



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

Том 27 № 3 (2019)

DOI 10.22363/2313-2310-2019-27-3

<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 Анатолиевна – хабилитированный доктор 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 2313-2310 (Print); ISSN 2408-8919 (Online)

4 выпуска в год (ежеквартально).

Языки: русский, английский, немецкий.

Индексация: РИНЦ, ВАК, EBSCOhost, 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 *Ю.А. Заикиной*

Адрес редакции:

Российская Федерация, 115419, Москва, ул. Орджоникидзе, д. 3
Тел.: +7 (495) 955-07-16; e-mail: publishing@rudn.ru

Адрес редакционной коллегии журнала «Вестник РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности»:

Российская Федерация, 113093, Москва, Подольское шоссе, д. 8, корп. 5
Тел.: +7 (495) 952-70-28; e-mail: ecojournalrudn@rudn.ru

Подписано в печать 17.01.2020. Выход в свет 24.01.2020. Формат 70×108/16.

Бумага офсетная. Печать офсетная. Гарнитура «Times New Roman».

Усл. печ. л. 8,05. Тираж 500 экз. Заказ № 1099. Цена свободная.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Российский университет дружбы народов»
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 27 NUMBER 3 (2019)

DOI 10.22363/2313-2310-2019-27-3

<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)

ISSN 2313-2310 (Print); ISSN 2408-8919 (Online)

4 issues per year.

Languages: Russian, English, Deutsch.

Indexing: Russian Science Citation Index, Higher Attestation Commission, EBSCOhost, 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, geocology, 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 *Iu.A. Zaikina*

Address of the editorial board:

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

Address of the editorial board of RUDN Journal of Ecology and Life Safety:

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

Printing run 500 copies. Open price.

Peoples' Friendship University of Russia
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

СОДЕРЖАНИЕ

ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ

Майорова Л.П., Абузов А.В. Комплексная оценка воздействия на окружающую среду при эксплуатации опытно-промышленной установки по переработке лежалых хвостов Хинганского месторождения олова 163

Мизгирев Д.С., Черепкова Е.А., Слюсарев А.С., Отделкин Н.С. Объединенная судовая система приготовления и кондиционирования питьевой воды 173

Яковлева Е.В., Габов Д.Н. Дальность распространения полициклических ароматических углеводородов в тундровой зоне под воздействием ТЭС 184

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

Гуторова Н.В., Тихонова Н.С., Седяров О.И. Негативные факторы воздушной среды на производствах легкой промышленности и их воздействие на работающих 199

ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Неведров Н.П. Оценка экологической комфортности почв городских экосистем при воздействии на них тяжелых металлов 209

Пластинин А.Е., Домнина О.Л., Захаров В.Н., Сафаров А.М. Оценка рисков возникновения и последствий разливов нефти в районе Чебоксарского речного порта 219

УПРАВЛЕНИЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕМ

Kalu N.N., Zakirova Y.L. A review in Southeastern Nigeria: environmental problems and management solutions (Обзор юго-восточной части Нигерии: экологические проблемы и управленческие решения) 231

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Сергеев С.А., Кузнецова И.Н., Еналеев И.Р. Индекс орнитологической привлекательности объектов по переработке и размещению твердых коммунальных отходов 241

CONTENTS

INDUSTRIAL ECOLOGY

Mayorova L.P., Abuzov A.V. Comprehensive assessment of environmental impact during the operation of a pilot plant for the processing of dead tail of the Khingang tin deposit 163

Mizgirev D.S., Cherepkova E.A., Slyusarev A.S., Otdelkin N.S. Integrated ship system for preparation and conditioning of drinking water 173

Yakovleva E.V., Gabov D.N. The distribution distance of polycyclic aromatic hydrocarbons in the tundra zone under the impact of thermal power plant 184

LIFE SAFETY

Gutorova N.V., Tikhonova N.S., Sedlyarov O.I. Occupational air negative impacts on the workers at the light industry manufactures 199

ENVIRONMENTAL DEFENCE

Nevedrov N.P. Assessment of ecological comfort of soils of urban ecosystems under the influence of heavy metals on them 209

Plastinin A.E., Domnina O.L., Zakharov V.N., Safarov A.M. Assessment of risks of occurrence and consequences of oil spill in the area of the Cheboksary river port 219

ENVIRONMENTAL MANAGEMENT

Kalu N.N., Zakirova Y.L. A review in Southeastern Nigeria: environmental problems and management solutions 231

SHORT MESSAGES

Sergeev S.A., Kuznetsova I.N., Enaleev I.R. The index of ornithological attractiveness of facilities for the processing and disposal of municipal solid waste 241



DOI 10.22363/2313-2310-2019-27-3-163-172
УДК 504.05/06

Научная статья

Комплексная оценка воздействия на окружающую среду при эксплуатации опытно-промышленной установки по переработке лежалых хвостов Хинганского месторождения олова

Л.П. Майорова, А.В. Абузов

Тихоокеанский государственный университет
Российская Федерация, 680035, Хабаровск, ул. Тихоокеанская, 136

Аннотация. В статье представлены результаты комплексной оценки воздействия на окружающую среду при извлечении олова из лежалых хвостов, накопленных в хвостохранилищах в период эксплуатации Хинганского месторождения. Хвостохранилища представляют угрозу для окружающей среды и одновременно являются источником техногенного сырья. Эксплуатация опытно-промышленной установки гравитационно-флотационного типа окажет на окружающую среду незначительное воздействие, на социально-экономическую сферу – низкое положительное. При этом существенно улучшится экологическая ситуация в связи с ликвидацией хвостохранилищ.

Ключевые слова: воздействие на окружающую среду, хвостохранилище, техногенные источники сырья, олово, комплексная оценка, экологическая опасность

Введение

Горнопромышленным комплексом страны выбрасывается в атмосферу около 50 млн т вредных веществ, сбрасывается в водоемы более 2 млрд м³ загрязненных сточных вод и складировается на поверхности земли более 8 млрд т твердых отходов. Стремительный рост потребления природных ресурсов сопровождается не только изменением количественных масштабов антропогенного воздействия, но и появлением новых факторов, влияние которых на природу, ранее незначительное, становится доминирующим. Отработка Хинганского оловорудного месторождения в период с 1945 по 2005 г. привела к образованию около 4 млн т хвостов со средним содержанием олова 0,14 %, складированных в трех хвостохранилищах, оказывающих негативное воздействие на прилегающую территорию: загрязнение атмосферного воздуха при пылении, накопление тяжелых металлов в почве, изменение ландшафта [1–4]. В то же время эти хвостохранилища можно рассматривать как техногенные источники сырья для дополнительного извлечения олова. ООО «Ресурсы Малого

© Майорова Л.П., Абузов А.В., 2019



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Хингана» с 2018 г. производит разработку лежалых хвостов с извлечением олова на опытно-промышленной установке гравитационно-флотационного типа. Это единственное в мире предприятие по разработке техногенного месторождения олова. В 2019 г. обогатительная фабрика ООО «Ресурсы Малого Хингана» должна выйти на проектную мощность (1,1 тыс. т оловянного концентрата в год) [5].

В соответствии со ст. 11 ФЗ № 174 «Об экологической экспертизе» проектная документация объекта должна быть представлена на государственную экологическую экспертизу (размещение хвостов обогащения в карьере). В состав обосновывающей документации в обязательном порядке входят материалы ОВОС. В составе ОВОС была выполнена комплексная оценка воздействия объекта на окружающую среду на этапах строительства и эксплуатации.

Методические подходы

Методы оценки воздействия горного производства на окружающую среду с использованием различных показателей, характеризующих изменение состояния компонентов среды, подвергшихся техногенному воздействию, не дают возможности получить комплексную оценку, необходимую при проведении ОВОС и обосновании природоохранных мероприятий. В настоящее время единые универсальные методики интегральной (комплексной) оценки антропогенного воздействия на окружающую среду отсутствуют. Такая ситуация обусловлена сложностью взаимодействия технических комплексов с экосистемами, имеющими многоуровневую структуру связей, преимущественно нелинейного характера. Имеются разные методологические и методические подходы к проведению комплексной оценки.

В.А. Папичевым предложен ресурсный подход к оценке воздействия горного производства, позволяющий оценивать единым показателем как прямое, так и косвенное влияние на основные компоненты природной среды [6]. В работе [7] представлен интегральный показатель экологической опасности горного производства, позволяющий комплексно оценивать воздействие горных предприятий на окружающую среду, ранжировать их по степени опасности и выбирать наиболее эффективные природоохранные мероприятия. Предложен также комплексный подход, заключающийся в сопряженном анализе природных, природно-антропогенных, антропогенных факторов, формирующих экологическую обстановку региона, с алгоритмом создания на базе ГИС программной системы комплексной оценки состояния окружающей среды в районах воздействия предприятий горно-металлургического комплекса [8].

В данной работе применен подход, в основу которого положена процедура адаптивной оценки и управления (Adaptive Environmental Assessment and Management – АЕАМ), предложенная К. Холлингом [9]. При использовании рассматриваемой методологии оценка возможных воздействий на окружающую среду включает выбор важнейших (наиболее показательных) экосистемных компонентов (ВЭК), которые могут быть затронуты планируемой деятельностью. Эта методология применяется в России и с некоторыми особенностями в странах СНГ [10–12]. Значимость антропогенных нарушений экосистем, в соответствии с данной методологией, на всех уровнях оценива-

ются в категориях пространства, времени и интенсивности. Градация шкал, таблицы интегральной оценки антропогенного воздействия на экосистемы по состоянию их важнейших компонентов в координатах пространства, времени и интенсивности нарушений, градаций пространственных, временных и масштабов интенсивности воздействия на социально-экономическую сферу, интегральная оценка воздействия на отдельные компоненты социально-экономической сферы приведены в работах [13; 14].

Составляющие комплексной оценки воздействия на окружающую среду при эксплуатации опытно-промышленной установки (ОПУ) ОАО «Ресурсы Малого Хингана» представлены на рис. 1, алгоритм – на рис. 2.

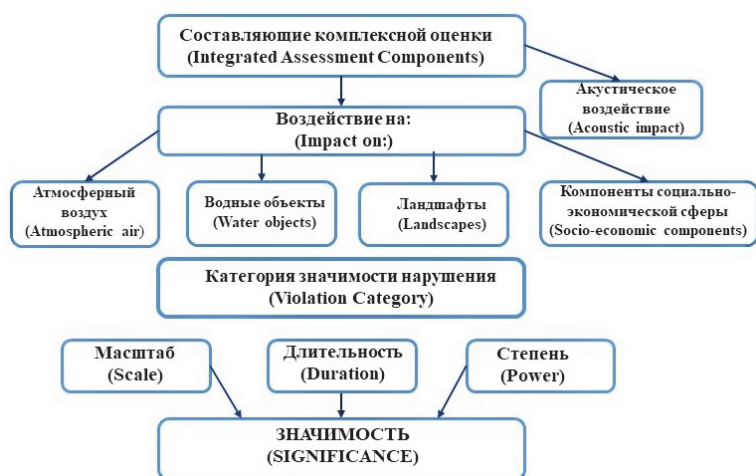


Рис. 1. Составляющие комплексной оценки и категории значимости нарушений
 [Figure 1. Components of a comprehensive assessment and significance categories of violations]



Рис. 2. Алгоритм проведения комплексной оценки воздействия на окружающую среду при эксплуатации опытно-промышленной установки ОАО «Ресурсы Малого Хингана»
 [Figure 2. Algorithm for conducting a comprehensive environmental impact assessment during the operation of a pilot industrial installation of Maly Khingan Resources, JSC]

Загрязнение атмосферного воздуха

На этапе эксплуатации установки производятся открытые горные работы на хвостохранилище № 3, транспортировка хвостов и обогащение их на площадке ОПУ. Из 26 источников выбросов в атмосферу поступают 24 загрязняющих вещества (в том числе 7 твердых, 17 жидких и газообразных), которые образуют четыре группы суммации. Расчеты выбросов загрязняющих веществ выполнены по сертифицированным программам фирмы «Интеграл». Расчеты рассеивания выбросов в атмосфере, произведенные по УПРЗА «Эколог» с учетом фоновых концентраций, показали, что на границе СЗЗ и в ближайшей жилой застройке санитарно-гигиенические требования к качеству атмосферного воздуха соблюдаются. Приземные концентрации по всем загрязняющим веществам на границе дачных участков менее 0,8 ПДК.

Воздействие на водные объекты

Воздействие на водные объекты связано с водоснабжением объекта, сбросом сточных вод, размещением отходов, изменением условий поверхностного стока. Негативное воздействие может проявляться при сбросе неочищенных сточных вод и нарушении ландшафтных условий водосборных площадей. Водоснабжение предприятия технической водой осуществляется по оборотной схеме. Снабжение питьевой водой промплощадки ОПУ осуществляется завозной водой с водозабора п. Хинганск или со скважины бывшего АБК очистных сооружений п. Хинганск. Отвод грунтовых карьерных вод предусмотрен в водосборный колодец на хвостохранилище № 3, а затем по коллектору в отстойник шахтных вод. Часть грунтовых вод может быть использована для пылеподавления с поверхности хвостохранилища в засушливый период. Поверхностный сток от атмосферных осадков отводится от карьерной выемки и отвалов нагорными канавами. Воды карьерного водоотлива и ливневые воды, содержащие только взвешенные частицы грунтов, проходят очистку в пруде-отстойнике объемом 3 тыс. м³, расположенном на промплощадке ОПУ. Сброс ливневой воды и избытка шахтных вод осуществляется после очистки в р. Левый Хинган через пруд-отстойник. Бытовые сточные воды после их очистки на станции глубокой биологической очистки AirMaster будут полностью использованы в качестве оборотных.

Расчет концентраций загрязняющих веществ в контрольном створе р. Левый Хинган, выполненный с использованием программного комплекса «Зеркало-НДС», показал, что концентрации загрязняющих веществ, за исключением железа, не превышают допустимых значений в контрольном створе. Концентрация железа находится на уровне природного фона и обусловлена геохимическими особенностями региона.

Принятая схема очистки сточных вод (ливневых и хозяйственно-бытовых) практически исключает возможное загрязнение водных объектов при нормальной работе очистного оборудования.

Воздействие на ландшафт

Территория промплощадки ОПУ находится между двумя ограждающими дамбами хвостохранилищ № 1 и 3, техногенный рельеф представлен насыпными дамбами и углублениями различных размеров.

Значительных изменений и последствий воздействия на ландшафт в процессе строительства не предполагается, в процессе эксплуатации предусмотрено проведение технической рекультивации нарушенных земель – заброшенного карьера «Хинганолова» с использованием отходов производства – отработанных хвостов гравитационного и флотационного обогащения.

Шумовое воздействие

Расчет эквивалентного и максимального уровней звука на период эксплуатации ОПУ выполнен по программе «Эколог-шум». В расчете учтены наиболее интенсивные и близкие к границам СЗЗ, дачных участков и жилой застройки источники шумового воздействия. Санитарно-гигиенические нормы соблюдаются.

Сводные данные по масштабу, длительности, степени и значимости воздействий представлены в табл. 1.

Таблица 1

Масштабы и степень воздействия на окружающую среду в период эксплуатации

Природная среда	Вид воздействия	Воздействие			
		Масштаб	Длительность	Степень	Значимость
Атмосферный воздух	Работа самосвала, погрузчика, пыление при хранении и пересыпке сырья, заправка транспорта и техники, выбросы ДЭС и котельной, пыление складов угля и шлака, работа техники на хвостохранилище, транспортировка сырья	Локальное	Средне-временное	Умеренное	Несущественное
Водные объекты	Сброс очищенных сточных вод	Локальное	Средне-временное	Незначительное	Несущественное
Ландшафт	Выбросы в атмосферу при эксплуатации	Локальное	Средне-временное	Умеренное	Несущественное
Шум	Работа самосвала, погрузчика, грузовых систем	Локальное	Средне-временное	Незначительное	Несущественное

Table 1

The extent and degree of environmental impact during operation

Natural environment	Type of exposure	Impact			
		Scale	Duration	Power	Elevance
Atmospheric air	Work of a dump truck, a loader, dusting during storage and filling of raw materials, refueling of vehicles and equipment, emissions of diesel fuel and boiler houses, dusting of coal and slag warehouses, work of machinery at the tailings, transportation of raw materials	Local	Medium time	Moderate	Inconsequential
Water objects	Sewage treatment	Local	Medium time	Insignificant	Inconsequential
Landscape	Air emissions during operation	Local	Medium time	Moderate	Inconsequential
Noise	Work of a dump truck, loader, cargo systems	Local	Medium time	Insignificant	Inconsequential

Оценка степени воздействия на компоненты социально-экономической сферы

Воздействие на компоненты социально-экономической сферы можно рассматривать с позиций:

- воздействия загрязняющих веществ и шума на здоровье населения;
- изменения социально-экономических условий за счет формирования новых рабочих мест и повышения отчислений в бюджет ЕАО.

Приземные концентрации загрязняющих веществ с учетом фона и эквивалентный и максимальный уровни звука на территории жилой застройки не превышают санитарно-гигиенические нормативы.

В настоящее время в ЕАО наблюдается низкий уровень инвестиционной активности, слабый уровень развития финансово-кредитной сферы, высокий уровень цен на продовольственные товары, низкий уровень доходов населения, не обеспечиваются минимальные государственные социальные гарантии, требуют решения вопросы улучшения экологической обстановки.

Реализация проекта строительства ОПУ на территории Облученского района будет способствовать частичному решению этих проблем. Прежде всего, новое предприятие предполагает создание примерно 144 новых рабочих мест. Можно предположить, что несколько увеличится покупательская способность, уровень жизни населения, а значит, появится больше возможностей для перспективного развития инфраструктуры города, рынка товаров и услуг, реализации социальных программ, финансирования жилищно-коммунального сектора. Сводные данные представлены в табл. 2.

Таблица 2

Воздействие на социально-экономическую сферу

Период	Вид воздействия	Пространственные масштабы	Длительность нарушения	Интенсивность воздействия	Интегральная оценка воздействия
Эксплуатация	Выбросы и шум при эксплуатации объекта	Местное – воздействие на территории близлежащих населенных пунктов (–2 балла)	Продолжительное – воздействие проявляется в течение длительного периода (от 3 до 5 лет) (–4 балла)	Минимальное – положительные и отрицательные отклонения в социально-экономической сфере могут превысить существующую амплитуду изменений условий местных населенных пунктов (–2 балла)	Сумма: –8 баллов <i>Низкое отрицательное воздействие</i>
Эксплуатация	Формирование новых рабочих мест, повышение уровня благосостояния населения, рост отчисления на- логов в бюджет	Местное – воздействие на территории близлежащих населенных пунктов (+2 балла)	Продолжительное – воздействие проявляется в течение длительного периода (от 3 до 5 лет) (+4 балла)	Слабое – положительные и отрицательные отклонения в социально-экономической сфере вероятно превысят существующую амплитуду изменений условий областного уровня (+3 балла)	Сумма: +9 баллов <i>Среднее положительное воздействие</i>
Итого					+1 балл <i>Низкое положительное воздействие</i>

Table 2

Impact on the socio-economic sphere					
Period	Type of exposure	Spatial scales	Duration violations	Exposure intensity	Integrated impact assessment
Exploitation	Emissions and noise during the operation of the facility	Local – the impact is manifested in the territory of nearby settlements (-2 points)	Long – the impact is manifested over a long period (from 3 to 5 years) (-4 points)	Minimum – positive and negative deviations in the socio-economic sphere may exceed the existing range of changes in the conditions of local settlements (-2 points)	Amount: -8 points <i>Low negative impact</i>
Exploitation	The formation of new jobs, improving the welfare of the population, the growth of tax deductions to the budget	Local – the impact is manifested in the territory of nearby settlements (+2 points)	Long – the impact is manifested over a long period (from 3 to 5 years) (+4 points)	Weak – positive and negative deviations in the socio-economic sphere are likely to exceed the existing amplitude of changes in the conditions of the regional level (+3 points)	Amount: +9 points <i>Average positive impact</i>
Total					+1 point <i>Low positive impact</i>

Выводы

При эксплуатации ОПУ воздействие на компоненты природной среды характеризуется как *несущественное*, на социально-экономическую сферу – *низкое положительное*.

Список литературы

- [1] Горюхин М.В. Влияние разработки месторождений полезных ископаемых на речные системы (на примере Еврейской автономной области) // Чтения памяти В.Я. Леванидова. 2014. Вып. 6. С. 176–180.
- [2] Горюхин М.В. Изучение поступления тяжелых металлов в компоненты окружающей природной среды на примере Хинганского месторождения оловянных руд Еврейской АО // Изв. Томского политехнического университета. 2012. Т. 320. № 1. С. 189–193.
- [3] Горюхин М.В. Геоэкологические аспекты разработки месторождений рудного и нерудного минерального сырья на примере Еврейской автономной области // Территориальные исследования: цели, результаты и перспективы: тезисы VII Всероссийской школы-семинара молодых ученых, аспирантов и студентов. Биробиджан, 24–26 сентября 2013 г. Биробиджан: ИКАРП ДВО РАН – ФГБОУ ВПО «ПГУ имени Шолом-Алейхема». С. 11–14.
- [4] Дебелая И.Д., Ионкин К.В. Оценка современной экологической ситуации на территории Хинганского горно-обогатительного комбината // Водные и экологические проблемы, преобразование экосистем в условиях глобального изменения климата: VI Дружининские чтения: материалы Всероссийской конференции с международным участием. 28–30 сентября, Хабаровск. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 2016. С. 245–248.
- [5] Единственное в мире предприятие по разработке техногенного месторождения олова запущено в ЕАО. URL: <https://www.gorodnabire.ru/novosti/sobitiya/lenta/edinstvennoe-v-mire-predpriyatie-po-razrabotke-technogennogo-mestorozhdeniya-olova-zapuscheno-v-eao> (дата обращения: 12.10.2019).

