или 2000 через 1,5 интервала шрифтом Times New Roman (размер шрифта 14 пт) на стандартных листах А4 (поля слева — 3 см, справа — 1 см, сверху и снизу — по 2,5 см). Объем статьи (вместе с таблицами, иллюстрациями и библиографией) не должен превышать 12 страниц.

2. Статья должна содержать в указанном порядке:

— название статьи; имя, отчество и фамилию авторов; полное название организации и ее структурного подразделения с указанием почтового адреса (улица, № дома, город, страна, почтовый индекс), аннотацию (5—7 строк) и ключевые слова (не менее 5 слов или словосочетаний);

— название статьи; инициалы и фамилию авторов; полное название организации и ее структурного подразделения с указанием почтового адреса (улица, № дома, почтовый индекс, город, страна), краткое содержание (до 200-250 слов) и ключевые слова (не менее 5 слов или словосочетаний) **на английском языке**;

— текст статьи;

— список литературы (по алфавиту; сначала — на русском языке, затем — на английском). **Список литературы должен быть переведен на английский язык и продублирован латинскими буквами.**

3. К статье должны быть приложены:

— две заверенные рецензии.

— сведения об авторах — полные имя фамилия, отчество, ученая степень, научное звание, место работы, электронный адрес

*Образец шапки статьи:*

### **СОСТОЯНИЕ АНТИОКИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ В КРОВИ МЫШЕЙ ПОСЛЕ ОБЛУЧЕНИЯ**

**И.И. Иванов<sup>1</sup>, П.П. Петров<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Экологический факультет  
Российский университет дружбы народов  
*Подольское шоссе, 8/5, Москва, Россия, 113093*

<sup>2</sup> Биологический факультет  
Московский государственный университет  
*Воробьевы горы, Москва, Россия, 119899*

4. Повторение в статье одних и тех же данных в аннотации, тексте, таблицах и графиках не допускается. Таблицы и рисунки должны быть пронумерованы; в тексте статьи обязательна ссылка на таблицы и рисунки. Таблицы должны иметь заголовок, а рисунки — подрисуночную подпись. **Принимаются только черно-белые рисунки** (в форматах .tif, .bmp, .jpg) в виде отдельных графических файлов.



5. Следует ограничиваться общепринятыми сокращениями и избегать введения новых сокращений без достаточных на то оснований. Введенные сокращения необходимо расшифровывать.

6. Ссылки на литературу в тексте статьи приводятся в квадратных скобках, например: [2] или [5—7], [5. С. 15]).

В списке литературы приводятся *только* источники, на которые в тексте статьи имеются ссылки. Список формируется по алфавиту (сначала источники на русском языке, затем — на английском). В списке литературы должны быть указаны:

*для книг:* фамилии и инициалы авторов, название книги, место издания, издательство, год издания;

*для статей из неперIODических изданий (сборников):* фамилии и инициалы авторов, название статьи, название книги (сборника), место издания, издательство, год издания;

*для статей из периодических изданий:* фамилии и инициалы авторов, название статьи, название журнала, год издания, том и номер журнала, первая и последняя страницы статьи.

*Образец:*

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Бонд В.В.* Сравнительная клеточная и видовая радиочувствительность. — М.: Атомиздат, 1974. — С. 5—17.
- [2] *Роун Ш.* Озоновый кризис. — М.: Мир, 1993.
- [3] *Connor M.J., Wheeler L.A.* Depletion of cutaneous glutathione by ultraviolet radiation // Photochem. Photobiol. — 1987. — Vol. 46. — № 2. — P. 239—245.

7. Статья должна быть **подписана всеми авторами** (на последней странице) и иметь **визу** (на первой странице) заведующего кафедрой (для сотрудников РУДН) или иного руководителя (директора, декана, заведующего кафедрой или лабораторией — для авторов из сторонних организаций) **с расшифровкой подписи и указанием должности**.

8. В конце статьи необходимо указать фамилию, имя и отчество автора, с которым наиболее целесообразно контактировать по вопросам подготовки статьи к опубликованию, и его координаты (e-mail, номер дом. и раб. телефона).

Отзывы на отклоненные редколлегией статьи не предоставляются, рукописи не возвращаются. Ответственность за содержание статей несут авторы.

**Контактная информация:** *mgmakarova@yandex.ru, 89037823733 Макарова Марина Геннадьевна*

Научный журнал

**ВЕСТНИК**  
**Российского университета**  
**дружбы народов**

**Серия**  
**ЭКОЛОГИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ**  
**ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**2016, № 2**

Издание зарегистрировано Федеральной службой по надзору в сфере связи,  
информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77-61176 от 30.03.2015 г.

Учредитель: Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов»  
(ул. Миклухо-Маклая, д. 6, Москва, Россия, 117198)

Редактор *И.В. Успенская*  
Компьютерная верстка: *О.Г. Горюнова*

**Адрес редакции:**  
Российский университет дружбы народов  
ул. Орджоникидзе, д. 3, Москва, Россия, 115419  
Тел.: (495) 955-07-16; e-mail: ipk@pfur.ru

**Адрес редакционной коллегии**  
**серии «Экология и безопасность жизнедеятельности»:**  
Подольское шоссе, д. 8/5, Москва, Россия, 113093  
Тел.: (495) 952-70-28  
E-mail: ecojournalrudn@pfur.ru

---

Подписано в печать 05.05.2016. Выход в свет 19.05.2016. Формат 70×100/16.  
Бумага офсетная. Печать офсетная. Гарнитура «NewtonС».  
Усл. печ. л. 12,9. Тираж 500 экз. Заказ № 437

Цена свободная

Типография ИПК РУДН  
ул. Орджоникидзе, д. 3, Москва, Россия, 115419, тел. (495) 952-04-41

Scientific journal

**BULLETIN**  
**of Peoples' Friendship**  
**University of Russia**

**Series**  
**ECOLOGY AND LIFE SAFETY**

**2016, № 2**

Editor *I.V. Uspenskaya*  
Computer design: *O.G. Gorunova*

**Address of the editorial board:**  
Peoples' Friendship University of Russia  
Ordzhonikidze str., 3, Moscow, Russia, 115419  
Ph. +7 (495) 955-07-16; e-mail: ipk@pfur.ru

**Address of the editorial board**  
**Series «Ecology and Life Safety»:**  
Podolskoye shosse, 8/5, Moscow, Russia, 113093  
Tel. +7 (495) 952-70-28  
E-mail: ecojournalrudn@pfur.ru

---

Printing run 500 copies

Open price.

**Address of PFUR publishing house**  
Ordzhonikidze str., 3, Moscow, Russia, 115419  
Ph. +7 (495) 952 0441

ф. СП-1

ФГУП «ПОЧТА РОССИИ»

АБОНЕМЕНТ на журнал

20829

(индекс издания)

**ВЕСТНИК РУДН**  
Серия «Экология  
и безопасность жизне-  
деятельности»

Количество  
комплектов:

на 2016 год по месяцам

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Куда

(почтовый индекс)

(адрес)

Кому

(фамилия, инициалы)

**ДОСТАВОЧНАЯ КАРТОЧКА**

на журнал

20829

(индекс издания)

ПВ	место	литер

**ВЕСТНИК РУДН**

Серия «Экология и безопасность  
жизнедеятельности»

Стои- мость	подписки	_____ руб. ____ коп.	Количество комплектов:	
	переадресовки	_____ руб. ____ коп.		

на 2016 год по месяцам

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Куда

(почтовый индекс)

(адрес)

Кому

(фамилия, инициалы)