



**ВЕСТНИК РОССИЙСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ДРУЖБЫ НАРОДОВ.  
СЕРИЯ: ЭКОЛОГИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**Том 26 № 4 (2018)**  
**DOI 10.22363/2313-2310-2018-26-4**  
**<http://journals.rudn.ru/ecology>**  
**Научный журнал**  
**Издается с 1993 г.**

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»

---

**Главный редактор**

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

**Члены редакционной коллегии**

***Калабин Геннадий Александрович*** — доктор химических наук, профессор, профессор кафедры системной экологии экологического факультета РУДН

***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

***Агнесси Валерио*** — директор Итало-Российского института экологических исследований и образования Университета Палермо (Италия)

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

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

***Седов Сергей Николаевич*** — профессор Института геологии Национального автономного университета Мексики (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

## ВЕСТНИК РОССИЙСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ДРУЖБЫ НАРОДОВ. СЕРИЯ: ЭКОЛОГИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

ISSN 2408-8919 (online); ISSN 2313-2310 (print)

4 выпуска в год (ежеквартально).

Языки: русский, английский, немецкий.

Индексация: РИНЦ, ВАК, Google Scholar, Ulrich's Periodicals Directory, WorldCat, East View Cyberleninka, Dimensions.

### Цели и тематика

Целями журнала «Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности» являются повышение эффективности научных исследований в области охраны окружающей среды и экологии человека, а также распространение современных методов исследований и новейших достижений в области рационального природопользования. Начиная с 1993 г. в журнале публикуются результаты фундаментальных и прикладных работ ученых, преподавателей, аспирантов в виде научных статей, научных сообщений, библиографических обзоров по следующим направлениям: общая экология, природопользование, устойчивое развитие, экологическая безопасность, защита окружающей среды, экология человека, экологическая экспертиза, радиоэкология и радиационный контроль, оценка состояния окружающей среды и экологическое образование.

В журнале могут публиковаться результаты оригинальных научных исследований представителей высших учебных заведений и научных центров России и зарубежных стран в виде научных статей, научных сообщений по тематике, соответствующей направлениям журнала.

**Основные рубрики журнала:** экология, безопасность деятельности человека, защита окружающей среды, экология человека, биогеохимия, геоэкология, биологические ресурсы, проблемы экологического образования.

Кроме научных статей публикуется хроника научной жизни, включающая рецензии, обзоры, информацию о конференциях, научных проектах и т.д. Для привлечения к научным исследованиям и повышения качества квалификационных работ журнал предоставляет возможность публикации статей, написанных по материалам лучших магистерских работ.

Правила оформления статей, архив и дополнительная информация размещены на сайте: <http://journals.rudn.ru/ecology>

---

Редактор Ю.А. Заикина

Компьютерная верстка: О.Г. Горюнова

**Адрес редакции:**

Российская Федерация, 115419, Москва, ул. Орджоникидзе, д. 3

Тел.: +7 (495) 955-07-16; e-mail: publishing@rudn.ru

**Адрес редакционной коллегии серии «Экология и безопасность жизнедеятельности»:**

Российская Федерация, 113093, Москва, Подольское шоссе, д. 8, корп. 5

Тел.: +7 (495) 952-70-28; e-mail: ecojournalrudn@rudn.university

---

Подписано в печать 19.02.2019. Выход в свет 05.03.2019. Формат 70×100/16.

Бумага офсетная. Печать офсетная. Гарнитура «NewtonC».

Усл. печ. л. 6,45. Тираж 500 экз. Заказ № 1657. Цена свободная.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Российский университет дружбы народов» (РУДН)

Российская Федерация, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6

Отпечатано в типографии ИПК РУДН

Российская Федерация, 115419, Москва, ул. Орджоникидзе, д. 3, тел. +7 (495) 952-04-41; e-mail: publishing@rudn.ru



## RUDN JOURNAL OF ECOLOGY AND LIFE SAFETY

VOLUME 26 NUMBER 4 (2018)  
DOI 10.22363/2313-2310-2018-26-4  
<http://journals.rudn.ru/ecology>  
Founded in 1993

Founder: PEOPLES' FRIENDSHIP UNIVERSITY OF RUSSIA

---

### EDITOR-IN-CHIEF

*Redina Margarita Mikhailovna* — Doctor of Economics, Head of Department of Applied Ecology, Ecological Faculty, Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)

### EDITORIAL BOARD

*Kalabin Gennady Alexandrovich* — Doctor of Chemical Sciences, Professor of the Department of System Ecology Ecological Faculty, Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)

*Nikolsky Alexander Alexandrovich* — Doctor of Biological Sciences, Professor, Professor of the Department of System Ecology, Ecological Faculty, Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)

*Khaustov Alexander Petrovich* — Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor of the Department of Applied Ecology, Ecological Faculty, Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)

*Khutorskoy Michael Davydovich* — Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor of the Department of Applied Ecology, Ecological Faculty, Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)

*Agnessi Valerio* — Director of Italian-Russian for Institute Ecological Education and Research Programs of University of Palermo (Italy)

*Gatto Leonardo* — 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 Zhenzhen* — 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

**RUDN JOURNAL OF ECOLOGY AND LIFE SAFETY**  
**Published by the Peoples' Friendship University of Russia**  
**(RUDN University), Moscow**

ISSN 2408-8919 (online); ISSN 2313-2310 (print)

4 issues per year.

Languages: Russian, English, Deutsch.

Indexing: Russian Science Citation Index, Higher Attestation Commission, Google Scholar, Ulrich's Periodicals Directory, WorldCat, East View Cyberleninka, Dimensions.

**Aims and Scope**

An efficiency increase in the field of environmental protection and scientific research of human ecology, as well as the spread of modern methods of research and the latest achievements in the field of environmental management are the aims of RUDN Journal of Ecology and Life Safety. Since 1993 the results of fundamental and applied research of scientists, professors, postgraduate students are published in the journal in the form of scientific articles, scientific reports and bibliographic reviews. Papers are focused on general ecology, environmental management, sustainable development, environmental safety, environmental protection, human ecology, environmental impact assessment, radioecology and radiation monitoring and ecological education.

The results of original research of universities staff and Russian and foreign countries scientific centers in the form of scientific articles, scientific reports can be published in the journal. Subject of studies have to correspond to the journal scopes.

**Main thematic sections:** ecology, the safety of human activity, environmental defence, human ecology, biogeochemistry, geoecology, biological resources and problems of environmental education.

Chronicle of scientific events, including reviews, information about conferences, research projects, etc. are published in addition to scientific articles.

Journal allows publication of articles based on the best master's thesis for the purpose of intensification of research activity and improving the quality of qualification works.

Author guidelines, archive and other information are available on the website: <http://journals.rudn.ru/ecology>

---

Copy Editor *Iu.A. Zaikina*  
Layout Designer *O.G. Gorunova*

**Address of the editorial board:**

3 Ordzhonikidze St., Moscow, 115419, Russian Federation  
Tel.: +7 (495) 955-07-16; e-mail: [publishing@rudn.ru](mailto:publishing@rudn.ru)

**Address of the editorial board series "Ecology and Life Safety":**

8 Podolskoye shosse, bldg. 5, Moscow, 113093, Russian Federation  
Tel.: +7 (495) 952-70-28; e-mail: [ecojournalrudn@rudn.university](mailto:ecojournalrudn@rudn.university)

---

Printing run 500 copies. Open price.

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education  
"Peoples' Friendship University of Russia" (RUDN University)  
6 Miklukho-Maklaya St., Moscow, 117198, Russian Federation

**Printed at RUDN Publishing House:**

3 Ordzhonikidze St., Moscow, 115419, Russian Federation  
Tel.: +7 (495) 952-04-41; e-mail: [publishing@rudn.ru](mailto:publishing@rudn.ru)

## СОДЕРЖАНИЕ

### ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ

<b>Ширниех А.А.</b> Разработка мобильного аппарата очистки воздуха на сварочном производстве.....	397
<b>Скворцов А.Н.</b> Влияние шума на работоспособность операторов мясоперерабатывающих цехов .....	402

### ГЕОЭКОЛОГИЯ

<b>Новикова С.А.</b> Превышение санитарных норм по шуму от автотранспорта в городах Иркутск и Ангарск (Иркутская агломерация) .....	409
<b>Боева Д.В., Хаустов А.П.</b> Оценка влияния автотранспорта на территорию кампуса Российского университета дружбы народов.....	419

### БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

<b>Нгуен Н.Т.Т., Волкова И.В., Егорова В.И.</b> Особенности миграции ртути в воде и донных отложениях устьевой области реки Красная во Вьетнаме.....	431
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

### ЭКОЛОГИЯ

<b>Полонский В.И., Сумина А.В.</b> Действие электромагнитного поля низкой частоты на флуктуирующую асимметрию древесных растений .....	441
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

### КОРОТКИЕ СООБЩЕНИЯ

<b>Owusu-Ansah E.</b> Urbanization and disaster in Accra, Ghana. Does human life matters? (Урбанизация и стихийные бедствия в Аккре, Гана. Что значит человеческая жизнь?) .....	449
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

### ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

<b>Rudneva M.A., Valeeva N.G.</b> Blended learning approach to teaching ESP case study of TED talks (Смешанный подход к обучению иностранным языкам: внедрение TED talks).....	454
<b>Rudneva M.A., Valeeva N.G.</b> Case study of fossilized L2 errors correction in ecology students (Коррекция фоссилизации на примере студентов-экологов).....	461

## CONTENTS

### INDUSTRIAL ECOLOGY

- Shirniyekh A.A.** Development of a mobile device for air purification in the welding industry ..... 397  
**Skvortsov A.N.** The influence of noise on the operability of operators of meat processing shops ..... 402

### GEOECOLOGY

- Novikova S.A.** The excess of sanitary norms on noise from motor transport in the cities of Irkutsk and Angarsk (Irkutsk agglomeration)..... 409  
**Boeva D.V., Khaustov A.P.** Assessment of the vehicles impact on the RUDN University campus..... 419

### LIFE SAFETY

- Nguyen N.T.T., Volkova I.V., Egorova V.I.** Peculiarities of migration of mercury in water and bottom sediments of the estuary area of the Red River (Vietnam) ..... 431

### ECOLOGY

- Polonskiy V.I., Sumina A.V.** The effect of low frequency electromagnetic fields on fluctuating asymmetry of woody plants ..... 441

### SHORT MESSAGES

- Owusu-Ansah E.** Urbanization and disaster in Accra, Ghana. Does human life matters? ..... 449

### ENVIRONMENTAL EDUCATION

- Rudneva M.A., Valeeva N.G.** Blended learning approach to teaching ESP case study of TED talks..... 454  
**Rudneva M.A., Valeeva N.G.** Case study of fossilized L2 errors correction in ecology students ..... 461



DOI 10.22363/2313-2310-2018-26-4-397-401

УДК 628.83

## Разработка мобильного аппарата очистки воздуха на сварочном производстве

А.А. Ширниех

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)  
*Российская Федерация, 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1*

В современном мире существует большое количество отраслей, где без сварочных работ не обойтись. Они встречаются абсолютно везде: от ремонта инженерных коммуникаций до изготовления космических кораблей. Вентиляция является необходимой частью охраны труда, особенно если речь идет о работе на подобном производстве. Зачастую определенные работы необходимо проводить вне сварочного поста, что может быть связано с особенностями поставленной задачи, а подвести вытяжную систему к рабочему месту невозможно. В таких случаях можно прибегнуть к переносным фильтрам, занимающим немного места, которые можно расположить в цеху любым удобным образом.

**Ключевые слова:** вентиляция; сварка; очистка воздуха; мобильный аппарат; электрофильтр

### Введение

Профессия сварщик относится к рабочим специальностям и востребована на всех производствах машиностроения, станкостроения, металлургии и многих других. Однако профессия имеет и свои недостатки. Стоит особое внимание уделить наиболее распространенным заболеваниям сварщиков, которые связаны с дыхательной системой. Прежде всего у сварщика страдают легкие, что связано как с химическими, так и с физическими воздействиями на рабочего. Даже непродолжительная работа в сварочном цеху опасна для здоровья, поэтому система вентиляции на рабочем месте сварщика является обязательной мерой и должна быть обустроена согласно правилам.

Проблема в том, что не всегда возможно подвести местную вентиляцию ко всем частям цеха, поскольку работа сварщика может понадобиться в любом месте. В таких случаях можно прибегнуть к переносным фильтрам, которые занимают мало места и передвигаются по цеху в случае необходимости. Мобильный аппарат будет работать на рециркуляцию воздуха в помещении и обязательно должен иметь систему очистки, доводя содержание вредных веществ в воздухе до предельно допустимой концентрации (ПДК) в рабочей зоне.

© Ширниех А.А., 2018



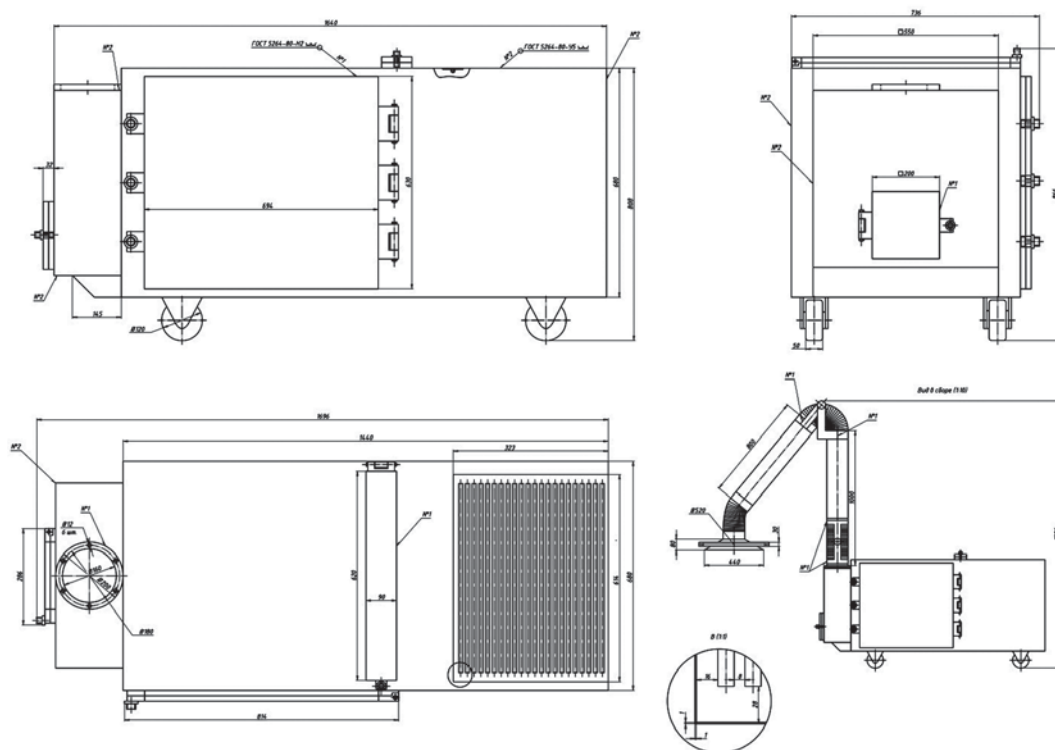
This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

## Разработка аппарата

Электростатические фильтры способны эффективно очищать воздух от самой мелкой пыли, копоти и табачного дыма. Широко используются в промышленности; малогабаритные и несколько упрощенные конструкции находят применение и в быту [2].

Электрофильтр можно сконструировать с эффективностью до 99,9 %, он способен улавливать частицы размером от 0,01 мкм, весь процесс полностью автоматизирован и обладает наименьшим гидравлическим сопротивлением [3]. Такой метод идеально подойдет для мобильного аппарата.

Нами была разработана модель мобильного очистного аппарата (рис. 1).



**Рис. 1.** Мобильный электрофильтр  
[Figure 1. Mobile electrostatic precipitator]

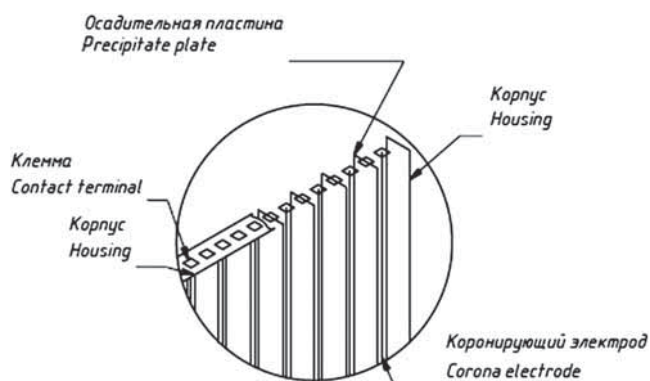
Данная установка предназначена для очистки воздуха при сварке, пайке и резке металлов. Сам компрессор установлен в камере шумопоглощения.

## Принцип действия аппарата

Загрязненный воздух сначала встречается с решеткой полотняного переплетения, которая используется в качестве предфильтра для равномерного распределения потока по всему сечению, улавливания крупных частиц и защиты установки от попадания в нее инородных тел или искр. Далее идет очистка аэрозольных частиц в двухступенчатом электрофильтре, выполненном в виде съемных



кассет для удобства обслуживания. Первая ступень электрофильтра состоит из набора проволочных коронирующих и заземленных пластинчатых электродов. Разность потенциалов между электродами приводит к образованию сильного электрического поля между ними, на поверхности коронирующей проволоки возникает коронный разряд, обеспечивающий ионный ток между электродами, в результате чего в поток воздуха попадают ионы. В итоге аэрозоль ионизируется и приобретает заряд. Попадая на вторую ступень — осадительную кассету — заряженные частички притягиваются к заземленным пластинам. Конструкция коронирующей кассеты специально выполнена так, чтобы на ней не оставались заряженные частицы [4]. Еще одной особенностью электрофильтра, помимо двухступенчатой системы установки, является выполнение корпуса каждой кассеты из керамического электротехнического материала по ГОСТ 20419—83, выступающего в качестве изолятора и подключающегося к корпусу через клеммы (рис. 2).



**Рис. 2.** Конструкция коронирующей кассеты  
[Figure 2. The design of the corona cassette]

Далее установлен адсорбер, обеспечивающий очистку воздуха от вредных газовых примесей, защиту от уноса из электрофильтра. Он выполнен в виде съемной кассеты для удобства обслуживания и замены. В конструкции имеется съемная крышка, обеспечивающая легкую перезагрузку адсорбера.

Для анализа эффективности работы устройства и оптимизации конструкции были рассчитаны параметры униполярного разряда:

- начальная напряженность  $E_0$ ;
- начальное напряжение  $U_0$  коронного разряда;
- вольт-амперная характеристика;
- распределение напряженности поля в промежутке между электродами;
- распределение плотности объемного заряда;
- скорость дрейфа;
- подвижность ионов;
- расчет электростатического поля вдоль центральной силовой линии;
- средняя плотность тока по поверхности коронирующего электрода;
- плотность объемного заряда на центральной силовой линии.

В процессе проектирования удалось достигнуть эффективности электрофильтра, равной 96,7 %

## Заключение

Мобильный аппарат очистки воздуха обязательно должен присутствовать в цехах по вышеописанным причинам. Разработанный нами аппарат с легкостью справится с поставленной задачей, однако необходимо учитывать некоторые его недостатки, например большие габариты и вес. Впрочем, подобные аппараты на рынке имеют аналогичные недостатки. В дальнейшем планируется дорабатывать и улучшать имеющуюся модель без ухудшения ее характеристик.

## Список литературы

- [1] *Старк С.Б.* Пылеулавливание и очистка газов в металлургии. М.: Металлургия, 1997. 328 с.
- [2] *Верещагин И.П., Семенов А.В.* Электрические поля в установках с коронным разрядом / под ред. Г.З. Мирзабекяна. М.: МЭИ, 1984. 100 с.
- [3] *Левитов В.И., Решидов И.К., Ткаченко В.М. и др.* Дымовые электрофильтры / под общ. ред. В.И. Левитова. М.: Энергия, 1980. 448 с.
- [4] *Ужов В.Н.* Очистка промышленных газов электрофильтрами. М.: Химия, 1967. 344 с.

### История статьи:

Дата поступления в редакцию: 31.12.2018

Дата принятия к печати: 10.01.2019

### Для цитирования:

*Ширниех А.А.* Разработка мобильного аппарата очистки воздуха на сварочном производстве // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2018. Т. 26. № 4. С. 397—401. DOI 10.22363/2313-2310-2018-26-4-397-401

### Сведения об авторе:

*Ширниех Альберт Албиерович* — студент бакалавриата Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет). ORCID iD: 0000-0002-4467-1573; eLIBRARY SPIN-код: 4145-7186. Контактная информация: e-mail: al-3x@mail.ru

## Development of a mobile device for air purification in the welding industry

A.A. Shirniyekh

Bauman Moscow State Technical University (National Research University of Technology)  
5 2-ya Baumanskaya St., bldg. 1, Moscow, 105005, Russian Federation

In the modern world there is a large number of industries, which are in capable of functioning without welding. Is found absolutely everywhere: from the repair of engineering communications to the manufacture of spacecraft. Ventilation is a necessary part of occupational safety, especially when it comes to working in such production. Often, some work must be carried out outside the welding post

due to the peculiarities of assigned task, and to bring the exhaust system to the workplace is impossible. In such cases portable filters that take up little space and can be moved to any convenient place in the workshop can be used.

**Keywords:** ventilation; welding; air purification; mobile apparatus; electrostatic precipitator

### References

- [1] Stark SB. *Dust collection and purification of gases in metallurgy*. Moscow: Metallurgy Publ.; 1997.
- [2] Vereshchagin IP, Semenov AV. *Electric fields in installations with corona discharge*. Moscow: Moscow Power Engineering Institute Publ.; 1984.
- [3] Levitov VI, Reshidov IK, Tkachenko VM et al. *Smoke electrofilters*. Moscow: Energy Publ.; 1980.
- [4] Uzhov VN. *Purification of industrial gases with electrofilters*. Moscow: Chemistry Publ.; 1967.

### Article history:

Received: 31.12.2018

Revised: 10.01.2019

### For citation:

Shirniyekh AA. Development of a mobile device for air purification in the welding industry. *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*. 2018;26(4): 397–401. DOI 10.22363/2313-2310-2018-26-4-397-401

### Bio Note:

*Albert A. Shirniyekh* — student (bachelor), Bauman Moscow State Technical University (National Research University of Technology. ORCID iD: 0000-0002-4467-1573; eLIBRARY SPIN-code: 4145-7186. *Contact information:* e-mail: al-3x@mail.ru



DOI 10.22363/2313-2310-2018-26-4-402-408

УДК 612.014.45

## Влияние шума на работоспособность операторов мясоперерабатывающих цехов

А.Н. Скворцов

Национальный исследовательский

Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарева

*Российская Федерация, 430005, Республика Мордовия, Саранск, ул. Большевикская, 68*

В статье дана общая характеристика травматизма и профессиональной заболеваемости на мясоперерабатывающих предприятиях агропромышленного комплекса (АПК), приведен подробный анализ проблемы на примере мясоперерабатывающего цеха. В ходе исследования было установлено, что повышенный уровень шума является одним из провокаторов многих профессиональных заболеваний в отрасли. Другим отрицательным последствием повышенного уровня шума остается снижение производительности труда работников. Таким образом, решение проблемы защиты работающих от повышенного уровня шума положительно отразится как на социальных, так и на экономических факторах, а также снизит текучесть кадров, продлит период активной деятельности работающих и повысит удовлетворенность от трудового процесса.

**Ключевые слова:** шум; травматизм; профессиональная заболеваемость; работоспособность; условия труда

### Введение

В настоящее время эффективное развитие агропромышленного комплекса (АПК) является важной стратегической задачей, от решения которой напрямую зависит продовольственная безопасность нашей страны. Это связано прежде всего с тем, что в условиях санкций именно АПК влияет на социальную и экономическую стабильность в Российской Федерации. Особенно это касается переработки сельскохозяйственного сырья и производства качественной мясной продукции, удовлетворяющей основную потребность человека в питательных веществах.

Мясоперерабатывающая отрасль Российской Федерации отличается значительным уровнем производственного травматизма и профессиональной заболеваемости. Данное явление наиболее актуально для малых мясоперерабатывающих предприятий, об этом свидетельствуют статистические данные выборочных наблюдений.

---

© Скворцов А.Н., 2018



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

В рамках исследования нас интересует одна из важнейших проблем производственных помещений — повышенный уровень шума в пищевой промышленности, в частности на мясоперерабатывающих предприятиях. В современной мясоперерабатывающей промышленности используется высокопроизводительная техника, работа которой сопровождается выделением вредных и опасных производственных факторов, в числе которых превалирующую роль занимает шум. Сегодня сложно найти производство, где шум на рабочем месте не превышает нормативные значения.

Повышенный шум оказывает серьезные последствия для здоровья. Согласно статистическим данным в мире от заболеваний, связанных со слухом, страдают более 16 % трудового населения. Данное явление чаще всего встречается у мужчин, в большинстве случаев в развивающихся странах.