- [6] *Паничев В.И.* Методология комплексной оценки техногенного воздействия горного производства на окружающую среду: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. М., 2004.
- [7] *Цейтлин Е.М.* Оптимизация негативного воздействия горного производства с помощью интегрального критерия оценки экологической опасности // Горный информационно-аналитический бюллетень. Отдельная статья (специальный выпуск). 2013. № 6. 16 с.
- [8] *Петрова Т.А.* Комплексная оценка экологического состояния территорий в районе воздействия предприятий горно-металлургического комплекса на базе географических информационных систем // Записки Горного института. 2004. № 1. С. 64–66.
- [9] *Holling C.S.* Resilience of Ecosystems: Local Surprise and Global Change // Sustainable Development and the Biosphere / ed. by W.C. Clark, R.E. Munn. Cambridge: Cambridge University Press, 1986. Pp. 292–317.
- [10] *Погребов В.Б.* Интегральная оценка экологической чувствительности биоресурсов береговой зоны к антропогенным воздействиям // Основные концепции современного берегопользования. Т. 2. СПб.: Изд-во РГГМУ, 2010. С. 43–85.
- [11] Методические указания по проведению оценки воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду. Астана, 2010. URL: <https://kzgov.docdat.com/docs/86/index-3755875.html> (дата обращения: 04.10.2019).
- [12] ТКП 17.02-08-2012 (02120). Охрана окружающей среды и природопользование. Правила проведения оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) и подготовки отчета. Минск. URL: https://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/pp/compliance/MoP4decisions/Belarus/frBel_24.06.2014/Technical_code.pdf (дата обращения: 04.10.2019).
- [13] Программа проведения региональных морских инженерно-геологических изысканий в 2014 году на лицензионных участках Северо-Врангелевский-1, Северо-Врангелевский-2, Анисинко-Новосибирский, Усть-Ленский, Усть-Оленекский в море Лаптевых, Восточно-Сибирском и Чукотском морях Северного Ледовитого океана. Т. 2. Предварительная оценка воздействия на окружающую среду. М., 2014. 71 с.
- [14] Комплексное развитие Мурманского транспортного узла. Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) железнодорожного мостового перехода через р. Тулома (Кольский залив). 2017. URL: <https://docplayer.ru/55958340-Ocenka-vozdeystviya-na-okruzhayushchuyu-sredu-ovos-zheleznodorozhnogo-mostovogo-perehoda-cherez-r-tuloma-kolskiy-zaliv.html> (дата обращения: 04.10.2019).

История статьи:

Дата поступления в редакцию: 07.11.2019

Дата принятия к печати: 07.12.2019

Для цитирования:

Майорова Л.П., Абузов А.В. Комплексная оценка воздействия на окружающую среду при эксплуатации опытно-промышленной установки по переработке лежалых хвостов Хинганского месторождения олова // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2019. Т. 27. № 3. С. 163–172. <http://dx.doi.org/10.22363/2313-2310-2019-27-3-163-172>

Сведения об авторах:

Майорова Людмила Петровна – доктор химических наук, доцент, заведующая кафедрой экологии, ресурсопользования и безопасности жизнедеятельности, Тихоокеан-

ский государственный университет. eLIBRARY SPIN-код: 5904-3031. E-mail: 000318@pnu.edu.ru

Абузов Александр Викторович – доктор технических наук, профессор кафедры технологии лесопользования и ландшафтного строительства, Тихоокеанский государственный университет. ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-1082-9392>, eLIBRARY SPIN-код: 2953-9692. E-mail: ac-systems@mail.ru

Research article

Comprehensive assessment of environmental impact during the operation of a pilot plant for the processing of dead tail of the Khingan tin deposit

Lyudmila P. Mayorova, Aleksandr V. Abuzov

Pacific State University
136 Tikhookeanskaya St, Khabarovsk, 680035, Russian Federation

Abstract. The article presents the results of a comprehensive environmental impact assessment in the extraction of tin from stale tails accumulated in tailings during the operation of the Khingan deposit. Tailings pose a threat to the environment and at the same time are a source of technogenic raw materials. Operation of a pilot plant of gravity-flotation type will have a negligible impact on the environment, and a low positive effect on the socio-economic sphere. At the same time, the environmental situation will significantly improve in connection with the liquidation of tailings.

Keywords: environmental impact, tailings, man-made sources of raw materials, tin, integrated assessment, environmental hazard

References

- [1] Goryukhin MV. Influence of development of mineral deposits on river systems (on the example of the Jewish Autonomous Region). *Readings in memory of V.Ya. Levandov*. 2014;6:176–180.
- [2] Goryukhin MV. The study of the supply of heavy metals to the components of the natural environment, using the Khingan tin ore deposit of the Jewish Autonomous Region as an example. *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University*. 2012;320(1):189–193.
- [3] Goryukhin MV. Geocological aspects of the development of ore and non-ore mineral deposits, using the example of the Jewish Autonomous Region. *Territorial studies: goals, results and perspectives: theses of the VII All-Russian seminar school for young scientists, graduate students and students. Birobidzhan, September 24–26, 2013*. Birobidzhan, IKARP FEB RAS – FSBEI HPE “PSU named after Sholom-Aleichem” Publ. p. 11–14.
- [4] Debelaya ID., Ionkin K.V. Assessment of the current environmental situation on the territory of the Khingan mining and processing plant. *Water and environmental problems, the transformation of ecosystems in the context of global climate change: VI Druzhininsky readings: proceedings of the All-Russian conference with international participation. September 28–30, Khabarovsk*. Khabarovsk, IVEP FEB RAS Pub.; 2016. p. 245–248.

- [5] The only enterprise in the world to develop anthropogenic tin deposit was launched in the EAO. Available from: <https://www.gorodnabire.ru/novosti/sobitiya/lenta/edinstvennoe-v-mire-predpriyatie-po-razrabotke-technogenogo-mestorozhdeniya-olova-zapuscheno-v-eao> (accessed: 12.10.2019).
- [6] Papichev VI. *Methodology of a comprehensive assessment of the technogenic impact of mining on the environment* (abstract of the dissertation of Dr. Tech. Sciences). Moscow; 2004.
- [7] Zeitlin EM. Optimization of the negative impact of mining using the integral criterion for assessing environmental hazard. *Mining Information and Analytical Bulletin. Separate article (special issue)*. 2013;(6).
- [8] Petrova T.A. A comprehensive assessment of the ecological state of territories in the area of impact of enterprises of the mining and metallurgical complex based on geographical information systems. *Notes of the Mining Institute*. 2004;(1).
- [9] Holling C.S. Resilience of Ecosystems: Local Surprise and Global Change. In: Clark WC, Munn RE. (eds.) *Sustainable Development and the Biosphere*. Cambridge, Cambridge University Press. p. 292–317.
- [10] Pogrebov VB. Integral assessment of environmental sensitivity of coastal zone biore-sources to anthropogenic impacts. *Basic concepts of modern coastal use*. 2010;2:43–85.
- [11] *Guidelines for assessing the environmental impact of business activities*. Astana; 2010. Available from: <https://kzgov.docdat.com/docs/86/index-3755875.html> (accessed: 10.04.2019).
- [12] TKP (Technical Code of Good Practice) 17.02-08-2012 (02120). *Environmental protection and nature management. Rules for conducting an environmental impact assessment (EIA) and preparing a report*. Minsk. Available from: https://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/pp/compliance/MoP4decisions/Belarus/frBel_24.06.2014/Technical_code.pdf (accessed: 10.04.2019).
- [13] *The program for regional marine engineering and geological surveys in 2014 in the licensed areas of Severo-Wrangell-1, Severo-Wrangell-2, Anisinko-Novosibirsk, Ust-Lensky, Ust-Oleneksky in the Laptev Sea, East Siberian and Chukchi Seas Arctic Ocean. Vol. 2. Preliminary environmental impact assessment*. Moscow; 2014.
- [14] *Integrated development of the Murmansk transport hub. Environmental Impact Assessment (EIA) of the railway bridge over the river Tuloma (Kola Bay)*. 2017. Available from: <https://docplayer.ru/55958340-Ocenka-vozdeystviya-na-okruzhayushchuyu-sredu-ovos-zhelezodorozhnogo-mostovogo-perehoda-cherez-r-tuloma-kolskiy-zaliv.html> (accessed: 10.04.2019).

Article history:

Received: 07.11.2019

Revised: 07.12.2019

For citation:

Mayorova LP, Abuzov AV. Comprehensive assessment of environmental impact during the operation of a pilot plant for the processing of dead tail of the Khingyan tin deposit. *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*. 2019;27(3):163–172. <http://dx.doi.org/10.22363/2313-2310-2019-27-3-163-172>

Bio notes:

Lyudmila P. Mayorova – Doctor of Chemistry, Associate Professor, Head of the Department of Ecology, Resource Use and Life Safety, Pacific State University. eLIBRARY SPIN-code: 5904-3031. E-mail: 000318@pnu.edu.ru

Aleksandr V. Abuzov – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Forest Management and Landscape Construction Technology, Pacific State University. ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-1082-9392>. eLIBRARY SPIN-code: 2953-9692. E-mail: ac-systems@mail.ru



DOI 10.22363/2313-2310-2019-27-3-173-183
УДК 628.194

Научная статья

Объединенная судовая система приготовления и кондиционирования питьевой воды

Д.С. Мизгирев, Е.А. Черепкова, А.С. Слюсарев, Н.С. Отделкин

Волжский государственный университет водного транспорта
Российская Федерация, 603951, Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

Аннотация. В статье рассмотрены способы сохранения качества питьевой воды при длительном хранении в закрытых судовых емкостях. Проанализированы методы очистки воды применительно к судовым условиям, которые позволили выбрать наиболее перспективные и безопасные. Дана классификация активированных окислительных технологий. Предложена функциональная схема объединенной судовой системы приготовления и кондиционирования питьевой воды.

Ключевые слова: консервация, кондиционирование, озонирование, УФ-излучение, кавитация, активированные окислительные технологии

Введение

Вода – важный элемент окружающей среды, который оказывает существенное влияние на деятельность и здоровье человека. Нашу планету можно назвать гидропланетой, так как вода на 3/4 покрывает поверхность земного шара. Но, к сожалению, в природе не существует химически чистой воды, потому что она всегда содержит определенное количество растворенных газов, минералов и различные механические примеси.

В связи с этим для использования воды в качестве технической, мытьевой и питьевой ее необходимо подвергнуть определенной обработке в зависимости от назначения.

К источникам водоснабжения следует отнести поверхностные, подземные и атмосферные воды. Для судов же источником являются поверхностные береговые гидранты и суда-водолеи.

В любом случае на судне готовая к потреблению вода хранится в специальных цистернах запаса. Известно, что со временем качество воды при хранении постепенно ухудшается, и в конце концов она становится непригодной к употреблению.



Поэтому необходимо воду при хранении обязательно обеззараживать, либо консервировать, или кондиционировать [1–3].

1. Способы обработки воды при длительном хранении в цистернах запаса

Сохранить воду питьевого качества в цистерне запаса возможно тремя способами.

1. Самый простой способ (на первый взгляд) – *свести к минимуму время хранения воды в закрытых цистернах* (не более суток). Это достигается дезинфекцией воды собственной (судовой) установкой производительностью, близкой к объему потребления с учетом пиковых расходов. Но такая установка требует постоянного обслуживания, что технически и экономически невыгодно. Тем более надо постоянно пополнять цистерну свежей порцией воды.

2. *Консервация* – действия, направленные на долгосрочное сохранение объектов (например, воды). Наибольшее распространение из химических методов консервирования воды получило использование ионов серебра. Научно установлено, что при хранении воды в емкостях из серебра качество воды может сохраняться до 6 месяцев. Однако данный реагент дорогой и дефицитный. В практике рекомендуется применение серебра для консервации небольших объемов воды.

Другим химическим методом является применение ионов меди. В настоящее время широкое применение в водоподготовке получила комбинация хлорирования с введением серебра и меди. Такой процесс позволяет уменьшить вводимые в воду концентрации реагентов, но при этом надо учесть и присущие хлору недостатки.

Все перечисленные методы применимы только для малых объемов, поэтому для судов они нецелесообразны.

3. *Кондиционирование* – обработка объекта (например, воды) с целью привести его в соответствии определенным требованиям. Для этого необходимо применять специальные установки и аппараты, обеспечивающие полное восстановление свойств объекта (например, питьевых свойств воды).

Учитывая сказанное, кондиционированная обработка воды, хранящейся длительное время в судовых цистернах, наиболее приемлемая для морских судов и судов смешанного (река – море) плавания.

2. Технологические процессы кондиционирования воды

Кондиционирование воды на судах заключается в улучшении органолептических показателей качества воды (запаха, привкуса, цветности, мутности) и микробиологических показателей (колифаги, общие колиформные бактерии, термотелерантные колиформные бактерии, патогенные микроорганизмы).

В судовых условиях ограниченного объема помещений и неизбежной качки судна реализовать полностью береговые технологии не представляется возможным. Поэтому на судах, как правило, используются скорые фильтры и по возможности безреагентные методы обеззараживания (ультрафио-

летовое излучение (УФИ), озонирование, ионизирующее излучение, ультразвуковые колебания). В последнее время получили признание в водоподготовке кавитация и химический реагент – пергидроль.

Проанализируем эффективность вышерассмотренных методов очистки воды в табличной форме (см. таблицу), воспользовавшись рядом литературных источников [2–21].

Эффективность уровня водоподготовки определяется по степени влияния каждого из методов очистки на показатели, представленные в таблице (5 баллов – наилучший). Итоговые значения баллов дают представление о действительном уровне эффективности того или иного метода очистки.

Анализ существующих методов показывает, что наиболее перспективными и безопасными с одновременным повышением механической и санитарной надежности для установок на судах являются обработка УФИ, кавитация, обработка пергидролем, озонирование, фильтрация (или сорбция), а их комбинированное использование (в определенной последовательности) обеспечивает возникновение активированных окислительных технологий (АОТ's) [1–21].

Сравнительная эффективность методов очистки воды

Таблица

Методы очистки воды	Бактерии	Вирусы	Микробные токсины	Фенолы	Хлорорганические вещества	Простые органические вещества	Ионы тяжелых металлов	Избыток минеральных солей	Безопасность метода	Сумма баллов
Хлорирование	5	5	3	3	2	3	2	2	1	26
Бромирование	5	5	3	2	2	2	2	2	1	24
Озонирование	5	5	3	4	4	4	2	2	5	34
Фильтрация и сорбция	3	3	2	4	4	3	3	2	5	30
Обработка УФИ	5	5	3	3	2	2	2	2	5	29
Коагулирование, флокулирование, фильтрация	3	2	3	3	3	3	4	2	2	25
Обработка перманганатом калия	3	2	3	2	2	3	2	2	3	22
Обработка пергидролем	5	5	3	4	3	4	2	3	2	31
Обработка ионами тяжелых металлов	2	2	2	2	2	2	5	5	3	25
Обработка высоковольтным зарядом	3	2	2	2	2	2	2	5	3	23
Электрический разряд малой мощности	3	2	2	3	2	1	1	3	3	20
Обработка переменным электрическим током	5	5	4	3	3	2	2	2	2	28
Обработка ультразвуком	4	4	3	3	2	2	2	2	5	27
Микрофильтрация	3	2	2	2	2	2	2	2	4	21
Иодирование	5	5	3	3	2	2	2	2	1	25
Ультрафильтрация	5	4	2	2	2	2	2	2	4	25
Кавитация	5	4	4	4	3	4	3	3	5	35

Comparative efficiency of methods of water purification

Methods of water treatment	Bacteria	Viruses	Microbic toxins	Phenols	Chlorinated organic compounds	Simple organic substances	Heavy metal ions	Excess of minerals	Method safety	Total
Chlorination	5	5	3	3	2	3	2	2	1	26
Bromination	5	5	3	2	2	2	2	2	1	24
Ozonation	5	5	3	4	4	4	2	2	5	34
Filtration and sorption	3	3	2	4	4	3	3	2	5	30
UV treatment	5	5	3	3	2	2	2	2	5	29
Coagulation, flocculation, filtration	3	2	3	3	3	3	4	2	2	25
Treatment with potassiumpermanganate	3	2	3	2	2	3	2	2	3	22
Perhydrol treatment	5	5	3	4	3	4	2	3	2	31
Treatment with heavy metal ions	2	2	2	2	2	2	5	5	3	25
Processing with high voltage	3	2	2	2	2	2	2	5	3	23
Electric discharge of low power	3	2	2	3	2	1	1	3	3	20
Processing with alternative current	5	5	4	3	3	2	2	2	2	28
Sonication	4	4	3	3	2	2	2	2	5	27
Microfiltration	3	2	2	2	2	2	2	2	4	21
Iodination	5	5	3	3	2	2	2	2	1	25
Ultrafiltration	5	4	2	2	2	2	2	2	4	25
Cavitation	5	4	4	4	3	4	3	3	5	35

3. Активированные окислительные технологии в процессах очистки воды

На данный момент АОТ's разделяют на виды, представленные на рис. 1 [22; 23].

Относительное количество каждого из окислителей зависит от многих факторов, в частности, от интенсивности и спектра ультрафиолетового излучения, концентрации загрязнений и др.



Рис. 1. Классификация активированных окислительных технологий (AOT's)

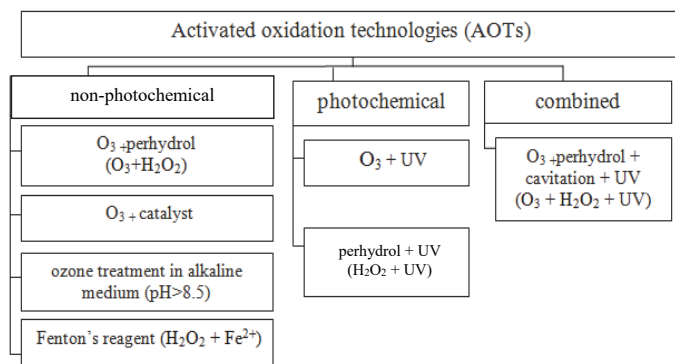


Figure 1. Classification of activated oxidation technologies (AOTs)

Гидроксильные радикалы OH^\cdot , полученные тем или иным способом, способны разложить любое органическое вещество до полной минерализации. В случае трудно окисляемых неорганических примесей окисление происходит до высших форм окислов, которые затем удаляются из воды пост-фильтрацией.

Фактор усиления (в ряде случаев) достигает величин порядка 10^2 для органических примесей и 10^3 для микроорганизмов. Исследования ученых свидетельствует о снижении эффективных концентраций применяемых дезинфектантов и экспозиционной дозы УФИ [21]. В источниках [14; 24; 25; 28] даны рекомендации по выбору различных комбинаций процессов. Так, при мутности воды более 4,6 мг/л и скорости потока воды более 1,5 м/с наиболее оптимально использование процессов $\text{H}_2\text{O}_2\text{--O}_3$, а при меньших значениях мутности и скорости потока воды — использование химических дезинфектантов и УФИ.

4. Функциональная схема объединенной судовой системы приготовления и кондиционирования питьевой воды

Приведенная выше информация позволила авторам разработать новую функциональную схему судовой системы, изображенную на рис. 2.

Части схемы сгруппированы в два отдельных и последовательно соединенных блока: предварительной (А) и основной (Б) очистки воды.

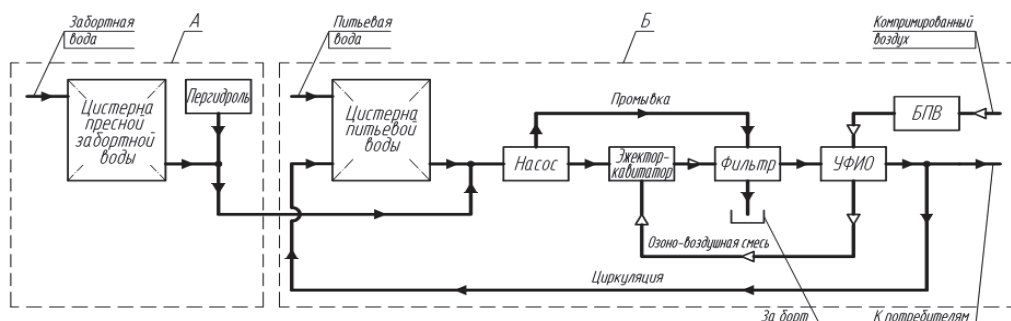


Рис. 2. Функциональная схема объединенной судовой системы приготовления и кондиционирования питьевой воды:

А – блок предварительной очистки воды; Б – блок основной очистки воды (блок кондиционирования);
УФИО – лампа УФ-излучения озонобразующая; БПВ – блок подготовки воздуха

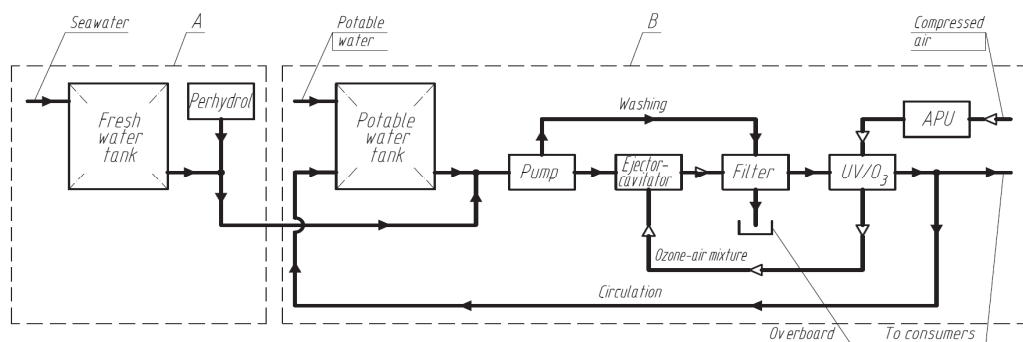


Figure 2. Functional scheme of the integrated ship system for preparation and conditioning of potable water:

A – pre-treatment unit; B – basic water treatment unit; UV/O₃ – UV lamp with ozone formation; APU – air preparation unit

А – блок предварительной очистки воды. Представляет собой цистерну запаса пресной забортной воды и узла обеззараживания пергидролем, который состоит из емкости для пергидроля и насоса-дозатора.

Данный блок используется только для судов смешанного (река – море) плавания при прохождении пресных водоемов, то есть когда судно находится в районах внутренних водных путей (ВВП).

Б – блок основной очистки воды (блок кондиционирования). Применяется как для морских, так и для судов смешанного (река – море) плавания при эксплуатации в морских районах для кондиционирования воды. Во время нахождения судна в районах ВВП используется в качестве основной очистки воды.