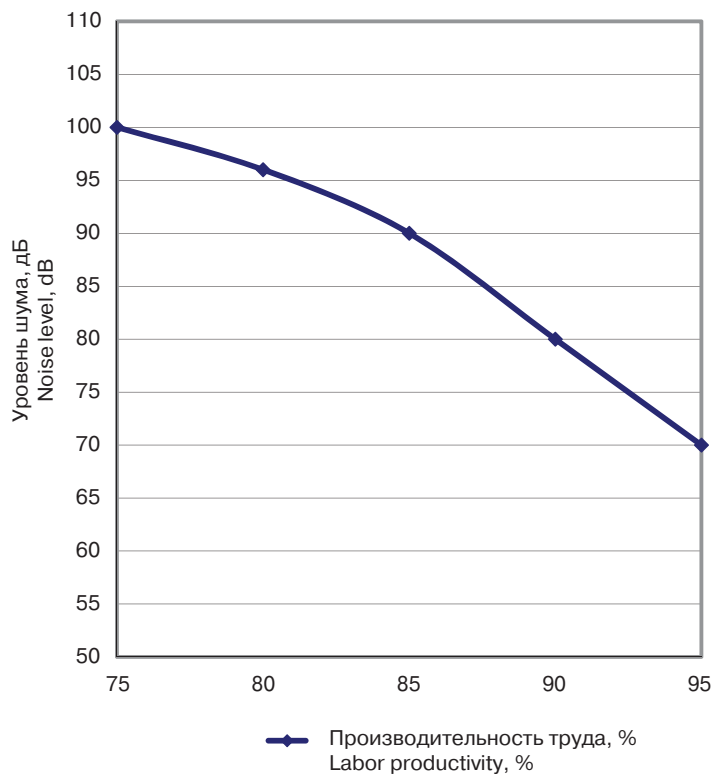
Сегодня проблема потери слуха приобретает все более масштабный характер. По данным диспансеризации в РФ от потери слуха страдают более 12 млн чел. [4]. Еще одним негативным фактором является «омоложение» заболевания слухового аппарата, тем самым тугоухость поражает в первую очередь рабочих трудоспособного возраста. Развитие этой тенденции в скором времени может привести к дефициту трудовых ресурсов, а в последующие годы будет мешать нормальному развитию экономики страны. В большинстве случаев тугоухость не воспринимается работниками как опасность, а работодателями как важная проблема, сопровождающаяся ухудшением здоровья. Таким образом, у работников и общества формируется ложное представление о проблеме заболеваний, вызванных повышенным шумом [5].

Шум коварен, его действие на организм человека незаметно и имеет накопительный характер, более того, от шума человек практически не имеет защиты. При воздействии резкого света мы закрываем глаза, инстинкт самосохранения защищает нас от ожогов, заставляет убрать руку от горячего и т.д., а от воздействия шума человек не имеет защитной реакции [3].

Значительный вклад в проблему повышенного уровня шума внесла профессор Е.Ц. Андреева-Галанина. Она доказала, что шум выступает как общебиологический раздражитель, поскольку в определенных условиях оказывает влияние на весь организм человека. Исходя из вышеизложенного, повышенный уровень шума в условиях производства может привести к травматизму [1; 2].

Помимо вредного воздействия повышенного уровня шума на организм человека установлено его влияние на трудовую деятельность. Данный вопрос приобрел наибольшую актуальность в последние десятилетия. Ученые доказали, что воздействие шума на работника снижает его производительность труда в среднем на 10 %, при этом заболеваемость возрастает примерно на 40 %. Все это заставляет работодателей задуматься о том, что лучше создавать комфортные условия труда, чем регулярно оплачивать больничные листы.

Шум оказывает воздействие на кору головного мозга, человек возбуждается либо становится заторможенным. В обоих случаях снижаются трудовые функции, рассеивается внимание и наступает быстрое утомление. Работа становится непосильной, ухудшается качество ее выполнения. Зависимость снижения производительности труда, связанная с повышенным уровнем шума, показана на рис. 1.



**Рис. 1.** Зависимость производительности труда от уровня шума  
[Figure 1. The dependence of labor productivity from noise]



**Рис. 2.** Основное шумящее оборудование, применяемое в мясоперерабатывающих цехах:

1 — конвейер для обвалки и жиловки (80 дБ); 2 — подъемник (78 дБ); 3 — волчок (83 дБ);  
4 — куттер (83 дБ); 5 — фаршемешалка (82 дБ); 6 — шприц-дозатор (82 дБ)

[Figure 2. The main noise equipment used in meat processing plants:

1 — conveyor for deboning and trimming (80 dB); 2 — lift (78 dB); 3 — grinder (83 dB);  
4 — cutter (83 dB); 5 — meat mixer (82 dB); 6 — syringe dispenser (82 dB)]

Широко известно, что в мясоперерабатывающей отрасли применяется оборудование с повышенным уровнем шума (рис. 2). Требования, предъявляемые к чистоте мясоперерабатывающих цехов, достаточно жесткие. В данных помещениях, как правило, используются твердые, гладкие поверхности, приводящие к отражению звука, эффекту зеркала, который провоцирует совокупность вынужденных стоячих волн. В случае отключения шумящего оборудования стоячие волны постепенно затухают. Таким образом, в мясоперерабатывающих цехах существует прямой звук, исходящий от источника, а также отраженный, идущий от ограждающих поверхностей помещения.

Анализ показал, что в мясоперерабатывающих цехах преобладает механический шум, основным источником которого выступает технологическое оборудование, изображенное на рис. 2. Спектр механического шума находится в достаточно широкой области частот. Основными факторами механического шума являются форма, размеры и тип конструкции, число оборотов, механические свойства материала, состояние поверхностей взаимодействующих тел, а также их смазывание.

### Методы и материалы

Исследования уровня шума проводились в мясоперерабатывающем цехе одного из предприятий Республики Мордовия в рамках специальной оценки условий труда с использованием высокоточной акустической аппаратуры (шумомер, анализатор шума «Ассистент» (рис. 3)).

Цель исследования заключалась в оценке воздействия производственного шума на здоровье и трудовую деятельность операторов мясоперерабатывающих цехов. Расчет эквивалентного уровня звука за восьмичасовой рабочий день вычислялся согласно ГОСТ Р ИСО 9612—2013 [6] с использованием программного комплекса Клинского института охраны и условий труда «Труд-Эксперт» V 4.0 for Windows (для предприятий РФ).



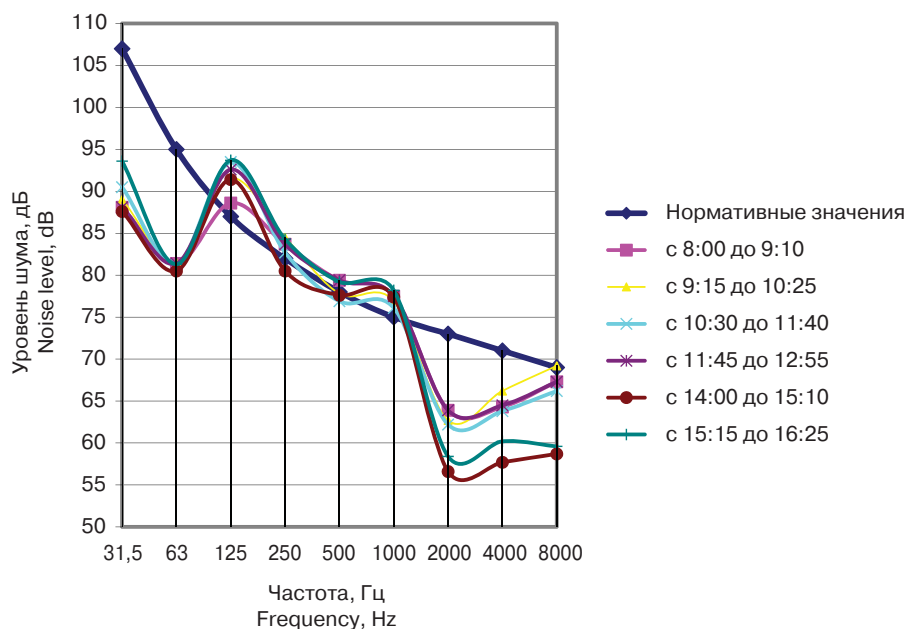
Рис. 3. Шумомер, анализатор шума «Ассистент»  
[Figure 3. Sound meter, noise analyzer "Assistant"]

### Результаты и их обсуждение

В мясоперерабатывающем цехе девять рабочих мест. Минимальное время измерений, исходя из выбранной стратегии, должно быть не менее семи часов. Из девяти работников были выбраны пять человек, измерения случайным образом были распределены на шесть временных интервалов по 70 минут каждый. Полученные результаты уровня звукового давления и эквивалентного уровня звука в мясоперерабатывающем цехе представлены на рис. 3.

Анализируя результаты измерения, приведенные на рис. 4, можно заметить, что превышение уровня звукового давления (УЗД) и эквивалентного уровня звука наблюдается на всех рабочих местах мясоперерабатывающего цеха. Из данных хорошо видно, что превышения наблюдаются в диапазоне частот от 125 до 1000 Гц.





**Рис. 4.** Результаты измерения уровня звукового давления и эквивалентного уровня звука в мясоперерабатывающем цехе  
[Figure 4. Results of measuring the sound pressure level and the equivalent sound level in the meat processing shop]

Выбор стратегии измерения выполнялся в соответствии с ГОСТ Р ИСО 9612—2013 [6]. Анализ работы выбранной группы работающих показал отсутствие необходимости в детальном описании выполняемых ими рабочих операций. Исходя из этого была использована одна из стратегий измерения на основании трудовой функции. Выполненные исследования подтвердили точность выбранной стратегии измерения, поскольку стандартная неопределенность измерений составила 2,1 дБА, согласно ГОСТ Р ИСО 9612—2013 [6] она не превышает 3,5 дБА.

Расчет показал, что эквивалентный уровень шума за восьмичасовой рабочий день составил 83,9 дБА, что выше допустимых значений на 3,9 дБА. Согласно Приказу Минтруда России от 24 января 2014 г. № 33н мясоперерабатывающий цех относится к вредному классу условий труда (подкласс 3.1). Для данного класса характерно отклонение уровня шума от допустимых норм, что в большинстве случаев вызывает у работающих функциональные изменения, которые не успевают восстановиться к началу следующей смены, соответственно, увеличивается риск повреждения здоровья.

С применением метода интерполяции была вычислена производительность труда для установленных значений эквивалентного уровня звука (83,9 дБА) в мясоперерабатывающем цехе, равная 88,8 %.

### Заключение

Проведенное исследование показало, что повышенный уровень шума в мясоперерабатывающих цехах негативно сказывается на здоровье работников, действуя



как общебиологический раздражитель, поскольку в определенных условиях оказывает влияние на весь организм человека. Кроме того, шум в мясоперерабатывающих цехах уменьшает производительность труда в среднем на 10—15 %, что приводит к невыполнению плана, а значит, и снижению прибыли предприятия.

Подводя итоги, можно утверждать, что шум, исходящий от оборудования мясоперерабатывающих цехов, имеет сложный характер. В помещениях, отделанных глазированной плиткой, кафелем и т.п., достаточно трудно добиться нормативных значений. Следовательно, улучшение условий труда путем снижения уровня шума на рабочих местах в данной отрасли позволит снизить производственный травматизм, профессиональную заболеваемость, а также увеличить работоспособность операторов мясоперерабатывающих цехов.

Таким образом, мероприятия, направленные на уменьшение шума до нормативных значений, носят не только социальный, но и экономический характер, выражающийся в повышении производительности труда.

### Список литературы

- [1] Андреева-Галанина Е.Ц., Алексеев С.В., Кадыскин А.В., Суворов Г.А. Шум и шумовая болезнь / под общ. ред. Е.Ц. Андреевой-Галаниной. Ленинград: Медицина, Ленинградское отд., 1972. 303 с.
- [2] Андреева-Галанина Е.Ц. Шум вреден. Л.: Медгиз, 1956. 44 с.
- [3] Савельев А.П., Скворцов А.Н., Пьянзов С.В. Штучные звукопоглотители для снижения шума в производственных помещениях // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы: сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Ф.Х. Бурумкулова. Саранск, 2016. С. 413—417.
- [4] Дмитриев Н.С., Таварткиладзе Г.А. Современные проблемы физиологии и патологии слуха // 1-й Национальный конгресс аудиологов России и 5-й Международный симпозиум. Суздаль, 2004. С. 1—16.
- [5] Ильинская Е.Н. Медико-социальная значимость потери слуха в трудоспособном возрасте и научное обоснование методов профилактики: дис. ... д-ра мед. наук. М., 2009.
- [6] ГОСТ Р ИСО 9612—2013. Акустика. Измерения шума для оценки его воздействия на человека. Метод измерения на рабочих местах. М.: Стандартинформ, 2014.

### История статьи:

Дата поступления в редакцию: 01.01.2019

Дата принятия к печати: 10.01.2019

### Для цитирования:

Скворцов А.Н. Влияние шума на работоспособность операторов мясоперерабатывающих цехов // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2018. Т. 26. № 4. С. 402—408. DOI 10.22363/2313-2310-2018-26-4-402-408

### Сведения об авторе:

Скворцов Александр Николаевич — кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры безопасности жизнедеятельности Института механики и энергетики Национального исследовательского Мордовского государственного университета имени Н.П. Огарева. Контактная информация: e-mail: squortsow.sasha@yandex.ru

## The influence of noise on the operability of operators of meat processing shops

A.N. Skvortsov

N.P. Ogarev Mordovia State University (National Research University)  
68 Bolshevik St., Saransk, 430005, Republic of Mordovia, Russian Federation

The article provides a general description of injuries and occupational morbidity at meat processing enterprises of the agroindustrial complex, and a detailed analysis of the problem using the example of a meat processing plant. The study found that increased noise is one of the provocateurs of many occupational diseases in the industry. Another negative consequence of the increased noise level is the decrease in the productivity of workers. Thus, the significance of the problem of protecting workers from increased noise levels lies primarily in ensuring both social and economic benefits, as well as reducing staff turnover, manifesting a period of active work by workers and increasing satisfaction from the work process.

**Keywords:** noise; injuries; occupational morbidity; working capacity; working conditions

### References

- [1] Andreeva-Galanina ET, Alekseev SV, Kadyskin AV, Suvorov GA. *Noise and noise disease*. Leningrad: Meditsina Publ., Leningradskoy Dep.; 1972.
- [2] Andreeva-Galanina ET. *Noise is harmful*. Leningrad: Medgiz Publ.; 1956.
- [3] Saveliev AP, Skvortsov AN, Pyanzov SV. Sound absorber for noise reduction in industrial premises. *Energy-efficient and resource-saving technologies and systems: a collection of scientific papers of the International scientific-practical conference dedicated to the memory of Doctor of Technical Sciences, Professor F.Kh. Burumkulov*. Saransk; 2016: 413—417.
- [4] Dmitriev NS, Tavartkiladze GA. Modern problems of physiology and pathology of hearing. *Ist National Congress of Audiologists of Russia and 5th International Symposium*. Suzdal; 2004: 1—16.
- [5] Ilinskaya EN. *Medico-social significance of hearing loss at working age and the scientific rationale for methods of prevention*: dis. ... dr. med. sciences. Moscow; 2009.
- [6] GOST R ISO 9612—2013. *Acoustics Measuring noise to assess its effects on humans. Method of measurement in the workplace*. Moscow: Standartinform Publ.; 2014.

### Article history:

Received: 01.01.2019

Revised: 10.01.2019

### For citation:

Skvortsov AN. The influence of noise on the operability of operators of meat processing shops. *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*. 2018;26(4): 402—408. DOI 10.22363/2313-2310-2018-26-4-402-408

### Bio Note:

Alexander N. Skvortsov — Candidate of Technical Sciences, senior lecturer at the Department of Life Safety, Institute of Mechanics and Energy of N.P. Ogarev Mordovia State University (National Research University). *Contact information*: e-mail: squortsow.sasha@yandex.ru



DOI 10.22363/2313-2310-2018-26-4-409-418

УДК 504.06

## Превышение санитарных норм по шуму от автотранспорта в городах Иркутск и Ангарск (Иркутская агломерация)

С.А. Новикова

Иркутский государственный университет  
Российская Федерация, 664003, Иркутск, ул. Карла Маркса, 1

Акустическое загрязнение — один из видов негативного воздействия на окружающую среду. По данным Всемирной организации здравоохранения, повышенный уровень шума является второй по величине после загрязнения атмосферного воздуха экологической причиной проблем со здоровьем населения промышленно-транспортных городов. Увеличение количества автомобильного транспорта в городах Иркутской агломерации, в основном за счет числа легковых автомобилей, приводит к повышению уровня шума, его проникновению в жилые дома, производственные и частные здания. Повышение уровня шума связано также со строительством новых автомагистралей, мостов и кольцевых развязок в городах. В статье проведена оценка шумового загрязнения крупных городов Иркутской агломерации. Выполнены натурные обследования состава и интенсивности движения автотранспортных средств на крупных перекрестках, магистралях и территориях жилой застройки. С помощью шумомера произведены измерения уровня шума в дневное и ночное время, и построены карты уровня шума улично-дорожной сети городов. Изучена законодательная база по нормированию шума в Российской Федерации и странах Европейского союза. Разработан комплекс мероприятий, способствующий уменьшению акустического воздействия на жителей городов Иркутской агломерации.

**Ключевые слова:** автомобильный транспорт; измерения уровня шума; санитарные нормы; шумовые карты

### Введение

Большое количество исследований посвящено проблеме воздействия шума от автотранспорта на качество жизни и психическое здоровье людей [1–3]. Так, при уровне шума свыше 65 дБА может нарушиться сердечный ритм и увеличиться пульс, шум в 85 дБА способен вызывать тахикардию и сбой функций желудочно-кишечного тракта [4; 5]. Неблагоприятно воздействуют внезапно возникающие, прерывистые шумы, особенно в вечерние и ночные часы. Во время сна такие шумы вызывает сильный испуг, особенно у детей. Под влиянием шума в 50 дБА

---

© Новикова С.А., 2018



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

сон становится поверхностным, после пробуждения люди чувствуют усталость, головную боль, учащенное сердцебиение [6]. Отсутствие отдыха после трудового дня приводит к тому, что утомление у человека не исчезает, а переходит в хроническую стадию, которая способствует развитию ряда заболеваний, таких как расстройство центральной нервной системы, гипертоническая болезнь и др.

В Российской Федерации законодательные меры борьбы с шумовым загрязнением базируются на ряде федеральных законов [7; 8], в которых содержатся требования, предъявляемые к акустическому загрязнению, проведению мероприятий по защите населения от шумового воздействия. Нормативная база в области ограничения воздействия шума основывается на документах [9—11]. В странах Европейского союза существует практика принятия директив Европейского парламента [12; 13], перечень и состав которых регулярно пополняется и пересматривается. В Иркутской области был введен закон [14], согласно которому время тишины в городах области длилось с 23:00 до 7:00. В 2014 г. в закон внесены изменения [15], которые расширили временные рамки тишины с 21:00 до 8:00. Следует отметить, что закон [14] затрагивает лишь небольшую часть рассматриваемых проблем. Например, за нарушение тишины предусматривается предупреждение либо штраф, несущественного размера (от 300 до 2000 руб.). Более того, в законе ничего не сказано об ответственности за нарушение санитарных норм шума, проникающего в жилые зоны в результате перемещения автотранспортных средств на автомагистралях, а также о шумовой нагрузке, которую испытывает население, проживающее и работающее в непосредственной близости к автодорогам.

Несмотря на увеличивающееся количество жалоб со стороны жителей городов на создаваемый шумовой дискомфорт, исследования по оценке акустической нагрузки от автотранспорта в Иркутской области, и агломерации в частности, ранее не проводились. Отдельные замеры шума от промышленных источников производятся частными компаниями — разработчиками проектной документации на строительство/реконструкцию объектов. Решение проблемы по защите населения от акустического воздействия должно начинаться с организации контроля над уровнем шума в городах. Инструментами такого контроля являются карты городов, где представлены уровни шума на основных магистралях, кольцевых развязках, мостах, в районах проживания и отдыха людей, на территориях, прилегающих к промышленным объектам, с учетом влияния высотности зданий, зеленых насаждений, рельефа местности. Таким образом, в городах Иркутской области проблема шумового загрязнения автотранспортом стоит очень остро и нуждается в детальном рассмотрении.

### **Методы исследования**

Впервые для крупных городов Иркутской агломерации проведена оценка шумового загрязнения территорий, прилегающих к автомагистралям, и построены карты уровней шума. С целью выявления шумовой нагрузки на магистралях городов в течение 2016—2018 гг. выполнялись натурные наблюдения за составом и интенсивностью движения автотранспортных средств в дневное и ночное время,

а также осуществлялись инструментальные замеры уровня шума с помощью шумомера Testo 816. Измерения уровня шума проводились по стандартной методике [16]. Согласно санитарным нормам Российской Федерации [11] для территорий, непосредственно прилегающих к жилой застройке, уровень шума в дневное время (с 8:00 до 21:00) [15] не должен превышать 55 дБА, в ночное время (21:00 до 8:00) [15] — 45 дБА [11]. По результатам проведенного акустического мониторинга территорий были построены карты уровня шума улично-дорожной сети городов Иркутской области. Для выполнения работы по созданию шумовых карт использовалась программа Quantum GIS (QGIS). Слои картографического проекта Open Street Map выступали в качестве исходных пространственных данных в программе QGIS. При создании карт в слоях исходных подложек использовались данные натурных обследований уровней шума, зафиксированных в точках, координаты которых были отсняты с помощью GPS-навигатора Garmin Dakota 20.

### **Результаты и их обсуждение**

Для исследования были выбраны перекрестки и участки дорог, имеющие различные характеристики транспортного состава и пропускной способности. Так, при сравнении характера и состава движения автотранспортных средств в областном центре — Иркутске — было выявлено, что в транспортном потоке преобладают легковые автомобили. Наибольшее количество легковых автомобилей и автобусов (маршрутных такси) фиксируется в утренние и вечерние часы, днем наблюдается наименьшее количество грузовых автотранспортных средств. По интенсивности движения наиболее загруженными в утренние и вечерние часы пик являются объездные дороги и центральная часть города. Загруженность автодорог обусловлена суточными (маятниковыми) поездками горожан из близлежащих населенных пунктов (Ангарск, Шелехов, Усолье-Сибирское и др.) на работу в Иркутск. Кроме того, через центр Иркутска проходит большое количество транзитного транспорта.

Источником шумового загрязнения в Иркутске, помимо автотранспорта, является также воздушный транспорт Международного аэропорта Иркутск, расположенного в пределах города (в 8 км от центра). Несмотря на то, что проекты по переносу аэропорта за черту Иркутска давно обсуждаются проектировщиками и властями Иркутской области, строительство нового аэропорта так и не началось [17]. Практически вся территория Октябрьского округа (кроме юго-западной части по границе ул. Байкальской и пр. Маршала Жукова) входит в шумовую зону аэропорта с недопустимым по санитарным нормам [11] уровнем звука от взлетающих и производящих посадку самолетов (90 дБА и выше).

В результате проведенных измерений выявлено, что в Иркутске в дневное время (часы пик) максимальный уровень шума, изменяющийся в интервале 90—95 дБА и превышающий санитарный норматив в 1,64—1,73 раза, создается на крупных кольцевых развязках и мостах: Маратовское кольцо, плотина ГЭС, Глазковский мост, Объездная дорога — выезд из города, район аэропорта. Наименьший уровень шума, равный 75 дБА, зафиксирован в дневное время в спальнях районах Иркутска (рис. 1).



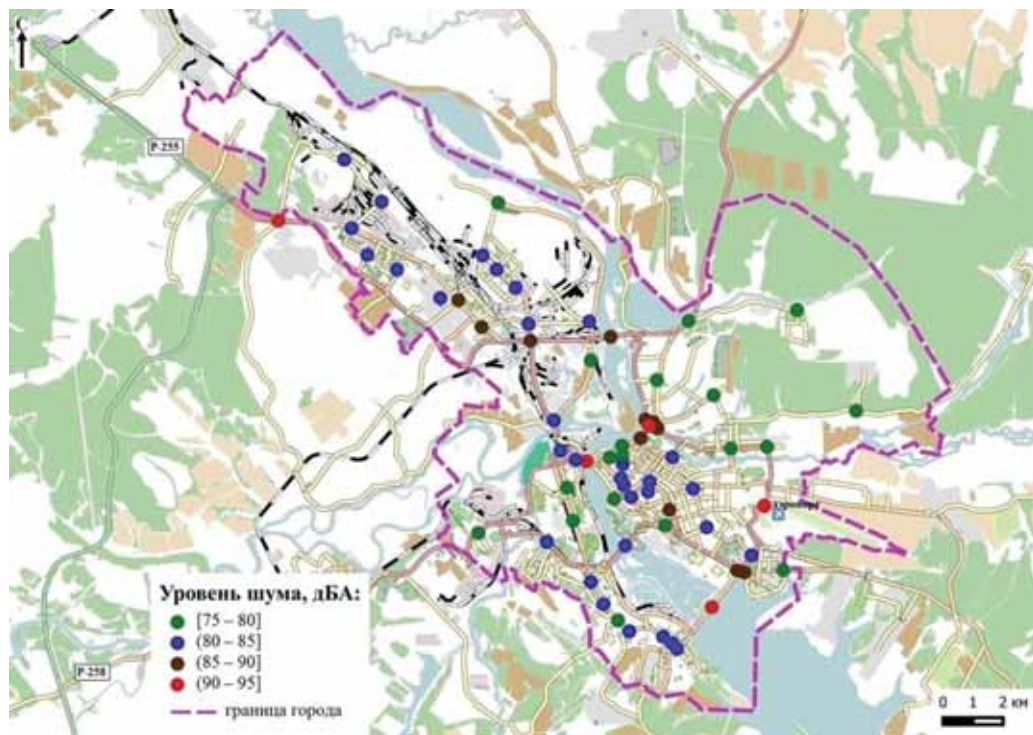


Рис. 1. Карта уровня шума улично-дорожной сети Иркутска (дневное время)

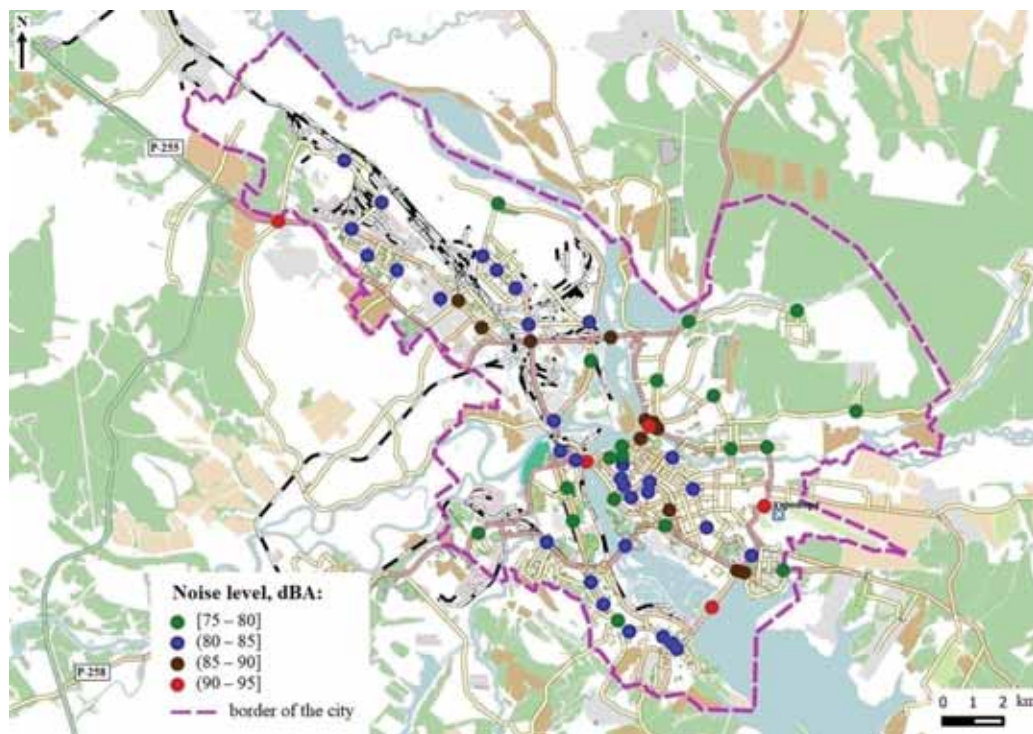


Figure 1. The noise level map of the road network of the city of Irkutsk (daytime)

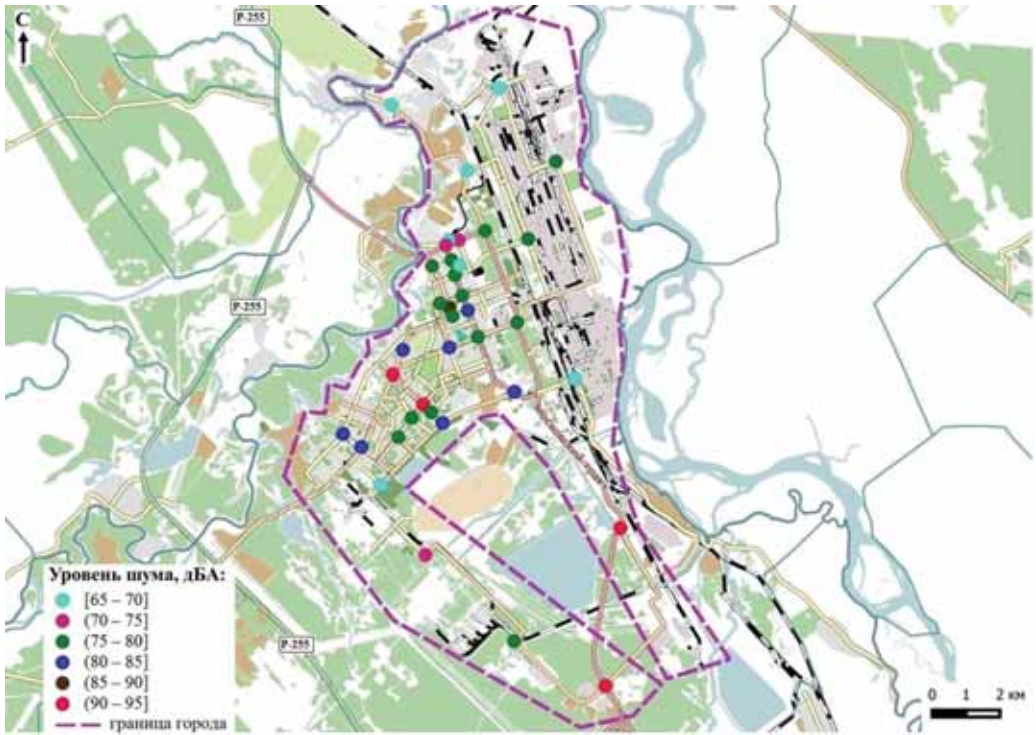


Рис. 2. Карта уровня шума улично-дорожной сети Ангарска (дневное время)

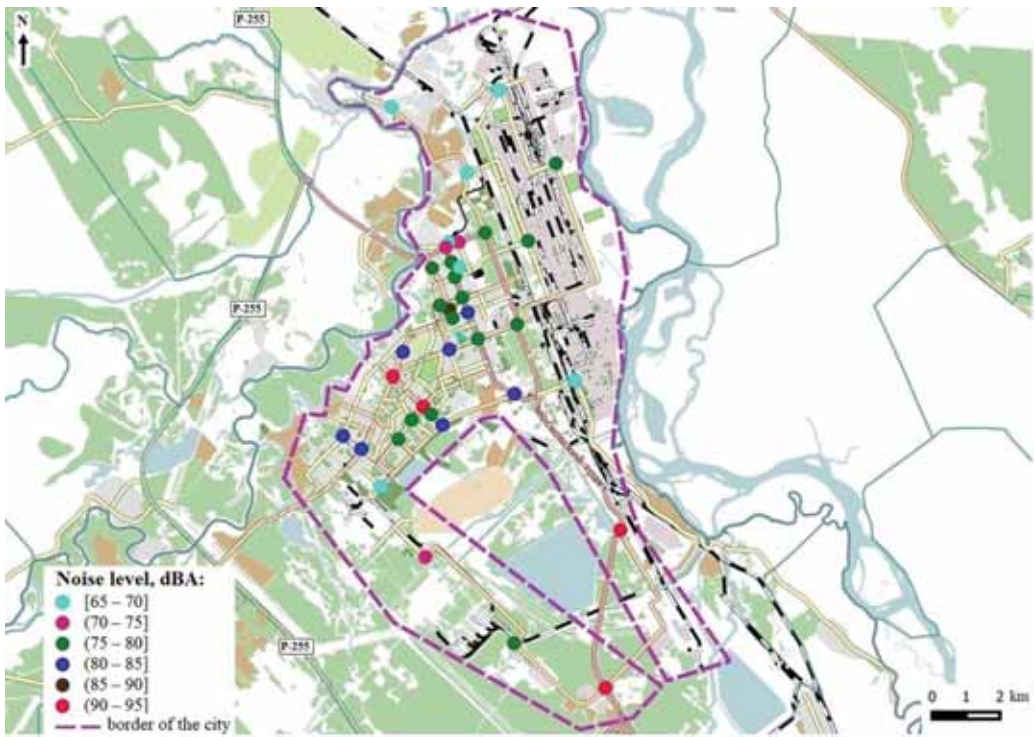


Figure 2. Map of the noise level of the road network in Angarsk (daytime)



В ночное время в Иркутске уровень шума непостоянен, однако его максимальные значения в отдельные временные интервалы достигают 70—80 дБА за счет увеличения скорости движения автотранспортных средств, что обусловлено отсутствием пробок, работы светофоров в режиме «желтый мигающий сигнал». Наибольший уровень шума, зафиксированный в ночное время, изменяется в интервале 75—80 дБА и превышает установленный норматив [11] в 1,67—1,78 раза. Такой уровень шума зафиксирован на тех же участках дорог, которым соответствует уровень шума, изменяющийся в интервале 90—95 дБА, согласно измерениям, проведенным в дневное время. Наименьший уровень шума, зафиксированный в ночное время, изменяется в интервале 60—65 дБА и превышает установленный норматив [11] в 1,33—1,44 раза. Такой уровень шума зафиксирован на участках дорог, которым соответствует уровень шума, изменяющийся в интервале 75—80 дБА, согласно измерениям, проведенным в дневное время.

В результате натурных обследований, проведенных в Ангарске, установлено, что в транспортном потоке преобладают легковые автомобили, в наименьшем количестве представлен грузовой автотранспорт. Наибольшее количество автотранспортных средств всех категорий фиксируется в вечерние и утренние часы, наименьшее количество — в дневные часы. По интенсивности движения наиболее загружены центральная часть и выезд из города в утренние (7:00—9:00) и вечерние (17:00—19:00) часы пик, наименее загружены окраины. Максимальный уровень шума, изменяющийся в интервале 90—95 дБА, создается на следующих участках дорог: ул. Коминтерна — Ангарский пр-т, Ленинградский пр-т — Ангарский пр-т, Московский тракт — выезд из города в направлении Иркутска (рис. 2).

Наибольший уровень шума, зафиксированный в Ангарске в ночное время, изменяется в интервале 75—80 дБА. Такой уровень шума зафиксирован на тех же участках дорог, которым соответствует уровень шума, изменяющийся в интервале 90—95 дБА, согласно измерениям, проведенным в дневное время. Наименьший уровень шума, зафиксированный в ночное время, изменяется в интервале 60—65 дБА. Такой уровень шума зафиксирован на участках дорог, которым соответствует уровень шума, изменяющийся в интервале 65—70 дБА, согласно измерениям, проведенным в дневное время.

Акустическое загрязнение, создающееся на автомагистралях, распространяется на территорию жилой застройки. Кварталы и микрорайоны, расположенные вблизи автодорог, оказываются в зоне повышенного шумового дискомфорта. Уровни звукового давления, измеренные в жилых домах при открытых окнах, в среднем на 15 дБА ниже, чем на автомагистралях.

## Заключение

Выполняя важные функции по обеспечению жизнедеятельности городских жителей, включая внутригородские и межгородские пассажиро- и грузоперевозки, автотранспорт на территории городов Иркутской агломерации является постоянным источником шумового загрязнения, превышающего значения установленных санитарных нормативов в среднем на 25—30 дБА в дневное время и на 20—35 дБА в ночное время.



С целью снижения сверхнормативного шума на территории Иркутской агломерации необходимо разработать целый комплекс мероприятий. Для Иркутска и Ангарска существенную роль сыграют строительство транспортных развязок и подземных парковок, усиление поперечных направлений движения для разгрузки автодорог и повышения их пропускной способности.

В настоящее время допустимые уровни шума автотранспортных средств, обусловленные их заводскими характеристиками, составляют 77—82 дБА в зависимости от их категории и года выпуска [18], что ставит под сомнение достижение уровня звукового давления, регламентируемого санитарными нормами [11]. В этой связи необходимо: конструировать менее шумные автотранспортные средства; сокращать процессы, которые сопровождаются грохотом, шумами; использовать бесшумные материалы, что позволит сократить уровень шума на 10—15 дБА.

Согласно наблюдениям, проведенным в городах Иркутской области, плотно посаженные деревья и кустарники с сомкнутыми кронами позволяют снизить уровень шума вблизи магистралей в среднем на 5—8 дБА, в отличие от зон автодорог, где зеленые насаждения практически отсутствуют. Следовательно, при грамотном подборе администрациями городов состава древесно-кустарниковой растительности и ее рациональном размещении можно добиться снижения уровня акустического загрязнения.

Максимального снижения уровня шума в 15—20 дБА можно достичь с помощью установки шумозащитных экранов, которые пока не получили широкого применения в городах Иркутской агломерации, т.к. являются весьма дорогостоящими. Один из таких экранов установлен в Иркутске на ул. Байкальской, вблизи жилого комплекса 244/4 и детского сада «Росинка».

Усугубляет ситуацию и проведение в вечернее и ночное время в Иркутске и Ангарске несогласованных с администрацией соревнований среди любителей дрифта, что также сказывается на уровне шума в этих городах. По этой причине необходимо ужесточить контроль над скоростным режимом автотранспорта в городской черте посредством установления большего количества камер видеонаблюдения или осуществлять подобные мероприятия в специально организованных для этого местах — автодромах за городом.

Несмотря на то, что в российском законодательстве шум, вибрация и инфразвук являются компонентами загрязнения окружающей среды, за этот вид загрязнения не установлены штрафы, а следовательно, отсутствуют и экономические механизмы стимулирования мероприятий по борьбе с шумом. Поэтому необходимо разработать систему компенсационных выплат и взысканий за нарушение уровня шума в условиях растущей автомобилизации городов.

### Список литературы

- [1] *Paunović K., Belojević G., Jakovljević B.* Noise annoyance is related to the presence of urban public transport // *Sci. Total Environ.* 2014. No. 15(481). Pp. 479—487.
- [2] *Radosavljević J.M., Vukadinović A.V.* Fasadne konstrukcije i njihov uticaj na snižavanje nivoa saobraćajne buke // *Tehnika.* 2014. No. 69(6). Pp. 925—930.
- [3] *Starčević S.M., Bojović N.J.* Noise as an external effect of traffic and transportation // *Vojnotehnički Glasnik. Military technical courier.* 2016. Vol. 64. No. 3. Pp. 866—891.

- [4] Стуканов В.А., Козлов А.Т., Томилов А.А., Татаринов В.В., Пожидаева М.В. Влияние автотранспорта на состояние окружающей среды крупного промышленного города // Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2012. № 1. С. 168—175.
- [5] *Belojević G., Saric-Tanaskovic M.* Prevalence of arterial hypertension and myocardial infarction in relation to subjective ratings of traffic noise exposure // *Noise Health*. 2002. No. 4(16). Pp. 33—37.
- [6] Полякова М. Шум и здоровье // *Техника-молодежи*. 2009. № 10. С. 16—17.
- [7] Российская Федерация. Законы. О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения (с изм. и доп., вступ. в силу 30.09.2017) (ред. от 29.07.2017): Федеральный закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ. URL: <https://base.garant.ru>
- [8] Российская Федерация. Законы. Об охране окружающей среды (ред. от 29.07.2017): Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ. URL: <https://base.garant.ru>
- [9] ГОСТ 12.1.003—83. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности. М.: Издательство стандартов, 2002.
- [10] СНиП 23-03—2003. Защита от шума. Актуализированная редакция от 20.05.2011. М.: ОАО «ЦПП», 2010.
- [11] СН. 2.2.4/2.1.8.562—96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы (утв. Постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 31.10.1996 № 36). URL: <https://base.garant.ru>
- [12] Directive 2003/10/EC of the European Parliament and of the Council of 6 February 2003 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (noise).
- [13] Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise. Official Journal of the European Communities, L 189, 2002. Pp. 12—25.
- [14] Иркутская область. Законы. Об административной ответственности за отдельные правонарушения в сфере охраны общественного порядка в Иркутской области: обл. закон от 12.11.2007 № 107-ОЗ. URL: <https://base.garant.ru>
- [15] Изменения к закону Иркутской области № 107-ОЗ «Об административной ответственности за отдельные правонарушения в сфере охраны общественного порядка в Иркутской области» от 17.07.2014.
- [16] МУК 4.3.2194—07. Методы контроля. Физические факторы. Контроль уровня шума на территории жилой застройки, в жилых и общественных зданиях и помещениях. Москва, 2007.
- [17] Шишелова Т.И. Анализ шума от авиатранспорта города Иркутска // *Фундаментальные исследования*. 2011. № 8—2. С. 413—417.
- [18] Изменение № 1 ГОСТ Р 51616—2000. Автомобильные транспортные средства. Шум внутренних. Допустимые уровни и методы испытаний. URL: <https://docs.ents.ru>

#### **Благодарности:**

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-35-00189.

#### **Для цитирования:**

Новикова С.А. Превышение санитарных норм по шуму от автотранспорта в городах Иркутск и Ангарск (Иркутская агломерация) // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2018. Т. 26. № 4. С. 409—418. DOI 10.22363/2313-2310-2018-26-4-409-418

#### **История статьи:**

Дата поступления в редакцию: 12.12.2018

Дата принятия к печати: 25.12.2018

**Сведения об авторе:**

Новикова Светлана Александровна — старший преподаватель кафедры гидрологии и природопользования географического факультета Иркутского государственного университета. ORCID iD: 0000-0003-2534-337. Контактная информация: e-mail: novikovasveta41@mail.ru

## **The excess of sanitary norms on noise from motor transport in the cities of Irkutsk and Angarsk (Irkutsk agglomeration)**

**S.A. Novikova**

Irkutsk State University  
1 Karl Marx St., Irkutsk, 664003, Russian Federation

Acoustic pollution is a type of negative impact on the environment. According to the World Health Organization, the increased noise level is the second largest after pollution of the atmospheric air by the environmental cause of health problems in the population of industrial and transport cities. The increase in the number of road transport in the cities of the Irkutsk region leads to an increase in noise levels, its penetration into residential, public and office buildings. The increase in noise is also associated with the construction of new highways, bridges and roundabouts in cities. The article assesses noise pollution in large cities of the Irkutsk region. Observations on the composition and intensity of traffic at major intersections, highways and residential areas were carried out. With help of the sound level meter, noise level measurements were made in the daytime and at night and noise maps of the levels of the urban road network were constructed. The legislative basis for noise regulation in the Russian Federation and the countries of the European Union has been studied. A set of measures is suggested that contributes to reducing the acoustic impact on residents of the cities of the Irkutsk region.

**Keywords:** road transport; noise measurement; sanitary norms; noise maps

### **References**

- [1] Paunović K, Belojević G, Jakovljević B. Noise annoyance is related to the presence of urban public transport. *Sci. Total Environ.* 2014;15(481): 479—487.
- [2] Radosavljević JM, Vukadinović AV. Fasadne konstrukcije i njihov uticaj na snižavanje nivoa saobraćajne buke. *Tehnika.* 2014;69(6): 925—930.
- [3] Starčević SM., Bojović NJ. Noise as an external effect of traffic and transportation. *Vojnotehnički Glasnik. Military technical courier.* 2016;64(3): 866—891.
- [4] Stukanov VA, Kozlov AT, Tomilov AA, Tatarinov VV, Pozhidaeva MV. Vlijanje avtotransporta na sostojanie okruzhajushhej srede krupnogo promyshlennogo goroda. *Vestnik VGU. Serija: Himija. Biologija. Farmacija.* 2012;1: 168—175.
- [5] Belojević G, Saric-Tanaskovic M. Prevalence of arterial hypertension and myocardial infarction in relation to subjective ratings of traffic noise exposure. *Noise Health.* 2002;4(16): 33—37.
- [6] Poljakova M. Shum i zdorov'e. *Tehnika-molodezhi.* 2009;10: 16—17.
- [7] Rossiiskaya Federatsiya. Zakony. *O sanitarno-jepidemiologicheskom blagopoluchii naselenija* (s izm. i dop., vstup. v silu s 30.09.2017) (red. ot 29.07.2017) ot 30.03.1999 No. 52-FZ. Available from: <https://base.garant.ru>
- [8] Rossiiskaya Federatsiya. Zakony. *Ob ohrane okruzhajushhej srede* (red. ot 29.07.2017) ot 10.01.2002 No. 7-FZ. Available from: <https://base.garant.ru>

- [9] GOST 12.1.003–83. *Sistema standartov bezopasnosti truda (SSBT). Shum. Obshhie trebovaniya bezopasnosti*. Moscow: Izdatel'stvo Standartov Publ.; 2002.
- [10] SNiP 23-03–2003. *Zashhita ot shuma. Aktualizirovannaja redakcija ot 20.05.2011*. Moscow: OAO “TsPP” Publ.; 2010.
- [11] SN. 2.2.4/2.1.8.562–96. *Shum na rabochih mestah, v pomeshhenijah zhilyh, obshhestvennyh zdaniy i na territorii zhiloy zastrojki. Sanitarnye normy* (utv. Postanovleniem Goskomsanjepidnadzora RF ot 31.10.1996 No. 36). Available from: <https://base.garant.ru>
- [12] Directive 2003/10/EC of the European Parliament and of the Council of 6 February 2003 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (noise).
- [13] Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise. *Official Journal of the European Communities*. L 189. 2002: 12–25.
- [14] Irkutskaya oblast'. *Zakony. Ob administrativnoj otvetstvennosti za otdel'nye pravonarusheniya v sfere ohrany obshhestvennogo porjadka v Irkutskoj oblasti* ot 12.11.2007 No. 107-OZ. Available from: <https://base.garant.ru>
- [15] *Izmeneniya k zakonu Irkutskoj oblasti No. 107-OZ “Ob administrativnoj otvetstvennosti za otdel'nye pravonarusheniya v sfere ohrany obshhestvennogo porjadka v Irkutskoj oblasti”* ot 17.07.2014.
- [16] MUK 4.3.2194–07. *Metody kontrolja. Fizicheskie faktory. Kontrol' urovnja shuma na territorii zhiloy zastrojki, v zhilyh i obshhestvennyh zdaniyah i pomeshhenijah*. Moscow, 2007.
- [17] Shishelova TI. *Analiz shuma ot aviatsporta goroda Irkutsk. Fundamental'nye issledovaniya*. 2011;8–2: 413–417.
- [18] *Izmenenie No. 1 GOST R 51616–2000. Avtomobil'nye transportnye sredstva. Shum vnutrennij. Dopustimye urovni i metody ispytanij*. Available from: <https://docs.ents.ru>

#### **Acknowledgements:**

The study was carried out with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research in the framework of the research project No. 16-35-00189.

#### **Article history:**

Received: 12.12.2018

Revised: 25.12.2018

#### **For citation:**

Novikova SA. The excess of sanitary norms on noise from motor transport in the cities of Irkutsk and Angarsk (Irkutsk agglomeration). *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*. 2018;26(4): 409–418. DOI 10.22363/2313-2310-2018-26-4-409-418

#### **Bio Note:**

*Svetlana A. Novikova* — Senior Lecturer, Chair of Hydrology and Environmental Management, Faculty of Geography, Irkutsk State University. ORCID iD: 0000-0003-2534-337. *Contact information*: e-mail: [novikovasveta41@mail.ru](mailto:novikovasveta41@mail.ru)



DOI 10.22363/2313-2310-2018-26-4-419-430

УДК 550.42

## Оценка влияния автотранспорта на территорию кампуса Российского университета дружбы народов

Д.В. Боева, А.П. Хаустов

Российский университет дружбы народов  
Российская Федерация, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6

В статье отражены результаты исследования, проведенного в рамках проекта «Зеленый кампус», организованного экологическим факультетом Российского университета дружбы народов (РУДН) с целью мониторинга и получения подробной информации о техногенной нагрузке на территорию кампуса РУДН. Приведены данные круглогодичных наблюдений за территорией, которые позволили установить изменчивость техногенной нагрузки от автотранспорта в зависимости от сезонов года. Представлено обоснование инструментального и расчетного методов оценки влияния автотранспорта, а также их сравнение друг с другом. По итогам исследования отстроены диаграммы и карты с определением приоритетных веществ, вносящих наибольший вклад в загрязнение атмосферы.

**Ключевые слова:** влияние автотранспорта; кампус; экологический мониторинг; расчет выбросов; предельно допустимая концентрация вредных веществ; валовый выброс; отбор проб

### Введение

Объектом исследования является территория кампуса Российского университета дружбы народов (РУДН). За счет различной интенсивности потоков транспорта модуль техногенной нагрузки не только меняется во времени и пространстве, но и постоянно возрастает, что приводит к ухудшению экологического состояния объекта. Территория располагается в Обручевском районе Юго-Западного административного округа Москвы. Площадь территории составляет 1,44 км<sup>2</sup>, или 144 Га.

Территория благоустроена, благополучное состояние растительности поддерживается службой озеленения РУДН. Проблема заключается в том, что городские службы мониторинга не позволяют получить достаточно детальную информацию об объеме техногенных нагрузок, которые испытывает территория университета. В этой связи необходимо изучение территории для решения задач по поддержанию ее благополучного экологического состояния.

© Боева Д.В., Хаустов А.П., 2018



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Техногенная нагрузка создается преимущественно транспортными потоками улицы Миклухо-Маклая и Ленинского проспекта. Движение по двум другим магистралям — улицам Саморы Машела и Обручева менее интенсивно.

Установлено, что один легковой автомобиль ежегодно поглощает из атмосферы в среднем более 4 т кислорода, выбрасывая с отработавшими газами примерно 800 кг окиси углерода, около 40 кг окислов азота и почти 200 кг различных углеводородов. В крупных городах на магистральных улицах сосредотачивается до 3/4 всего автомобильного движения, а это означает, что магистрали загружены в 10 раз больше, чем остальные улицы.

При эксплуатации транспорта образуется огромное количество вредных веществ, в том числе продукты трения автошин об асфальт. В некоторых случаях из шин выделяется больше канцерогенных веществ, чем от отработавших газов двигателя [5]. Большой частью это продукты разложения каучуков, за ними следуют полициклические ароматические углеводороды — весьма реакционноспособные и опасные для человека соединения (бензол, ксилол, алифатические амины, формальдегиды и т.д.).

Цель настоящей работы — оценка влияния выбросов автотранспорта на территорию кампуса РУДН.

### **Материалы и методы**

Оценка проводилась на основе построения моделей рассеивания примесей газов, содержащихся в выхлопах, и многократных замеров концентраций углеводородов и других соединений в воздухе на территории кампуса [2; 3].

### **Результаты и обсуждение**

Приоритетными веществами, загрязняющими атмосферу от подвижных источников, являются оксиды азота, углеводороды, сажа, углерода оксиды, диоксид серы [3].

Наибольшее количество загрязняющих веществ выбрасывается при разгоне автомобиля, особенно при быстром, а также при движении с малой скоростью. Относительная доля углеводородов и оксида углерода наиболее высока в момент торможения и на холостом ходу, доля оксидов азота — при разгоне. Следовательно, наибольшее загрязнение происходит при торможении, частых остановках и езде на малых скоростях. Именно такая ситуация типична для рассматриваемой территории, находящейся в зоне действия светофоров и остановок общественного транспорта.

Данные об интенсивности, количестве автомобилей, их типах были предоставлены Центром организации дорожного движения Правительства Москвы с 3-х камер наблюдения. Суммарная оценка загруженности улицы автотранспортом определяется согласно ГОСТ 17.2.2.03—77. Учитываются следующие параметры. Оценка интенсивности движения: низшая — 2,7—3,6 тыс. автомобилей в сутки, средняя — 8—17 тыс., высокая — 18—27 тыс. (магистральная улица и дорога с близлежащей многоэтажной застройкой с двух сторон); скорость ветра 4 м/с; от-



носительная влажность воздуха 65 %; расчетная интенсивность движения автомобилей в обоих направлениях — 820 автомобилей в час и 19 320 за сутки. Состав движения по камерам наблюдений за двухмесячный период приведен в табл. 1.