Блок состоит из цистерны питьевой воды, насоса, эжектора-кавитатора, в который поступает озono-воздушная смесь из УФИО, и фильтра с песчаной загрузкой. Финишная обработка воды осуществляется в лампе УФИО, воздух в которую подается из БПВ.

Система работает следующим образом.

1. При нахождении судна в районе ВВП (используются блоки А и Б).

Из цистерны блока А насосом блока Б вода подается в эжектор-кавитатор. При транзите из блока А в блок Б в воду подается пергидроль насосом-дозатором, в результате чего происходит первый этап обеззараживания воды. Второй этап обеззараживания осуществляется в эжекторе-кавитаторе за счет кавитации и озона, который поступает из лампы УФИО. Далее из эжектора-кавитатора вода очищается в фильтре и окончательно (третий этап) обеззараживается в лампе УФИО и только после этого подается потребителю.

Итак, в системе используются АОТ's, включающие обеззараживающие процессы пергидролем, озонированием, кавитацией и УФИ, что значительно увеличивает санитарную надежность очистки воды.

2. При нахождении судна в морских районах (используется блок Б).

Насосом вода из цистерны питьевой воды подается в эжектор-кавитатор, где происходит смешивание озона с водой и кавитация. После вода поступает в фильтр и лампу УФИО и далее потребителю. Здесь также используются АОТ's, но в сокращенном виде: озонирование, кавитация и УФИ. Во время незначительного потребления воды или его полного отсутствия вода начинает воз-

вращаться в цистерну через циркуляционный трубопровод, чем обеспечивается сохранение качества питьевой воды в цистерне.

В результате такой организации работы системы постоянно обеспечивается высокое качество питьевой воды.

Заключение

Предлагаемая объединенная судовая система позволяет всегда получать потребителям питьевую воду высокого качества независимо от места нахождения судна.

На все приведенные технологические решения авторы статьи имеют соответствующие патенты РФ: № 2162060, № 2162061, № 2591965, № 113266, № 150765, № 152746, № 166601.

Список литературы

- [1] Гигиена хозяйственно-питьевого водоснабжения морских судов. Методические указания 1975–1979 от 9 апреля 1979 г. М.: Изд-во Минздрава, 1979. 38 с.
- [2] Тихомиров Г.И. Технологии обработки воды на морских судах: курс лекций: учебное пособие для курсантов и студентов морских специальностей. Владивосток: Мор. гос. ун-т, 2013. 159 с.
- [3] Воробьева Л.В. Гигиена, санология, экология: учебное пособие. СПб.: СпецЛит, 2011. 255 с.
- [4] Патент России № 2042637 от 21.06.1993. Устройство для обеззараживания воды ультрафиолетом и озоном / Медриш Г.Л., Семенова М.А., Корягин О.Г.; опубл. 27.08.1995.
- [5] Моисеев И.И. Окислительные методы в технологии очистки воды и воздуха // Изв. АН. Сер. Хим. 1995. № 3. С. 578–588.
- [6] Кульский Л.А., Гороновский И.Т., Когановский А.М., Шевченко М.А. Справочник по свойствам, методам анализа и очистке воды: в 2 ч. Ч. 1 / отв. ред. А.Т. Пилипенко. К.: Наукова думка, 1980. 680 с.
- [7] Курников А.С., Васькин С.В. Автоматизация работы судовых станций приготовления питьевой воды // Судовые озонаторные станции и их автоматизация. Нижний Новгород, 2000. Вып. 294. С. 3–52.
- [8] Лунин В.В., Попович М.П., Ткаченко С.Н. Физическая химия озона. М.: Изд-во МГУ, 1998. 480 с.
- [9] Филиппов Ю.В., Вобликова В.А., Пантелеев В.И. Электросинтез озона. М.: Изд-во МГУ, 1987. 236 с.
- [10] Лампа УФ-обеззараживания / ООО «ТПО “Ариста”» – передовые технологии. URL: <http://donetsk.prom.ua/p305166-lampa-obezzarazhivaniya-s5q.html> (дата обращения: 04.09.2019).
- [11] Лампы УФ-излучения / Тертия. URL: <http://tertia.ru/spesiallampi.html> (дата обращения: 03.09.2019).
- [12] Весельницкий И.М., Рохлин Г.Н. Ртутные лампы высокого давления. М.: Энергия, 1971. 328 с.
- [13] Рождественский В.В. Кавитация. Л.: Судостроение, 1977. 248 с.
- [14] Биркгоф Б., Сарантонелло Э. Струи, следы и каверны / пер. с англ. В.П. Вахомчик, М.М. Литвинов. М.: Мир, 1964. 468 с.
- [15] Иванов А.Н. Гидродинамика развитых кавитационных течений. Л.: Судостроение, 1980. 238 с.

- [16] *Иванов Л.А.* О применении кавитаторов (обзорная статья) // Энергосбережение: энергосберегающие технологии для промышленных предприятий. Миасс, 2008. С. 28–38.
- [17] *Соколов Е.Я., Зингер И.М.* Струйные аппараты. 3-е изд., перераб. М.: Энергоатомиздат, 1989. 352 с.
- [18] *Пикаев А.К., Кабакчи С.А.* Реакционная способность первичных продуктов радиолиза. М.: Энергоиздат, 1982. 200 с.
- [19] *Черепкова Е.А., Курников А.С., Мизгирев Д.С.* Расчет гидродинамического кавитатора с тороидальной камерой смещения // Вестник государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. 2015. № 4 (32). С. 60–65.
- [20] *Черепкова Е.А., Китатный Н.И.* Применение возобновляемых источников энергии в судостроении // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. Нижний Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2018. Вып. 54. С. 55–62.
- [21] Фильтры для воды / Видеомикс. URL: http://voda.videomix.ru/show_mix/show.php?id=43958/sterilight_sp950-ho2 (дата обращения: 02.09.2019).
- [22] *Авчинников А.В., Рахманин Ю.А., Жук Е.Г.* Изучение совместного действия ультрафиолетового излучения и химических дезинфектантов при обеззараживании питьевой воды // Вода: экология и технология: тез. докл. Третьего Международного конгресса. М.: СИБИКО Интернэшнл, 1998. С.223.
- [23] *Мураков А.П., Гребенчиков Е.Н.* Очистка сильнозагрязненных сточных вод химических производств // Экология и промышленность России. М., 2000. С. 9–12.
- [24] *Crasso D., Weber W.J., De Kam J.A.* Effects of preoxidation with ozone on water quality: a case study // American Water Works Association Journal. 1989. Vol. 81. No. 6. Pp. 85–92.
- [25] *Гончарук В.В.* Фотокаталитическое деструктивное окисление органических соединений в водных средах // Химия в интересах устойчивого развития. 1997. № 5. С. 345–355.
- [26] *Dowideir P., Fang X.* The fate of peroxylradicals in aqueous solution // Wat. Sci. Tech. 1997. Vol. 35. No. 4. Pp. 9–15.
- [27] *Munter R.* Advanced oxidation processes-current status and prospects // Proc. Estonia Acad. Sci. Chem. 2001. Pp. 59–80.
- [28] *Мизгирев Д.С., Курников А.С.* Проектирование метантенка как элемента судовой системы СКПО // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. Нижний Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2017. Вып. 52. С. 107–120.

История статьи:

Дата поступления в редакцию: 20.09.2019

Дата принятия к печати: 08.12.2019

Для цитирования:

Мизгирев Д.С., Черепкова Е.А., Слюсарев А.С., Отделкин Н.С. Объединенная судовая система приготовления и кондиционирования питьевой воды // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2019. Т. 27. № 3. С. 173–183. <http://dx.doi.org/10.22363/2313-2310-2019-27-3-173-183>

Сведения об авторах:

Мизгирев Дмитрий Сергеевич – доктор технических наук, профессор кафедры подъемно-транспортных машин и машиноремонта, Волжский государственный университет водного транспорта. eLIBRARY SPIN-код: 4787-0332. E-mail: pmptmvgavt@yandex.ru

Черепкова Екатерина Алексеевна – кандидат технических наук, доцент кафедры подъемно-транспортных машин и машиноремонта, Волжский государственный университет водного транспорта. ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-9430-6024>, eLIBRARY SPIN-код: 8856-3693. E-mail: pmptmvgavt@yandex.ru, E-mail: echer-nn@mail.ru

Слюсарев Анатолий Сидорович – доктор технических наук, профессор кафедры подъемно-транспортных машин и машиноремонта, Волжский государственный университет водного транспорта. E-mail: pmptmvgavt@yandex.ru

Отделкин Николай Станиславович – доктор технических наук, профессор кафедры подъемно-транспортных машин и машиноремонта, Волжский государственный университет водного транспорта. eLIBRARY SPIN-код: 5456-1055. E-mail: pmptmvgavt@yandex.ru, nik-otdelkin@vgavt-nn.ru

Research article

Integrated ship system for preparation and conditioning of drinking water

**Dmitry S. Mizgirev, Ekaterina A. Cherepkova,
Anatoly S. Slyusarev, Nikolai S. Otdelkin**

Volga State University of Water Transport
5 Nesterova St, Nizhny Novgorod, 603951, Russian Federation

Abstract. The article considers the ways of preserving the quality of drinking water during prolonged storage in closed ship containers. The analysis of water treatment methods in marine conditions allowed to select the most promising and safe methods. The classification of activated oxidation technologies is given in the paper. The functional scheme of integrated ship systems of preparation and conditioning of drinking water is presented.

Keywords: conservation, air-conditioning, ozonation, ultraviolet radiation, cavitation, activated oxidation technology

References

- [1] *The Hygiene of drinking water on ships. Guidelines 1975–1979 dated April 9, 1979.* Moscow, Publishing House of the Ministry of Health; 1979.
- [2] Tikhomirov GI. *Technology of water treatment on ships: a course of lectures: manual for students of marine specialties.* Vladivostok, Maritime State University Publ.; 2013.
- [3] Vorobyeva LV. *Hygiene, sanology, ecology: textbook.* Saint Petersburg, SpetsLit Publ.; 2011.
- [4] Medrish GL, Semenova MA, Koryagin OG. *Device for disinfection of water with ultraviolet light and ozone.* Patent of Russia No. 2042637 from 21.06.1993. Publ. 27.08.1995.
- [5] Moiseev II. Oxidative methods of water purification technology and air. *Izv. Ac. Sc. Chem.* 1995;(3):578–588.
- [6] Kulsky LA, Goronovsky IT, Koganovsky AM, Shevchenko MA. Directory on properties, methods of analysis and purification: in 2 parts. Part 1. Kiev, Naukova dumka Publ.; 1980.
- [7] Kurnikov AS, Vaskin SV. Automation of ship stations, preparation of drinking water. *Shipboard ozonation station and automation.* 2000;294:3–52.

- [8] Lunin VV, Popovich MP, Tkachenko SN. Physical chemistry of ozone. Moscow, MGU Publ.; 1998.
- [9] Filippov YV, Voblikova VA, Panteleev VI. Electrosynthesis of ozone. Moscow, MGU Publ.; 1987.
- [10] *Lamps of UV-disinfection*. Co. Ltd. “TPO ‘Arista’ ” – Advanced technology. Available from: <http://donetsk.prom.ua/p305166-lampa-obezzarazhivaniya-s5q.html> (accessed: 17.12.2016).
- [11] *The Lamp of UV radiation*. Tertius. Available from: <http://tertia.ru/spesiallampi.html> (accessed: 17.12.2016).
- [12] Veselinsky IM, Rokhlin GN. *High pressure mercury lamps*. Moscow, Energiya Publ.; 1971.
- [13] Rozhdestvensky VV. *Cavitation*. Leningrad, Sudostroenie Publ.; 1977.
- [14] Birkhoff B, Sarantonello E. *Jets, trails and caverns*. Moscow, Mir Publ.; 1964.
- [15] Ivanov AN. *Hydrodynamics of developed cavitation flows*. Leningrad, Sudostroenie Publ.; 1980.
- [16] Ivanov LA. On the application of cavitators (Review). *Energy saving: energy-saving technologies for industrial enterprises*. Miass; 2008. p. 28–38.
- [17] Sokolov EY, Singer IM. *Jet devices*. 3rd ed., revised. Moscow, Energoatomizdat Publ.; 1989.
- [18] Pikayev AK, Kabakchi SA. *The reactivity of primary products of radiolysis of water*. Moscow, Energoizdat Publ.; 1982.
- [19] Cherepkova EA, Kurnikov AS, Mizgirev DS. Calculation of hydrodynamic cavitator with toroidal mixing chamber. *Vestnik of State University of Sea and River Fleet named after Admiral S.O. Makarova*. 2015;4(32):p. 60–65.
- [20] Cherepkova EA, Kshtaltny NI. The use of renewable energy sources in shipbuilding. *Bulletin of the Volga State Academy of Water Transport*. 2018;54:55–62.
- [21] *Filters for water*. Videomix. Available from: http://voda.videomix.ru/show_mix/show.php?id=43958/sterilight_sp950-ho2 (accessed: 12.16.2016).
- [22] Avchinnikov AV, Rahmanin YA, Zhuk EG. The study of the combined action of ultra-violet radiation and chemical disinfectants for disinfection of drinking water. *Water: Ecology and Technology. Proc. Rep. The Third International Congress*. Moscow, SIBICO International; 1998. p. 223.
- [23] Murakov AP, Grebenikov EN. Purification of highly contaminated waste waters of chemical production. *Ecology and Industry of Russia*. Moscow; 2000. p. 9–12.
- [24] Crasso D, Weber WJ, De Kam JA. Effects of preoxidation with ozone on water quality: a case study. *American Water Works Association Journal*. 1989;81(6):85–92.
- [25] Goncharuk VV. Photocatalytic destructive oxidation of organic compounds in aqueous media. *Chemistry for sustainable development*. 1997;(5):345–355.
- [26] Dowideir P, Fang X. The fate of peroxyl radicals in aqueous solution. *Wat. Sci. Tech.* 1997;35(4):9–15.
- [27] Munter R. Advanced oxidation processes-current status and prospects. *Proc. Estonia Acad. Sci. Chem.* 2001:59–80.
- [28] Mizgirev DS, Kournikov AS. Designing a digester as an element of the ship system SKPO. *Bulletin of the Volga State Academy of Water Transport*. 2017;52:107–120.

Article history:

Received: 20.09.2019

Revised: 08.12.2019

For citation:

Mizgirev DS, Cherepkova EA, Slyusarev AS, Otdelkin NS. Integrated ship system for preparation and conditioning of drinking water. *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*. 2019;27(3):173–183. <http://dx.doi.org/10.22363/2313-2310-2019-27-3-173-183>

Bio notes:

Dmitry S. Mizgirev – PhD, Professor, Department of Hoisting-and-Transport Machines and Machine Repair, Volga State University of Water Transport. eLIBRARY SPIN-code: 4787-0332. E-mail: pmptmvgavt@yandex.ru

Ekaterina A. Cherepkova – PhD, Associate Professor, Department of Hoisting-and-Transport Machines and Machine Repair, Volga State University of Water Transport. ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-9430-6024>, eLIBRARY SPIN-code: 8856-3693. E-mail: pmptmvgavt@yandex.ru, echer-nn@mail.ru

Anatoly S. Slyusarev – PhD, Professor, Department of Hoisting-and-Transport Machines and Machine Repair, Volga State University of Water Transport. E-mail: pmptmvgavt@yandex.ru

Nikolai S. Otdelkin – PhD, Professor Department of Hoisting-and-Transport Machines and Machine Repair, Volga State University of Water Transport. eLIBRARY SPIN-code: 5456-1055. E-mail: pmptmvgavt@yandex.ru, nik-otdelkin@vgavt-nn.ru

DOI 10.22363/2313-2310-2019-27-3-184-198
УДК [504.43+504.73].054:547.912

Научная статья

Дальность распространения полициклических ароматических углеводов в тундровой зоне под воздействием ТЭС

Е.В. Яковлева, Д.Н. Габов

Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук
Российская Федерация, 167982, Республика Коми, Сыктывкар, ул. Коммунистическая, 28

Аннотация. *Pleurozium schreberi* Brid. широко распространен в тундровой зоне и чувствителен к изменениям в составе полициклических ароматических углеводов (ПАУ) в экосистемах во временном отношении и с расстоянием, поэтому может использоваться в качестве индикатора загрязнения тундровых биоценозов полиаренами. Целью исследования было оценить дальность распространения ПАУ в условиях тундровой зоны на примере воздействия теплоэлектростанции. Работы проводились в Большеземельской тундре в Воркутинском районе Республики Коми. Исследовано поверхностное накопление и общее содержание ПАУ в *Pleurozium schreberi* и органогенном горизонте тундровых поверхностно-глеевых почв (Stagnic Cambisols) на фоновом участке и удалении от ТЭС 0,5; 1; 1,5; 3; 5 и 12 км. Содержание ПАУ в *Pleurozium schreberi* под воздействием ТЭС с расстоянием изменялось нелинейно. Максимум накопления отмечен на расстоянии в 3 км, затем содержание ПАУ снижалось и достигало фонового уровня в 12 км от источника. Высокомолекулярные ПАУ перемещались на расстояние до 3 км, где выпадали на поверхность мхов, легкие распространялись дальше, что обусловлено концентрированием тяжелых и легких структур на частицах разного диаметра. На поверхности мха фонового и загрязненного участка не выявлено присутствие нафталина. Суммарное содержание полиаренов на поверхности мхов примерно одинаково. На участке в 3 км отмечено резкое повышение массовой доли поверхностных ПАУ в 3 раза за счет возрастания массовой доли 4–5-ядерных полиаренов. В условиях загрязнения активизировались процессы биоаккумуляции ПАУ, полиарены с поверхности мха активно транспортировались внутрь. Исключением являлся участок в 3 км от ТЭС, где доля поверхностного накопления возрастала при максимальном загрязнении, то есть поступление ПАУ внутрь мха снижалось. Установлено, что для правильной идентификации пиков поступления полиаренов необходимо использовать отмершую часть *Pleurozium schreberi* или мох в целом. Изменения в содержании полиаренов в органогенных горизонтах почв идентичны с *Pleurozium schreberi*. Показано, что ПАУ в условиях тундры способны перемещаться на значительные расстояния. Приближенные к фоновым значения содержания ПАУ в *Pleurozium schreberi* выявлены лишь на расстоянии в 12 км от ТЭС, для органогенных горизонтов почв значения близкие к фоновым не выявлены.

Ключевые слова: *Pleurozium schreberi*, Stagnic Cambisols, полиарены, биоаккумуляция, распространение, тундра

Введение

В результате активной работы различных промышленных предприятий в тундровой зоне усиливается антропогенное воздействие на природные экосистемы. Часто в состав выбросов предприятий входят различные органические токсиканты, в том числе полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) [1]. ПАУ характеризуются повышенной канцерогенной, мутагенной и токсичной активностью [2; 3]. По данным литературы основными источниками поступления ПАУ в окружающую среду являются процессы, связанные со сжиганием угля [4; 5]. Поэтому исследование воздействия теплоэлектростанции (ТЭС) на уязвимые тундровые экосистемы наиболее интересно.

Исследования содержания ПАУ в органогенных горизонтах почв, мхах и сосудистых растениях вблизи ТЭС, расположенной на архипелаге Шпицберген в районе пос. Баренцбург [1], показали, что ПАУ могут распространяться на расстояния более 6 км. При этом оседание полиаренов происходит преимущественно вблизи источника, что авторы объясняют особенностями рельефа. ПАУ в данном случае оседали в основном на подветренном склоне горы. Влияние на аккумуляцию ПАУ во мхах *Hylocomium splendens* и *Pleurozium schreberi* топографических особенностей и метеорологических факторов отмечали и другие исследователи [6; 7].

Сходные данные получены для зоны воздействия Новочеркасской ГРЭС (государственной районной электростанции), работающей на угле и природном газе. Авторами установлено, что загрязнению бенз[а]пиреном наиболее подвержены почвы и травянистые растения пятикилометровой зоны на северо-западе от электростанции, совпадающей с линией преобладающего направления ветров, с максимумом накопления на расстоянии около 1,6 км от источника [4; 8]. Хорватскими учеными исследовано содержание ПАУ в органогенных горизонтах почв, отобранных на расстояниях 200, 300, 400 и 800 м от ТЭС и зольных отвалов в соответствии с преобладающим направлением ветра. Максимальное загрязнение ПАУ выявлено в непосредственной близости от источника. Полиарены с меньшим количеством колец могли распространяться на более дальние расстояния по сравнению с тяжелыми структурами [9].

Рядом авторов отмечено, что ПАУ могут переноситься на расстояния в несколько сотен километров и загрязнять геологическую среду вдали от их источника, что ставит вопрос об идентификации источников полиаренов [10]. Методы идентификации (соотношение различных структур ПАУ), предложенные авторами, хорошо применимы к аэрозолям и атмосферным осадкам, для почв и растений их применение усложняется наличием в данных объектах полиаренов природного происхождения.

Наши предыдущие исследования продемонстрировали, что *Pleurozium schreberi* может быть использован при мониторинге загрязнения тундровых экосистем ПАУ. Данный вид мха широко распространен в тундровой зоне. В *Pleurozium schreberi* Brid. сосредоточена основная массовая доля ПАУ среди растений южной тундры [11; 12]. Его вклад в потребление ПАУ составляет 70–80 % от накопления ПАУ в растениях нижнего яруса и 56–63 % от сум-

марного накопления в тундровых фитоценозах. В *Pleurozium schreberi* очень чутко реагирует на изменения содержания полиаренов как во временном аспекте [13], так и с расстоянием [14].

Дальность распространения ПАУ в условиях тундровой зоны ранее не исследовали. В связи с отсутствием в тундре древесной растительности полиарены могут распространяться на дальние расстояния, что ведет к нарушению естественных процессов в тундровых фитоценозах. Поэтому исследование дальности распространения ПАУ с использованием *Pleurozium schreberi* в качестве индикатора интересно как в прикладном плане, так и с точки зрения фундаментальной науки.

Цель данного исследования – оценить дальность распространения ПАУ в условиях тундровой зоны на примере воздействия теплоэлектростанции.