Таблица 1

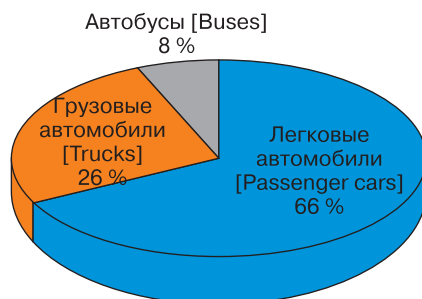
**Исходные данные на рассматриваемом участке за двухмесячный период**

Тип автотранспортного средства	Количество автомобилей		Одновременность
	среднее в течение суток	максимальное за 1 час	
Легковой автомобиль, объем 1,8—3,5 л, инж., бензин	12 728	447	+
Грузовой автомобиль, г/п от 8 до 16 т, дизель	5056	169	+
Автобус, большой, дизель	1080	45	+
Автобус, малый, инж., бензин	456	19	+

Table 1

**Traffic on the analyzed area for a two-month period**

Type of vehicle	Number of cars		Simultaneity
	average during the day	maximum for 1 hour	
Passenger car, engine capacity 1,8—3,5 l, injector engine, petrol	12 728	447	+
Truck, from 8 to 16 tons, diesel	5056	169	+
Big bus, diesel	1080	45	+
Small bus, injector engine, petrol	456	19	+



**Рис. 1.** Интенсивность транспортного потока на ул. Миклухо-Маклая  
[Figure 1. The intensity of the traffic on the Miklukho-Maklaya Street]

Всего за сутки по анализируемому участку дороги (ул. Миклухо-Маклая) проходит 19 320 автомобилей. Согласно ГОСТ 17.2.3.01—86 (Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов) данный отрезок улицы является участком с высокой интенсивностью движения. Около 65 % в этом потоке занимают легковые автомобили; 26 % — грузовые; 7,8 % — автобусы (рис. 1).

Метеорологические характеристики задавались с учетом неблагоприятных метеорологических условий по среднегодовым данным близлежащей метеостанции Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова и другой справочной информации (табл. 2).

Таблица 2

**Метеорологические характеристики и коэффициенты, определяющие условия рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере Москвы**

Метеорологические характеристики	Коэффициенты
Коэффициент А, зависящий от температурной стратификации атмосферы	140
Коэффициент рельефа местности	1
Средняя максимальная температура наружного воздуха наиболее жаркого месяца года, °С	25,3
Средняя температура воздуха наиболее холодного месяца года	-10,7
Среднегодовая роза ветров, %:	
С	8
СВ	8
В	9
ЮВ	10
Ю	15
ЮЗ	24
З	15
СЗ	11
Скорость ветра $U^*$ (м/с), повторяемость превышения которой (по средним многолетним данным) не больше 5 %	6

Table 2

**Meteorological characteristics and coefficients determining the conditions of dispersion of pollutants in the atmosphere of Moscow**

Meteorological characteristics	Coefficients
Coefficient A, depending on the temperature stratification of the atmosphere	140
The coefficient of the terrain	1
The average maximum outdoor temperature of the hottest month of the year, °C	25.3
The average temperature of the coldest month of the year	-10.7
Average annual wind rose, %:	
N	8
NE	8
E	9
SE	10
S	15
SW	24
W	15
NW	11
Wind speed $U^*$ (m/s), the frequency of exceeding which (according to the average long-term data) is not more than 5 %	6

Оценка проводилась для теплого периода с помощью унифицированной программы для ЭВМ — УПРЗА «Эколог» 4.75. Для всех рассматриваемых веществ и групп их суммации расчеты производились в прямоугольной области, охватывающей территорию кампуса РУДН. Расчетные точки располагались в разных условно поделенных зонах кампуса: учебной, жилой, фоновой (лес) и т.д.

В каждой расчетной точке рассчитывалась максимальная по величине скорости и направлению ветра концентрация примеси. При расчетах производился перебор направлений и скоростей ветра в соответствии с требованиями методики по алгоритму уточненного перебора скоростей ветра, заложенному в программу «Эколог». Шаг по углу перебора направлений ветра принимался равным 1°. Было выбрано 7 контрольных точек, расположение которых отражено на картах.



Расчет выбросов автотранспорта проводился в модуле «Автотранспортное предприятие» программы «ЭКОцентр». Источниками выделений загрязняющих веществ являлись двигатели автомобилей, перемещающихся по улице Миклухо-Маклая.

Таблица 3

**Объемы загрязняющих веществ,  
выбрасываемых в атмосферу автотранспортом на ул. Миклухо-Маклая**

Загрязняющее вещество		Исполь- зуемый критерий	Значение критерия, мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности	Суммарный выброс вещества	
код	наименование				г/с	т/год
0301	Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	ПДК м/р	0,20000	3	0,9494364	4,712628
0304	Азот (II) оксид (Азота оксид)	ПДК м/р	0,40000	3	0,0242834	0,765802
0328	Углерод (Сажа)	ПДК м/р	0,15000	3	0,0095111	0,299942
0330	Сера диоксид (Ангидрид сернистый)	ПДК м/р	0,50000	3	0,0291847	0,920368
0337	Углерод оксид	ПДК м/р	5,00000	4	1,6109333	50,802394
2704	Бензин (нефтяной, малосернистый) (в пересчете на углерод)	ПДК м/р	5,00000	4	0,1773111	5,591683
2732	Керосин	ОБУВ	1,20000		0,0332889	1,049798
Всего веществ: 7					2,8339489	64,142615
в том числе твердых: 1					0,0095111	0,299942
жидких/газообразных: 6					2,8244378	63,842673
Группы веществ, обладающих эффектом комбинированного вредного действия:						
6204	(2) 301 330					

Table 3

**Volumes of pollutants emitted into the atmosphere by vehicles on Miklukho-Maklaya Street**

Pollutant		Criterion used	Value of the criterion, mg/m <sup>3</sup>	Hazard class	The total emissions of the substance	
code	name				g/s	t/year
0301	Nitrogen dioxide (Nitrogen (IV) oxide)	MPC м/р	0.20000	3	0.9494364	4.712628
0304	Nitrogen (II) oxide (Nitrogen oxide)	MPC м/р	0.40000	3	0.0242834	0.765802
0328	Carbon (Soot)	MPC м/р	0.15000	3	0.0095111	0.299942
0330	Sulfur dioxide	MPC м/р	0.50000	3	0.0291847	0.920368
0337	Carbon monoxide	MPC м/р	5.00000	4	1.6109333	50.802394
2704	Gasoline (oil, low-sulfur) (in terms of carbon)	MPC м/р	5.00000	4	0.1773111	5.591683
2732	Kerosene	ASLOE	1.20000		0.0332889	1.049798
All substances: 7					2.8339489	64.142615
including solid: 1					0.0095111	0.299942
liquid/gaseous: 6					2.8244378	63.842673
Groups of substances having the effect of combined harmful effect:						
6204	(2) 301 330					

Выбросы  $i$ -го вещества при движении автомобилей по расчетному внутренне-му проезду  $M_{\text{ПР } ik}$  рассчитывались по общеизвестной формуле

$$M_{\text{ПР } i} = \sum_{k=1}^k m_{L ik} \cdot L \cdot N_k \cdot D_p \cdot 10^{-6}, \text{ т/год,}$$

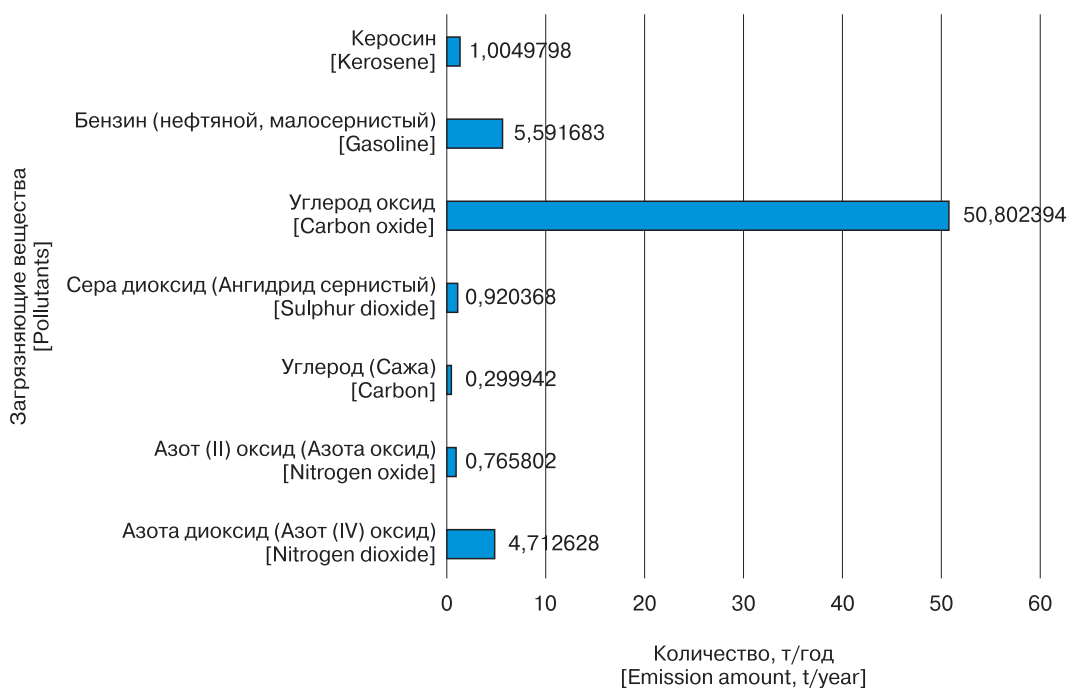
где  $m_{L ik}$  — пробеговый выброс  $i$ -го вещества (г/км) автомобилем  $k$ -й группы при движении со скоростью 10–20 км/ч;  $L$  — протяженность расчетного внутреннего проезда, км;  $N_k$  — среднее количество автомобилей  $k$ -й группы, проезжающих по расчетному проезду в течение суток;  $D_p$  — количество расчетных дней.

Максимальный разовый выброс  $i$ -го вещества  $G_i$  рассчитывался по формуле

$$G_i = \sum_{k=1}^k m_{L ik} \cdot L \cdot N'_k / 3600, \text{ г/с,}$$

где  $N'_k$  — количество автомобилей  $k$ -й группы, проезжающих по расчетному проезду за 1 час, характеризующийся максимальной интенсивностью проезда автомобилей.

Из результатов расчетов максимального разового выброса для каждого типа автотранспортных средств в итоговые результаты по источнику занесены наибольшие значения, полученные с учетом нестационарности во времени движения автотранспортных средств [1].



**Рис. 2.** Доля выбросов загрязняющих веществ на ул. Миклухо-Маклая, т/год  
[Figure 2. Share of pollutant emissions on Miklukho-Maklaya Street, t/year]

Динамика показана в долях предельно-допустимой концентрации вредных веществ (ПДК) с помощью изолиний. Изолинии отстраивались по программе УПРЗА «Эколог» 4.75 для каждого приоритетного вещества. В качестве примера приведем данные по диоксиду азота (рис. 3). По остальным веществам превышений норматива в 0,8 ПДК не наблюдается.

Для детализации оценки влияния выбросов автомобильного транспорта на прилегающие территории использовался метод профилирования, указывающий на возможности рассеивания выбросов в придорожной зоне. Выбор профилей производился с учетом интенсивности движения, расположения светофоров, остановок, а также структуры прилегающей территории. Было намечено 6 профилей, которые репрезентативно отражают существующую обстановку (рис. 4).

Первый профиль проложен вдоль Ленинского проспекта, от пересечения с ул. Миклухо-Маклая по направлению в центр. Цель его построения — определить автомобильные выбросы в зависимости от накопления транспорта у светофора.

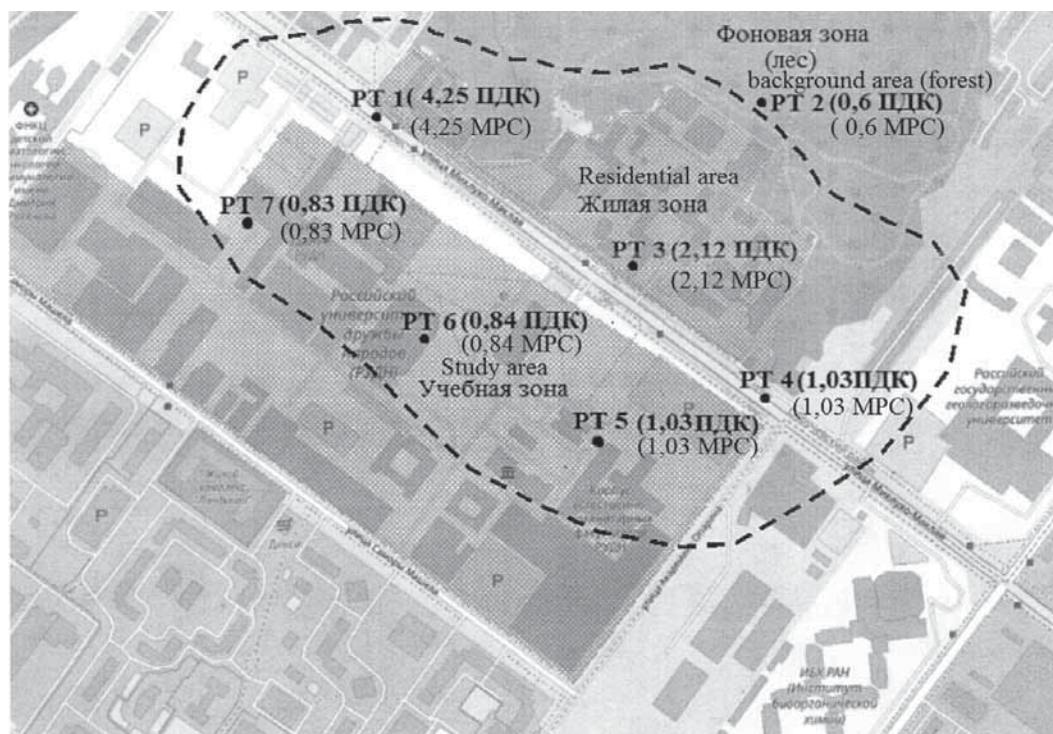
Второй профиль расположен перпендикулярно первому и призван оценить распространение выбросов в условиях прилегающей лесопарковой зоны.

Третий профиль выбран также по направлению к лесной зоне с противоположной стороны с целью сопоставления отсутствия влияния автомобильного движения.

Четвертый профиль направлен перпендикулярно ул. Миклухо-Маклая в сторону студенческого городка и характеризует распределение загрязнений в условиях плотной застройки.

Пятый профиль, направленный по центру административной зоны, характеризует изменения выбросов с учетом защитной зеленой зоны.

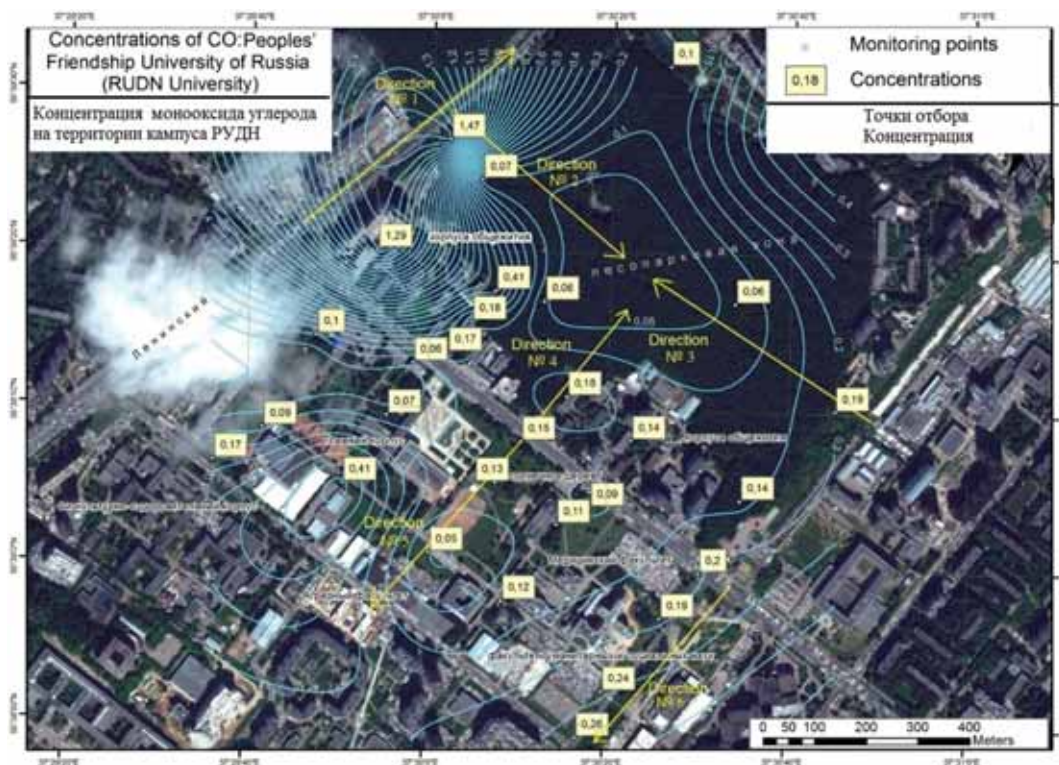
Шестой профиль расположен вдоль корпуса гуманитарных и социальных наук, характеризует периферийную зону с относительно слабым движением автотранспорта.



**Рис. 3.** Карта рассеивания концентрации диоксида азота (301) с расположением расчетных точек (РТ):

РТ 1 (4,25 ПДК), РТ 4 (1,03 ПДК) — у дороги; РТ 2 (0,6 ПДК) — в фоновой зоне; РТ 3 (2,12 ПДК) — в жилой зоне; РТ 5 (1,03 ПДК), РТ 6 (0,84 ПДК) — в учебной зоне, РТ 7 (0,83 ПДК) — в учебной зоне. Пунктирной линией обозначена граница изолинии в 0,8 ПДК, за пределами которой превышение норматива от заданного площадного источника — ул. Миклухо-Маклая не наблюдается.

[**Figure 3.** Map of dispersion of nitrogen dioxide concentration (301) with location of calculated points (RT): РТ 1 (4,25 MPC), РТ 4 (1,03 MPC) — near the road; РТ 2 (0,6 MPC) — in the background area; РТ 3 (2,12 MPC) — in the residential area; РТ 5 (1,03 MPC), РТ 6 (0,84 MPC), РТ 7 (0,83 MPC) — in the study area]



**Рис. 4.** Изолинии концентраций монооксида углерода по замеренным в 33 точках данным (стрелками указаны направления генеральных профилей)

[**Figure 4.** Contours of concentration of carbon monoxide data measured at 33 points (the arrows indicate the direction of the general profiles)]

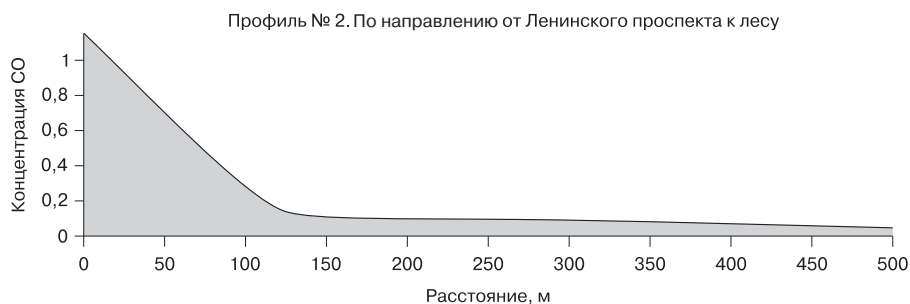
Построение профилей проводилось по оцифрованным картам в программе Surfare по фиксированным точкам через 50 метров. Конфигурация профилей не совпадает между собой, что свидетельствует о крайне разнообразных условиях распространения выбросов. Это обусловлено различными типами прилегающей территории, а также местными климатическими изменениями (локальными направлениями ветра, ориентацией застройки, наличием растительности и, конечно, интенсивностью движения автотранспорта).

В качестве примера приводятся данные по направлению от Ленинского проспекта к лесопарку. Данный метод позволяет проследить путь распространения вещества и оценить зоны влияния автотранспорта. На профиле ярко выражена буферная функция лесопарка, прилегающего к жилой зоне РУДН.

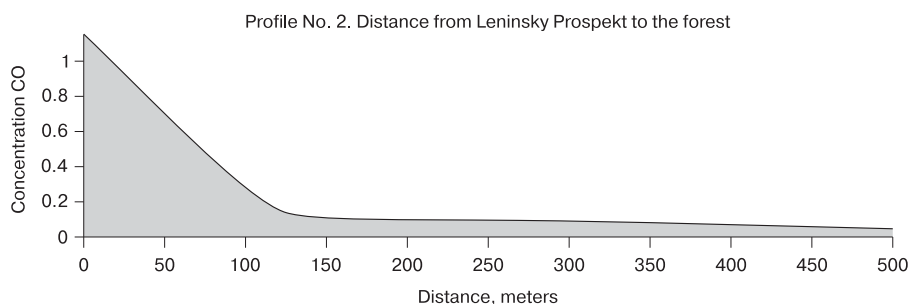
Примером отсутствия растительности служит профиль от ул. Миклухо-Макляя через деловую и социально-активную зону главного корпуса РУДН. В данной зоне защитные свойства растительности выражены слабее по сравнению с другими направлениями.

Конфигурация данного профиля обусловлена одновременным влиянием двух источников автотранспорта: ул. Миклухо-Макляя (100–200 м) и с противоположной стороны ул. Саморы Машела (300 м).

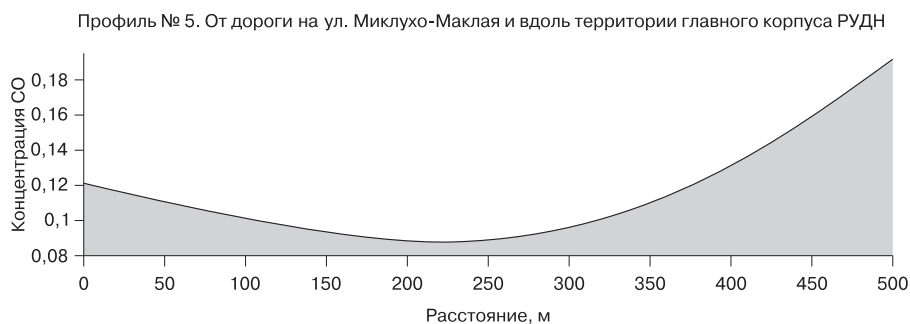




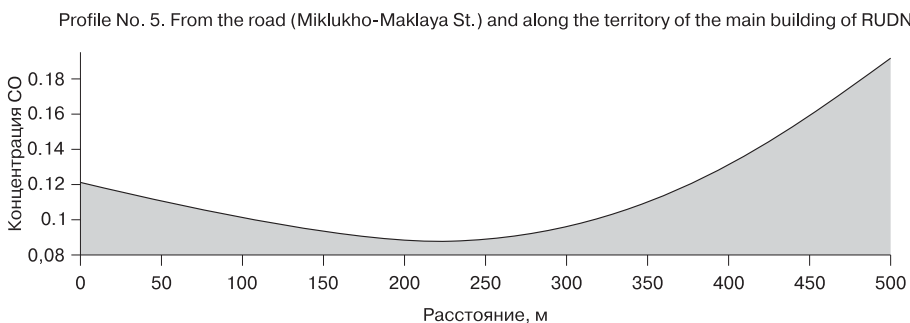
**Рис. 5.** Изменение концентрации монооксида углерода на расстоянии от Ленинского проспекта до Юго-Западного лесопарка



**Figure 5.** The change in the concentration of carbon monoxide from Leninsky Prospekt to the South-West Forest Park



**Рис. 6.** Изменение концентрации монооксида углерода от ул. Миклухо-Маклая через деловую и социально-активную зону главного корпуса университета



**Figure 6.** Change of carbon monoxide concentration from Miklukho-Maklaya Street through the business and social-active zone of the main building of the University

Ниже приводится таблица оценки влияния движения автотранспорта на прилегающую территорию.

Таблица 4

**Оценка влияния автотранспорта на прилегающую территорию**

	Граница зон влияния, м				
	CO	NO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S	Сажа	Шум
Профиль № 1	300	500	300—500	350	500
Профиль № 2	150	100	150	50	300
Профиль № 3	100	450	600	500	150
Профиль № 4	150	200	50	200	200
Профиль № 5	250	400	0—200; 400—600	0—200; 300—400	350
Профиль № 6	500	500	200—600	0—300; 400—600	600

Table 4

**Assessment of the impact of vehicles on the surrounding area**

	Border zones of influence, meters				
	CO	NO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S	Carbon	Noise
Profile No. 1	300	500	300—500	350	500
Profile No. 2	150	100	150	50	300
Profile No. 3	100	450	600	500	150
Profile No. 4	150	200	50	200	200
Profile No. 5	250	400	0—200; 400—600	0—200; 300—400	350
Profile No. 6	500	500	200—600	0—300; 400—600	600

## Заключение

По итогам исследования определена расчетная интенсивность движения автомобилей в обоих направлениях по ул. Миклухо-Маклая: 820 автомобилей в час и 19 320 за сутки.

Произведен расчет максимального разового и валового выброса с целью определения превышений норматива в 0,8 ПДК в зоне кампуса. Его величина по ул. Миклухо-Маклая в районе кампуса РУДН составила 64,1 т/г. Из них максимальное значение приходится на оксид углерода — 50 т/г. Приоритетными загрязнителями также выступают диоксиды азота, сажа.

Непосредственными замерах определены уровни загрязнения воздуха, шумовых нагрузок, электромагнитных полей. Превышение среднесуточных ПДК в воздухе кампуса выявлено по концентрации диоксида азота (превышение — 15 ПДК). Также превышен уровень шума — до 80 дБ (норматив — 45 дБ).

Результаты замеров визуализированы: созданы схемы техногенных нагрузок (карты загрязнений, шумовых нагрузок и др.).

В результате анализа графических построений выявлено, что наиболее сильное аэральное загрязнение территории кампуса происходит со стороны Ленинского проспекта и сравнительно меньше — с ул. Миклухо-Маклая, хотя Ленинский проспект находится дальше. Это объясняется более интенсивным потоком автомобильного транспорта и длительностью стоянки на регулируемом светофоре перекрестке. Кроме того, определенный вклад вносят автобусные остановки, расположенные непосредственно вблизи кампуса.

### Список литературы

- [1] *Алексеев С.В.* Справочная таблица 6П2В. М., 1987.
- [2] Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. СПб.: НИИ Атмосфера, 2005.
- [3] Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу автотранспортных предприятий (расчетным методом). М., 1998.
- [4] Дополнения и изменения к Методике проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу автотранспортных предприятий (расчетным методом). М., 1999.
- [5] *Третьяков О.Б., Корнев В.А., Кривошеева Л.В.* Воздействие шин на окружающую среду и человека. М.: Нефтехимпром, 2006. 154 с.

#### История статьи:

Дата поступления в редакцию: 01.01.2019

Дата принятия к печати: 10.01.2019

#### Для цитирования:

*Боева Д.В., Хаустов А.П.* Оценка влияния автотранспорта на территорию кампуса Российского университета дружбы народов // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2018. Т. 26. № 4. С. 419–430. DOI 10.22363/2313-2310-2018-26-4-419-430

#### Сведения об авторах:

*Боева Дарья Викторовна* — магистрант экологического факультета Российского университета дружбы народов. *Контактная информация:* e-mail: bodasha97@yandex.ru

*Хаустов Александр Петрович* — доктор геолого-минералогических наук, профессор, профессор кафедры прикладной экологии Российского университета дружбы народов, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации. *Контактная информация:* e-mail: khaustov\_ap@rudn.university

## Assessment of the vehicles impact on the RUDN University campus

D.V. Boeva, A.P. Khaustov

Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)  
6 Miklukho-Maklaya St., Moscow, 117198, Russian Federation

The article reflects the research carried out within the framework of the “Green campus” project. The project was organized by the Ecological Faculty of RUDN University, the purpose of which was the monitoring of the RUDN University campus and obtaining detailed information about the technogenic load on the territory. This paper presents the results of year-round studies of the territory, which allowed to establish the variability of anthropogenic load from vehicles depending on the seasons. The article presents the explanation of the vehicles impact assessment methods: instrumental and calculated methods, as well as their comparison with each other. The results are given in charts and maps. Identification of priority substances was done that contribute mostly to the atmosphere pollution.

**Keywords:** impact of vehicles; campus; environmental monitoring; emissions estimation; MPC; gross output; sampling

## References

- [1] Alekseev SV. *Reference table 6P2B*. Moscow; 1987.
- [2] *Guidelines for the calculation, regulation and control of emissions of pollutants into the air*. Saint Petersburg: Atmosphere Research Institute; 2005.
- [3] *Methodology of inventory of pollutants emissions into the atmosphere from road transport enterprises (calculation method)*. Moscow; 1998.
- [4] *Additions and changes to the Methodology of inventory of pollutants emissions into the atmosphere from road transport enterprises (calculation method)*. Moscow; 1999.
- [5] Tretyakov OB, Kornev VA, Krivosheeva LV. *Impact of tires on the environment and human*. Moscow: Neftekhimprom Publ.; 2006.

### Article history:

Received: 01.01.2019

Revised: 10.01.2019

### For citation:

Boeva DV, Khaustov AP. Assessment of the vehicles impact on the RUDN University campus. *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*. 2018;26(4): 419—430. DOI 10.22363/2313-2310-2018-26-4-419-430

### Bio Note:

*Daria V. Boeva* — second year master student, Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University). *Contact information*: e-mail: bodasha97@yandex.ru

*Alexander P. Khaustov* — Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Professor of the Department of Applied Ecology of Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), Honored Worker of the Higher School of the Russian Federation. *Contact information*: e-mail: khaustov\_ap@rudn.university





DOI 10.22363/2313-2310-2018-26-4-431-440

УДК 57.044:504.454

## Особенности миграции ртути в воде и донных отложениях устьевой области реки Красная во Вьетнаме

Н.Т.Т. Нгуен, И.В. Волкова, В.И. Егорова

Астраханский государственный технический университет  
Российская Федерация, 414056, Астрахань, ул. Татищева, 16Г

В работе проведена оценка содержания ртути в воде и донных отложениях в устьевой области р. Красная во Вьетнаме. Даны пространственные распределения ртути в растворенной и взвешенной формах, а также в донных отложениях. Исследования проводились на 30 станциях 2 раза в год (в период половодья и межени) в 2014–2016 гг. Пробы донных отложений отбирали в поверхностном слое. Пространственное распределение ртути осуществлялось методом кригинга в ArcGIS 10.2.2. Установлено, что концентрация ртути в воде р. Красная изменяется от 0,05 до 0,08 мкг/л в межени и от 0,07–0,11 мкг/л в период половодья. По направлению к морю концентрации растворенной ртути уменьшались. Содержание ртути в взвешенной форме и донных отложениях увеличивается по направлению к морю и достигает максимума в маргинальном фильтре. В речных водах главные формы существования ртути — растворенная и взвешенная, а в маргинальном фильтре — в донных отложениях. Донные отложения устьевой области р. Красная отличаются более высоким содержанием Hg по сравнению с незагрязненными грунтами в водоемах умеренных и северных широт и донными отложениями водных объектов другой области Вьетнама.

**Ключевые слова:** устьевая область; ртуть; донные отложения; пространственная интерполяция; кригинг; маргинальный фильтр

### Введение

Ртуть является одним из наиболее токсичных металлов, чаще других встречаемым в окружающей среде. В водной среде ртуть существует в растворенных, взвешенных формах в воде и донных отложениях (ДО). Основными растворенными формами ртути являются элементарная ртуть ( $\text{Hg}^0$ ), комплексные соединения  $\text{Hg}^{2+}$  с различными неорганическими и органическими лигандами и органические формы металла, главным образом метиловая ( $\text{CH}_3\text{Hg}^+$ ) и диметиловая ртуть ( $\text{CH}_3\text{HgCH}_3$ ) [1; 2]. В связи с чем при исследовании ртутного загрязнения необходимо рассматривать содержание и распределения как ртути, так и ее соединений в различных формах.

© Нгуен Н.Т.Т., Волкова И.В., Егорова В.И., 2018



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Содержание ртути в водной среде определяется совокупностью факторов, в том числе путями поступления и расстоянием от природных и антропогенных источников. Устьевая область р. Красная является важным промышленным центром на севере Вьетнама. К основным антропогенным источникам ртути на этой территории относятся сжигание топлива, производство первичных металлов, особенно золота, источники света с содержанием ртути, сжигание и размещение отходов [3—5]. В настоящее время ртутное загрязнение рассматривается как серьезная проблема данной области. Таким образом, исследование содержания и распределения различных форм ртути является актуальным вопросом и требует особого внимания.

Цель работы — определение уровня содержания ртути в воде и донных отложениях, а также ее пространственного распределения в устьевой области р. Красная.

### **Материал и методы исследования**

Река Красная является наибольшей из рек на севере Вьетнама. Она имеет два основных притока: правый — река Да и левый — река Ло [3]. Для населения р. Красная выполняет важные функции: она является объектом рекреации, источником воды для сельского хозяйства, промышленности и приемником для сточных воды. Объектами исследования были вода и ДО устьевой области р. Красная. Вершина устьевой области находится в 210 км от моря, немного ниже устья притоков. Ниже вершины начинается главный рукав дельты, имеющий то же название. От главного рукава дельты влево и вправо отходят рукава Дай, Балат, Чали, Ньинко (рис. 1).

Устьевая область р. Красная относится к эстуарно-дельтовому типу [4] и разделяется на обширную многорукавную дельту, небольшие эстуарии на нижних участках некоторых рукавов и открытое приглубое приливное устьевое взморье. Устьевое взморье р. Красная занимает прибрежную зону залива Бакбо Восточного моря.

Исследования проводились на 30 станциях на основных дельтовых водотоках (река Красная и рукава Дай, Балат, Чали, Ньинко) и взморье (рис. 1).

Материалом для исследования служили образцы воды и ДО. Отбор проб воды и ДО осуществлялся в межень и половодье 2014—2016 гг. и проводился согласно ГОСТ 31861—2002 [6] и ГОСТ 17.1.5.01—80 [7].

ДО отбирали дночерпателем с глубиной захвата 0—10 см (поверхностный слой ДО).

Воду фильтровали через мембранный фильтр с диаметром пор 0,45 мкм. Фильтр высушивали и определяли содержание ртути на взвешенном веществе, с последующим пересчетом на объем профильтрованной воды. Каждый образец сушили в течение 11 часов при температуре 110 °С, после чего определяли содержание Hg [8].

Содержание ртути в каждой пробе воды и ДО определяли в лаборатории биохимии кафедры инженерной экологии Вьетнамского морского университета на ртутном анализаторе РА-915+ с приставкой ПИРО атомно-абсорбционным методом холодного пара с диапазоном измерения 0,001—5 мг/кг [7].



**Рис. 1.** Карта-схема района исследования: ● — место проб отбора  
[**Figure 1.** Index map of the study area: ● — sampling location]

Статистическая обработка результатов проводилась с использованием языка программирования R-3.5.1 for Windows. Результаты представлены в виде средних значений и их ошибок ( $\bar{x} \pm m\bar{x}$ ). Достоверность различий оценивалась методом дисперсионного анализа (ANOVA) при уровне значимости  $p \leq 0,05$ .

Пространственное распределение ртути осуществлялось методом кригинга в программе ArcGIS 10.2.2, который использует вариограмму для выражения пространственного изменения и минимизирует погрешность прогнозируемых значений, оцениваемых пространственным распределением [9]. В контексте геостатистики кригинг является обобщенным методом линейной регрессии, используемым с вариограммовой моделью для интерполяции пространственных данных. В нашем исследовании пространственными данными являются измеренные концентрации ртути растворенной, взвешенной и в ДО.

## Результаты исследования и их обсуждение

Концентрации ртути в растворенной и взвешенной формах и в ДО в основных водотоках и взморье устьевой области р. Красная представлены в таблице.

### Растворенная ртуть

Как видно из таблицы, средние концентрации растворенной ртути в воде устьевой области р. Красная варьируют от 0,007 до 0,11 мкг/л. Наибольшие концен-

трации растворенных форм Hg (0,98–0,11 мкг/л) наблюдались в вершине дельты (Ст. 1) р. Красная, где сосредоточены химические предприятия и промышленные центры. На всех исследуемых участках р. Красная концентрация металла отмечена в 3–4 раза больше, чем его содержание в Чали, Ньинко и Дай, равное в среднем 0,035 мкг/л.

Пространственное распределение растворенной формы ртути по различным гидрологическим сезонам представлено на рис. 2.

Таблица

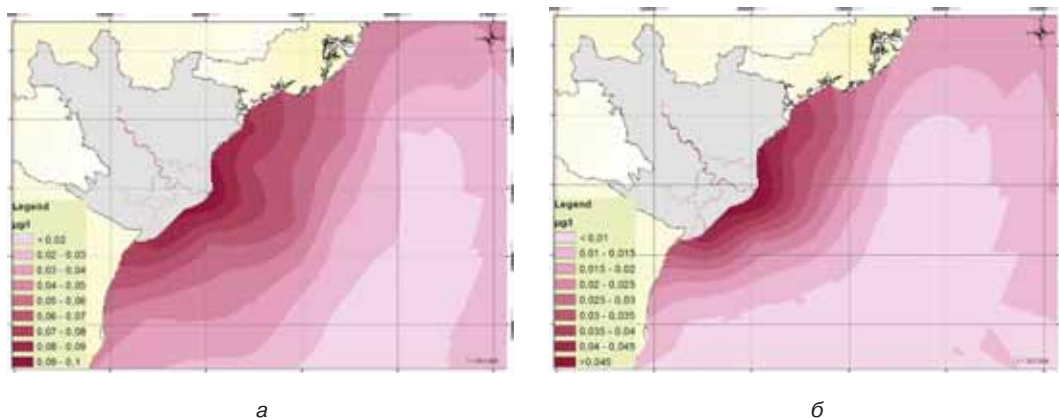
**Содержания различных форм ртути в устьевой области р. Красная  
(a, b, c – различия достоверны при  $p < 0,05$ )**

Станции	Концентрации ртути		
	Растворенная форма, мкг/л	Взвешенная форма, мкг/л	ДО, мкг/кг
Река Красная			
Ст. 1	0,11 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,07 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,15 ± 0,01 <sup>a</sup>
Ст. 3	0,07 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,06 ± 0,1 <sup>b</sup>	0,82 ± 0,02 <sup>a</sup>
Ст. 7	0,06 ± 0,01 <sup>ab</sup>	0,65 ± 0,1 <sup>bc</sup>	1,23 ± 0,017 <sup>ab</sup>
Притоки			
Чали	0,035 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,22 ± 0,11 <sup>a</sup>	0,16 ± 0,01 <sup>a</sup>
Ньинко	0,055 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,26 ± 0,2 <sup>a</sup>	0,54 ± 0,011 <sup>a</sup>
Дай	0,02 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,38 ± 0,1 <sup>a</sup>	0,78 ± 0,01 <sup>a</sup>
Взморье			
Ст. 12	0,075 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,75 ± 0,2 <sup>a</sup>	1,3 ± 0,7 <sup>a</sup>
Ст. 22	0,018 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,42 ± 0,1 <sup>a</sup>	0,75 ± 0,1 <sup>a</sup>
Ст. 32	0,008 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,25 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,65 ± 0,1 <sup>a</sup>
Ст. 42	0,007 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,12 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,55 ± 0,01 <sup>a</sup>

Table 1

**Content of different forms of mercury in the estuary area of the Red River  
(a, b, c – the differences were significant at  $p < 0.05$ )**

Stations	Mercury concentration		
	Dissolved form, µg/l	Suspended form, µg/l	BS, µg/l
The Red River			
St. 1	0.11 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.07 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.15 ± 0.01 <sup>a</sup>
St. 3	0.07 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.06 ± 0.1 <sup>b</sup>	0.82 ± 0.02 <sup>a</sup>
St. 7	0.06 ± 0.01 <sup>ab</sup>	0.65 ± 0.1 <sup>bc</sup>	1.23 ± 0.017 <sup>ab</sup>
Branches			
Tra Ly	0.035 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.22 ± 0.11 <sup>a</sup>	0.16 ± 0.01 <sup>a</sup>
Ninh Co	0.055 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.26 ± 0.2 <sup>a</sup>	0.54 ± 0.011 <sup>a</sup>
Dai	0.02 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.38 ± 0.1 <sup>a</sup>	0.78 ± 0.01 <sup>a</sup>
Seashore			
St. 12	0.075 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.75 ± 0.2 <sup>a</sup>	1.3 ± 0.7 <sup>a</sup>
St. 22	0.018 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.42 ± 0.1 <sup>a</sup>	0.75 ± 0.1 <sup>a</sup>
St. 32	0.008 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.25 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.65 ± 0.1 <sup>a</sup>
St. 42	0.007 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.12 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.55 ± 0.01 <sup>a</sup>



**Рис. 2.** Пространственное распределение растворенной ртути в воде в устьевой области р. Красная за 2014—2016 гг.:

а — в период половодья; б — в межени

**[Figure 2.** The spatial distribution of dissolved mercury in water in the mouth area of the Red River for 2014—2016:

а — during the flood period; б — in low water]

Содержание растворенной ртути в речной воде р. Красная распределено неравномерно и изменяется от 0,05 до 0,08 мкг/л в межени и от 0,07—0,11 мкг/л в период половодья. Минимальная концентрация выявлена на Ст. 7. В устье р. Красная (Ст. 12) содержание ртути возрастает по сравнению с Ст. 7 в 1,5 раз и составляет в среднем 0,075 мкг/л. В прилегающей части акватории залива Бакбо по направлению к морю концентрация растворенной ртути уменьшается.

По данным исследования Н.В. Лобуса и др. (2011), средняя концентрация растворенной ртути в незагрязненных пресных водах северных и умеренных широт составляет 0,005—0,015 мкг/л [8]. В цветных водах озер и рек, богатых гуминовым веществом, она может достигать до 0,02 мкг/л [10].

Данные о концентрации Hg в водоемах тропического региона существенно отличаются друг от друга. В воде рек Южной Америки содержание растворенной ртути колеблется от 0,003 до 0,01 мкг/л [10]. Воды р. Бунг (провинция Хуе, Центральный Вьетнам) содержат от 0,001 до 0,021 мкг/л [8]. В водоемах Южного Вьетнама средняя концентрация в пресных водах составляет 0,013—0,04 мкг/л [3].

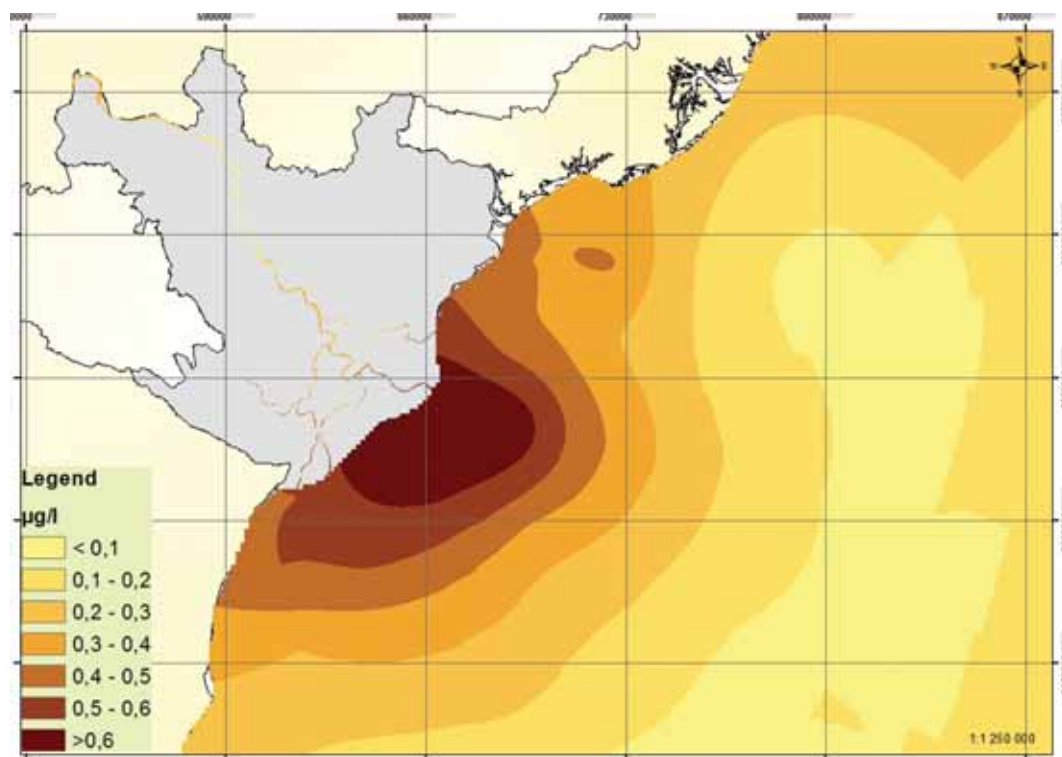
Таким образом, содержание растворенной ртути в воде устьевой области р. Красная несколько выше по сравнению с величинами, указанными для незагрязненных пресных вод умеренных и северных широт, а также для пресных водных объектов Южной Америки, Центрального и Южного Вьетнама.

В водоемах главные растворенные формы металла — элементарная ртуть ( $\text{Hg}^0$ ) и комплексные соединения  $\text{Hg}^{2+}$  с различными неорганическими и органическими лигандами, а также его органические формы. Выявлено, что поверхностные воды могут быть перенасыщены  $\text{Hg}^0$  по сравнению с атмосферой и из-за ее высокой летучести (элементарная ртуть быстро испаряется) [2; 10]. Высокая температура поверхностных вод в тропиках может увеличивать скорость этого процесса, способствуя снижению концентрации ртути в поверхностном слое стоячих водоемов и мелководных притоков.

### Взвешенная форма ртути

Как видно из таблицы, в большинстве отобранных проб воды р. Красная содержание растворенной ртути в несколько раз выше такого в взвешенном веществе. По направлению к морю концентрация взвешенной формы ртути в водотоках повышается и достигает в устьях 0,6—0,7 мкг/л. Высокая концентрация также наблюдалась на расстоянии 25—30 км от берега (рис. 3).

При смешении морских и речных вод преобразуются миграционные формы химических элементов и формируется геохимический барьер «река — море» [1; 11]. Такой узкий пояс называется маргинальным фильтром [11].



**Рис. 3.** Пространственное распределение взвешенной формы ртути в устьевой области р. Красная в 2014—2016 гг.  
[Figure 3. Spatial distribution of mercury suspended form in the estuary area of the Red River for 2014—2016]

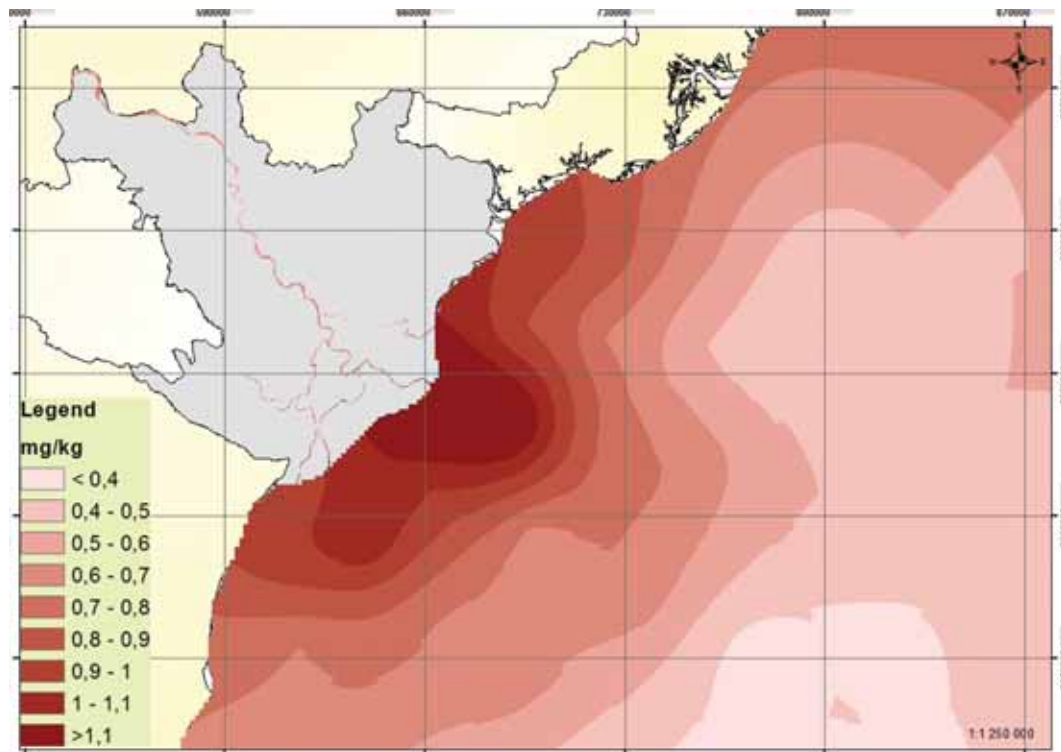
Маргинальный фильтр характеризуется адсорбцией неорганических и органических растворенных веществ с сопутствующим захватом растворенных форм различных металлов [11], что может приводить к повышению доли ртути, переносимой на взвешенном веществе.

Во взморье концентрация взвешенной формы ртути снижается до 0,1 мкг/л (на Ст. 42). Содержание взвешенных форм металла снижается вследствие уменьшения общей концентрации взвеси и самоочищения водной экосистемы от речного материала и перехода к морским условиям.



### Ртуть в донных отложениях

Содержание Hg в ДО р. Красная наблюдается в пределах 0,1–1,25 мг/кг сухой массы. В верхнем течении оно варьирует в узком интервале и имеет минимальное значение (0,09–0,19 мг/кг сухой массы). В среднем течении оно отмечено на уровне 0,7–0,8 мг/кг вследствие интенсивного поступления ртути из источников. Максимальные концентрации Hg в грунтах (1,25 мг/кг) отмечены в устье реки (Ст. 7) (рис. 4).



**Рис. 4.** Пространственное распределение ртути в донных отложениях в устьевой области р. Красная в 2014–2016 гг.

[**Figure 4.** Spatial distribution of mercury in bottom sediments in the estuary area of the Red River for 2014–2016]

Низкие значения исследуемого показателя выявлены и для ДО притока Чали — 0,16 мг/кг, содержание металла в грунтах притоков Ньинко и Дай составило в среднем 0,6–0,7 мг/(кг сухой массы). На взморье содержание Hg в ДО показывает максимальное значение в устье основного русла (Ст. 12), а дальше уменьшается до фонового.

Концентрация металла в грунтах устьевой области р. Красная наблюдается в пределах 0,1–1,3 мг/кг сухой массы. Можно отметить, что для ДО этой зоны характерны более высокие концентрации элемента по сравнению с ДО незагрязненных водоемов умеренных и северных широт Европы, Северной Америки и водоемов других областей Вьетнама.

В речных водных объектах устьевой области р. Красная главными формами существования ртути являются растворенная и взвешенная. В маргинальном фильтре основная часть взвешенной формы ртути выпадает в ДО [12].

### Выводы

Установлено, что максимальные содержания растворенной ртути наблюдались в вершине дельты (0,08 мкг/л в межени и 0,11 мкг/л в половодье). По направлению к морю ее концентрация уменьшалась.

Особенность распределения ртути в взвешенных формах и ДО в устьевой области р. Красная заключается в увеличении ее концентрации в дельтовых водотоках по направлению к морю, максимальных значениях в устьях р. Красная и общем убывающем градиенте на взморье.

ДО водоемов исследованного региона отличаются более высоким содержанием Hg по сравнению с незагрязненными грунтами в водоемах умеренных и северных широт, а также с ДО водных объектов других областей Вьетнама. Донные отложения на расстоянии 25–30 км от берега, находясь в маргинальном фильтре, маркируют локальные барьеры внутри устьевой области.