Материалы и методы

Работы проводили в Большеземельской тундре в Воркутинском районе Республики Коми. Исследовано поверхностное накопление и общее содержание ПАУ в *Pleurozium schreberi* Brid. и органогенном горизонте тундровых поверхностно-глеевых почв (Stagnic Cambisols) на фоновом участке (в 6 км от ст. Хановой) и удалении от ТЭС 0,5; 1; 1,5; 3; 5 и 12 км с учетом преобладающего направления ветра в северо-восточном направлении. Мхи на каждом участке отбирали в трех повторностях с площадок 100×100 см. Живую и отмершую часть мха анализировали отдельно. С этих же площадок отбирались смешанные пробы почв органогенного горизонта.

Химико-аналитические исследования почв и растений выполняли в ЦКП «Хроматография» Института биологии Коми НЦ УрО РАН. При подготовке проб растений к химическому анализу поверхностного загрязнения использовали оригинальную методику, описанную А.Г. Горшковым [15]. Нерастертые высушенные пробы растений массой 1 г помещали в коническую колбу объемом 100 см³ и проводили ультразвуковую экстракцию образцов 60 см³ гексана в течение 30 мин. Экстракты декантировали через фильтр «красная лента». Полученный фильтрат концентрировали с применением аппарата Кудерна – Даниша при температуре в термостате 85 °С до объема 5 см³, затем добавляли 3 см³ ацетонитрила и упаривали при температуре 90 °С до полного удаления гексана. Концентрат пробы в ацетонитриле анализировали на содержание ПАУ методом высокоэффективной жидкостной хроматографии.

Для полного извлечения ПАУ из растений и почв использовали систему ускоренной экстракции растворителями ASE-350 Dionex Corporation (США). Пробу растения массой 1 г помещали в экстракционную ячейку и трижды экстрагировали смесью хлористого метилена с ацетоном (1:1) при температуре 100 °С. Затем экстракты концентрировали с применением аппарата Кудерна – Даниша при температуре в термостате 70 °С и заменяли растворитель на гексан. Полученный концентрат пробы объемом 3 см³ очищали от неорганических примесей методом колоночной хроматографии с использованием оксида алюминия II степени активности по Брокману. В качестве элюэнта использовали 50 см³ смеси гексана с хлористым метиленом (4:1). Элюат концентрировали с применением аппарата Кудерна – Даниша при темпера-

туре в термостате 85 °С до объема 5 см³, затем добавляли 3 см³ ацетонитрила и упаривали при температуре 90 °С до полного удаления гексана. Концентрат пробы в ацетонитриле анализировали на содержание ПАУ методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Контроль точности результатов измерений проводили с использованием стандартного образца Certified reference material BCR-683 (European commission community bureau of reference) для растительных образцов. Standard Reference Material 1944 «New York/New Jersey Waterway Sediment» (National Institute of Standards & Technology, USA) использовали в качестве образца для контроля для почв.

Для исследованных выборок с помощью теста Колмогорова – Смирнова установлено нормальное распределение. Статистическую обработку для оценки достоверности расхождений средних данных проводили при помощи *t*-критерия Стьюдента, $P = 0,95$. Построение графиков, гистограмм и расчет средних арифметических с определением ошибки средней выполнены в программе Microsoft Excel 7.0. Корреляционный и кластерный анализ проводили в программе Statistica 6.0. На рисунках отражены средние значения полученных данных, в качестве погрешностей указано стандартное отклонение среднего. При построении дендрограммы сходства для объединения данных применяли метод Варда, в качестве способа определения сходства использовали Евклидово расстояние.

Результаты и обсуждение

Мох *Pleurozium schreberi* активно аккумулирует полиарены, что позволяет использовать его для индикации загрязнения экосистем данными экотоксикантами. ПАУ могут иметь как природное, так и техногенное происхождение, поэтому в небольших количествах присутствуют и в естественных биоценозах. Согласно полученным данным, во мхах *Pleurozium schreberi* фонового участка выявлено присутствие 12 структур ПАУ: нафталин, флуорен, фенантрен, антрацен, флуорантен, пирен, хризен, бенз[а]антрацен, бензо[б]-флуорантен, бензо[к]флуорантен, бенз[а]пирен, бенз[ghi]перилен. На загрязненных участках дополнительно обнаружен дибенз[а,h]антрацен.

Результаты, ранее полученные для снежного покрова исследованных участков на расстоянии от 0,5 до 5 км от ТЭС, показали, что на расстоянии в 0,5 км от источника выявлено минимальное содержание ПАУ в снежном покрове. По мере удаления от ТЭС содержание ПАУ и в большей степени тяжелых структур полиаренов возрастало и достигало максимума на удалении 3 км от ТЭС. С дальнейшим удалением от источника происходило снижение содержания ПАУ [14].

Для мхов обнаружена сходная тенденция накопления ПАУ: некоторое увеличение содержания ПАУ во мхе выявлено на расстоянии в 1 км от ТЭС, а максимум накопления отмечен на расстоянии в 3 км. С дальнейшим удалением содержание полиаренов в *Pleurozium schreberi* снижалось и достигало фонового уровня на расстоянии 12 км от источника. Полученные закономерности характерны как для легких 2–4-ядерных, так и для тяжелых 5–6-ядерных структур ПАУ. Кратности превышения фоновых содержаний ПАУ на расстоянии в 1 и 3 км от предприятия составили 5 раз, на удалении в 1,5 км –

3,5 раз, в 5 км – 3 раза. Аналогично изменялось содержание легких ПАУ во мхах. Превышение содержание тяжелых ПАУ более выражено на расстоянии в 3 км – в 5 раз, по сравнению с расстоянием в 1 км, где оно составляло 3 раза. Также более выраженным являлось снижение массовой доли тяжелых ПАУ на расстоянии в 5 км – до кратностей превышения фоновых значений в 2 раза. То есть содержание низкомолекулярных ПАУ изменялось более плавно в связи с их большей летучестью по сравнению с тяжелыми структурами. Высокомолекулярные структуры, по-видимому, перемещались с воздушными потоками от трубы ТЭС на расстояние до 3 км, где выпадали на поверхность мхов, легкие же могли перемещаться дальше. Такой факт во многом связан с концентрированием тяжелых и легких структур на частицах разного диаметра. Исследования, направленные на изучение золы с ТЭЦ, работающей на каменном угле, позволили выявить изменения состава полиаренов в зависимости от размера частиц. Содержание 2, 3, 4-ядерных ПАУ уменьшалось с увеличением размера частиц сажи, для тяжелых полиаренов выявлена обратная тенденция [16]. Индийские исследователи показали, что тяжелые ПАУ преобладали в летучей золе, легкие ПАУ в зольной пыли [17].

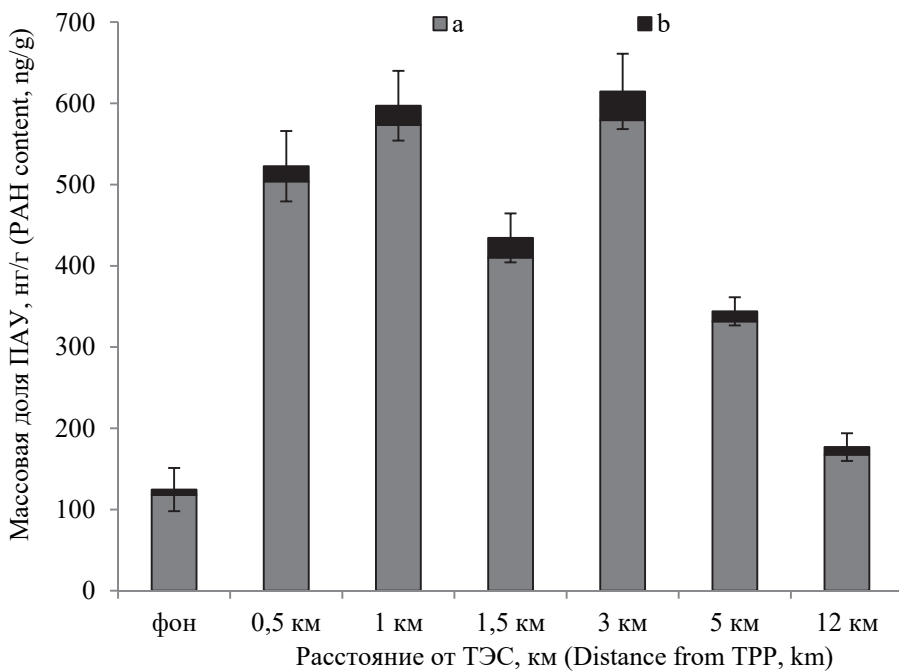


Рис. 1. Общее содержание ПАУ в *Pleurozium schreberi*, нг/г:
 a – \sum легкие ПАУ; b – \sum тяжелые ПАУ
 [Figure 1. Total PAHs content in *Pleurozium schreberi*, ng/g:
 a – \sum light PAH; b – \sum heavy PAH]

Следует отметить, что во мхе фоновых и загрязненных участков в большей степени представлены легкие полиарены, доля тяжелых структур от общего содержания ПАУ варьировала в пределах 4–6 %.

Исследование содержания полиаренов на поверхности мхов позволило выявить одиннадцать структур ПАУ. На большинстве исследованных участ-

ков обнаружено десять структур полиаренов: флуорен, фенантрен, антрацен, флуорантен, пирен, хризен, бенз[а]антрацен, бензо[б]флуорантен, бензо[к]-флуорантен, бенз[а]пирен. Дибенз[а,h]антрацен обнаружен на поверхности мха только на расстоянии в 1,5 км от источника, в тканях растения данный компонент обнаружен также на расстоянии в 1 и 3 км, в снежном покрове в 1,2 км от источника. Это позволяет утверждать, что дибенз[а,h]антрацен мог распространяться лишь на незначительные расстояния от ТЭС. Бенз[ghi]перилен отсутствовал в снежном покрове, а следовательно, и на поверхности мхов, то есть его накопление могло быть связано с внутриклеточным синтезом в растениях.

Следует отметить, что на поверхности растений как фонового, так и загрязненного участка не выявлено присутствие нафталина, при его значительном содержании в тканях *Pleurozium schreberi*. Нафталин в растениях фонового участка мог формироваться в процессе внутриклеточного синтеза, так как имеет сходную структуру с витаминами и гормонами. В условиях загрязнения в растения поступало дополнительное количество нафталина, и он, по-видимому, благодаря своей высокой растворимости и небольшому молекулярному весу, легко проникал в ткани растения, не концентрируясь на поверхности. Природное сходство низкомолекулярных ПАУ с витаминами и гормонами также может оказывать определенное стимулирующее воздействие на проницаемость клеточных мембран [18].

ПАУ на поверхности растений представлены в основном легкими полиаренами на 83–96 % на загрязненных участках и на 98 % на фоновом.

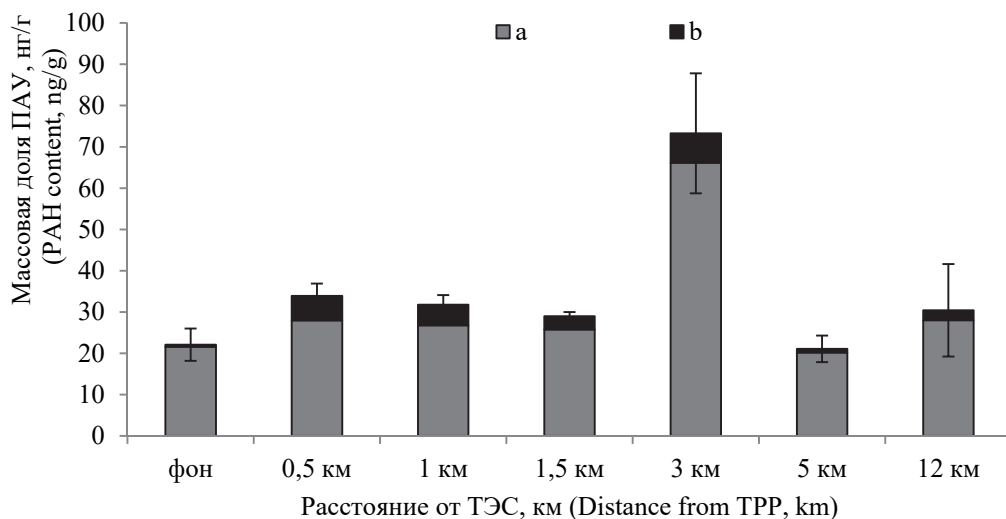


Рис. 2. Содержание ПАУ на поверхности *Pleurozium schreberi*, нг/г:
 a – Σ легкие ПАУ; b – Σ тяжелые ПАУ
[Figure 2. PAH content on the surface of *Pleurozium schreberi*, ng/g:
 a – Σ light PAH; b – Σ heavy PAH]

Суммарное содержание полиаренов на поверхности мхов примерно одинаково на фоновом и загрязненных участках, что свидетельствует о поддержании мхом определенных концентраций полиаренов на поверхности.

Исключением является участок на расстоянии в 3 км, где отмечено резкое повышение массовой доли поверхностных ПАУ – в 3 раза относительно других участков. Такое повышение обусловлено резким возрастанием массовой доли 4–5-ядерных полиаренов: флуорантена, пирена, бенз[а]антрацена, хризена, бензо[б]флуорантена, бензо[к]флуорантена, бенз[а]пирена. Можно предположить, что данные структуры перемещаются на пылевых частицах и выпадают на расстоянии в 3 км. Из-за повышенного содержания 4–5-ядерных структур на поверхности затрудняется их проникновение в ткани растений.

Сравнение уровня накопления ПАУ на поверхности и в тканях *Pleurozium schreberi* позволило выявить, что на фоновом участке и максимально приближенном к нему по содержанию ПАУ в 12 км от ТЭС доля поверхностного накопления составила 17–18 % (рис. 3). На участках, подверженных загрязнению от ТЭС (0,5; 1; 1,5; 5 км) – 5–6 %. То есть в условиях загрязнения активизировались процессы биоаккумуляции ПАУ, и полиарены с поверхности мха активно транспортировались внутрь растения. Исключением являлся участок в 3 км от ТЭС, где доля поверхностного накопления достигала 13 % при максимальном загрязнении. Возможно, в данном случае у *Pleurozium schreberi* включались защитные механизмы, связанные с резким увеличением поступления в фитоценоз 4–5-ядерных структур, главным образом флуорантена, хризена, бензо[б]флуорантена и бензо[к]флуорантена, для которых отмечено повышение не только поверхностного, но и общего содержания в растениях. Как результат, поступление ПАУ внутрь мха снижалось и полиарены в значительной степени концентрировались на поверхности мха.

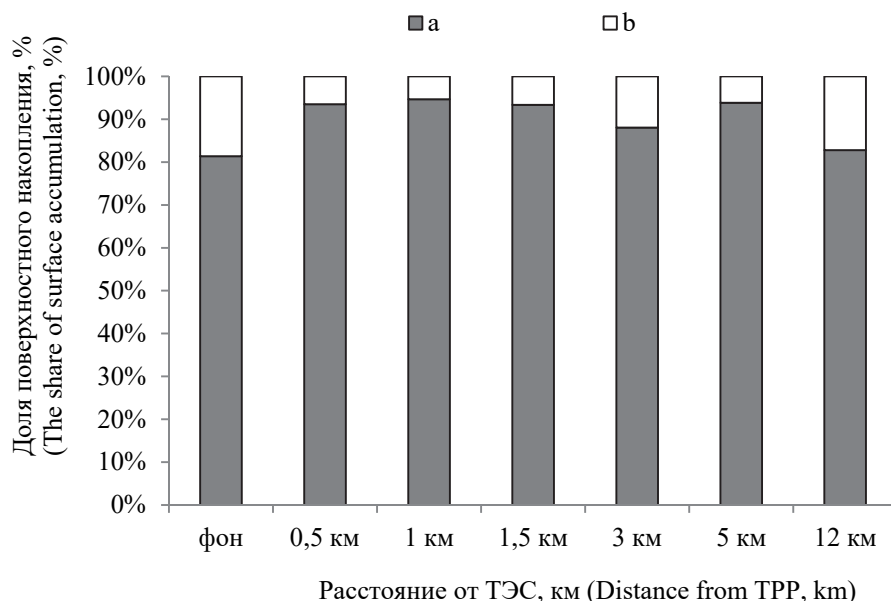


Рис. 3. Вклад поверхностного накопления в общее содержание ПАУ в *Pleurozium schreberi*, %:
 a – содержание ПАУ в тканях; b – содержание ПАУ на поверхности
[Figure 3. The contribution of surface accumulation to the total PAH content in *Pleurozium schreberi*, %:
 a – PAH content in tissues; b – PAH content on the surface]

Сравнение накопления ПАУ в живой и отмершей части мха показало, что различия между ними незначимы на фоновом участке, где полиарены

преимущественно концентрировались в активной живой части, и на большинстве расстояний в условиях загрязнения, где преобладало накопление ПАУ в отмершей части *Pleurozium schreberi* (рис. 4). Значимые превышения содержания ПАУ в отмершей части мха характерны лишь для расстояния в 3 км, характеризующегося максимальным поступлением полиаренов. Таким образом, пик накопления ПАУ в живой части мха наблюдали в 1 км от ТЭС, а пик накопления в отмершей части – в 3 км. Такой факт позволяет предположить, что для правильной идентификации пиков поступления полиаренов необходимо использовать отмершую часть *Pleurozium schreberi* или мох в целом.

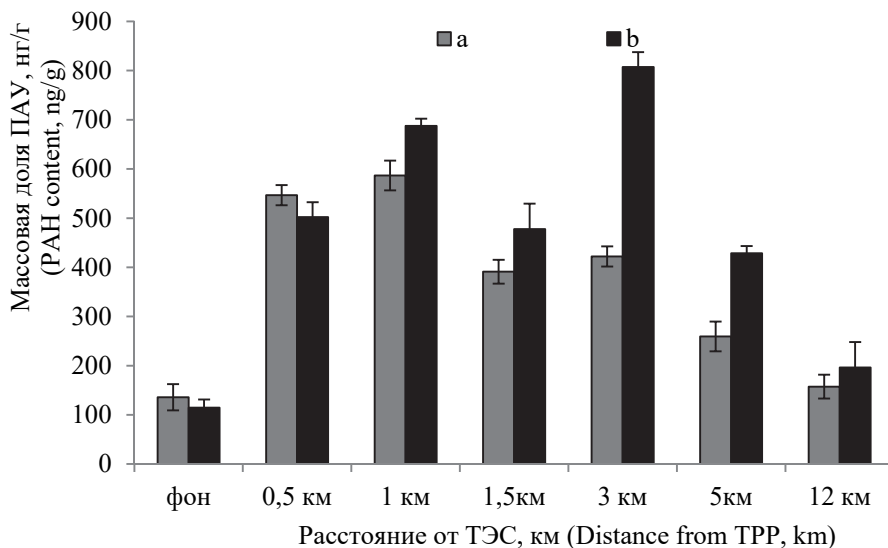


Рис. 4. Содержание ПАУ в живой и отмершей частях *Pleurozium schreberi*, нг/г:
 а – живая часть; б – отмершая часть

[Figure 4. PAH content in the living and dead parts of the *Pleurozium schreberi*, ng/g:
 a – living part, b – dead part]

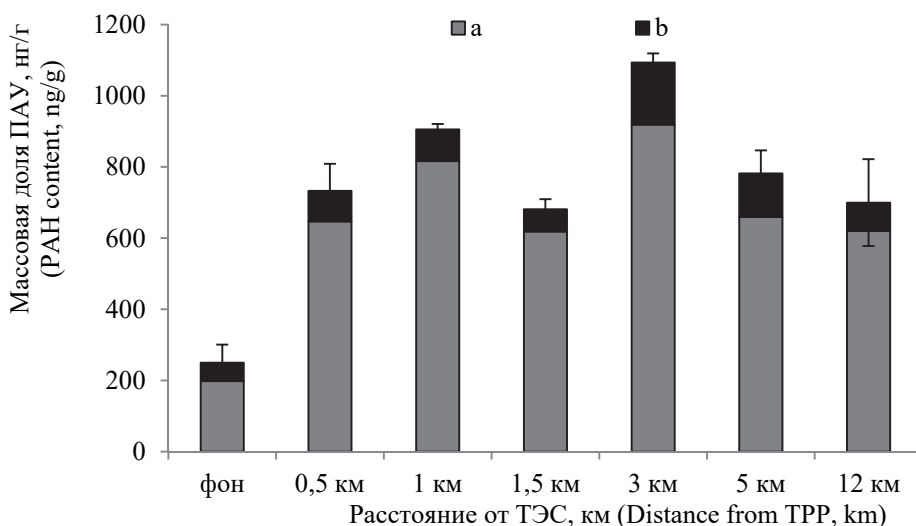


Рис. 5. Содержание ПАУ в органогенных горизонтах почв, нг/г:
 а – Σ легкие ПАУ; б – Σ тяжелые ПАУ

[Figure 5. PAH content in organogenic soil horizons, ng/g:
 а – Σ light PAH; б – Σ heavy PAH]

Повышение массовой доли ПАУ во мхах, составляющих основу биомассы тундровых фитоценозов, ведет к возрастанию содержания полиаренов в почвах (рис. 5). В составе органогенных горизонтов почв всех исследованных участков идентифицировано 13 структур ПАУ: нафталин, флуорен, фенантрен, антрацен, флуорантен, пирен, хризен, бенз[а]антрацен, бензо[б]флуорантен, бензо[к]флуорантен, бенз[а]пирен, дибенз[а,h]антрацен, бенз[ghi]перилен.