### Список литературы

- [1] *Mason R.P., Fitzgerald W.F. et al.* Mercury biogeochemical cycling in a stratified estuary // *Limnol. Oceanogr.* 1993. Vol. 38. No. 6. Pp. 1227–1241.
- [2] *Hai Luu Duc et al.* Accumulation of mercury in sediment and bivalves from Cua Dai estuary, Hoi An city // *VNU Journal of Science, Earth Sciences.* 2010. Vol. 26. Pp. 48–54.
- [3] *Кы Н.В.* Устьевые области рек Вьетнама. Одесса: Астропринт, 2004. 360 с.
- [4] *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. Vol. 25. No. 1. Pp. 105–116.
- [5] *Luu T.N.M., Garnier J., Billen G., Orange D., Nemery J., Le T.P.Q., Tran H.T., Le L.A.* Hydrological regime and water budget of the Red River Delta (Northern Vietnam) // *Journal of Asian Earth Sciences.* 2017. Vol. 37. Pp. 219–228.
- [6] ГОСТ 31861—2012. Вода. Общие требования к отбору проб. М.: Стандартинформ, 2013.
- [7] ГОСТ 17.1.5.01—80. Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность (с изм. № 1). М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. 7 с.
- [8] *Лобус Н.В., Котов В.Т., Нгуен Тхи Хай Тхань.* Содержание ртути в компонентах экосистем водоемов и водотоков провинции Кхань Хоа (Центральный Вьетнам) // *Водные ресурсы.* 2011. Т. 37. № 6. С. 733–739.
- [9] *Beiras R. et al.* Mercury concentration in seawater, sediments and wild mussels from the coast of Galicia (Northwest Spain) // *Marine Pollution Bulletin.* 2002. Vol. 44. Pp. 340–349.
- [10] *Нгуен Тхи Тхуи Ньунг, Волкова И.В.* К вопросу о накоплении тяжелых металлов (Pb, Hg, As) в компонентах водных экосистем устьевой области реки Красная (Хонгха) (Вьетнам) // *Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство.* 2018. № 1. С. 132–140.
- [11] *Лисицын А.П.* Маргинальный фильтр океанов // *Океанология.* 1994. Т. 34. № 5. С. 735–747.
- [12] *Аникиев В.В., Горячев Н.А. и др.* Поведение тяжелых металлов при смешении речных и морских вод // *Геохимия.* 1991. № 7. С. 1642–1651.

### История статьи:

Дата поступления в редакцию: 21.12.2018

Дата принятия к печати: 27.12.2018

**Для цитирования:**

Нгуен Н.Т.Т., Волкова И.В., Егорова В.И. Особенности миграции ртути в воде и донных отложениях устьевой области реки Красная во Вьетнаме // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2018. Т. 26. № 4. С. 431–440. DOI 10.22363/2313-2310-2018-26-4-431-440

**Сведение об авторах:**

Нгуен Ньунг Тхуи Тхуи — магистр экологии, аспирант Астраханского государственного технического университета. *Контактная информация:* e-mail: nguenthuyhung.ast@gmail.com

Волкова Ирина Владимировна — доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры гидробиологии и общей экологии Астраханского государственного технического университета. eLIBRARY SPIN-код: 3433-8124. *Контактная информация:* e-mail: gridasova@mail.ru

Егорова Вера Ивановна — кандидат биологических наук, доцент, кафедры прикладной биологии и микробиологии Астраханского государственного технического университета. *Контактная информация:* e-mail: lekaego@mail.ru

## **Peculiarities of migration of mercury in water and bottom sediments of the estuary area of the Red River (Vietnam)**

**N.T.T. Nguyen, I.V. Volkova, V.I. Egorova**

Astrakhan State Technical University  
16G Tatischeva St., Astrakhan, 414056, Russian Federation

The paper assessed the content of mercury in water and bottom sediments in the mouth area of the Red River of Vietnam. Given the spatial distribution of mercury in the dissolved, suspended forms and in sediments. The studies were conducted at 30 stations 2 times a year (during the flood and low-water periods) in 2014–2016. Samples of bottom sediments were collected in the surface layer. The spatial distribution of mercury was carried out using the kriging method in ArcGIS 10.2.2. During the study period it was found that the concentration of mercury in the water of the Red River varies from 0,05 to 0,08  $\mu\text{g/l}$  during low-water periods and 0,07 to 0,11  $\mu\text{g/l}$  during the flood period. Towards the sea, the concentration of dissolved mercury decreased. Mercury concentrations in suspended form and bottom sediments increase towards the sea and reach a maximum in the marginal filter. In river waters, the main forms of mercury existence are dissolved and suspended, and in the marginal filter — in bottom sediments. The bottom sediments of the estuary area of the Red River are distinguished by a higher content of Hg compared to uncontaminated soils in reservoirs of temperate and northern latitudes, as well as with bottom sediments of water bodies in another region of Vietnam.

**Keywords:** estuary area; mercury; bottom sediments; spatial interpolation; kriging; marginal filter

### **References**

- [1] Mason RP, Fitzgerald WF, Hurley J, Hanson AK, Donaghay PL, Sieburth JM. Mercury biogeochemical cycling in a stratified estuary. *Limnol. Oceanogr.* 1993;38(6): 1227–1241.

- [2] Hai Luu Duc et al. Accumulation of mercury in sediment and bivalves from Cua Dai estuary, Hoi An city. *VNU Journal of Science, Earth Sciences*. 2010;26: 48—54.
- [3] Ky NV. Ust'evye oblasti rek V'etnama [Estuarine areas of the rivers of Vietnam]. Odessa: Astroprint Publ.; 2004.
- [4] Luu TNM, Garnier J, Billen G, Orange D, Nemery J, Le TPQ, Tran HT, Le LA. Hydrological regime and water budget of the Red River Delta (Northern Vietnam). *Journal of Asian Earth Sciences*. 2017;37: 219—228.
- [5] Mai CV, Stive MJF, Selder PHAJM. Coastal protection strategies for the Red River delta. *J. Coastal Research*. 2009;25(1): 105—116.
- [6] GOST 31861—2012. Voda. Obschie trebovaniya k otboru prob. Moscow: Standartinform Publ.; 2013.
- [7] GOST 17.1.5.01—80. Ohrana prirody (SSOP). Gidrosfera. Obschie trebovaniya k otboru prob donnyh otlozhenij vodnyh ob'ektov dlya analiza na zagryaznennost' (s izm. No. 1). Moscow: IPK Izdatel'stvo standartov; 2002.
- [8] Lobus NV, Komov VT, Nguen Thi Haj Than'. Soderzhanie rtuti v komponentah ehkositsem vodoemov i vodotokov provincii Kkhan' Hoa (Central'nyj V'etnam). *Vodnye resursy*. 2011;37(6): 733—739.
- [9] Beiras R et al. Mercury concentration in seawater, sediments and wild mussels from the coast of Galicia (Northwest Spain). *Marine Pollution Bulletin*. 2002;44: 340—349.
- [10] Nguyen Thi Thuy Nhung, Volkova IV. K voprosu o nakoplenii tyazhelyh metallov (Pb, Hg, As) v komponentah vodnyh ehkositsem ust'evoy oblasti reki Krasnaya (Hongha) (V'etnam) [To the question of accumulation of heavy metals (Pb, Hg, As) in the components of aquatic ecosystems of estuarine area of the Red River (Vietnam)]. *Vestnik AGTU. Seriya: Rybnoe hozyaystvo*. 2018;1: 132—140.
- [11] Lisitsyn AP. Marginal'nyy fil'tr okeanov [A Marginal Filter of the Oceans]. *Okeanologiya*. 1994;34(5): 735—747.
- [12] Anikiev VV, Goryachev HA i dr. Povedenie tyazhelyh metallov pri smeshenii rechnyh i morskikh vod. *Geohimiya*. 1991;7: 1642—1651.

#### Article history:

Received: 21.12.2018

Revised: 27.12.2018

#### For citation:

Nguyen NTT, Volkova IV, Egorova VI. Peculiarities of migration of mercury in water and bottom sediments of the estuary area of the Red River (Vietnam). *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*. 2018;26(4): 431—440. DOI 10.22363/2313-2310-2018-26-4-431-440

#### Bio Note:

*N. T. T. Nguyen* — master of environment, postgraduate student, Astrakhan State Technical University. *Contact information:* e-mail: nguyenthuyhung.ast@gmail.com

*Irina V. Volkova* — Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Hydrobiology and General Ecology, Astrakhan State Technical University. eLIBRARY SPIN-code: 3433-8124. *Contact information:* e-mail: gridasova@mail.ru

*Vera I. Egorova* — Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Department of Applied Biology and Microbiology, Astrakhan State Technical University. *Contact information:* e-mail: lekaego@mail.ru

DOI 10.22363/2313-2310-2018-26-4-441-448

УДК 504.75.05:581.1

## Действие электромагнитного поля низкой частоты на флуктуирующую асимметрию древесных растений

В.И. Полонский<sup>1,3</sup>, А.В. Сумина<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Красноярский государственный аграрный университет  
Российская Федерация, 660049, Красноярск, пр. Мира, 90

<sup>2</sup> Хакасский государственный университет имени Н.В. Катанова  
Российская Федерация, Республика Хакасия, 655017, Абакан, ул. Ленина, 90

<sup>3</sup> Сибирский федеральный университет  
Российская Федерация, 660041, Красноярск, пр. Свободный, 79

В статье анализируется влияние экологических факторов физической и химической природы на показатели стабильности развития трех видов древесных растений: сирени обыкновенной, яблони сибирской, березы повислой. Определение величины индекса флуктуирующей асимметрии (ФА) по ширине двух половин листьев выполнялось на растениях, произрастающих в зеленой зоне (контроль), в зеленой зоне под высоковольтными линиями электропередачи (ЛЭП 220 кВ) (физический фактор, опыт 1), а также в г. Красноярске в условиях загрязнения атмосферного воздуха выхлопными газами автомобилей (химический фактор, опыт 2). Значения индекса ФА сирени обыкновенной и яблони сибирской, определенные для контрольных вариантов, составили 0,024 и 0,028, а рассчитанные для опытов 1 и 2 — 0,032 и 0,039, 0,029 и 0,030 соответственно. Установлено, что выражающиеся в появлении асимметрии листа ответные реакции сирени обыкновенной и яблони сибирской на физический экологический фактор — электромагнитное излучение промышленной частоты — проявляются сильнее по сравнению с реакциями на химический фактор — выхлопные газы автомобилей. Показано, что величины индексов ФА яблони сибирской и сирени обыкновенной могут выступать чувствительным показателем при выполнении мониторинга антропогенной нагрузки на окружающую среду в виде переменного электромагнитного поля промышленной частоты. Индекс ФА березы повислой, рассчитанный путем измерения ширины правой и левой половин листа, является менее чувствительным показателем, чем в случае с сиренью обыкновенной и яблоней сибирской.

**Ключевые слова:** яблоня сибирская; сирень обыкновенная; береза повислая; лист; ширина; асимметрия; линии электропередачи; автомобильные выбросы

### Введение

Сегодня в результате активной антропогенной деятельности уровень негативного влияния химических и физических факторов на состояние окружающей

© Полонский В.И., Сумина А.В., 2018



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

среды не снижается. В числе действующих физических экологических факторов можно выделить электромагнитное поле, которое представлено главным образом высокочастотным (сотовая связь) и низкочастотным (линии электропередачи высокого напряжения) излучением. Высоковольтные линии электропередачи (ЛЭП) относятся к одним из самых распространенных источников электромагнитного излучения.

Влияние электромагнитного поля на процессы роста и развития растений с позиций возможных физиологических и биохимических реакций представлено в обзоре [1]. Показано, что электромагнитное загрязнение среды ухудшает состояние флоры и фауны в природных и селитебных ландшафтах [2]. Электромагнитное поле от линии электропередачи высокого напряжения может отрицательно воздействовать на физиологическое состояние растений [3; 4], урожайность сельскохозяйственных культур [5], способно индуцировать генотоксический эффект у растений [6].

Одной из основных проблем современной биологической науки является оценка безопасности окружающей среды с точки зрения общественного здравоохранения. В ее решении может быть полезным установление стандарта безопасности для окружающей среды по химическому и физическому факторам, основываясь на биологическом маркере. При этом целесообразно использовать показатель, имеющий связь с функциональным состоянием организма и обладающий универсальной чувствительностью к различным экологическим факторам. Таким показателем может служить индекс флуктуирующей асимметрии (ФА) листьев [7–10], который используется на практике при биоиндикации антропогенной нагрузки на окружающую среду [11]. На сегодняшний день вопросам воздействия переменного электромагнитного поля промышленной частоты на ФА растений посвящены лишь единичные исследования [12–14].

Целью работы является определение индекса ФА древесных растений, произрастающих под высоковольтными линиями электропередачи (ЛЭП 220 кВ) и в условиях загрязнения атмосферного воздуха выхлопными газами автомобилей.

### **Объект и методы исследования**

В качестве объекта исследования были выбраны растения яблони сибирской (*Malus baccata*), сирени обыкновенной (*Syringa vulgaris*) и березы повислой (*Betula pendula*), произрастающие на различных по степени загрязнения среды участках. В контроле и опыте 1 растения находились в условиях пригородной зеленой зоны г. Красноярска (район Николаевской сопки) и были лишены негативного влияния химического фактора. Опыт 1 представлен участком, расположенным непосредственно под ЛЭП 220 кВ, а контроль — участком, отстоящим не менее чем на 100 м от ЛЭП 220 кВ. Как известно из литературы, на таком расстоянии распространение магнитного и электрического полей высоковольтных ЛЭП практически затухает [13]. Опыт 2 представлен территориями, находящимися под влиянием химического фактора (выхлопных газов автомобилей) вдоль дорог г. Красноярска (улица К. Маркса, проспект Свободный, улица Маерчака). Для оценки



уровня загрязненности указанных городских участков подсчитывалось количество автомобилей, проходящих по ним за 1 час, с 16:00 до 17:00 часов в будние дни в октябре — ноябре 2014 г. Учет автомашин выполнен, руководствуясь подходом, описанным М.В. Неустроевой [15].

На каждом исследуемом участке для определения реакции яблони, сирени и березы на физическое или химическое загрязнение окружающей среды учитывали не менее 100 шт. листьев на нижней части кроны у 5—10 растений каждого вида. Для этого собирали полностью сформированные листья в конце августа — сентябре 2014 г. В условиях лаборатории на листовых пластинках делали промеры одного из пяти стандартных метрических билатеральных признаков — ширины левой и правой половин листа. Как известно, данный показатель часто применяется для вычисления индекса ФА листьев [9; 10]. Согласно стандартной методике [11], на листовой пластинке ровно посередине измеряли ширину двух половин листа. Указанную операцию выполняли линейкой с точностью 0,5 мм.

Индекс флуктуирующей асимметрии отдельного листа, который характеризовал асимметричность собственно листовой пластинки за счет различий в размерах ее половин, выражали как отношение разности значений ширины левой и правой половин листа к их сумме [11].

Статистическую обработку полученных данных проводили общепринятыми методами с помощью стандартной компьютерной программы Microsoft Excel. Достоверность результатов оценивали, используя *t*-критерий Стьюдента при  $p \leq 0,05$ .

### **Результаты и обсуждение**

В таблице представлены результаты выполненных измерений ширины листьев трех видов древесных растений, произрастающих на участках, различающихся по загрязненности физическим и химическим факторами. Видно, что в пределах каждого варианта опыта ширина левой и правой сторон листовой пластинки достоверно не различаются. Последнее свидетельствует об отсутствии направленной асимметрии листьев яблони, сирени и березы. Следовательно, в условиях контроля и опытов регистрируется флуктуирующая асимметрия листа, величину индекса которой возможно применять в биоиндикации при мониторинге качества окружающей среды.

Как видно из данных таблицы, величины индекса ФА используемых в работе видов растений, произрастающих в условиях контроля, ниже по сравнению с опытными вариантами. Другими словами, исследуемые физический и химический факторы среды отрицательно влияют на стабильность развития изучаемых древесных видов. При этом негативное действие электромагнитного поля на ФА яблони и сирени оказалось существенным. Полученный в настоящей работе эффект совпадает с отмеченным нами ранее результатом для ивы козьей, находящейся под ЛЭП 220 кВ [30], а также с имеющимися в литературе данными для сои, растущей под ЛЭП 675 кВ [13]. В случае с березой влияние указанного физического фактора в наших экспериментах статистически доказано не было.

Таблица

**Индекс флуктуирующей асимметрии листьев яблони сибирской, сирени обыкновенной и березы повислой, произрастающих в условиях физического (электромагнитное поле) и химического (выхлопные газы автомобилей) загрязнения среды**

Вид растения	Вариант опыта	Условия опыта	Ширина половины листа, мм		Индекс ФА	Количество листьев, взятых для анализа
			левая	правая		
Яблоня сибирская	Контроль	Зеленая зона	21,97 ± 0,28	21,97 ± 0,30	0,028 ± 0,002 а*	117
	Опыт 1	Зеленая зона, ЛЭП 220 кВ	20,50 ± 0,21	20,71 ± 0,21	0,039 ± 0,002 б	224
	Опыт 2	Город, 3708 автомобилей в час	26,43 ± 0,34	26,24 ± 0,32	0,030 ± 0,002 а	100
Сирень обыкновенная	Контроль	Зеленая зона	26,67 ± 0,37	26,69 ± 0,34	0,024 ± 0,002 а	125
	Опыт 1	Зеленая зона, ЛЭП 220 кВ	29,10 ± 0,44	28,89 ± 0,42	0,032 ± 0,002 б	125
	Опыт 2	Город, 3062 автомобилей в час	27,23 ± 0,34	27,48 ± 0,32	0,029 ± 0,002 б	151
Береза повислая	Контроль	Зеленая зона	18,43 ± 0,29	18,50 ± 0,28	0,033 ± 0,003 а	193
	Опыт 1	Зеленая зона, ЛЭП 220 кВ	16,92 ± 0,29	17,12 ± 0,28	0,037 ± 0,003 а	110
	Опыт 2	Город, 1328 автомобилей в час	19,52 ± 0,32	19,17 ± 0,33	0,038 ± 0,003 а	100

\* средняя арифметическая величина и ошибка средней, значения в строках с разными буквами различаются существенно между собой в пределах одного вида растений по t-критерию при  $p \leq 0,05$ .

Table

**The index of fluctuating asymmetry of leaves of an apple-tree, the lilac and birch growing in the conditions of physical (electromagnetic field) and chemical (combustion gases of cars) of pollution of the environment**

Species of a plant	Experience option	Experimental conditions	Width of a half of a leaf, mm		Fluctuating asymmetry index	Number of the leaves taken for the analysis
			left	right		
Malus baccata	Monitoring	Green zone	22,0 ± 3,02	22,0 ± 3,24	0,028 ± 0,022	117
	Test 1	Green zone, power lines, 220 kV	20,5 ± 3,15	20,7 ± 3,15	0,039 ± 0,030*	224
	Test 2	City, 3708 cars an hour	26,4 ± 3,40	26,2 ± 3,20	0,030 ± 0,020	100
Syringa vulgaris	Monitoring	Green zone	26,7 ± 4,14	26,7 ± 0,34	0,024 ± 0,022 а	125
	Test 1	Green zone, power lines, 220 kV	29,1 ± 0,44	28,9 ± 4,70	0,032 ± 0,022*	125
	Test 2	City, 3062 cars an hour	27,2 ± 4,18	27,5 ± 3,93	0,029 ± 0,025*	151
Betula pendula	Monitoring	Green zone	18,4 ± 4,03	18,5 ± 3,89	0,033 ± 0,042	193
	Test 1	Green zone, power lines, 220 kV	16,9 ± 3,04	17,1 ± 2,94	0,037 ± 0,031	110
	Test 2	City, 1328 cars an hour	19,5 ± 3,20	19,2 ± 3,30	0,038 ± 0,030	100

\* average arithmetic size and its standard deviation; values with an asterisk differ significantly from monitoring within one plant species by t-criterion at  $p \leq 0,05$ .

Нужно отметить существование более значительной асимметрии листьев у яблони и сирени при воздействии на них физического фактора, чем химического. Как показано в литературе, влияние химического фактора может усиливаться под действием физического фактора [16]. Возможно, поэтому негативный эффект химического отравления автомобильными выбросами растений, зарегистрированный в настоящей работе по величине индекса  $\Phi A$ , оказался в большинстве случаев слабее, чем воздействие рассматриваемого физического фактора — электромагнитного излучения.

### Заключение

Установлено, что степень варьирования ширины правой и левой половин листьев (величина индекса  $\Phi A$ ) яблони сибирской и сирени обыкновенной может выступать чувствительным показателем при биоиндикации антропогенной нагрузки на окружающую среду в виде электромагнитного поля промышленной частоты. Отмечено большее возрастание асимметрии листа при воздействии на эти два вида растений электромагнитного излучения, чем при загрязнении атмосферы автомобильными выбросами. Индекс  $\Phi A$  березы повислой, измеренный по ширине правой и левой половин листа, является менее чувствительным показателем, поэтому использовать его для оценки антропогенной нагрузки на окружающую среду нецелесообразно.

### Список литературы

- [1] *Silva J.A., Dobránszki J.* Magnetic fields: how is plant growth and development impacted? // *Protoplasma*. 2015. No. 5. Pp. 1—18.
- [2] *Цугленок Н.В., Демиденко Г.А., Фомина Н.В., Котенева Е.В., Мальцева М.Л.* Оценка влияния электромагнитного излучения на природные и селитебные экосистемы // *Вестник КрасГАУ*. 2014. № 6. С. 170—175.
- [3] *Шашурин М.М., Прокопьев И.А., Шеин А.А., Филиппова Г.В., Журавская А.Н.* Ответная реакция подорожника среднего на действие электромагнитного поля промышленной частоты (50 Гц) // *Физиология растений*. 2014. Т. 61. № 4. С. 517—524.
- [4] *Dattilo A.M., Bracchini L., Loisele S.A., Ovidi E., Tiezzi A., Rossi C.* Morphological anomalies in pollen tubes of *Actinidia deliciosa* (kiwi) exposed to 50 Hz magnetic field // *Bioelectromagnetics*. 2005. Vol. 26. No. 2. Pp. 153—156.
- [5] *Soja G., Kunsch B., Gerzabek M., Reichenauer T., Soja A.-M., Rippar G., Bolhàr-Nordenkamp H.R.* Growth and yield of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) and corn (*Zea mays* L.) near a high voltage transmission line // *Bioelectromagnetics*. 2003. Vol. 24. No. 2. Pp. 91—102.
- [6] *Fatigoni C., Dominici L., Moretti M., Villarini M., Monarca S.* Genotoxic effects of extremely low frequency (ELF) magnetic fields (MF) evaluated by the *Tradescantia* micronucleus assay // *Environmental Toxicology*. 2005. Vol. 20. No. 6. Pp. 585—591.
- [7] *Калаев В.Н., Игнатова И.В., Третьякова В.В., Артюхов В.Г., Савко А.Д.* Биоиндикация загрязнения районов г. Воронежа по величине флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой // *Вестник Воронежского государственного университета*. Серия: Химия, биология, фармация. 2011. № 2. С. 168—175.
- [8] *Мандра Ю.А., Еременко Р.С.* Биоиндикационная оценка состояния окружающей среды города Кисловодска на основе анализа флуктуирующей асимметрии // *Известия Самарского научного центра РАН*. 2010. Т. 12. № 1(8). С. 1990—1994.

- [9] *Kozlov M.V., Wilsey B.J., Koricheva J.* Fluctuating asymmetry of birch leaves increases under pollution impact // *Journal of Applied Ecology.* 1996. Vol. 33. No. 6. Pp. 1489–1495.
- [10] *Zhang H., Wang X.* Leaf developmental stability of *Platanus acerifolia* under urban environmental stress and its implication as an environmental indicator // *Frontiers of Biology in China.* 2006. Vol. 1. No. 4. Pp. 411–417.
- [11] Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ: распоряжение Росэкологии от 16 октября 2003 г. № 460-р. Москва, 2003. 24 с.
- [12] *Баранов С.Г.* Влияние высоковольтных линий на флуктуирующую асимметрию березы повислой // *Жизнь без опасностей. Здоровье. Профилактика. Долголетие.* 2014. № 1. С. 76–80.
- [13] *Freeman D.C., Graham J.H., Tracy M., Emlen J.M., Alados C.L.* Developmental Instability as a Means of Assessing Stress in Plants: A Case Study Using Electromagnetic Fields and Soybeans // *International Journal of Plant Sciences.* 1999. Vol. 160. No. S6. Pp. S157–S166.
- [14] *Полонский В.И.* Влияние линий электропередачи на флуктуирующую асимметрию ивы козьей // *Вестник КрасГАУ.* 2018. № 6. С. 234–238.
- [15] *Неустроева М.В.* Оценка экологического состояния природно-территориальных комплексов: мониторинг, оценка качества компонентов окружающей среды // Красноярский гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. Красноярск, 2006. 372 с.
- [16] *Селезнева Е.М., Анисимов В.С., Гончарова Л.И., Анисимова Л.Н., Белова Н.В.* Влияние свинца и ультрафиолетового излучения на продуктивность растений и накопление металла в зерне ярового ячменя // *Агрехимия.* 2005. № 5. С. 82–86.

#### **История статьи:**

Дата поступления в редакцию: 21.12.2018

Дата принятия к печати: 27.12.2018

#### **Для цитирования:**

*Полонский В.И., Сумина А.В.* Действие электромагнитного поля низкой частоты на флуктуирующую асимметрию древесных растений // *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности.* 2018. Т. 26. № 4. С. 441–448. DOI 10.22363/2313-2310-2018-26-4-441-448

#### **Сведения об авторах:**

*Полонский Вадим Игоревич* — доктор биологических наук, профессор Красноярского государственного аграрного университета, профессор Сибирского федерального университета. ORCID iD: 0000-0002-7183-0912. *Контактная информация:* e-mail: vadim.polonskiy@mail.ru

*Сумина Алена Владимировна* — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры химии и геоэкологии Хакасского государственного университета имени Н.Ф. Катанова. *Контактная информация:* e-mail: alenasumina@list.ru

## The effect of low frequency electromagnetic fields on fluctuating asymmetry of woody plants

V.I. Polonskiy<sup>1,3</sup>, A.V. Sumina<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Krasnoyarsk State Agrarian University  
90 Mira Ave., Krasnoyarsk, 660049, Russian Federation

<sup>2</sup> Katanov Khakass State University  
90 Lenin St., Abakan, 655017, Republic of Khakassiya, Russian Federation

<sup>3</sup> Siberian Federal University  
79 Svobodny Ave., Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation

The paper analyzes the impact of environmental factors of physical and chemical nature on the stability of the development of three species of woody plants: common lilac, Siberian apple tree, birch tree. Determining the value of the fluctuating asymmetry index (FA) over the width of two halves of leaves was performed on plants growing in the suburban green area (control), in the suburban green area under high-voltage power lines of 220 kV (physical factor, experiment 1), as well as in the city of Krasnoyarsk in terms of air pollution by exhaust gases of cars (chemical factor, experiment 2). The values of the FA index of common lilac and Siberian apple tree, defined for the control variants, were 0.024 and 0.028, and calculated for experiments 1 and 2 were respectively equal to 0.032 and 0.039; 0.029 and 0.030. It is established that the response of common lilac and Siberian apple trees to the physical environmental factor — electromagnetic radiation of industrial frequency — which is expressed in the appearance of leaf asymmetry is stronger in comparison with the reaction to the chemical factor — exhaust gases of cars. It is shown that the value of the FA index of Siberian apple tree and common lilac can be a sensitive indicator when monitoring the anthropogenic load on the environment in the form of an alternating electromagnetic field of industrial frequency. The FA index of the birch tree, measured on the basis of the width of the right and left halves of the leaf, is less sensitive than in the case of the common lilac and the Siberian apple tree.

**Keywords:** common lilac; Siberian apple tree; birch tree; leaf; width; asymmetry; power lines; automobile emissions

### References

- [1] Silva JA, Dobránszki J. Magnetic fields: how is plant growth and development impacted? *Protoplasma*. 2015;5: 1–18.
- [2] Tsuglenok NV, Demidenko GA, Fomina NV, Koteneva EV, Maltseva ML. Assessment of the impact of an electromagnetic radiation on natural and residential ecosystems. *The Messenger of KRASGAU*. 2014;6: 170–175.
- [3] Shashurin MM, Prokopyev IA, Shane AA, Filippova GV, Zhuravskaya AN. Response of a plantain of an average to action of an electromagnetic field of industrial frequency (50 Hz). *Physiology of plants*. 2014;61(4): 517–524.
- [4] Dattilo AM, Bracchini L, Loiselle SA, Ovidi E, Tiezzi A, Rossi C. Morphological anomalies in pollen tubes of *Actinidia deliciosa* (kiwi) exposed to 50 Hz magnetic field. *Bioelectromagnetics*. 2005;26(2): 153–156.
- [5] Soja G, Kunsch B, Gerzabek M, Reichenauer T, Soja A-M, Rippa G, Bolhár-Nordenkamp HR. Growth and yield of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) and corn (*Zea mays* L.) near a high voltage transmission line. *Bioelectromagnetics*. 2003;24(2): 91–102.
- [6] Fatigoni C, Dominici L, Moretti M, Villarini M, Monarca S. Genotoxic effects of extremely low frequency (ELF) magnetic fields (MF) evaluated by the Tradescantia micronucleus assay. *Environmental Toxicology*. 2005;20(6): 585–591.

- [7] Kalayev VN, Ignatova IV, Tretyakova VV, Artyukhov VG, Savko AD. Bioindikation of pollution of districts of Voronezh in size of fluctuating asymmetry of a sheet plate of a birch povisly. *The Bulletin of Voronezh State University. Series: Chemistry, Biology, Pharmacy*. 2011;2: 168—175.
- [8] Mantra YuA, Eremenkor C. Bioindicator assessment of state of environment of the city of Kislovodsk on the basis of the analysis of fluctuating asymmetry. *News of the Samara Scientific Center RAS*. 2010;12(1—8): 1990—1994.
- [9] Kozlov MV, Wilsey BJ, Koricheva J. Fluctuating asymmetry of birch leaves increases under pollution impact. *Journal of Applied Ecology*. 1996;33(6): 1489—1495.
- [10] Zhang H, Wang X. Leaf developmental stability of *Platanus acerifolia* under urban environmental stress and its implication as an environmental indicator. *Frontiers of Biology in China*. 2006;1(4): 411—417.
- [11] Methodical recommendations about realization of evaluation test of the environment about a condition of living beings: Rosekologiya's order of October 16, 2003 No. 460-r. Moscow; 2003.
- [12] Baranov SG. Influence of high-voltage lines on fluctuating asymmetry of a birch povisly. *Life without dangers. Health. Prophylaxis. Longevity*. 2014;1: 76—80.
- [13] Freeman DC, Graham JH, Tracy M, Emlen JM, Alados CL. Developmental Instability as a Means of Assessing Stress in Plants: A Case Study Using Electromagnetic Fields and Soybeans. *International Journal of Plant Sciences*. 1999;160(6): 157—166.
- [14] Polonsky VI. Influence of power line on fluctuating asymmetry of a willow goat. *Messenger of KRASGAU*. 2018;6: 234—238.
- [15] Neustroyeva MV. Assessment of an ecological condition of natural and territorial complexes: monitoring, evaluation test of components of a surrounding medium. *The Krasnoyarsk State Ped. University of V.P. Astafyev*. Krasnoyarsk; 2006.
- [16] Seleznyova EM, Anisimov VS, Goncharova LI, Anisimova LN, Belova NV. Influence of lead and ultra-violet radiation on efficiency of plants and accumulation of metal in seed of summer barley. *Agrochemistry*. 2005;5: 82—86.

**Article history:**

Received: 21.12.2018

Revised: 27.12.2018

**For citation:**

Polonskiy VI, Sumina AV. The effect of low frequency electromagnetic fields on fluctuating asymmetry of woody plants. *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*. 2018;26(4): 441—448. DOI 10.22363/2313-2310-2018-26-4-441-448

**Bio Note:**

*Vadim I. Polonsky* — Doctor of Biological Science, Professor of the Krasnoyarsk State Agricultural University, Professor of Siberian Federal University. ORCID iD: 0000-0002-7183-0912. *Contact information:* e-mail: vadim.polonskiy@mail.ru

*Alena V. Sumina* — Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of Chemistry and Geocology of the Katanov Khakass State University. *Contact information:* e-mail: alenasumina@list.ru





DOI 10.22363/2313-2310-2018-26-4-449-453

UDC 314.044

## Urbanization and disaster in Accra, Ghana. Does human life matters?

E. Owusu-Ansah

Kuban State University  
149 Stravropolskaya St., Krasnodar, 350040, Russian Federation

This article discusses urbanization and disaster in the capital city of Ghana — Accra. Urbanization refers to the population shift from rural to urban residency, the gradual increase in the proportion of people living in urban areas, and the ways in which each society adapts to this change. It is predominantly the process by which towns and cities are formed and become larger as more people begin living and working in central areas. Urbanization has its own good and evil. In spite of the positive effect of urbanization, in Ghana one can conclude that urbanization has done more harm than good. This article reveals some catastrophic effects of urbanization and suggested solutions.

**Keywords:** urbanization; disaster; District Assembly Common Fund (DACF); population; Environmental Impact Assessment; environmental auditing; Municipal, Metropolitan and the District Assemblies (MMADAs); Community-Based Health Planning Services (CHPS)

Urbanization is relevant to a range of disciplines, including urban planning, geography, sociology, economics and public health. Therefore, the government of every country has a lot to do when it is experiencing a massive shift of people from rural to the urban centers.

Over the years, there has been an overwhelming number of people moving from the rural areas to the capital city Accra, in search for greener pasture.

The most recent estimates show that the population of urbanized Accra is 2.43 million. One of the most interesting things to note about the demographics of Accra is the high population of younger residents. Approximately 56% of the population are under the age of 24 ([worldpopulationreview.com/world-cities/accra-population](http://worldpopulationreview.com/world-cities/accra-population)) [4]. This trend is not expected to change in the coming years.

The large concentration of people in Accra has led to numerous environmental disasters ranging from floods, fire outbreaks and other related air and land pollutions. These problems have bedeviled the government by increasing government spending whenever any of the aforementioned occurs. This article would be useful to the government of Ghana and Policy Makers on knowing the impact of urbanization and provide appropriate measures to remedy the situation.

---

© Owusu-Ansah E., 2018



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Let's turn to the catastrophic effect of urbanization in Accra, Ghana. In spite of the potential positive economic impact of urbanization in Accra, the rapid growth of population in the city has done more harm than good in recent years. As discussed earlier, the environmental disaster rate in the capital city for the past five years due to urbanization cannot be overemphasized. Two of such disasters have comprehensively been reviewed; they are: The 2015 Accra Flood and October 2017 atomic Gas Explosion.

**The 2015 Accra Flood.** Of all natural hazards, floods are by far the most hazardous, frequent and widespread throughout the world [5. P. 2]. This makes flooding an important subject of study, particularly in Third World countries, where consistent and appropriate research on it has been lacking. Accra, the capital city of Ghana, has a metropolitan population of about 2.5 million people [7. P. 58]. Each rainy season (April to October) it experiences rain fed floods that lead to the destruction of property, the loss of life, and a slowdown of transportation and economic activity. The population and area occupied by Accra have been increasing [7. P. 61].

One major disaster which resulted out of urbanization which deserve a critical attention is "The 2015 Accra Flood". The 2015 Accra flood resulted from heavy continuous rainfall in Accra, the largest city in Ghana. The rain started on 1 June 2015. Other causes of this flood is as a result of the improper planning of settlement in Accra, choked gutters which block the drainage system and a few other human factors. The floods have resulted in heavy traffic on the roads in the city and also a halt in commercial activities as markets were flooded and workers trapped. Mayor of Accra Metropolitan Assembly, Alfred Oko Vanderpuije described the flooding as critical. At least 25 people have died from the flooding directly, while a petrol station explosion caused by the flooding killed at least 200 more people [3].

According to the Environmental Protection Agency, National Disaster Management Organization (NADMO) and other environmental experts, the primary cause of the flood was as a result of rapid urbanization in the city and congestion with scattered settlement in other part of the city that prevented the heavy rain to the drainage system.

Accra's drainage, garbage collection and disposal problems have been identified as also contributors to flooding because they are either non-existent or are in poor conditions (World Bank, 1996). According to Ayitey-Attoh [1. P. 99], increased urbanization in Accra and the inability of city authorities to match planning with it resulted in about 1.7 million people living in areas with minimal infrastructure.

**Atomic Junction Gas Explosion.** Another disaster management case is the Atomic Junction Gas Explosion. It occurred on 7 October 2017, when a liquefied natural gas station located around Atomic Junction in Accra, Ghana. News gathered from the explosion reports that the gas station exploded first before affecting a Total Filling Station nearby which also caught fire. There were a number of fatalities, with at least seven deaths and 192 injured. The total cost of property destroyed was estimated to be GHS 1.503.010 (\$311.497.23980). The root cause of the accident from our point of view is rapid urbanization. The high demand of gas in the capital city has forced gas sellers to mount stations at dangerous locations of the city to cater for the ever increasing population. In Accra, almost every household depends on gas causing demand to exceed supply over the years [6]. Our over ten years' experience living in the capital city has experienced a

lot of surprises where one has to form a long queue at various gas stations to purchase gas. Most business people have seen the fuel/gas filling station as a lucrative to satisfy the increasing population thereby mounting the stations at any area of their choice provided they can pay authorities. Potential threats to human life are not considered. The establishment neither do not go under proper environmental auditing nor environmental impact assessment. Feasibility studies from concerned organizations shows that till urbanization is reduced, gas explosions will continue occur.

There are some solutions to urbanization, from our point of view.

1) Creation of more jobs. With the existence of the local government system in Ghana, the government should channel more resources to the Municipal, Metropolitan and the District Assemblies (MMADAs) to develop the district level and create more jobs to the youth. This can be done by increasing the District Assembly Common Fund (DACF) to the MMDAs whilst checking corruption.

2) Building of schools. The government should not focus on building schools in the urban centers alone but also should pay attention to the rural areas. At moment all the 10 regions in Ghana have public universities but this is not enough. The better one are in the capital City, Accra. To curb urbanization, more tertiary institutions should be built in the various district with vocational education.

3) Population control. Key stakeholders in urban areas must provide campaigns and counseling for effective medical health clinics and family planning to help reduce the high rates of population growth. In Ghana, each MMDA has Health Directorate charged with the responsibility to educating the local people with health promotion and disease control. The author suggests that the Community-Based Health Planning Services (CHPS) compounds which operates under the various Health Directorates in the country would be oriented towards family planning programs. With this family planning options would be made accessible across the entire urban area with the objective of controlling diseases and population growth.

4) Urban Planning. Urban planning deals with physical layout of human settlements. The primary concern is the public welfare, which includes considerations of efficiency, sanitation, protection and use of the environment, as well as effects on social and economic activities. There is the need for the government to restructure/redesign the urban areas to cater for the ever increasing population. This will go a long way to prevent potential disasters which may result out of flood and other human related activities.

## References

- [1] Aryeetey-Attoh S. Urban Geography of Sub-Saharan Africa. *Geography of Sub-Saharan Africa*. New Jersey: Prentice Hall; 1997: 99–101, 182–209.
- [2] Cohen B. Urbanization, City Growth, and the New United Nations Development Agenda. *Cornerstone, The Official Journal of the World Coal Industry*. 2015;3(2): 4–7.
- [3] Baiocchi F. *Chaos reigns as Accra is submerged by heavy rains*. Available from: [www.graphic.com.gh](http://www.graphic.com.gh) (Accessed: 19 November 2019).
- [4] Fitzgerald H. *What Are the Causes of Urbanization in Poor Countries?* Available from: <https://sciencing.com/what-are-the-causes-of-urbanization-in-poor-countries-13660201.html> (Accessed: 26 September 2017).
- [5] Dhar ON, Nadargi S. Hydro meteorological aspects of floods in India. *Natural Hazards*. 2002;28: 1–33.

- [6] *Fuel station explodes at Atomic junction in Accra*. Available from: [graphic.com.gh](http://graphic.com.gh) (Accessed: 16 November 2019).
- [7] Yeboah I. Structural Adjustment and emerging urban forms in Accra. *Africa Today*. 2003;47(2): 58—89.

**Article history:**

Received: 31.12.2018

Revised: 10.01.2019

**For citation:**

Owusu-Ansah E. Urbanization and disaster in Accra, Ghana. Does human life matters? *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*. 2018;26(4): 449—453. DOI 10.22363/2313-2310-2018-26-4-449-453

**Bio Note:**

*Emmanuel Owusu-Ansah* — a final year master student, Kuban State University. ORCID iD: 0000-0001-7854-1278. *Contact information:* e-mail: [oansah163@gmail.com](mailto:oansah163@gmail.com)

## Урбанизация и стихийные бедствия в Аккре, Гана. Что значит человеческая жизнь?

Э. Овусу-Ансах

Кубанский государственный университет  
Российская Федерация, 350040, Краснодар, ул. Ставропольская, 149

В статье рассматриваются урбанизация и стихийные бедствия в столице африканской страны Ганы Аккре. Урбанизация проявилась в перемещении населения из сельской местности в города, что привело к постепенному увеличению числа людей, живущих в городских районах, а также к поиску способов адаптации населения к этим изменениям. Это процесс, посредством которого города и поселки формируются и увеличиваются по мере того, как все больше людей начинают жить и работать в центральных районах. У урбанизации есть свои плюсы и минусы. Однако несмотря на положительный эффект урбанизации, в случае Ганы можно сделать вывод, что она принесла больше вреда, чем пользы. Статья раскрывает некоторые катастрофические последствия урбанизации и предлагает способы их разрешения.

**Ключевые слова:** урбанизация; стихийные бедствия; общественный фонд; население; оценка воздействия на окружающую среду; экологический аудит; муниципальные, столичные и районные органы власти; службы планирования здравоохранения на уровне общин; Гана; Аккра

### Список литературы

- [1] *Арыэтей-Амто С.* Городская география стран Африки к югу от Сахары // География Африки к югу от Сахары / под ред. Д. Кэвени. Нью-Джерси: Прентис Холл, 1997. С. 99—101, 182—209.

- [2] *Козн Б.* Урбанизация, рост городов и новая повестка дня Организации Объединенных Наций в области развития // Краеугольный камень. Официальный журнал мировой угольной промышленности. 2015. Т. 3. № 2. С. 4–7.
- [3] *Байокки Ф.* Хаос царит, когда Аккра затоплена проливными дождями. URL: [www.graphic.com.gh](http://www.graphic.com.gh) (дата обращения: 19.11.2018).
- [4] *Фицджеральд Х.* Каковы причины урбанизации в бедных странах? URL: <https://sciencing.com/what-are-the-causes-of-urbanization-in-poor-countries-13660201.html> (дата обращения: 26.09.2017).
- [5] *Дар О.Н., Надарди С.* Гидрометеорологические аспекты наводнений в Индии // Природные опасности. 2002. Т. 28. С. 1–33.
- [6] Заправочная станция взрывается на атомном узле в Аккре. URL: [www.graphic.com.gh](http://www.graphic.com.gh) (дата обращения: 16.11.2018).
- [7] *Йебоа И.* Структурная перестройка и новые городские формы в Аккре // Африка сегодня. 2003. Т. 47. № 2. С. 58–89.

**История статьи:**

Дата поступления в редакцию: 31.12.2018

Дата принятия к печати: 10.01.2019

**Для цитирования:**

*Owusu-Ansah E.* Urbanization and disaster in Accra, Ghana. Does human life matters? (Урбанизация и стихийные бедствия в Аккре, Гана. Что значит человеческая жизнь?) // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2018. Т. 26. № 4. С. 449–453. DOI 10.22363/2313-2310-2018-26-4-449-453

**Сведения об авторе:**

*Овусу-Ансах Эммануэль* — магистрант, направление подготовки 38.04.01 «Экономика», профиль «Экономика и управление», Кубанский государственный университет. ORCID iD: 0000-0001-7854-1278. Контактная информация: e-mail: [oansah163@gmail.com](mailto:oansah163@gmail.com)



DOI 10.22363/2313-2310-2018-26-4-454-460

UDC 502.37:504.37

## Blended learning approach to teaching ESP case study of TED talks

M.A. Rudneva, N.G. Valeeva

Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)

6 Miklukho-Maklaya St., Moscow, 117198, Russian Federation

This work analyzes implementation of TED talks as a part of ESP blended learning training for fostering students' listening comprehension skills. We present a case study of 12 lower proficiency non-linguistic students who were assigned listening to a designated TED talks each week and performing listening comprehension tasks that were later checked in the classroom. TED lectures were offered as a part of academic and specific English course for undergraduate students of the ecological faculty and were aimed at enhancing learner autonomy, enriching academic vocabulary, developing listening comprehension skills and promoting scholarly journal writing in a long-term perspective. The results were formally assessed by pre-test and post-test as well as by individual anonymous surveying of the students upon completion of the course. We looked into the results of the survey and overviewed pros and cons of implementation of TED talks into ESP curriculum.

**Keywords:** blended learning; listening comprehension; English for specific purposes

### Introduction

The notion of blended learning has existed in the field of language teaching for over a decade now [1]. Although a few interpretations of this term have been proposed, in this study we draw on C. Whittaker, who summarized it as “In ELT *blended learning* is the term most commonly used to refer to any combination of face-to-face teaching with computer technology (online and offline activities/materials)” [2]. There is an emerging body of blended language learning research with quite controversial results [3]. However, a few scholars agree that of all micro-skills listening has been significantly overlooked, with greater attention being paid to productive skills, i.e. speaking and writing, as well as reading, traditionally considered the key academic skill [4–6]. Although a few studies have argued the importance of listening comprehension in SLA pedagogy [7–9] it still remains a much neglected skill and has even been referred to as the “Cinderella” of communication strategies [6]. Even though the existing curriculum at Russian universities recognizes the value of listening comprehension, much deliberation is still needed to enhance curriculum design and foster language learners' listening abilities. At RUDN

© Rudneva M.A., Valeeva N.G., 2018



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License



University all students are encouraged to take Cambridge FCE or CAE examinations, depending on their level of language proficiency. Listening comprehension is an important part of examination and all students are taught listening strategies as a part of exam preparation in their general English classes. However, when it comes to ESP listening, the curriculum is limited to in-class activities. Taking into consideration limitations imposed by classroom time (on average 1 hour a week allocated to listening instruction with academic year lasting 34—36 weeks), and major focus on general English exam preparation, there is a significant need in off-site autonomous learning. The importance of extensive listening for proficiency development is not to be challenged; however, it is essential for the overall success that the teachers provide guidance and support for the extensive listening experiences, so that the students would benefit most from incorporation of authentic quasi-professional materials in their daily foreign language practices. This paper argues that it is essential to extend the existing on-site, process-oriented listening instruction by autonomous, learner-focused and self-regulated activities. We draw on the definition of self-regulated learning by P.R. Pintrich [10], stated as “an active constructive process whereby learners set goals for their learning and then attempt to monitor, regulate and control their cognition, motivation and behaviour, guided and constrained by their goals and the contextual features in the environment”. The students who took part in the current study were responsible for the extent and degree of their personal involvement in overall development of listening skills.

### Methodology

The case study presented in this paper was conducted at RUDN University (Russia) ecological faculty. 12 participants (5 male and 7 female) with an average age of 20 were selected from the same study group. They had been learning English for 8—10 years, depending on selected programme of secondary school education. Listening comprehension was practiced for the same time period; however, listening experience of specific ecological contexts was limited to 2 years of tertiary education. For the purpose of comparison all students were allocated into 3 categories with respect to their overall English proficiency, the placement was performed with respect to the entrance streaming test. The results are presented in Table 1.

Table 1

Categories of language proficiency

	Intermediate	High-intermediate	Advanced
Number of students	4	6	2

The off-site part of the blended learning curriculum was comprised with weekly assignments based on TED talks. We would like to argue the relevance of introducing TED talks into ESP curriculum. First of all, ted.com website currently offers 2900+ talks on various subjects designed by top-notch professionals for general public. Among those over 200 talks are dedicated to environmental issues and can be used as specific language as well as content materials by novice environmentalists, such as our students. Secondly, all talks are featured with embedded interactive transcripts provided in various languages, English and Russian among those. Viewers can use the transcripts to enhance their understanding of the subject presented. Thirdly, the talks can be easily accessed, shared

and downloaded, which makes them easy to be utilized as pedagogical contexts. Finally, these talks can be viewed any time and any place due to the development of Web 2.0 technologies, which facilitates individual, self-regulated character of autonomous learning. An essential part of course design was selecting the talks that would be relevant to the core curriculum of the students, only the topics already covered in L1 were offered in the course.

At the beginning of the pedagogical experiment the participants were offered a listening comprehension pretest based on the TED talks. The pretest included general comprehension questions as well as specific questions that targeted professional vocabulary. The pretest was on based a 50-mark system, the results are presented in Table 2.

Table 2

**The results of listening pretest**

	Intermediate	High-intermediate	Advanced
Out of 50, average	25	34	39

After the pretest the participants were receiving weekly listening comprehension assignments based on environmental TED talks that included pre-listening, while-listening and post-listening tasks. The students were asked to work on the assignments individually, off-site. The on-site activities were reserved for content discussions in class, facilitated by the language teacher. All off-site assignments were checked in class, the problematic chunks were addressed and discussed. Apart from that, the students were instructed on listening strategies that would help them improve comprehension. In 14 weeks the students were asked to take a listening comprehension posttest, also based on the 50-mark system. A comparison of the participants' results for pretest and posttest was considered an indicator of the participants' improvement in listening comprehension. Apart from that the participants were asked to fill in the evaluation form, sharing their strategies of completing weekly assignments as well as their overall impression of their personal performance.

## Results

Upon completion of the pedagogical experiment the students were asked to take a listening comprehension posttest, based on the 50-mark system. The results are presented in Table 3.

Table 3

**The results of listening posttest**

	Intermediate	High-intermediate	Advanced
Out of 50, average	30	43	45
Improved by	10%	18%	12%

Table 3 represents the improvement in the participants' listening comprehension performance. Intermediate students have enhanced their results by 5 marks (10%), high-intermediate — by 8 marks (18%) and advanced ones by 6 marks (12%).

The results illustrate more significant progress in the middle group, high-intermediate students, the advanced group placed second progress-wise, the intermediate group has demonstrated the least improvement of all. Although it is impossible to isolate the effect

of the given experiment in overall improvement of language proficiency during the semester, it is still clear that higher achieving students paid more efforts and were more engaged in their listening practices, which resulted in better performance.

As for the qualitative assessment of the results of the experiment, the participants were requested to answer the anonymous open-clause questionnaire and share their reflections on the blended learning course as well and their individual approach to weekly assignments. According to the results of the survey, all groups of students were aware of the general goal of the assignments and were familiar with specific listening tasks prior to their blended learning experience. However, the personal approach to specific listening tasks as well as goal setting differed among the respective groups.

Intermediate students regarded listening as one of the most problematic skills, they acknowledged “lack of content knowledge”, “lack of prior experience with lectures in L2”, “high degree of anxiety when tackling the tasks”. High-intermediate and advanced students considered listening tasks “challenging but engaging”, among the shortcomings of the course they mentioned “arguable content”, “unusual perspective”, “new ways of presenting information, takes time to get used to”. As can be seen from the results of the questionnaire, the group that lacks language proficiency is more concerned about linguistic challenges, whereas more advanced groups are concentrated on content structure of the course.

The groups also demonstrated very different approach to overall strategy of their listening practices, the results are presented in Table 4.