Изменения в содержании полиаренов в органогенных горизонтах почв идентичны изменениям, характерным для *Pleurozium schreberi*. Максимальное содержание как легких, так и тяжелых структур выявлено в 3 км от ТЭС. Такое повышение обусловлено резким возрастанием массовой доли 4–5-ядерных полиаренов: флуорантена, пирена, бенз[а]антрацена, хризена, бензо[б]флуорантена, бензо[к]флуорантена, бенз[а]пирена и 6-ядерного бенз[ghi]-перилена – в 2–3 раза по сравнению с другими загрязненными участками. ПАУ поступают в органогенные горизонты почв при отмирании тундровой растительности, поэтому составы ПАУ в почвах и растениях близки между собой. Коэффициенты корреляции составляют $r = 0,85–0,97$ (при $P = 0,95$; $n = 13$). Кратности превышения фоновых значений легких полиаренов в почве составили 3 раза для участков в 0,5; 1,5; 5 и 12 км от источника. На расстоянии в 1 км от ТЭС кратности превышения достигали 4 раз, на расстоянии в 3 км – 5 раз. Для тяжелых ПАУ кратности превышения фоновых значений также максимальны на расстоянии в 3 км и составляют 3 раза, для других участков – до 2 раз. В целом для мхов и почв наблюдались сходные закономерности в аккумуляции полиаренов. При этом изменения в содержании тяжелых ПАУ в органогенных горизонтах почв проявлялись не так явно, как в растениях. Этот факт во многом связан с тем, что источником высокомолекулярных полиаренов в почве могут служить не только антропогенные процессы, но и процессы почвообразования, в растениях же в естественных условиях тяжелые полиарены отсутствуют или представлены в следовых количествах. Так, повышение содержания 6-ядерного бенз[ghi]перилена в условиях загрязнения при его отсутствии в выбросах ТЭС, возможно, обусловлено его образованием в почве в процессе перекомбинации других структур полиаренов или разложения более сложных органических веществ под действием почвенной микробиоты, активизировавшейся в условиях значительного поступления ПАУ в почву. Возможность педогенного происхождения ПАУ – хорошо доказанный факт. Рядом авторов показано, что источниками образования ПАУ в почве служили пентациклические терпены, ароматические структуры, структуры с диеновыми или полиеновыми связями в алифатических углеводородных цепях, липидах [19; 20]. Другими авторами установлено, что аценафтен, флуорен, пирен, дибенз[а,h]антрацен, нафталин и бенз[ghi]перилен имели преимущественно биопедогенное происхождение и синтезировались в восстановительных условиях в сильно обводненных горизонтах коллювиальных почв [21].

Кроме того, не наблюдалось снижения содержания ПАУ в органогенных горизонтах почв на расстоянии в 12 км, что, возможно, связано с более длительной аккумуляцией полиаренов в почве и ее более низкой чувстви-

ностью к изменениям в уровне поступления загрязнителей в тундровые экосистемы. Эти данные подтверждают информацию, полученную ранее, о более высокой чувствительности *Pleurozium schreberi* по сравнению с почвенным покровом [13; 14].

Для оценки сходства в накоплении ПАУ мхами и почвами использовали кластерный анализ. Данные кластерного анализа подтверждают, что на расстоянии в 12 км от ТЭС массовая доля полиаренов во мхах достигает фоновых значений (рис. 6).

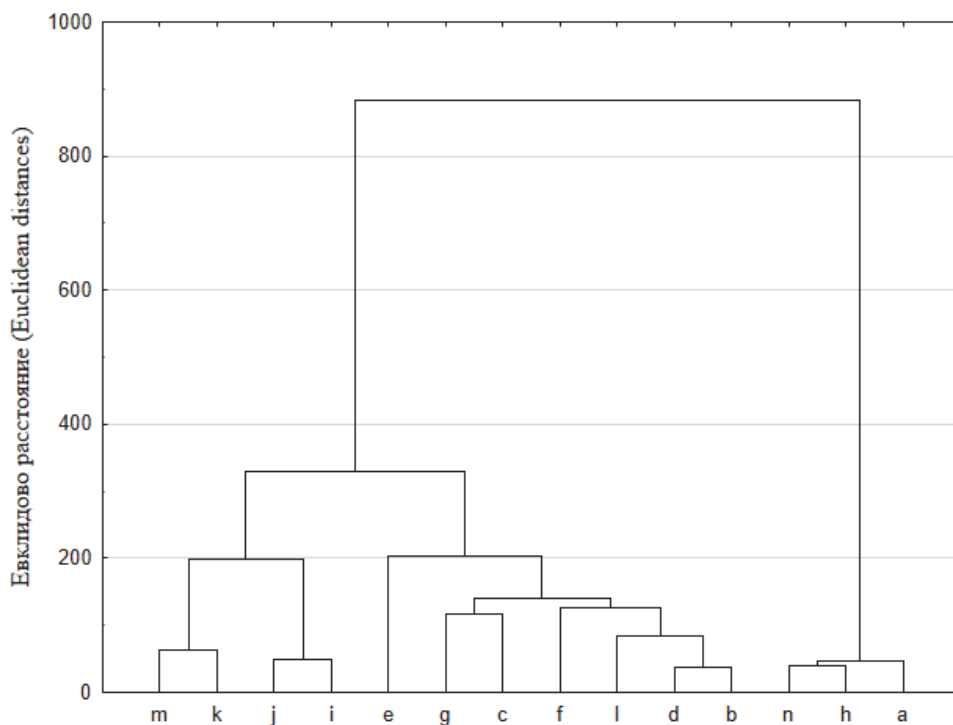


Рис. 6. Диаграмма сходства в накоплении полиаренов *Pleurozium schreberi* и органогенными горизонтами почв, метод Варда:

почва: а – фоновый участок; б – 0,5 км; с – 1 км; д – 1,5 км; е – 3 км; ф – 5 км; г – 12 км;

Pleurozium schreberi: h – фоновый участок; i – 0,5 км; j – 1 км; k – 1,5 км; l – 3 км; m – 5 км; n – 12 км

Figure 6. Similarity diagram in the polyarenes accumulation of *Pleurozium schreberi* and organic soil horizons, the Ward method:

soil: a – background area; b – 0.5 km; c – 1 km; d – 1.5 km; e – 3 km; f – 5 km; g – 12 km;

Pleurozium schreberi: h – background area; i – 0.5 km; j – 1 km; k – 1.5 km; l – 3 km; m – 5 km; n – 12 km]

Содержание ПАУ в *Pleurozium schreberi* и органогенном горизонте почвы фонового участка объединены в один кластер с массовой долей ПАУ во мхе в 12 км от ТЭС. Также в отдельные кластеры выделяются содержание ПАУ в *Pleurozium schreberi* на удалении 0,5; 1; 1,5 и 5 км от ТЭС и концентрация полиаренов органогенных горизонтах почв всех загрязненных участков. К почвенному кластеру присоединяется содержание ПАУ во мхе максимально загрязненного участка, что, вероятно, связано со значительным содержанием полиаренов в растениях на расстоянии в 3 км, в частности 4–5-ядерных структур. В целом содержание полиаренов в почвах и *Pleurozium schreberi* загрязненных участков характеризуется высоким уровнем сходства и значительно отличается от фоновых показателей.

Заключение

На основании полученных данных можно констатировать, что ПАУ в условиях тундры способны перемещаться на значительные расстояния. Приближенные к фоновым значения содержания ПАУ в *Pleurozium schreberi* выявлены лишь на расстоянии в 12 км от ТЭС, для органогенных горизонтов почв значения близкие к фоновым не выявлены.

Подтверждены данные о большей чувствительности *Pleurozium schreberi* к изменениям в уровне загрязнения тундровых биоценозов по сравнению с органогенными горизонтами почв. Отмечено снижение доли накопления ПАУ на поверхности мха с ростом уровня загрязнения по сравнению с фоновым участком. При повышении уровня загрязнения биоаккумуляция ПАУ мхом интенсифицируется. При максимальном загрязнении доля поверхностного накопления несколько возростала, не достигая фоновых значений, что может быть объяснено включением защитных механизмов растения под влиянием активного поступления 4–5 ПАУ в фитоценоз.

На поверхности мха не выявлено присутствие нафталина, что, возможно, связано с его активным поглощением с поверхности из-за сродства с природными компонентами растений.

В целях мониторинга рекомендуется использовать мох *Pleurozium schreberi* в целом или его отмершую часть, что позволит более точно идентифицировать пики накопления полиаренов в тундровых экосистемах.

Участие авторов. Е.В. Яковлева – концепция и дизайн исследования, отбор проб, проведение химического анализа, анализ полученных данных, написание текста. Д.Н. Габов – отбор проб, проведение химического анализа, редакция текста.

Благодарности. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-05-60195 (№ ЦИТиС АААА-А18-118062090029-0) и госбюджетной темы № АААА-А17-117122290011-5.

Список литературы

- [1] Демин Б.Н., Граевский А.П., Демешкин А.С., Власов С.В. Загрязнение почвенно-растительного комплекса в окрестностях рудника «Баренцбург» полициклическими ароматическими углеводородами // Арктика: экология и экономика. 2012. № 3 (7). С. 62–73.
- [2] Li W., Chen B., Ding X. Environment and Reproductive Health in China: Challenges and Opportunities // Environmental Health Perspectives. 2012. Vol. 120. No. 5. Pp. A184–A185.
- [3] Hamid N., Syed J.H., Junaid M., Zhang G., Malik R.N. Elucidating the urban levels, sources and health risks of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in Pakistan: implications for changing energy demand // Science of the Total Environment. 2017. Vol. 619–620. Pp. 165–175.
- [4] Сушкова С.Н., Минкина Т.М., Манджиева С.С., Тюрина И.Г., Васильева Г.К., Кузилкая Р. Мониторинг содержания бенз(а)пирена в почвах под влиянием многолетнего техногенного загрязнения // Почвоведение. 2017. № 1. С. 1–12.
- [5] Ribeiro J., Silva T.F., Mendonca Filho J.G., Flores D. Fly ash from coal combustion – an environmental source of organic compounds // Applied Geochemistry. 2014. No. 44. Pp. 103–110.

- [6] *Doegowska S., Migaszewski Z.M.* PAH concentration sin the moss species *Hylocomium splendens* (Hedw.) B.S.G. and *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt. From the Kielce area (South-Central Poland) // *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2011. Vol. 74. Pp. 1636–1644.
- [7] *Migaszewski Z.M., Galuszka A., Crock J.G., Lamothe P.J., Dolegowska S.* Interspecies and interregional comparisons of the chemistry of PAHs and trace elements in mosses *Hylocomium splendens* (Hedw.) B.S.G. and *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt. from Poland and Alaska // *Atmospheric Environment*. 2009. Vol. 43. Pp. 1464–1473.
- [8] *Тюрина И.Г., Сушкова С.Н., Минкина Т.М., Назаренко О.Г., Манджиева С.С., Байэр Т.В.* Содержание бенз(а)пирена в естественной травянистой растительности зоны влияния Новочеркасской ГРЭС // *Плодородие*. 2015. № 6. С. 46–48.
- [9] *Radic S., Meduni G., Kuhari Z., Roje V., Maldini K., Vujcic V., Krivohlavek A.* The effect of hazardous pollutants from coal combustion activity: phytotoxicity assessment of aqueous soil extracts // *Chemosphere*. 2018. Vol. 199. Pp. 191–200.
- [10] *Khaustov A.P., Redina M.M.* Indicator Ratios of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons for Geoenvironmental Studies of Natural and Technogenic Objects // *Water Resources*. 2017. Vol. 44. No. 7. Pp. 903–913.
- [11] *Яковлева Е.В., Габов Д.Н., Безносиков В.А.* Накопление полициклических ароматических углеводородов растениями южной тундры при добыче угля открытым способом // *Вестник Института биологии*. 2016. № 4. С. 24–33.
- [12] *Yakovleva E.V., Gabov D.N., Beznosikov V.A., Kondratenok B.M., Dubrovskiy Y.A.* Accumulation of PAHs in Tundra Plants and Soils under the Influence of Coal Mining // *Polycyclic Aromatic Compounds*. 2017. Vol. 37. No. 2–3. Pp. 203–218.
- [13] *Яковлева Е.В., Габов Д.Н., Безносиков В.А.* Временные изменения содержания полиаренов в почвах и растениях нижнего яруса южной тундры под воздействием угледобывающей промышленности // *Вестник РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности*. 2017. Т. 25. № 2. С. 271–293.
- [14] *Яковлева Е.В., Габов Д.Н., Безносиков В.А., Кондратенко Б.М.* Накопление полициклических ароматических углеводородов в почвах и мхах южной тундры на разных расстояниях от теплоэлектростанции // *Почвоведение*. 2018. № 5 С. 563–572.
- [15] *Горшков А.Г., Михайлова Т.А., Бережная Н.С., Верецагин А.Л.* Накопление полициклических ароматических углеводородов в хвое сосны обыкновенной на территории Прибайкалья // *Лесоведение*. 2008. № 2. С. 21–26.
- [16] *Li H., Liu G., Cao Y.* Content and Distribution of Trace Elements and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Fly Ash from a Coal-Fired CHP Plant // *Aerosol and Air Quality Research*. 2014. No. 14. Pp. 1179–1188.
- [17] *Verma S.K., Masto R.E., Gautam S., Choudhury D.P., Ram L.C., Maiti S.K., Maity S.* Investigations on PAHs and trace elements in coal and its combustion residues from a power plant // *Fuel*. 2015. Vol. 162. Pp. 138–147.
- [18] *Ровинский Ф.Я., Теплицкая Т.А., Алексеева Т.А.* Фоновый мониторинг полициклических ароматических углеводородов. Л.: Гидрометеоиздат, 1988. 224 с.
- [19] *Орлов Д.С.* Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1990. 325 с.
- [20] *Wilcke W.* Polycyclic aromatic hydracarbons (PAHs) in soil: a review // *J. Plant Nutr. Soil Sci*. 2000. Vol. 163. Pp. 229–248.
- [21] *Atanassova I., Brummer G.W.* Polycyclic aromatic hydrocarbons of anthropogenic and biopedogenic origin in a colluviated hydromorphic soil of Western Europe // *Geoderma*. 2004. Vol. 120. Pp. 27–34.

История статьи:

Дата поступления в редакцию: 20.10.2019

Дата принятия к печати: 08.11.2019

Для цитирования:

Яковлева Е.В., Габов Д.Н. Дальность распространения полициклических ароматических углеводородов в тундровой зоне под воздействием ТЭС // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2019. Т. 27. № 3. С. 184–198. <http://dx.doi.org/10.22363/2313-2310-2019-27-3-184-198>

Сведения об авторах:

Яковлева Евгения Вячеславовна – кандидат биологических наук, научный сотрудник отдела почвоведения Института биологии, Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук. eLIBRARY SPIN-код: 7916-3710, ORCID iD: <http://orcid.org/0000-0003-0793-1468>. E-mail: kaleeva@ib.komisc.ru

Габов Дмитрий Николаевич – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник экоаналитической лаборатории Института биологии, Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук. eLIBRARY SPIN-код: 2777-7762, ORCID iD: <http://orcid.org/0000-0002-3786-9872>. E-mail: gabov@ib.komisc.ru

Research article

The distribution distance of polycyclic aromatic hydrocarbons in the tundra zone under the impact of thermal power plant

Evgenia V. Yakovleva, Dmitriy N. Gabov

Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences
28 *Kommunisticheskaya St, Syktyvkar, 167982, Russian Federation*

Abstract. Being widely distributed in the tundra zone and highly sensible to temporal or spatial changes in composition of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in ecosystems, *Pleurozium schreberi* Brid. can serve a pollution indicator of tundra biocenoses with polyarenes. The purpose of the present study is estimating the PAH distribution distance in the tundra zone under the impact of thermal power plant (TPP). The study was conducted in the Bolshezemelskaya tundra area of the Vorkuta region (Komi Republic, Russia). The surface accumulation and total content of PAHs in *Pleurozium schreberi* and organic horizon of tundra surface-gley soils (Stagnic Cambisols) at the background site and sites removed from the TPP at 0.5; 1; 1.5; 3; 5 and 12 km were studied. The PAH content in *Pleurozium schreberi* under the impact of TPP changes with distance not linearly. The maximum accumulation was noted at 3 km distance, then the content of PAHs decreased and reached a background level of 12 km from the source. The high molecular weight structures seemed to be transported at distance of no more than 3 km and fell down to the moss surface. The light structures could fly further. This fact responded for concentration of heavy and light structures on particles with different diameter. The moss surface at the background and polluted sites did not contain naphthalene. The total polyarene capacity on the moss surface is relatively the same for the background and polluted sites. At 3 km site, there was a sharp increase in the mass fraction of surface PAH by a factor of 3 due to an increase in the mass fraction of 4–5 – nuclear polyarenes. Being contaminated, the moss activates the bioaccumulation processes of PAHs and so transports polyarenes from its surface to inner organs. The exclusion is a site at a distance of 3 km where the proportion of surface accumulation increased with maximum pollution, i.e., PAH ingress into moss de-

creased. Determined that the dead part of *Pleurozium schreberi* or the whole plant is to be used for true identification of polyarenes. The changes in polyarene content in organic soil horizons are the same as in *Pleurozium schreberi*. By the obtained data, PAHs in tundra can move at large distances. The background-like PAH values are estimated for the site as 12 km from the pollution source for *Pleurozium schreberi*. The background-like PAH values for organic soil horizons are not estimated. The obtained results agree with the cluster analysis data.

Keywords: *Pleurozium schreberi*, Stagnic Cambisols, polyarenes, bioaccumulation, spread, tundra

Participation of the authors. Evgenia V. Yakovleva – concept and design of the study, sampling, chemical analysis, analysis of the data obtained, writing. Dmitriy N. Gabov – sampling, chemical analysis, text editing.

Acknowledgments This work was partially supported by the RFBR in frames of the scientific project No. 18-05-60195 (No. TSITiS AAAA-A18-118062090029-0) and the state budget theme No. AAAA-A17-117122290011-5.

References

- [1] Demin BN, Graevskii AP, Demeshkin AS, Vlasov SV. Pollution of soil-vegetation complex around Barentsburg Mine by polycyclic aromatic hydrocarbons. *Arktika: Ekol. Ekon.* 2012;3(7):62–73. (In Russ.)
- [2] Li W, Chen B, Ding X. Environment and Reproductive Health in China: Challenges and Opportunities. *Environmental Health Perspectives.* 2012;120(5):A184–A185.
- [3] Hamid N, Syed JH, Junaid M, Zhang G, Malik RN. Elucidating the urban levels, sources and health risks of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in Pakistan: implications for changing energy demand. *Science of the Total Environment.* 2017;619–620:165–175.
- [4] Sushkova SN, Minkina TM, Mandzhieva SS, Tyurina IG, Vasil'eva GK, Kızılkaya R. Monitoring of Benzo(a)pyrene Content in Soils Affected by the Long-Term Technogenic Contamination. *Eurasian Soil Science.* 2017;50(1):95–105.
- [5] Ribeiro J, Silva TF, Mendonca Filho JG, Flores D. Fly ash from coal combustion – an environmental source of organic compounds. *Applied Geochemistry.* 2014;44:103–110.
- [6] Doegowska S, Migaszewski ZM. PAH concentration sin the moss species *Hylocomium splendens* (Hedw.) B.S.G. and *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt. From the Kielce area (South-Central Poland). *Ecotoxicology and Environmental Safety.* 2011;74:1636–1644.
- [7] Migaszewski ZM, Galuszka A, Crock JG, Lamothe PJ, Dolegowska S. Interspecies and interregional comparisons of the chemistry of PAHs and trace elements in mosses *Hylocomium splendens* (Hedw.) B.S.G. and *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt. from Poland and Alaska. *Atmospheric Environment.* 2009;43:1464–1473.
- [8] Tyurina IG, Sushkova SN, Minkina TM, Nazarenko OG, Mandzhieva SS, Bauer TV, Gimp AV. Benzo(a)pyrene content in natural grassy vegetation in the affected zone of the Novocherkassk power station. *Plodородie.* 2015;6:46–48. (In Russ.)
- [9] Radic S, Meduni G, Kuhari Z, Roje V, Maldini K, Vujcic V, Krivohlavek A. The effect of hazardous pollutants from coal combustion activity: Phytotoxicity assessment of aqueous soil extracts. *Chemosphere.* 2018;199:191–200.
- [10] Khaustov AP, Redina MM. Indicator Ratios of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons for Geoenvironmental Studies of Natural and Technogenic Objects. *Water Resources.* 2017; 44(7):903–913.
- [11] Yakovleva EV, Gabov DN, Beznosikov VA. Accumulation of polycyclic aromatic hydrocarbons in plants of the tundra zone at open coal mine. *Vestnik instituta biologii Komi nauchnogo centra UroRAN.* 2016;4:24–33. (In Russ.)

- [12] Yakovleva EV, Gabov DN, Beznosikov VA, Kondratenok BM, Dubrovskiy YA. Accumulation of PAHs in Tundra Plants and Soils under the Influence of Coal Mining. *Polycyclic Aromatic Compounds*. 2017;37(2–3):203–218.
- [13] Yakovleva EV, Gabov DN, Beznosikov VA. Temporary changes in polyarenes content in soils and plants under the influence of coal mining. *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*. 2017;25(2):271–293.
- [14] Yakovleva EV, Gabov DN, Beznosikov VA, Kondratenok BM. Accumulation of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Soils and Mosses of Southern Tundra at Different Distances from the Thermal Power Plant. *Eurasian Soil Science*. 2018;51(5):528–535.
- [15] Gorshkov G, Mikhailova TA, Berezhnaya NS, Vereshchagin AL. Accumulation of polycyclic aromatic hydrocarbons in needles of Scots pine in Cis-Baikal region. *Lesovedenie*. 2008;2:21–26. (In Russ.)
- [16] Li H, Liu G, Cao Y. Content and Distribution of Trace Elements and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Fly Ash from a Coal-Fired CHP Plant. *Aerosol and Air Quality Research*. 2014;14:1179–1188.
- [17] Verma SK, Masto RE, Gautam S, Choudhury DP, Ram LC, Maiti SK, Maity S. Investigations on PAHs and trace elements in coal and its combustion residues from a power plant. *Fuel*. 2015;162:138–147.
- [18] Rovinsky FY, Teplitskaya TA, Alexeeva TA. *Monitoring of polycyclic aromatic hydrocarbons*. Leningrad, Hydrometeoizdat Publ.; 1988. (In Russ.)
- [19] Orlov DS. *Gumusovye kisloty pochv i obshhaya teoriya gumifikatsii*. Moscow, Izd-vo Mosk. un-ta; 1990. (In Russ.)
- [20] Wilcke W. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in soil: a review. *J. Plant Nutr. Soil Sci*. 2000;163:229–248.
- [21] Atanassova I, Brummer GW. Polycyclic aromatic hydrocarbons of anthropogenic and biopedogenic origin in a colluviated hydromorphic soil of Western Europe. *Geoderma*. 2004;120:27–34.