Table 4

**Weekly listening practices**

	Repeated listening, times on average	Time of listening (minutes per week)
Intermediate	2,3	45
High-intermediate	5,4	156
Advanced	4,2	83

As shown in Table 4, intermediate students spent only 45 minutes a week on improving their listening performance, advanced students invested 1.8 times more efforts, whereas the highest placing category progress-wise spent 3.5 times more in implementation of their listening development strategies. Apart from that, the number of repetitions differed for each category: intermediate students only listened to each lecture twice, whereas high-intermediate students repeated it 5.3 times, advanced students, however, limited themselves to about 4 repetitions. Such considerable difference of weekly implementation strategies comprises with the initial placement as well as reflected challenges for each group. Much poorer investment by an intermediate group can be put down to their initial high anxiety rate and limited expectations.

## Conclusions

In this study we implemented a blended learning approach for developing specific listening skills in independent setting. TED talks were used to extend ESP curriculum and to overcome the gap between traditional academic skills, i.e. reading, writing and speaking, balancing out the listening component of the course. Familiar classroom-based, process-oriented approach to L2 listening instruction was replaced by autonomous,

learner-oriented, self-regulated activities. The learners were given an opportunity to decide on the pace and implementation of their listening practices. The important result of this study is the overview of differential strategies of self-regulatory learning skills in L2 listening. It can be noted that lower-achieving students require more extensive instruction as well as considerable amount of positive reinforcement to overcome anxiety issues. This research is limited in its scope, of interest would be future research on cognitive and metacognitive aspects of listening development for different categories of students.

## References

- [1] Sharma P, Barrett B. *Blended Learning*. Oxford: Macmillan; 2007.
- [2] Tomlinson B, Whittaker C. (eds.). Introduction. *Blended Learning in English Language Teaching: Course Design and Implementation*. 2013: 11—23.
- [3] Aguilar M. Blended learning and the language teacher: a literature review. *Colombia Applied Linguistics Journal*. 2012;14(2): 163—180.
- [4] Nation SP, Newton J. *Teaching ESL/EFL listening and speaking*. New York: Routledge; 2008.
- [5] Nunan D. Designing and adapting materials to encourage learner autonomy. In: Benson P, Voller P (eds.) *Autonomy and independence in language learning*. London: Longman; 1997: 192—203.
- [6] Vandergrift L. The Cinderella of communication strategies: Reception strategies in interactive listening. *Modern Language Journal*. 1997;81(4): 494—505.
- [7] Feyten CM. The power of listening ability: an overlooked dimension in language acquisition. *Modern Language Journal*. 1991;75(2): 173—180.
- [8] Wolvin AD. *Listening and human communication in the 21st century*. Malden, MA: Wiley-Blackwell; 2010.
- [9] Wolvin AD, Coakley CG. Listening education in the 21st century. *International Journal of Listening*. 2000;14(1): 143—152.
- [10] Pintrich PR. The role of goal orientation in self-regulated learning. In: Boekaerts M, Pintrich PR, Zeidner M (eds.). *Handbook of self-regulation*. San Diego, CA: Academic Press; 2000: 451—502.

### Article history:

Received: 22.12.2018

Revised: 10.01.2019

### For citation:

Rudneva MA, Valeeva NG. Blended learning approach to teaching ESP case study of TED talks. *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*. 2018;26(4): 454—460. DOI 10.22363/2313-2310-2018-26-4-454-460

### Bio Note:

*Maria A. Rudneva* — Candidate of Philology, Associate Professor of the Department of Foreign Languages of the Environmental Faculty of the Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University). *Contact information*: e-mail: rudneva\_ma@rudn.university

*Nailya G. Valeeva* — Candidate of Pedagogical Sciences, Professor, Head of the Department of Foreign Languages of the Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University) Ecological Faculty. *Contact information*: e-mail: valeeva\_ng@rudn.university

## Смешанный подход к обучению иностранным языкам: внедрение TED talks

М.А. Руднева, Н.Г. Валеева

Российский университет дружбы народов  
Российская Федерация, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6

В работе анализируется внедрение TED talks в рамках смешанного обучения ESP (English for Special Purposes) для развития у студентов навыков восприятия на слух. В исследовании приняли участие 12 студентов неязыковых специальностей с низким уровнем владения языком, которым было поручено слушать лекции TED talks каждую неделю и выполнять задания по аудированию с последующей проверкой в классе. Лекции TED talks были предложены как часть специального академического курса английского языка для студентов бакалавриата экологического факультета и направлены на повышение самостоятельности учащихся, расширение академического словарного запаса, развитие навыков восприятия на слух в долгосрочной перспективе. Результаты формально оценивались до и после теста, а также путем индивидуального анонимного опроса студентов по окончании курса. По результатам опроса выделены плюсы и минусы внедрения TED talks в учебную программу ESP.

**Ключевые слова:** смешанное обучение; аудирование; английский язык для специальных целей

### Список литературы

- [1] *Шарма П., Барретт Б.* Смешанное обучение. Оксфорд: Макмиллан, 2007.
- [2] Введение // Смешанное обучение в преподавании английского языка: разработка и реализация курса / под ред. Б. Томлинсон, С. Уиттакер. 2013. С. 11—23.
- [3] *Агилар М.* Смешанное обучение и преподаватель языка: обзор литературы // Колумбийский журнал прикладной лингвистики. 2012. № 14/2. С. 163—180.
- [4] *Нэцион С.П., Ньютон Дж.* Обучение ESL/EFL аудированию и говорению. Нью-Йорк: Routledge, 2008.
- [5] *Нунан Д.* Разработка и адаптация материалов для развития самостоятельности учащихся // Автономия и независимость в изучении языка / под ред. П. Бенсона, П. Воллера. Лондон: Longman, 1997. С. 192—203.
- [6] *Вандергериф Л.* Золушка коммуникационных стратегий: стратегии приема в интерактивном аудировании // *Modern Language Journal*. 1997. Т. 81. № 4. С. 494—505.
- [7] *Фейттен С.М.* Аудирование: пропущенное измерение в овладении языком // *Modern Language Journal*. 1991. Т. 75. № 2. С. 173—180.
- [8] *Вольвин А.Д.* Аудирование и общение с людьми в 21 веке. Малден, Массачусетс: Wiley-Blackwell, 2010.
- [9] *Wolvin A.D., Coakley C.G.* Listening education in the 21st century // *International Journal of Listening*. 2000. Vol. 14. No. 1. Pp. 143—152.
- [10] *Пинтрич П.Р.* Роль целенаправленной ориентации в саморегулируемом обучении // Справочник по саморегуляции / под ред. М. Букаертса, П.Р. Пинтрича, М. Зейднер. Сан-Диего, Калифорния: Academic Press, 2000. С. 451—502.

### История статьи:

Дата поступления в редакцию: 22.12.2018

Дата принятия к печати: 10.01.2019

**Для цитирования:**

*Rudneva M.A., Valeeva N.G.* Blended learning approach to teaching ESP case study of TED talks (Смешанный подход к обучению иностранным языкам: внедрение TED talks) // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2018. Т. 26. № 4. С. 454—460. DOI 10.22363/2313-2310-2018-26-4-454-460

**Сведения об авторах:**

*Руднева Мария Андреевна* — кандидат филологических наук, доцент кафедры иностранных языков экологического факультета Российского университета дружбы народов. *Контактная информация:* e-mail: rudneva\_ma@rudn.university

*Валеева Наиля Гарифовна* — кандидат педагогических наук, профессор, заведующая кафедрой иностранных языков экологического факультета Российского университета дружбы народов. *Контактная информация:* e-mail: valeeva\_ng@rudn.university





DOI 10.22363/2313-2310-2018-26-4-461-467

UDC 502.37:504.37

## Case study of fossilized L2 errors correction in ecology students

M.A. Rudneva, N.G. Valeeva

Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)  
6 Miklukho-Maklaya St., Moscow, 117198, Russian Federation

The paper is dedicated to a self-assessment approach as a means of addressing fossilized errors in L2 speaking within the professional communication framework. The phenomenon of fossilization manifests in L2 spoken and written texts on phonological, lexical and grammatical level. Addressing the issue of fossilization has to deal with creating a perfect fluency/accuracy balance, increase of fluency in L2 classroom settings inevitably results in fossilized errors in learners as it compromises their accuracy on a permanent basis. In this respect it is interesting to look into common practices of addressing fossilized errors in advanced L2 classroom. This work is a case study of an attempt to address individual fossilized errors in L2 C1-level students at university level. The paper argues that self-assessment as a means of developing metacognitive awareness and consciousness of advanced L2 learners is a valid tool for eliminating fossilized errors in the long run. We present the results of case study that took place at RUDN University in 2018 within 3 months. During this period a group of advanced L2 learners were asked to record their spontaneous pair interactions, transcribe the conversations and correct their own mistakes. The corrected transcripts were submitted to the L2 instructor for further evaluation and assessment. Small corpora of error-tagged conversations were created for each individual student. Then the instructor created a report on individual mistakes and errors on monthly basis. Persistent, fossilized errors were registered for each individual case and measured at the beginning for the pedagogical experiment and at its end. The paper presents our findings, positive dynamics and overall pedagogical value of establishing correlation between students' previous knowledge and self-assessment.

**Keywords:** self-assessment; English for specific purposes; L2 speaking

### Introduction

Language self-assessment has been an emerging trend in second language assessment due to current shift to learner-centered approach in teaching. Self-assessment itself is considered a controversial issue, as there is no clear definition due to multidimensional nature of assessment itself (appraisal, evaluation, testing, rating) as well as its purposes (placement, diagnostics, evaluation, etc.) [1]. In past research [2–4] self-assessment is generally divided into two main types purpose-wise: 1) performance-oriented; 2) development-oriented. The first type is focused on the performance of L2 learner at

---

© Rudneva M.A., Valeeva N.G., 2018



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

a particular point of time, the second one addresses the developmental perspective and is aimed at identifying changes over a given period of time. In this paper we focus on development-oriented assessment where the entire process of learning incorporating self-assessment activities is measured. According to Z. Dornyei [5] it overlooks “the participants for an extended period in order to detect changes and patterns of development over time”. Current approach to L2 teaching is characterized by an extensive degree of learner autonomy and self-regulation, with the focus being shifted from the teacher to the learner. L2 learners are expected to be active participants of evaluation and assessment [2; 6] with the entire assessment process seizing to be teacher’s sole responsibility [4]. According to past research, introduction of self-assessment leads to a number of positive outcomes, i.e. enhancing autonomy and productivity, decrease of frustration, increase of motivation and engagement, improvement of retention rate [4; 6; 7–12]. Among the shortcomings of self-assessment one can mention numerous inputs into L2 learners’ speech production in a developmental perspective, i.e. the feedback of peers, teachers and parents can affect the validity of the overall result of graded production. However, the research mentioned above also acknowledge enhancement of students’ language learning by self-assessment, due to increase of learner autonomy. Of specific interest is implementation of self-assessment techniques to error analysis.

Error analysis was suggested as a new approach to interlanguage [13], i.e. a system which contains L1 as well as L2 features. Considering learners’ interlanguage from a developmental perspective fosters understanding of learning processes [14]. Based on the nature or errors they can be divided into developmental ones (gradually developed throughout the process of learning) or fossilized ones (stable and permanent) [15]. *Fossilization* is known as “the long-term persistence of the non-target-like structures in the interlanguage of non-native speakers” [16]. Fossilization is defined as an inability for further language growth despite positive factors, such as motivation, practice and exposure to authentic input. This paper focuses on a case study aimed at detecting and targeting fossilized errors in the spoken production of advanced L2 learners. The paper argues that self-assessment is a valid approach of treating fossilized errors at upper levels of language proficiency.

## Methodology

The participants of this study were selected on voluntary basis from the same ESP class, 2nd year students majoring in environmental studies. There were 4 participants, 2 male and 2 female, aged 19–20 with L1 Russian. The group was initially formed on the basis of the scores of entry streaming test. The Oxford placement test was used for streaming, it consisted of listening and grammar sections, 100 questions, 1 hour to complete. The students were grouped according to the results of the test, the entire group demonstrated around C1 proficiency level.

The corpus of data for this study was the transcripts of independent speech production of the participants during ESP classes. Data was collected for 3 months during the first semester of 2018. Once a week the students were asked to present a spontaneous dialogue based on the topic discussed in the current class. They had time to prepare their interaction before presenting it to the instructor, however, they were specifically requested not to

write anything down or read during the presentation. Each dialogue was audio-recorded, transcribed and checked for errors. First month of the pedagogical experiment transcription and error-assessment were done by the instructor. We were looking into grammatical, lexical and pronunciation errors. After identifying errors, we specifically looked into those which demonstrated persistence across individual speech production (fossilized ones). To identify those one-way ANOVAs as well as Tukey Post Hoc analyses were performed for each error, then we identified the mean differences. In case if there was no statistically significant difference of a specific error in individual speech production, we considered it fossilized and targeted on the next level of our practices.

For each student top 10 fossilized errors were defined and indicated, in each case those were specific ones, which could not be addressed as a part of group work. For two consecutive months the participants were asked to transcribe their dialogues and detect errors in their own speech production. The results were submitted to the instructor and discussed on the weekly basis.

## Results

The fossilized errors were categorized in grammatical, lexical and pronunciation ones. We picked top 10 errors for each participant, based on the frequency. Table 1 presents distribution of errors for each participant, females (F1 and F2) and males (M1 and M2).

Table 1

### Error types

	Grammatical	Lexical	Pronunciation
F1	2 (20%)	1 (10%)	7 (70%)
F2	3 (30%)	0	7 (70%)
M1	4 (40%)	2 (20%)	4 (40%)
M2	2 (20%)	3 (30%)	5 (50%)

As we can see from Table 1, the most frequent fossilized errors in advanced L2 learners are pronunciation ones. This can be put down to a fact that listening is the skill traditionally overlooked at Russian schools, very little to none attention is paid to pronunciation development as well. Therefore, students acquire non-native-type pronunciation, besides, certain words are mispronounced. This has to be addressed at tertiary level.

For this particular paper we picked 2 pronunciation errors that were characteristic of the majority of participants: 1) *although* being commonly pronounced as ['ɔ:lsəʊ] and 2) *since* being commonly pronounced as ['saɪəns].

Table 2 presents distribution of mispronounced word *although* among 3 participants of the study throughout 8 weeks of the experimental self-assessment.

Table 2

### Frequencies for *although*

Weeks	1	2	3	4	5	6	7	8
F1	4	3	3	2	1	1	0	0
F2	3	3	2	2	2	1	1	1
M1	3	3	1	1	1	0	0	0

According to our findings 3 of 4 participants consistently mispronounced the word *although*. Table 2 presents absolute frequencies of error occurrence per speech unit on a weekly basis. Participant F1 demonstrates steady decrease of the misuse, she started with the highest number of error occurrence among the group, however, in weeks 7 and 8 she did not demonstrate the mispronounced item. Participant F2 demonstrated a decrease in mispronunciation, however, the fossilized error still occurs in her speech and requires more attention. It should be noted her though, that the cases of on-the-spot self-corrections were not indicated here, so single occurrences of the error in past few weeks were compensated for by self-correction. Participant M1 demonstrated the best progress among all 3, already in week 3 he limited mispronunciation to a single occurrence, in weeks 6 to 8 he demonstrated correct pronunciation.

Table 3 presents distribution of mispronounced word *since* among 2 participants of the study throughout 8 weeks of self-assessment experiment.

Table 3

Frequencies for *since*

Weeks	1	2	3	4	5	6	7	8
F2	2	2	1	1	2	1	0	0
M2	3	2	2	2	1	0	0	0

The results of the study confirmed that 2 out of 4 participants consistently mispronounced the word *since*. Table 3 presents absolute frequencies of error occurrence per speech unit on a weekly basis. Participant F2 demonstrates resistance in preserving the error, up to week 6 she keeps mispronouncing the word, although it is on the list of 10 individual errors that she was requested to look after. However, in weeks 7 and 8 she managed to reduce the mispronunciation to 0. Participant M2 started off with the biggest number of error occurrences, however, through weeks 2 to 5 he demonstrated steady decrease of item misuse and in weeks 6 to 8 — correct pronunciation.

## Conclusions

Encouraged by the previous studies that emphasized the ambiguous nature of self-assessment, this study focused on the validity of self-assessment as an approach to address fossilized errors. The transcripts of the students' speech production provide a good evidence that even at advanced levels learners make a few errors, which are resistant and hinder further progress. Because of this, it felt necessary to diagnose these errors, identify the most common ones and propose reparative mechanisms to tackle them.

The findings of this study call for further research in this area. Primarily, we have to look into grammatical and lexical fossilized errors and work out the ways to address those. Here self-correction can only be a part of reparative strategy, an instructor has to propose various guided practice exercises, such as fill-in-the-blank, multiple choice questions, translation from L1 to L2 and vice versa. Secondly, due to complex, metacognitive nature of self-correction, more research is needed to understand outcomes or its implication, whether certain degree of learner autonomy can be beneficial for L2 learners, what role motivation and engagement factors play. Finally, the present research calls for longitudinal case studies of treating fossilized errors in advanced students to come up with the best solution of this important problem.

## References

- [1] Henning G. A guide to language testing: development, evaluation, research. Rowley, MA: Newbury House; 1987.
- [2] Bachman LF. Learner-directed assessment in ESL. In: Ekbatani G, Pierson H (eds.). *Learner-directed assessment in ESL*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.; 2000: ix—xii.
- [3] Houghton G, Dickinson L. Collaborative assessment by masters' candidates in a tutor based system. *Language Testing*. 1988;5: 233—246.
- [4] Oscarson M. Self-assessment of language proficiency: rationale and applications. *Language Testing*. 1989;6(1): 1—13.
- [5] Dornyei Z. *Teaching and researching motivation*. London: Pearson Education Ltd.; 2001.
- [6] Dickinson L. *Self-instruction in language learning*. London: Cambridge University Press; 1987.
- [7] Ellis R. *The study of second language acquisition*. Oxford: Oxford University Press; 1994.
- [8] Gardner RC, MacIntyre P. Motivational variables in second language acquisition. *Studies in Second Language Acquisition*. 1991;13: 57—72.
- [9] McNamara M, Deane D. Self-assessment activities toward autonomy in language learning. *TESOL Journal*. 1995;5: 18—23.
- [10] O'Malley JM, Pierce LV. *Authentic assessment for English language learners*. Boston, MA: Addison-Wesley Publishing Company; 1996.
- [11] Peirce BM, Swain M, Hart D. Self-assessment, French immersion, and locus of control. *Applied Linguistics*. 1993;14: 25—42.
- [12] Rivers WP. Autonomy at all costs: an ethnography of metacognitive self-assessment and self-management among experienced language learners. *The Modern Language Journal*. 2001;85: 279—290.
- [13] Selinker L. Interlanguage. *International Review of Applied Linguistics in Language Teaching (IRAL)*. 1972;10(1—4): 209—232.
- [14] Ellis R. *Understanding second language acquisition*. Vol. 31. Oxford University Press; 1989.
- [15] Richards JC. Error analysis: perspective on second language acquisition. London, UK: Longman; 1974.
- [16] Selinker L, Lakshmanan U. Language transfer and fossilization: the multiple effects principle. In: Gass S, Selinker L (eds.). *Language transfer in language learning*. Amsterdam: John Benjamins; 1992: 197—216.

### Article history:

Received: 22.12.2018

Revised: 10.01.2019

### For citation:

Rudneva MA, Valeeva NG. Case study of fossilized L2 errors correction in ecology students. *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*. 2018;26(4): 461—467. DOI 10.22363/2313-2310-2018-26-4-461-467

### Bio Note:

*Maria A. Rudneva* — Candidate of Philology, Associate Professor of the Department of Foreign Languages of the Environmental Faculty of the Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University). *Contact information:* e-mail: rudneva\_ma@rudn.university

*Nailya G. Valeeva* — Candidate of Pedagogical Sciences, Professor, Head of the Department of Foreign Languages of the Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University) Ecological Faculty. *Contact information:* e-mail: valeeva\_ng@rudn.university

## Коррекция фоссиллизации на примере студентов-экологов

М.А. Руднева, Н.Г. Валеева

Российский университет дружбы народов  
Российская Федерация, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6

В статье рассматривается самопроверка как способ коррекции лексической и грамматической фоссиллизации в устной речи студентов-экологов, изучающих английский язык. Фоссиллизация проявляется на фонологическом, лексическом и грамматическом уровнях. Проблема возникает в рамках достижения оптимального баланса беглости и безошибочности речи, когда при росте скорости речепорождения неизбежно возникают устойчивые (фоссиллизированные) ошибки. В этой связи представляет интерес исследование работы по устранению такого рода ошибок из иноязычной речи студентов продвинутого уровня. В статье описывается подход к устранению фоссиллизированных ошибок в иноязычной речи студентов университета, в основу которого легло предположение, что самопроверка является эффективным инструментом для устранения подобных ошибок. Представлены результаты педагогического эксперимента, проведенного на экологическом факультете Российского университета дружбы народов в течение трех месяцев 2018 года. В ходе эксперимента были созданы индивидуальные корпуса спонтанных диалогов для каждого участника эксперимента, затем выявлены типичные устойчивые ошибки, и студентам было предложено исправить их самостоятельно. Результаты внедрения описанного подхода показали положительную динамику в устранении устойчивых ошибок.

**Ключевые слова:** самопроверка; английский язык для специальных целей; иноязычная речь

### Список литературы

- [1] *Хеннинг Г.* Руководство по языковому тестированию: разработка, оценка, исследование. Роули, Массачусетс: Ньюбери Хаус, 1987.
- [2] *Bachman L.F.* Learner-directed assessment in ESL // *Learner-directed assessment in ESL / G. Ekbatani, H. Pierson (eds.).* New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc., 2000. Pp. IX–XII.
- [3] *Хотон Г., Дикинсон Л.* Совместная оценка поступающих в магистратуру в системе Tutor // *Языковое тестирование.* 1988. Т. 5. С. 233–246.
- [4] *Оскарсон М.* Самопроверка владения языком: обоснование и применение // *Языковое тестирование.* 1989. Т. 6. № 1. С. 1–13.
- [5] *Дорней З.* Учебно-исследовательская мотивация. Лондон: Pearson Education Ltd, 2001.
- [6] *Дикинсон Л.* Самообучение в изучении языка. Лондон: Издательство Кембриджского университета, 1987.
- [7] *Эллис Р.* Изучение овладения вторым языком. Оксфорд: Издательство Оксфордского университета, 1994.
- [8] *Gardner R.C., MacIntyre P.* Motivational variables in second language acquisition // *Studies in Second Language Acquisition.* 1991. Vol. 13. Pp. 57–72.
- [9] *Макнамара М., Дин Д.* Роль самопроверки в автономном изучении иностранного языка // *TESOL Journal.* 1995. Т. 5. С. 18–23.
- [10] *О'Мэлли Дж.М., Пирс Л.В.* Аутентичные оценки для изучающих английский язык. Бостон, Массачусетс: Эддисон-Уэсли, 1996.
- [11] *Пирс В.М., Суэйн М., Харт Д.* Самооценка, погружение в французский язык и локус контроля // *Прикладная лингвистика.* 1993. Т. 14. С. 25–42.



- [12] *Реки У.П.* Автономия любой ценой: этнография метакогнитивной самооценки и самоуправления среди продвинутых изучающих язык // *The Modern Language Journal*. 2001. Т. 85. С. 279—290.
- [13] *Селинкер Л.* Интерлингвист // *Международный обзор прикладной лингвистики в преподавании языков (IRAL)*. 1972. Т. 10. № 1—4. С. 209—232.
- [14] *Эллис П.* Понимание освоения второго языка. Т. 31. Оксфорд: Издательство Оксфордского университета, 1989.
- [15] *Ричардс Дж.С.* Анализ ошибок: перспектива овладения вторым языком. Лондон: Longman, 1974.
- [16] *Selinker L., Lakshmanan U.* Language transfer and fossilization: the multiple effects principle // *Language transfer in language learning* / S. Gass, L. Selinker (eds.). Amsterdam: John Benjamins, 1992. Pp. 197—216.

**История статьи:**

Дата поступления в редакцию: 22.12.2018

Дата принятия к печати: 10.01.2019

**Для цитирования:**

*Rudneva M.A., Valeeva N.G.* Case study of fossilized L2 errors correction in ecology students (Коррекция фоссилизации на примере студентов-экологов) // *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности*. 2018. Т. 26. № 4. С. 461—467. DOI 10.22363/2313-2310-2018-26-4-461-467

**Сведения об авторах:**

*Руднева Мария Андреевна* — кандидат филологических наук, доцент кафедры иностранных языков экологического факультета Российского университета дружбы народов. *Контактная информация:* e-mail: rudneva\_ma@rudn.university

*Валеева Наиля Гарифовна* — кандидат педагогических наук, профессор, заведующая кафедрой иностранных языков экологического факультета Российского университета дружбы народов. *Контактная информация:* e-mail: valeeva\_ng@rudn.university

## **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 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 (страна, почтовый индекс, город, улица, № дома), 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 (№ дома, улица, город, почтовый индекс, 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, отчество, фамилия, 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> Российский университет дружбы народов  
Российская Федерация, 115093, Москва, Подольское шоссе, д. 8, корп. 5

<sup>2</sup> Московский государственный университет  
Российская Федерация, 119899, Москва, Ленинские горы, д. 1

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 ссылка на них обязательна. Таблицы должны иметь заголовки,

а рисунки — подрисуючную 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 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 неперидических 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. No. 2. Pp. 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 контактного телефона).

Отзывы на отклоненные редколлегией статьи не предоставляются, рукописи не возвращаются. Ответственность за содержание статей несут авторы.

### **Контактная информация:**

***Редина Маргарита Михайловна***

Телефон: +7 (495) 952-04-41

E-mail: redina\_mm@rudn.university

***Силаева Полина Юрьевна***

E-mail: silaeva\_pyu@rudn.university

ф. СП-1

ФГУП «ПОЧТА РОССИИ»

АБОНЕМЕНТ на журнал

**20829**

(индекс издания)

**ВЕСТНИК РУДН**  
**Серия «Экология**  
**и безопасность жизне-**  
**деятельности»**

Количество  
комплектов:

на 2019 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 2019 год по месяцам

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Куда

(почтовый индекс)

(адрес)

Кому

(фамилия, инициалы)