Article history:

Received: 20.10.2019

Revised: 08.11.2019

For citation:

Yakovleva EV, Gabov DN. The distribution distance of polycyclic aromatic hydrocarbons in the tundra zone under the impact of thermal power plant. *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*. 2019;27(3):184–198. <http://dx.doi.org/10.22363/2313-2310-2019-27-3-184-198>

Bio notes:

Evgenia V. Yakovleva – Candidate of Biological Sciences, researcher of the Department of Soil Science of the Institute of Biology, Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. eLIBRARY SPIN-code: 7916-3710, ORCID iD: <http://orcid.org/0000-0003-0793-1468>. E-mail: kaleeva@ib.komisc.ru

Dmitriy N. Gabov – Ph.D., senior researcher of the Eco-Analytical Laboratory of the Institute of Biology, Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. eLIBRARY SPIN-code: 2777-7762, ORCID iD: <http://orcid.org/0000-0002-3786-9872>. E-mail: gabov@ib.komisc.ru



DOI 10.22363/2313-2310-2019-27-3-199-208
УДК 57.04

Научная статья

Негативные факторы воздушной среды на производствах легкой промышленности и их воздействие на работающих

Н.В. Гуторова, Н.С. Тихонова, О.И. Седяров

Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)

Российская Федерация, 115035, Москва, ул. Садовническая, д. 33, стр. 1

Аннотация. Создание благоприятных условий труда является одной из важнейших задач современного производства. Наблюдаемый в последние годы рост изготовления продукции легкой промышленности, сопровождающийся негативным воздействием на воздушную среду производственных помещений, подтверждает необходимость и актуальность исследований в данной области. Цель настоящей работы состоит в определении особенностей формирования воздушной среды внутри цехов и ее воздействия на работающих с учетом специфики производств легкой промышленности. Изучение температурно-влажностного состояния воздуха проводилось методом натурных приборно-инструментальных замеров внутри помещений. Особенность исследования состоит в том, что измерения выполнялись на значительном количестве современных действующих предприятий при аттестации рабочих мест с привлечением лабораторий, аккредитованных органами Государственного санитарно-эпидемиологического надзора. Результатом исследования стало определение рабочих мест и зон, не отвечающих нормативным требованиям. В заключение даны общие рекомендации по снижению негативных факторов воздушной среды и их воздействия на работающих.

Ключевые слова: воздушная среда, воздух рабочих помещений, загрязняющие вещества, легкая промышленность, кожевенное производство, микроклимат, натурные исследования, приборные и инструментальные измерения, санитарные нормы

Введение

Состояние воздушной среды производственных помещений оказывает непосредственное влияние на психофизическое состояние работающих, а следовательно, и на их производительность. Специфика производств легкой промышленности такова, что все они представляют собой технологические процессы, связанные с образованием значительного количества различных загрязняющих веществ, которые оказывают негативное воздействие как на работающих, так и на окружающую среду.

© Гуторова Н.В., Тихонова Н.С., Седяров О.И., 2019



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Согласно данным Федеральной службы государственной статистики (Росстат) [1–5], в последние годы отмечается незначительный рост экспорта текстиля, текстильных изделий и обуви (включая кожевенное сырье, пушнину и изделия из них) из Российской Федерации (рис. 1). Улучшаются позиции России на мировом рынке по производству хлопчатобумажных и шерстяных тканей, обуви с верхом из кожи (рис. 2). Заметен рост индекса промышленного производства некоторых товаров легкой промышленности Российской Федерации (рис. 3).

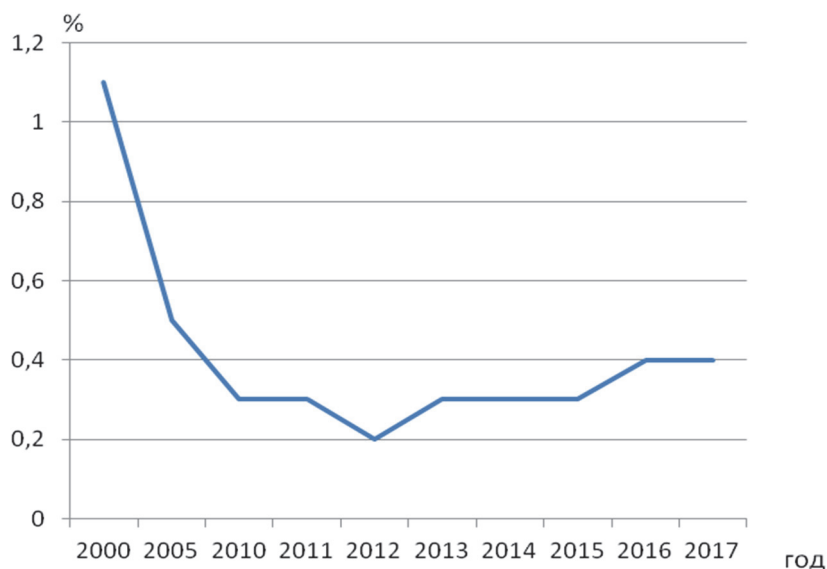


Рис. 1. Экспорт российского текстиля, текстильных изделий и обуви (включая кожевенное сырье, пушнину и изделия из них), в % от всех видов товаров
[Figure 1. Export of Russian textiles, textile products and footwear (including leather raw materials, furs and articles made therefrom), as % of all types of goods]

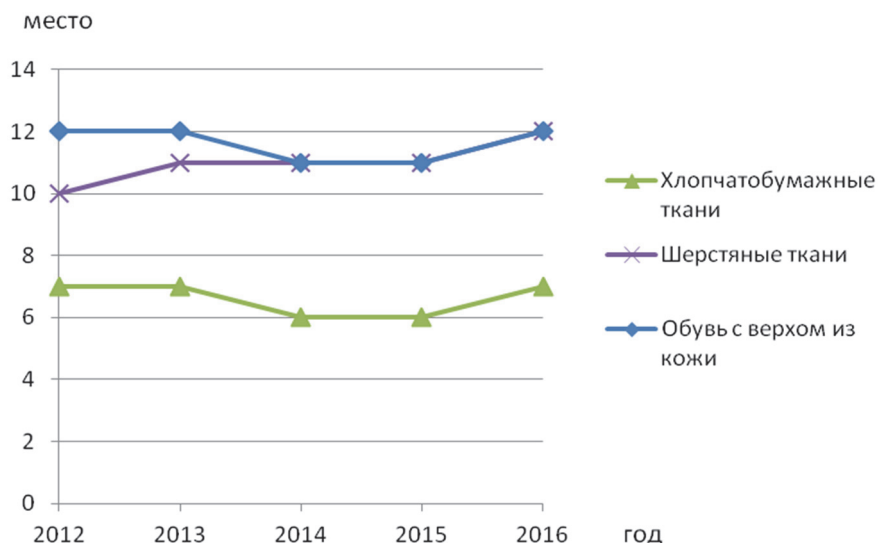


Рис. 2. Место, занимаемое Россией в мире по производству отдельных видов промышленной продукции
[Figure 2. Russia's place in the world on the production of certain types of industrial products: green – cotton fabric; blue – wool fabric; purple – footwear with leather upper]



Рис. 3. Индекс промышленного производства, в % к предыдущему году
 [Figure 3. The Industrial Production Index, as % over the previous year:
 red – textile production and clothing manufacture;
 green – leather manufacture, leather products manufacture, footwear manufacture]

Очевидно, что наблюдаемый рост производства продукции легкой промышленности сопровождается увеличением негативного воздействия на работающих и окружающую среду. Так, швейные производства в целом дают относительно невысокий уровень загрязнения окружающей среды, однако имеются специальные процессы и операции в прорезиновом производстве, где в воздушную среду могут выделяться токсичные соединения формальдегида, а при производстве гарнитуры на свинцовой основе – соединения свинца. Повышенные тепло- и влаговыделения имеют место при влажностно-тепловой обработке швейных изделий около гладильных процессов: температура может достигать в рабочей зоне 26–28 °С.

В процессе изготовления обуви при обработке деталей ее верха и низа образуются пыль и стружка. Больше всего пыли возникает при отделочных и подготовительных операциях (фрезерование, взъерошивание, шлифование, спускание краев, чистка изделий и т. д.). Мелкодисперсная пыль образуется в заготовительных цехах, ее содержание может достигать 20–30 мг/м³, а при фрезеровании подошвы из пористой резины ее количество колеблется в пределах 150–290 мг/м³. Количество пыли на одну пару обуви в различных операциях составляет 3–10 % ее массы.

Кроме того, в процессе фрезерования пылевыведения сопровождаются газовыделениями: оксид углерода, стирол и пары акриловой кислоты в количествах, превышающих предельно-допустимые концентрации (ПДК) более чем в 5 раз. На отдельных операциях при влажностно-тепловой обработке могут выделяться загрязнения в виде формальдегидов, фенолов, хлорированных углеродов и др.

К наиболее неблагоприятным с точки зрения образования загрязняющих веществ относятся кожевенно-меховые производства. Эти производства

характеризуются значительным объемом жидкостных операций с применением различных химических реагентов. При этом используются растворы с повышенной температурой, достигающей до 45 °С при отмочно-зольных и дубильных операциях и до 65 °С при жировании и крашении. Во время загрузки и выгрузки сырья происходят паровыделения в окружающую среду, загрязняя ее как в рабочих зонах, так и снаружи помещений.

Методы и материалы

Натурные исследования и приборно-инструментальные измерения выполнялись в цехах производства кожи и меха в соответствии с требованиями методических указаний по измерению микроклимата производственных помещений [6] и с учетом СанПиН [7] в теплое (при +10 °С и выше) и холодное (от +10 °С и ниже) время года. Кроме того, при натурных исследованиях учтены требования СанПиН [8] по разделению работ на категории уровней энергозатрат организма: Ia (до 139 Вт); Ib (140–174 Вт); IIa (175–232 Вт); IIb (233–290 Вт) и III (более 290 Вт). Для измерений использовались термоанемометр микропроцессорный ТТМ-2, термогигрометр TESTO-615, комбинированный термоанемометр ТКА-ПКМ и др.

Для охвата большего количества предприятий легкой промышленности проанализированы результаты замеров параметров воздушной среды, полученные при аттестации рабочих мест, произведенных лабораторией, аккредитованной Государственным санитарно-эпидемиологическим надзором.

Выбор мест замеров обусловлен основной задачей исследований, связанной с уточнением зон с повышенным выделением загрязняющих веществ в воздушную среду.

Результаты

В табл. 1 и 2 представлены усредненные результаты инструментальных замеров и оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах по СанПиН [7]. Результаты замеров параметров воздушной среды в цехах кожевенного производства были использованы для разработки модели тепломассопереноса, которая позволила оценить условия труда на стадиях проектирования, реконструкции и технического перевооружения кожевенных предприятий [9].

Из табл. 1 видно, что температуры воздуха в рабочих зонах при загрузке в барабаны шкур для проведения отмочки и зольнения ниже оптимальных и снижаются до 12–14,5 °С в холодное время года (при нормативах в 16–18 °С), что объясняется низкой температурой сырья перед загрузкой. В теплое время температура воздуха достигает 20–22 °С (при норме в 18–20 °С). Повышение температуры происходит из-за более высокой температуры наружного воздуха (ворота цехов открыты). При выгрузке полуфабриката температура более высокая и может составлять 18–20 °С (при норме в 17–19 °С) в холодное время, что характерно для рабочих мест при выгрузке полуфабриката с повышенной температурой, так как дубление производится при более высокой температуре жидкостных растворов, достигающей до 60–65 °С.

Волососгонные и мездрильные операции в холодное время не дают температур, выше нормативных, так как по площади температура воздуха

выравнивается. В теплый период времени отмечено повышение температуры до 23 °С, а возле сушильных камер температура доходит до 28–30 °С. Относительная влажность достигает 95 % в холодный период и 80 % в теплый период времени при нормативах в 40–60%. Около сушильных камер, наоборот, относительная влажность снижается до 30–35 % (при норме в 40–60 %).

Аналогичная картина наблюдается в цехах производств меховых изделий: пониженные температуры воздуха (до 14 °С) и повышенная относительная влажность (до 75–85 %) при загрузке сырья и выгрузке полуфабриката (табл. 2). Подвижность воздуха в большинстве замеров показала параметры, близкие к нормативным требованиям.

Повышенная температура в сочетании с высокой влажностью и незначительной подвижностью воздуха создают неблагоприятные условия труда, влияя на самочувствие и здоровье работающих. Высокая температура приводит к перегреву организма, тепловому удару и, как следствие, обморочному состоянию, которому предшествует головная боль, чувство слабости, головокружение и тошнота.

Таблица 1

Параметры воздушной среды в цехах производства кожи в холодный (в числителе) и теплый (в знаменателе) период времени

Место замеров	Категория энергозатрат, Вт	Параметры воздуха в цехах			Оптимальные величины		
		Температура, °С	Относительная влажность, %	Подвижность воздуха, м/с	Температура, °С	Относительная влажность, %	Подвижность воздуха, м/с
Загрузка шкур в отмоно-зольные барабаны	III	12,0–14,5	80–95	0,1–0,2	16,0–18,0	40–60	0,3
		20,0–22,0	75–80	0,3	18,0–20,0	40–60	0,3
Выгрузка полуфабриката после отмоки	III	14,4–15,5	85–95	0,1–0,3	16,0–18,0	40–60	0,3
		22,0–24,0	75–80	0,3	18,0–20,0	40–60	0,3
Выгрузка после дубления	IIб	18,0–20,0	80–85	0,1–0,2	17,0–19,0	40–60	0,2
		23,0–25,0	75–80	0,2	19,0–21,0	40–60	0,2
Лежка полуфабриката	Ia	20,5–21,5	80–85	0,1–0,2	22,0–24,0	40–60	0,1
		24,0–26,0	70–75	0,2	23,0–25,0	40–60	0,1
Волососгонное оборудование	IIб	17,0–17,5	75–80	0,1–0,2	17,0–19,0	40–60	0,2
		20,0–24,0	75–80	0,1–0,2	19,0–21,0	40–60	0,1
Мездрильный аппарат	IIб	16,5–17,0	75–80	0,1–0,2	17,0–19,0	40–60	0,2
		22,0–23,0	70–75	0,1	19,0–21,0	40–60	0,1
Около сушильных камер	Ia	25,0–28,0	30–35	0,1–0,2	22,0–24,0	40–60	0,1
		28,0–30,0	30–35	0,1–0,2	23,0–25,0	40–60	0,1

Примечание: замеры проводились в холодный период времени при температуре $t_n = -8$ °С и относительной влажности 45 %, в теплый период времени — при температуре $t_n = 20$ °С и относительной влажности 35 %.

Table 1

Air conditions in the leather production workshops during the cold (in the numerator) and warm (in the denominator) season

Measurement site	Energy cost category, W	Occupational air conditions			Optimal values		
		Temperature, °C	Relative humidity, %	Air motion, m/sec	Temperature, °C	Relative humidity, %	Air motion, m/sec
Loading hides into the soak and liming drums	III	12,0–14,5	80–95	0,1–0,2	16,0–18,0	40–60	0,3
		20,0–22,0	75–80	0,3	18,0–20,0	40–60	0,3
Unloading semi-finished leather after soaking process	III	14,4–15,5	85–95	0,1–0,3	16,0–18,0	40–60	0,3
		22,0–24,0	75–80	0,3	18,0–20,0	40–60	0,3
Unloading after tanning	IIb	18,0–20,0	80–85	0,1–0,2	17,0–19,0	40–60	0,2
		23,0–25,0	75–80	0,2	19,0–21,0	40–60	0,2
Storing semi-finished leather	Ia	20,5–21,5	80–85	0,1–0,2	22,0–24,0	40–60	0,1
		24,0–26,0	70–75	0,2	23,0–25,0	40–60	0,1
Unhairing machine	IIb	17,0–17,5	75–80	0,1–0,2	17,0–19,0	40–60	0,2
		20,0–24,0	75–80	0,1–0,2	19,0–21,0	40–60	0,1
Fleshing machine	IIb	16,5–17,0	75–80	0,1–0,2	17,0–19,0	40–60	0,2
		22,0–23,0	70–75	0,1	19,0–21,0	40–60	0,1
Near drying machine	Ia	25,0–28,0	30–35	0,1–0,2	22,0–24,0	40–60	0,1
		28,0–30,0	30–35	0,1–0,2	23,0–25,0	40–60	0,1

Note: measurements were carried out in a cold season at the temperature of $t_n = -8$ °C and the relative humidity of 45%, and in a warm season at the temperature of $t_n = 20$ °C and the relative humidity of 35%.

Пониженная температура способна привести к обострению радикулита, заболеваниям органов дыхания, сердечно-сосудистой системы, снижению двигательной реакции, торможению процессов в головном мозге, что может быть причиной травматизма.

Уменьшение влаги в организме приводит к тепловому истощению, сонливости, нескоординированным движениям, что существенно снижает работоспособность.

Общее или локальное охлаждение человека нарушает координацию и способность выполнять точные операции и снижает работоспособность на 1,5 % при охлаждении температуры пальцев на каждый градус Цельсия.

Повышенная влажность (более 85 %) затрудняет терморегуляцию организма из-за снижения потоотделения, а слишком низкая (менее 20 %) вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей.

Подвижность воздуха также способствует созданию теплового самочувствия человека, увеличивая отдачу тепла в теплом помещении.

Вместе с паровыделениями в воздушную среду поступают газовые загрязнения, содержащие аммиак, сероводород, пары серной кислоты, хромовые соединения, кремнефтористый натрий и др.

Таблица 2

Параметры воздушной среды в цехах производства меха в холодный (в числителе) и теплый (в знаменателе) период времени

Место замеров	Категория энергозатрат, Вт	Параметры воздуха в цехах			Оптимальные величины		
		Температура, °C	Относительная влажность, %	Подвижность воздуха, м/с	Температура, °C	Относительная влажность, %	Подвижность воздуха, м/с
Загрузка шкур в отмочный барабан	III	14,0–15,0	75–80	0,2	16,0–18,0	40–60	0,3
		20,0–22,0	70–75	0,2	18,0–20,0	40–60	0,3
Выгрузка из барабана	III	15,0–16,0	80–85	0,2	16,0–18,0	40–60	0,3
		23,0–25,0	75–80	0,2	18,0–20,0	40–60	0,3
Мездрение шкур	IIб	16,0–17,0	70–75	0,1	17,0–19,0	40–60	0,2
		23,0–25,0	70–75	0,1	19,0–21,0	40–60	0,2
Разбивка шкур	III	15,0–16,0	65–70	0,3	16,0–18,0	40–60	0,3
		23,0–25,0	60–65	0,3	18,0–20,0	40–60	0,3
Мытье и обезжиривание	IIб	16,0–17,5	70–75	0,2	17,0–19,0	40–60	0,2
		23,0–24,0	75–80	0,2	19,0–21,0	40–60	0,2
Пикелевание	III	15,0–16,0	75–80	0,3	16,0–18,0	40–60	0,3
		23,0–24,5	70–75	0,3	18,0–20,0	40–60	0,3
Сушка	Ia	25,0–30,0	30–35	0,3	22,0–24,0	40–60	0,1
		28,0–32,0	25–30	0,3	23,0–25,0	40–60	0,1

Примечание: замеры в холодный период времени проводились при температуре $t_n = -8$ °C и влажности 45 %, а в теплый период времени – при температуре $t_n = 20$ °C и влажности 35 %.

Table 2

Air conditions in the fur production workshops during the cold (in the numerator) and warm (in the denominator) season

Measurement site	Energy cost category, W	Occupational air conditions			Optimal values		
		Temperature, °C	Relative humidity, %	Air motion, m/sec	Temperature, °C	Relative humidity, %	Air motion, m/sec
Loading fur skin into the soak drums	III	14,0–15,0	75–80	0,2	16,0–18,0	40–60	0,3
		20,0–22,0	70–75	0,2	18,0–20,0	40–60	0,3
Unloading fur skin from the soak drum	III	15,0–16,0	80–85	0,2	16,0–18,0	40–60	0,3
		23,0–25,0	75–80	0,2	18,0–20,0	40–60	0,3
Fleshing	IIb	16,0–17,0	70–75	0,1	17,0–19,0	40–60	0,2
		23,0–25,0	70–75	0,1	19,0–21,0	40–60	0,2
Break of skins	III	15,0–16,0	65–70	0,3	16,0–18,0	40–60	0,3
		23,0–25,0	60–65	0,3	18,0–20,0	40–60	0,3
Washing and scouring	IIb	16,0–17,5	70–75	0,2	17,0–19,0	40–60	0,2
		23,0–24,0	75–80	0,2	19,0–21,0	40–60	0,2
Pickling	III	15,0–16,0	75–80	0,3	16,0–18,0	40–60	0,3
		23,0–24,5	70–75	0,3	18,0–20,0	40–60	0,3
Drying	Ia	25,0–30,0	30–35	0,3	22,0–24,0	40–60	0,1
		28,0–32,0	25–30	0,3	23,0–25,0	40–60	0,1

Note: measurements were carried out in a cold season at the temperature of $t_n = -8$ °C and the relative humidity of 45 %, and in a warm season at the temperature of $t_n = 20$ °C and the relative humidity of 35 %.

При покрывном крашении выделяется метакриловая кислота, бутилакрилат, формальдегид, бутилацетат, циклогексанон. Содержание этих веществ, хотя и ниже ПДК, но при повышенных температурах и влажности значительно ухудшает состояние воздушной среды и, следовательно, условия труда работающих.

Заключение

Исследования показали, что существенную роль в снижении неблагоприятного состояния воздушной среды в рабочих зонах и улучшении условий труда работающих играет состояние вентиляционных систем.

Определение зон производственных помещений с неблагоприятными факторами дает возможность разрабатывать конкретные мероприятия по снижению загрязнений внутри производственных помещений.

При проектировании отопительно-вентиляционных систем для новых и реконструируемых предприятий следует делать акцент на локальные отсасывающие устройства, обеспечивающие удаление загрязняющих веществ непосредственно от мест их образования, что сократит распространение воздушных потоков по площади цехов. Так, в швейных цехах на рабочих местах гладильных прессов необходимо устраивать конструкции приточно-вытяжных зонтов с поддувом воздуха, которые обеспечивают не только вытяжку разогретого воздуха, но и приток чистого воздуха непосредственно к рабочему месту.

В кожевенно-меховых производствах локализовать образование загрязняющих веществ можно только посредством тщательной герметизации оборудования. Распространение тепло- и влаговыведений при загрузке/выгрузке сырья и естественной сушке полуфабриката возможно только устройством специальных «воздушных оазисов», встроенных в системы местных вентиляционных систем, создающих необходимые параметры воздушной среды в ограниченных пространствах.

Список литературы

- [1] Россия в цифрах. 2018: краткий статистический сборник. М.: Росстат, 2018. 522 с.
- [2] Россия в цифрах. 2017: краткий статистический сборник. М.: Росстат, 2017. 511 с.
- [3] Россия в цифрах. 2016: краткий статистический сборник. М.: Росстат, 2016. 543 с.
- [4] Россия в цифрах. 2015: краткий статистический сборник. М.: Росстат, 2015. 543 с.
- [5] Российский статистический ежегодник. 2014: статистический сборник. М.: Росстат, 2015. 693 с.
- [6] МУК 4.3.2756-10. Методические указания по измерению и оценке микроклимата производственных помещений. Методические указания (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ от 12.11.2010). URL: <https://base.garant.ru>
- [7] СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений (утв. Постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 01.10.1996 № 21). М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997.
- [8] СанПиН 2.2.4.3359-16. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ от 21.06.2016 № 81). URL: <https://base.garant.ru>
- [9] Гуторова Н.В., Тихонова Н.С. Микроклимат кожевенных предприятий и его моделирование // Дизайн и технологии. 2018. № 65. С. 69–75.

История статьи:

Дата поступления в редакцию: 10.10.2019

Дата принятия к печати: 15.11.2019

Для цитирования:

Гуторова Н.В., Тихонова Н.С., Седляров О.И. Негативные факторы воздушной среды на производствах легкой промышленности и их воздействие на работающих // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2019. Т. 27. № 3. С. 199–208. <http://dx.doi.org/10.22363/2313-2310-2019-27-3-199-208>

Сведения об авторах:

Гуторова Наталья Васильевна – кандидат технических наук, доцент кафедры энергоресурсоэффективных технологий, промышленной экологии и безопасности, Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство). ORCID iD: <http://orcid.org/0000-0002-9428-5953>, eLIBRARY SPIN-код: 2355-6267. E-mail: natofromoz@gmail.com

Тихонова Надежда Сергеевна – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры энергоресурсоэффективных технологий, промышленной экологии и безопасности, Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство). eLIBRARY SPIN-код: 5444-1136. E-mail: 1035446@mail.ru

Седляров Олег Иванович – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой энергоресурсоэффективных технологий, промышленной экологии и безопасности, Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство). ORCID iD: <http://orcid.org/0000-0002-5347-8767>; eLIBRARY SPIN-код: 5615-8146. E-mail: 7730719@mail.ru

Research article

Occupational air negative impacts on the workers at the light industry manufactures

Natalya V. Gutorova, Nadezhda S. Tikhonova, Oleg I. Sedlyarov

Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art)
33 Sadovnicheskaya St, bldg. 1, Moscow, 115035, Russian Federation

Abstract. Creating favorable work conditions is one of the most important priorities in the modern industry production. Observed in the recent years light industry manufacture growth is followed by a negative impact on the occupational air in industrial spaces and thus proves relevance of this research. The purpose of this work is to determine the characteristics of the formation of the occupational air and its impact on workers, taking into account the specifics of light industry production. Investigations of the temperature-humidity of the air state were carried out by the method of full-scale instrumental measurements of the occupational air. A feature of the research is that the measurements were carried out at a significant number of modern operating enterprises during the certification of work places with the involvement of laboratories accredited by the Russian Federation Oversight Committee for San-

itation and Epidemiology. The result of this article is a definition of jobs and areas that do not meet regulatory requirements. General recommendations are given to reduce the negative factors of the indoor air and their impact on the workers.

Keywords: indoor air, occupational air, pollution, light industry, leather industry, microclimate, field studies, instrumental measurements, sanitary norms

References

- [1] *Russia in figures. 2018. Short statistical book.* Moscow, Rosstat Publ.; 2018.
- [2] *Russia in figures. 2017. Short statistical book.* Moscow, Rosstat Publ.; 2017.
- [3] *Russia in figures. 2016. Short statistical book.* Moscow, Rosstat Publ.; 2016.
- [4] *Russia in figures. 2015. Short statistical book.* Moscow, Rosstat Publ.; 2015.
- [5] *Russian Statistics Yearbook. 2014. Statistical book.* Moscow, Rosstat Publ.; 2015.
- [6] MUK 4.3.2756-10. *Guidelines for the measurement and evaluation of the microclimate of industrial premises* (approved by Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation, 12.11.2010). Available from: <https://base.garant.ru>
- [7] SanPiN 2.2.4.548-96. *Hygienic requirements to occupational microclimate* (approved by the Russian Federation Oversight Committee for Sanitation and Epidemiology, 01.10.1996). Moscow, Information and Publishing Centre of Ministry of Health of the Russian Federation; 1997.
- [8] SanPiN 2.2.4.3359-16. *Sanitary and epidemiological requirements for physical factors in the workplace* (approved by Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation, 21.06.2016). Available from: <https://base.garant.ru>
- [9] Gutorova NV, Tikhonova NS. Simulation of the tannery microclimate. *Design and Technology*. 2018;(65):69–75.

Article history:

Received: 10.10.2019

Revised: 15.11.2019

For citation:

Gutorova NV, Tikhonova NS, Sedlyarov OI. Occupational air negative impacts on the workers at the light industry manufactures. *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*. 2019;27(3):199–208. <http://dx.doi.org/10.22363/2313-2310-2019-27-3-199-208>

Bio notes:

Natalya V. Gutorova – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Energy Resource Efficient Technologies, Industrial Ecology and Safety, Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art). ORCID iD: <http://orcid.org/0000-0002-9428-5953>, eLIBRARY SPIN-code: 2355-6267. E-mail: natofromoz@gmail.com

Nadezhda S. Tikhonova – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor, the Department of Energy Resource Efficient Technologies, Industrial Ecology and Safety, Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art). eLIBRARY SPIN-code: 5444-1136. E-mail: 1035446@mail.ru

Oleg I. Sedlyarov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Energy and Resource Efficient Technologies, Industrial Ecology and Safety, Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art). ORCID iD: <http://orcid.org/0000-0002-5347-8767>, eLIBRARY SPIN-code: 5615-8146. E-mail: 7730719@mail.ru



DOI 10.22363/2313-2310-2019-27-3-209-218
УДК 631.415(504.5)

Научная статья

Оценка экологической комфортности почв городских экосистем при воздействии на них тяжелых металлов

Н.П. Неведров

Курский государственный университет
Российская Федерация, 305000, Курск, ул. Радищева, 33

Аннотация. Оценка экологического состояния компонентов окружающей среды на территориях городов играет важную роль в достижении экологической безопасности и экологической комфортности для проживания человека, а также ведения хозяйственной деятельности. В работе представлен и апробирован комплексный индекс экологической комфортности почв, потенциально и актуально подверженных воздействию тяжелых металлов, рассчитываемый по отношению суммарного воздействия тяжелых металлов (ТМ) на почвы, растения и почвенную биоту к сумме показателей экологической устойчивости почв к данному воздействию и способности почв препятствовать загрязнению ТМ сопредельных территорий. Предложена шкала нормирования экологической комфортности почв на примере городских экосистем Курска. Отмечено, что на территории города 42,8 % почв исследуемых ключевых участков, расположенных в санитарно-защитных и рекреационных зонах, являются экологически комфортными, в то время как 57,2 % почв промышленных, селитебных и санитарно-защитных функциональных зон города находятся за пределами экологической комфортности.

Ключевые слова: экологическая комфортность, индекс экологической комфортности почв, тяжелые металлы, городские почвы, экологическая устойчивость

Введение

Городские территории представляют собой жилище для основной массы населения нашей планеты [1]. Экологическая комфортность городских территорий определяет как возможность для проживания и хозяйствования человека, так и его благополучие и здоровье. В условиях высокой техногенной нагрузки на экосистемы городов экологические функции их компонентов ограничены. Современные достижения в технологиях организации городской инфраструктуры могут позволить создавать экосистемы, устойчивые к различным уровням техногенной нагрузки. Важным моментом в такой работе является объективная оценка актуального экологического состояния компонентов экосистем и прогнозирование сценариев их динамики. Точность

© Неведров Н.П., 2019



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

подобных оценок может повысить рациональность планов строительства и организации промышленного производства в рамках городских агломераций [2].

Экологическая оценка и экологическое нормирование требуют комплексного подхода, учитывающего оценку функционального состояния всех компонентов экосистем. Базовым компонентом сухопутных экосистем являются почвы, которые регулируют глобальные процессы круговоротов и миграции веществ [3; 4].

Одним из частых видов загрязнений почв городов является загрязнение тяжелыми металлами (ТМ). Количество источников эмиссии ТМ в окружающую среду неуклонно растет, вследствие чего массы ТМ депонируются в почвах, вызывая различные изменения в их функционировании [3; 5].

На современном этапе оценка загрязненности почв ТМ основывается на сопоставлении актуального содержания ТМ в поверхностном корнеобитаемом слое почвы, как правило, в гумусово-аккумулятивном горизонте с установленными санитарно-гигиеническими нормативами ПДК и ОДК [6].

Наукой разработан и апробирован ресурсный метод оценки загрязненности почв ТМ и предложены условные нормативы запасов ТМ в метровой толще почвы. Данный метод позволяет оценить степень глубинного загрязнения и уточнить экологическую опасность для сопредельных экосистем [4; 7].

Высокая пространственная неоднородность почвенного покрова с наличием значительного количества антропогенно-преобразованных почв в условиях города требует более детального подхода, который должен основываться на отношении уровня техногенного воздействия на почвенно-растительный покров и биоту к устойчивости почв.

Цель работы состояла в разработке и апробации комплексного индекса экологической комфортности почв городских экосистем при воздействии на них и биоту тяжелых металлов.

Объекты и методы исследования

В работе была проведена апробация предложенного автором комплексного индекса оценки экологического состояния почв городских экосистем Курска, который может быть применим в оценке экологической комфортности почв. В качестве объектов исследования были выбраны четырнадцать участков, представленных генетически разнородными почвами, имеющими различный уровень антропогенной трансформации и различный уровень загрязнения тяжелыми металлами. Комплексный индекс оценки экологического состояния (экологической комфортности) был рассчитан для девяти типов антропогенно-преобразованных и фоновых почв Курска: черноземыщелоченный, темно-серая типичная почва, темно-серая глееватая почва, аллювиально-пойменная глееватая почва, дерново-подзол песчаный иллювиально-железистый, подзол песчаный иллювиально-железистый, урбанозем собственно, урбо-темно-серая типичная почва, урбосерая типичная почва.

Расчет комплексного индекса экологической комфортности (Ecological Comfort Index – ECI) почв проводился по формуле, приведенной далее, которая представляет собой отношение суммы показателей воздействия тяжелых металлов на почвенно-растительный покров и почвенную биоту к сумме

показателей экологической устойчивости почв к воздействию тяжелых металлов и способности почв препятствовать загрязнению ТМ сопредельных территорий.

$$ECI = \frac{C_{me} + Q_{me} + M_{ob} + C_{fit} + T_{mb}}{H + |\Delta pH| + ST + GB + LT},$$

где, C_{me} – превышение валового содержания тяжелого металла в гумусово-аккумулятивном горизонте над ПДК (количество раз); Q_{me} – превышение запаса тяжелого металла в метровом слое почвы над условным региональным нормативом ПДК (количество раз); M_{ob} – доля подвижных форм тяжелого металла относительно его валового содержания; C_{fit} – превышение норматива содержания тяжелого металла в фоновых видах растений (количество раз); T_{mb} – трансформация почвенной микробиоты, оцениваемая *in situ* по изменениям потоков эмиссии CO_2 и целлюлозолитической активности почв относительно фоновых аналогов с использованием мобильного высокоточного инфракрасного газоанализатора Li-820 и аппликационного метода (0 – трансформация не наблюдается, 1 – трансформация наблюдается); H – содержание гумуса в гумусово-аккумулятивном горизонте (%); $|\Delta pH|$ – контрастность кислотно-щелочного геохимического барьера в метровой толще почвы; ST (*soil texture*) – гранулометрический состав почвы (значение коэффициентов: 1 – песчаный, глинистый, 2 – супесчаный, 3 – суглинистый); GB – наличие геохимических барьеров в глубинных горизонтах почв – железисто-марганцевые конкреции, карбонатный, глеевый и др. (0 – геохимические барьеры отсутствуют, 1 – геохимические барьеры имеются); LT – положение в ландшафте (значения коэффициентов: 1 – супераквальные и трансупераквальные ландшафты с гидроморфными почвами, 2 – аккумулятивные, трансаккумулятивные и транзитные ландшафты с полугидроморфными и автоморфными почвами, 3 – элювиальные ландшафты с автоморфными почвами).

Показатели воздействия на почвы, приведенные в числителе уравнения являются общепринятыми показателями оценки воздействия тяжелых металлов на компоненты окружающей среды (почвы, растения, почвенный микробиоценоз), учитывающие превышения значений ПДК и фоновых характеристик. В знаменателе уравнения приводятся как базовые характеристики устойчивости почв и ландшафтов к воздействию ТМ с предложенными условными значениями, так и количественные характеристики внутрипочвенных геохимических барьеров.

Полученные расчетные значения комплексного индекса экологической комфортности почв предлагается нормировать согласно правовым актам, действующим на территории Российской Федерации: Федеральному закону «Об охране окружающей среды» (с изменениями на 27 декабря 2018 года); Критериям оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия (утверждено Министерством природных ресурсов Российской Федерации 30 ноября 1992 г.), а также по предлагаемым отечественными исследователями уровням природно-антропогенных экологических нарушений, применяя диапазоны, указанные в табл. 1 [8; 9].

Таблица 1

Шкала экологического нормирования и экологической комфортности почв городских экосистем

Уровень нарушения почвы	Степень комфортности почв	Значение ECI
Норма	Комфортная	< 0,5
Риск	Условно комфортная	0,5–1
Кризис	Некомфортная	1–5
Бедствие	Некомфортная	> 5

Table 1

Scale for ecological regulation and ecological comfort of urban ecosystem soils

Soil degradation rate	Soil comfort	ECI value
Normal quality standard	Comfortable	< 0,5
Ecological risk	Relatively comfortable	0,5–1
Ecological crisis	Uncomfortable	1–5
Ecological disasters	Uncomfortable	> 5

Учитывая особенность городских экосистем и высокую расчлененность структуры землепользования на относительно небольших территориях, а также практически неотъемлемый антропогенный пресс, уровни природно-антропогенных экологических нарушений почв «Норма» и «Риск» можно относить к комфортным и условно комфортным с учетом структуры землепользования и функционального зонирования городских территорий. Уровни природно-антропогенных экологических нарушений почв «Кризис» и «Бедствие» – считать некомфортными (табл. 1).

Расчет индекса экологической комфортности необходимо проводить по каждому тяжелому металлу отдельно. В случае если индекс, рассчитанный для одного или нескольких металлов, выше диапазона комфортности, то данные почвы считать условно комфортными или некомфортными (табл. 1).

Обменная кислотность почвы и содержание гумуса определялись общепринятыми методами: рН_{KCl} – ГОСТ 26483-85, гумус по Тюрину – ГОСТ 26213-91. Содержание валовых и подвижных форм свинца и кадмия выявлялось с применением атомно-адсорбционной спектрометрии. Запасы ТМ рассчитывались по методу А.В. Смагина с соавт., условный региональный норматив запасов Pb и Cd рассчитывался с учетом показателя плотности почв Курска [4; 7]. Использовались значения ПДК для свинца и кадмия в почвах (ГН 2.1.7.2041-06). Диагностику и классификацию проводили в соответствии с современными представлениями о классификации почв [10–12].

Результаты и обсуждение

В ходе исследования установлен значительный уровень пространственной неоднородности свойств почв. К примеру, содержание гумуса в гумусово-аккумулятивных горизонтах варьирует от 0,37 до 6,1 %. Внутрипрофильные изменения рН составляют от 0,2 до 2 единиц (табл. 2).

Максимум загрязнения почв валовым свинцом достигает 7,4 ПДК, валовым кадмием – 1,41 ПДК. Максимальные превышение норм содержания ТМ в растениях составляли для свинца 8 раз, для кадмия – 1,1 раза.

Таблица 2

Оценка степени экологической комфортности почв экосистем Курска по комплексному индексу экологической комфортности через отношение показателей воздействия ТМ на почвы, растительность и биоту к экологической устойчивости почв

№ п/п	Тип почвы, компонент ландшафта	Значение ЕСИ при воздействии Pb, Cd	Категория состояния, степень комфортности	Содержание гумуса, %	Контрастность кислотно-щелочного барьера, дрн	Содержание Pb в долях ПДК, почва, фоновая растительность	Содержание Cd в долях ПДК, почва, фоновая растительность	Запас ТМ в метровом слое почвы/см ² в долях условного норматива ПДК, Pb, Cd	Трансформация микробиоты (+ отмечается / – отсутствует)	Мобильность ТМ, % Pb, Cd
1	Чернозем выщелоченный среднесуглинистый миграционно-мицелярный, элювиальный	<u>0,15</u> 0,13	<u>Норма</u> К	4,9	0,2	0,41 0,9	<u>0,44</u> 0,4	<u>0,37</u> 0,63	–	<u>19,1</u> 18,9
2	Темно-серая типичная среднесуглинистая, транзитный	<u>0,22</u> 0,1	<u>Норма</u> К	4,5	1,4	<u>0,56</u> 1,12	<u>0,15</u> 0,2	<u>0,7</u> 0,43	–	<u>9,0</u> 41,0
3	Темно-серая глееватая среднесуглинистая, аккумулятивный	<u>0,22</u> 0,12	<u>Норма</u> К	4,2	0,8	<u>0,8</u> 0,74	<u>0,4</u> 0,2	<u>0,8</u> 0,43	–	<u>11,2</u> 32,5
4	Аллювиально-пойменная глееватая среднесуглинистая, супераккумулятивный (район ТЭЦ-1)	<u>0,74</u> 0,61	<u>Риск</u> УК	2	0,5	<u>1,02</u> 1,94	<u>0,75</u> 1,1	<u>0,8</u> 1,0	+	<u>7,0</u> 12,1
5	Аллювиально-пойменная глееватая среднесуглинистая, супераккумулятивный (пляж «Здоровье»)	<u>0,30</u> 0,18	<u>Норма</u> К	6,1	0,5	<u>1,06</u> 1,5	<u>0,4</u> 0,9	<u>0,85</u> 0,41	–	<u>17,0</u> 41,4
6	Дерново-подзол песчаный иллювиально-железистый, транзитный (парк «Моква»)	<u>0,32</u> 0,18	<u>Норма</u> К	1,9	0,8	<u>0,29</u> 1,38	<u>0,25</u> 0,2	<u>0,21</u> 0,23	–	<u>29,3</u> 58,1
7	Дерново-подзол песчаный иллювиально-железистый, транзитный (Горелый лес)	<u>0,27</u> 0,29	<u>Норма</u> К	1,2	0,6	<u>0,2</u> 0,56	<u>0,12</u> 0,3	<u>0,16</u> 0,21	–	<u>41,0</u> 79,0
8	Подзол песчаный иллювиально-железистый, элювиальный	<u>1,11</u> 0,26	<u>Кризис</u> НК	0,37	0,5	<u>0,15</u> 4,62	<u>0,34</u> 0,3	<u>0,07</u> 0,21	–	<u>52,3</u> 43,1
9	Подзол песчаный иллювиально-железистый, трансэлювиальный	<u>1,51</u> 0,38	<u>Кризис</u> НК	1,7	0,6	<u>4,27</u> 5	<u>1,26</u> 1,0	<u>0,54</u> 0,23	+	<u>31,0</u> 32,2
10	Урбанозем собственно среднесуглинистый, элювиальный	<u>1,30</u> 0,36	<u>Кризис</u> НК	5,9	0,7	<u>3,9</u> 7,6	<u>1,39</u> 1,1	<u>3,75</u> 0,87	+	<u>18,0</u> 26,1
11	Урбанозем собственно среднесуглинистый, транзитный	<u>2,45</u> 3,56	<u>Кризис</u> НК	2,6	0,6	<u>7,4</u> 8,0	<u>1,41</u> 1,1	<u>5,9</u> 29,0	+	<u>33,5</u> 32,8
12	Урбосерая типичная среднесуглинистая, элювиальный	<u>0,7</u> 0,24	<u>Риск</u> УК	2,9	0,3	<u>1,23</u> 2,7	<u>0,3</u> 0,1	<u>1,07</u> 0,53	+	<u>44,0</u> 30,2
13	Урбосерая типичная среднесуглинистая, транзитный	<u>0,68</u> 0,24	<u>Риск</u> УК	2,2	2,0	<u>0,87</u> 2,7	<u>0,29</u> 0,1	<u>0,9</u> 0,33	+	<u>18,3</u> 27,0
14	Урбо-темно-серая типичная среднесуглинистая, элювиальный	<u>0,51</u> 0,29	<u>Риск</u> УК	2	0,9	<u>1,02</u> 1,1	<u>0,27</u> 0,2	<u>1,35</u> 0,5	+	<u>14,2</u> 63,0

Примечание: К – комфортная; УК – условно комфортная; НК – некомфортная.

Table 2

Assessment of the degree of ecological comfort of the soils of the ecosystems of Kursk by the integrated index of ecological comfort based on the ratio of the impact of HM on soils, vegetation and biota to the ecological sustainability of soils

No	Type of soil, landscape component	ECl value when exposed, Pb, Cd	Status Category, Degree of comfort	Humus content, %	Acid-base barrier contrast, ΔpH	Pb concentration in shares of MPC, Soil, background vegetation	Cd concentration in shares of MPC, Soil, background vegetation	HM stock in meter soil layer in fractions of the standard MPC, Pb, Cd	Microbiota transformation (+ is marked / – is absent)	HM Mobility, % Pb, Cd
1	Chernozem leached middle loamy, eluvial landscape	<u>0.15</u> 0,13	<u>Standard</u> C	4,9	0,2	<u>0.41</u> 0,9	<u>0.44</u> 0,4	<u>0.37</u> 0,63	–	<u>19.1</u> 18,9
2	Dark gray typical middle loamy soil, transite landscape	<u>0.22</u> 0,1	<u>Standard</u> C	4,5	1,4	<u>0.56</u> 1,12	<u>0.15</u> 0,2	<u>0.7</u> 0,43	–	<u>9.0</u> 41,0
3	Dark gray gley middle loamy soil, accumulative landscape	<u>0.22</u> 0,12	<u>Standard</u> C	4,2	0,8	<u>0.8</u> 0,74	<u>0.4</u> 0,2	<u>0.8</u> 0,43	–	<u>11.2</u> 32,5
4	Alluvials meadow gley c middle loamy soil, supraqual landscape (District Thermal Power Station – 1)	<u>0.74</u> 0,61	<u>Risk</u> RC	2	0,5	<u>1.02</u> 1,94	<u>0.75</u> 1,1	<u>0.8</u> 1,0	+	<u>7.0</u> 12,1
5	Alluvials meadow gley c middle loamy soil, supraqual landscape (beach “Zdorov’e”)	<u>0.30</u> 0,18	<u>Standard</u> C	6,1	0,5	<u>1.06</u> 1,5	<u>0.4</u> 0,9	<u>0.85</u> 0,41	–	<u>17.0</u> 41,4
6	Sandy sod-podzol illuvial-ferruginous, transite landscape (forest-park “Mokva”)	<u>0.32</u> 0,18	<u>Standard</u> C	1,9	0,8	<u>0.29</u> 1,38	<u>0.25</u> 0,2	<u>0.21</u> 0,23	–	<u>29.3</u> 58,1
7	Sandy sod-podzol illuvial-ferruginous, transite landscape (Gorelii forest)	<u>0.27</u> 0,29	<u>Standard</u> C	1,2	0,6	<u>0.2</u> 0,56	<u>0.12</u> 0,3	<u>0.16</u> 0,21	–	<u>41.0</u> 79,0
8	Sandy podzol illuvial-ferruginous, transite landscape, eluvial landscape	<u>1.11</u> 0,26	<u>Crisis</u> UC	0,37	0,5	<u>0.15</u> 4,62	<u>0.34</u> 0,3	<u>0.07</u> 0,21	–	<u>52.3</u> 43,1
9	Sandy podzol illuvial-ferruginous, downslope landscape	<u>1.51</u> 0,38	<u>Crisis</u> UC	1,7	0,6	<u>4.27</u> 5	<u>1.26</u> 1,0	<u>0.54</u> 0,23	+	<u>31.0</u> 32,2
10	Urbanosem actually middle loamy, eluvial landscape	<u>1.30</u> 0,36	<u>Crisis</u> UC	5,9	0,7	<u>3.9</u> 7,6	<u>1.39</u> 1,1	<u>3.75</u> 0,87	+	<u>18.0</u> 26,1
11	Urbanosem actually middle loamy, transite landscape	<u>2.45</u> 3,56	<u>Crisis</u> UC	2,6	0,6	<u>7.4</u> 8,0	<u>1.41</u> 1,1	<u>5.9</u> 29,0	+	<u>33.5</u> 32,8
12	Urban gray typical middle loamy soils, eluvial landscape	<u>0.7</u> 0,24	<u>Risk</u> RC	2,9	0,3	<u>1.23</u> 2,7	<u>0.3</u> 0,1	<u>1.07</u> 0,53	+	<u>44.0</u> 30,2
13	Urban gray typical middle loamy soils, transite landscape	<u>0.68</u> 0,24	<u>Risk</u> RC	2,2	2,0	<u>0.87</u> 2,7	<u>0.29</u> 0,1	<u>0.9</u> 0,33	+	<u>18.3</u> 27,0
14	Urban dark gray typical middle loamy soils, eluvial landscape	<u>0.51</u> 0,29	<u>Risk</u> RC	2	0,9	<u>1.02</u> 1,1	<u>0.27</u> 0,2	<u>1.35</u> 0,5	+	<u>14.2</u> 63,0

Note: C – comfortable; RC – relatively comfortable; UC – uncomfortable.

В ходе исследования установлен высокий размах варьирования доли мобильных форм свинца (7–52,3 %) и кадмия (12,1–79,0 %) относительно ва-

лового содержания данных ТМ в почвах Курска, что связано с генезисом изучаемых почв и пространственной неоднородностью их базовых свойств, а также уровнем техногенного воздействия. Отметим, что наибольшая мобильность ТМ зафиксирована в загрязненных урбаноэмах и урбопочвах, почвах с легким гранулометрическим составом и крайне низким содержанием органического вещества.

Проведенная апробация комплексного индекса экологической комфортности почв Курска в условиях воздействия на экосистемы свинца и кадмия показала следующие результаты (табл. 2).

Экологически комфортными можно считать 42,8 % почв изучаемых ключевых участков Курска ($0,1 < ECI < 0,32$). К условно комфортным относятся 28,6 % почв ключевых участков ($0,51 < ECI < 0,74$). Некомфортная экологическая обстановка зафиксирована на 28,6 % ключевых участках ($1,11 < ECI < 3,56$).

Отметим, что техногенно-преобразованные урбопочвы не относятся к экологически комфортным и условно комфортным ввиду мощного техногенного пресса. Экологически некомфортными также являлись почвы, испытывающие менее значительную антропогенную нагрузку, но обладающие низкой экологической устойчивостью (подзолы песчаные иллювиально-железистые).

ЕСИ почв 4 и 11 участков находился выше диапазона экологической комфортности ($ECI > 0,5$) одновременно по двум исследуемым тяжелым металлам (Pb и Cd), что обусловлено расположением в районе с наиболее мощным воздействием на окружающую среду и значительным сосредоточением источников эмиссии ТМ в окружающую среду.

Экологически комфортными являлись фоновые почвы без значимого антропогенного преобразования, как правило, принадлежащие санитарно-защитным и рекреационным функциональным зонам (участки 2, 3, 5–7).

Заключение

Оценка экологической комфортности почв, подверженных воздействию ТМ, требует детального подхода и должна основываться на отношении суммы показателей воздействия тяжелых металлов на почвенно-растительный покров и почвенную биоту к сумме показателей экологической устойчивости почв к воздействию ТМ и способности почв препятствовать загрязнению ТМ сопредельных территорий. Проведенная апробация комплексного индекса экологической комфортности почв ключевых экосистем Курска показала, что экологически комфортными являются 42,8 % почв рекреационных и санитарно-защитных функциональных зон, 28,6 % почв селитебных зон можно назвать условно комфортными, 28,6 % почв промышленных, селитебных и санитарно-защитных зон признаны экологически некомфортными.

Благодарности. Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук МК-4086.2018.5.

Список литературы

- [1] *Овчинникова Н.Г., Медведков Д.А.* Проблемы перенаселения урбанизированных зон в системе расселения и их влияние на рациональное использование территорий // *Экономика и экология территориальных образований*. 2018. Т. 2. № 3. С. 112–121.
- [2] *Кочуров Б.И.* Экодиагностика и сбалансированное развитие. М. – Смоленск: Маджента, 2003. 384 с.
- [3] *Герасимова М.И., Строганова М.Н., Можарова Н.В., Прокофьева Т.В.* Антропогенные почвы: генезис, география, рекультивация: учебное пособие. Смоленск: Ойкумена, 2003. 268 с.
- [4] *Смагин А.В., Шоба С.А., Макаров О.А.* Экологическая оценка почвенных ресурсов и технологии их воспроизводства (на примере г. Москвы). М.: Изд-во Московского ун-та, 2008. 360 с.
- [5] *Nevedrov N.P., Protsenko E.P., Glebova I.V.* The Relationship between Bulk and Mobile Forms of Heavy Metals in Soils of Kursk // *Eurasian Soil Science*. 2018. Vol. 51. No. 1. Pp. 112–119.
- [6] *Водяницкий Ю.Н.* Нормативы содержания тяжелых металлов и металлоидов в почвах // *Почвоведение*. 2012. № 3. С. 368–375.
- [7] *Корчагина К.В., Смагин А.В., Решетина Т.В.* Новый метод оценки степени загрязнения почв цинком и свинцом с учетом изменений их концентраций и плотности сложения по профилю почв // *Вестник ОГУ*. 2013. № 10 (159). С. 264–267.
- [8] *Каспрова Ю.А.* Экологически неблагоприятные территории: в поисках оптимальной классификации // *Труды Института государства и права Российской академии наук*. 2013. № 5. С. 107–117.
- [9] *Касьяненко А.А.* Современные методы оценки рисков в экологии. М.: Изд-во РУДН, 2008. 271 с.
- [10] *Прокофьева Т.В., Мартыненко И.А., Иванников Ф.А.* Систематика почв и почвообразующих пород Москвы и возможность их включения в общую классификацию // *Почвоведение*. 2011. № 5. С. 611–623.
- [11] *Rossiter D.G.* Classification of urban and industrial soils in the world reference base for soil resources // *J. Soils Sediments*. 2007. Vol. 7. Pp. 96–100.
- [12] *Шишов Л.Л., Тонконогов В.Д., Лебедева И.И., Герасимова М.И.* Классификация и диагностика почв России. М.: Ойкумена, 2004. 342 с.

История статьи:

Дата поступления в редакцию: 26.08.2019

Дата принятия к печати: 10.10.2019

Для цитирования:

Неведров Н.П. Оценка экологической комфортности почв городских экосистем при воздействии на них тяжелых металлов // *Вестник Российского университета дружбы народов*. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2019. Т. 27. № 3. С. 209–218. <http://dx.doi.org/10.22363/2313-2310-2019-27-3-209-218>

Сведения об авторе:

Неведров Николай Петрович – кандидат биологических наук, младший научный сотрудник НИЛ экомониторинга, Курский государственный университет. ORCID iD: <http://orcid.org/0000-0003-1121-0671>, eLIBRARY SPIN-код: 7416-6152. E-mail: 9202635354@mail.ru

Assessment of ecological comfort of soils of urban ecosystems under the influence of heavy metals on them

Nikolay P. Nevedrov

Kursk State University
33 Radishcheva St., Kursk, 305000, Russian Federation

Abstract. Assessment of the ecological state of environmental components in urban areas plays an important role in achieving environmental safety and environmental comfort for human habitation and economic activities. A comprehensive index of ecological comfort of soils polluted by heavy metals is presented and tested. The index is calculated by the ratio of the total impact of heavy metals (HM) on soils, plants, and soil biota to the sum of indicators of environmental sustainability of soils to this effect and the ability of soils to prevent HM pollution in nearby territories. The scale for ecological regulation and ecological comfort of urban ecosystem soils is proposed. It was noted that 42.8% of the soils of the studied key sites located in the sanitary-protective and recreational zones are environmentally comfortable, while 57.2% of the soils of the industrial, residential and sanitary-protective functional zones of the city are not considered to be ecologically comfortable.

Keywords: ecological comfort, soil ecological comfort index, heavy metals, urban soils, ecological sustainability

Acknowledgments. This work was supported by the Grant of the President of the Russian Federation for state support of young Russian scientists – Candidates of Sciences MK-4086.2018.5.

References

- [1] Ovchinnikova NG, Medvedkov DA. Problems of overpopulation of urbanized zones in the settlement system and their impact on the rational use of territories. *Jekonomika i jekologija territorial'nyh obrazovanij*. 2018;3(2):112–121.
- [2] Kochurov BI. Ecodiagnostics and balanced development. Moscow, Smolensk, Magenta Publ.; 2003.
- [3] Gerasimova MI, Stroganova MN, Mozharova NV, Prokofeva TV. *Anthropogenous soils: genesis, geography, recultivation*. Smolensk, Ojkumena Publ.; 2003.
- [4] Smagin AV, Shoba SA, Makarov OA. *Ecological assessment of soil resources and technology of their reproduction (on the example of Moscow)*. Moscow, Lomonosov Moscow State University Publ.; 2008.
- [5] Nevedrov NP, Protsenko EP, Glebova IV. The Relationship between Bulk and Mobile Forms of Heavy Metals in Soils of Kursk. *Eurasian Soil Science*. 2018;1(51):112–119.
- [6] Vodyanickij YuN. Standards for the contents of heavy metals and metalloids in soils. *Pochvovedenie*. 2012;3:368–375
- [7] Korchagina KV, Smagin AV, Reshetina TV. New method of assessment of extent of pollution of soils zinc and lead taking into account changes of their concentration and density of addition on a profile of soils. *Vestnik OGU*. 2013;10(159):264–267.
- [8] Kasprova JuA. Ecologically disadvantaged territories: in search of an optimal classification. *Trudy Instituta gosudarstva i prava Rossijskoj akademii nauk*. 2013;5:107–117.

- [9] Kasjanenko AA. *Modern methods of risk assessment in ecology*. Moscow, RUDN University Publ.; 2008.
- [10] Prokofeva TV, Martynenko IA, Ivannikov FA. Classification of Moscow soils and parent materials and its possible inclusion in the classification system of Russian soils. *Pochvovedenie*. 2011;5:611–623.
- [11] Rossiter DG. Classification of urban and industrial soils in the world reference base for soil resources. *J. Soils Sediments*. 2007;7:96–100.
- [12] Shishov LL, Tonkonogov VD, Lebedeva II, Gerasimova MI. *Soil classification and diagnostics in Russia*. Moscow, Ojkumena Publ.; 2004.

Article history:

Received: 26.08.2019

Revised: 10.10.2019

For citation:

Nevedrov NP. Assessment of ecological comfort of soils of urban ecosystems under the influence of heavy metals on them. *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*. 2019;27(3):209–218. <http://dx.doi.org/10.22363/2313-2310-2019-27-3-209-218>

Bio note:

Nikolay P. Nevedrov – Candidate of Biology Sciences, Research Scientist of Scientifically Research Laboratory of Environmental Monitoring, Kursk State University. ORCID iD: <http://orcid.org/0000-0003-1121-0671>, eLIBRARY SPIN-code: 7416-6152. E-mail: 9202635354@mail.ru

DOI 10.22363/2313-2310-2019-27-3-219-230
УДК 502.35

Научная статья

Оценка рисков возникновения и последствий разливов нефти в районе Чебоксарского речного порта

А.Е. Пластинин¹, О.Л. Домнина¹, В.Н. Захаров¹, А.М. Сафаров²

¹Волжский государственный университет водного транспорта
Российская Федерация, 603951, Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

²Уфимский государственный нефтяной технический университет
Российская Федерация, 450062, Уфа, ул. Космонавтов, 1

Аннотация. В связи со значительным количеством инцидентов разливов нефти для разработки планов по их предупреждению и ликвидации последствий важную роль играет прогнозирование разливов. В данной статье авторами предлагается анализ риска загрязнения нефтью с судов в районе Чебоксарского речного порта, выполненный через определение частоты возникновения разливов нефти в районе указанного порта, оценку последствий (убытков) и обобщение полученных оценок. При этом с помощью математического моделирования разливов нефти в районе Чебоксарского речного порта были разработаны регрессионные модели оценки ущербобразующих факторов и рассчитан размер вреда компонентам природной среды (воде, почве, воздуху). Результаты выполненных исследований могут быть использованы при разработке мероприятий по предотвращению или снижению неблагоприятных последствий от чрезвычайных ситуаций с учетом природно-климатических условий.

Ключевые слова: оценка риска, разлив нефти, расчет ущерба, транспортные происшествия, вред объекту окружающей среды

Введение

По данным Росстата, объем добычи нефти в нашей стране продолжает расти [1]. В связи с этим могут происходить разливы нефти и нефтепродуктов. Для России это является достаточно серьезной экологической проблемой. Так, министр природных ресурсов и экологии Российской Федерации С.Е. Донской отметил, что число аварий на объектах нефтедобычи и транспортировки нефти ежегодно достигает порядка 25 тыс. инцидентов, в результате чего около 1,5 млн т нефти поступает в окружающую среду [2]. При этом, по данным нефтяных компаний, в 2018 г. произошло только 8126 разливов [3]. Такое расхождение данных говорит о том, что значительное количество разливов может скрываться. Основное количество разливов происходит в результате коррозии магистральных трубопроводов и аварий нефтеналивного флота. Причем невозможно точно указать время и место этих разливов. Часть

© Пластинин А.Е., Домнина О.Л., Захаров В.Н., Сафаров А.М., 2019



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

из них приходится на судоходные водные объекты, по дну которых проложены трубопроводы и возможно одновременное истечение нефти из подводного перехода магистрального нефтепровода и грузового отсека танкера.

Для разработки планов по предупреждению разливов и ликвидации их последствий важную роль играет прогнозирование разливов: идентификация мест возможного скопления нефти, вероятные маршруты ее перемещения, а также воздействие нефтяных пятен на различные компоненты природной среды (почву, атмосферный воздух, поверхностные водные объекты), на население через колодцы с питьевой водой, сельскохозяйственные угодья и др.

Целью данного исследования является оценка риска возникновения и последствий разливов нефти в районе Чебоксарского речного порта. В статье предлагается анализ риска загрязнения нефтью с судов. Достижение этой цели возможно через определение частоты возникновения разливов нефти в районе указанного порта, оценку последствий (убытков) и обобщение полученных оценок.

Материалы и методы

В качестве исходных аналитических материалов для оценки рисков возникновения разливов нефти в районе Чебоксарского речного порта применялись статистические данные по транспортным происшествиям за период с 1980 г. по настоящее время, предоставленные Ространснадзором Российской Федерации.

Для оценки риска последствий использовалась информационная система моделирования и анализа аварий, связанных с загрязнением окружающей среды, PISCESII.

Оценка рисков выполнялась в соответствии с руководством по безопасности «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах» (утв. приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 11 апреля 2016 года № 144) [4].

Для оценки риска последствий разливов нефти необходимо не только определение частоты возникновения чрезвычайных ситуаций, но и размеров вреда. При этом размер вреда при разливах нефти должен учитывать ущерб, нанесенный водным объектам [5], береговой черте [6; 10]; атмосферному воздуху [7; 11; 12].

Результаты и обсуждение

1. Анализ исходной информации

Для определения частоты аварийных событий используется статистическая информация по разливам нефти (даты и километры разливов, виды разливов и их причины, судно – источник разлива) за период с 1980 г. по настоящее время. На рис. 1–3 представлены структуры распределения транспортных происшествий (ТП) за указанный период в зависимости от вида флота, вида происшествий, их причин.

Из рис. 1 можно сделать вывод, что чаще всего в транспортных происшествиях участвовали грузовые сухогрузные (48 %) и буксирные (19 %) судна. Среди видов аварий (рис. 2) большее распространение получили свя-

занные с ударом и посадкой судов на мель (по 24 % каждый). Основной причиной транспортных происшествий в районе Чебоксарского речного порта (рис. 3) было нарушение устава службы экипажем.

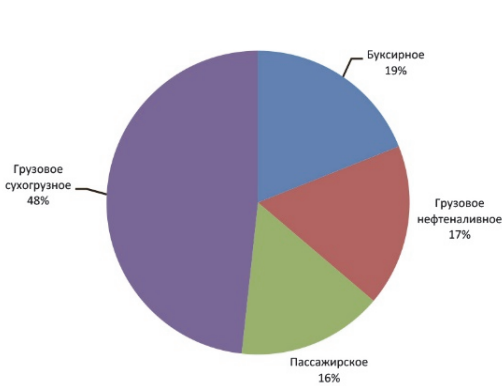


Рис. 1. Структура транспортных происшествий в районе Чебоксарского порта по видам флота

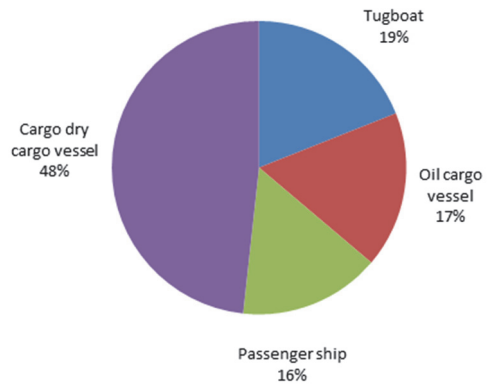


Figure 1. The structure of transport accidents in the area of the Cheboksary port by type of fleet

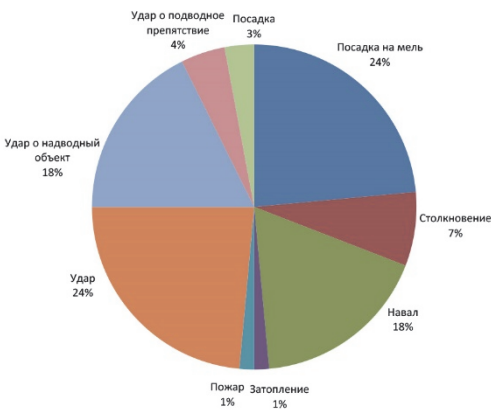


Рис. 2. Структура транспортных происшествий в районе Чебоксарского порта по их виду

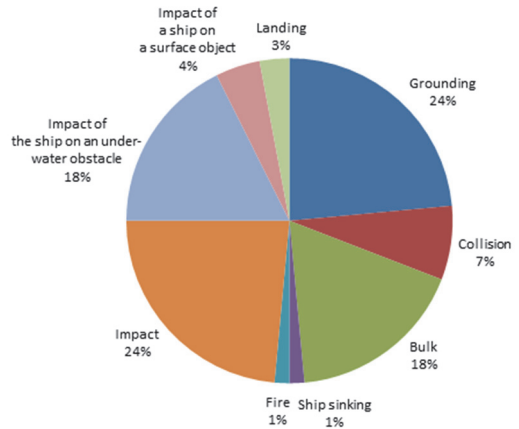


Figure 2. The structure of transport accidents in the area of the Cheboksary port by type

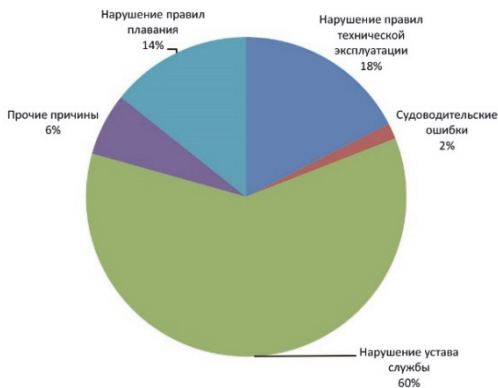


Рис. 3. Структура транспортных происшествий в районе Чебоксарского речного порта по причинам аварий

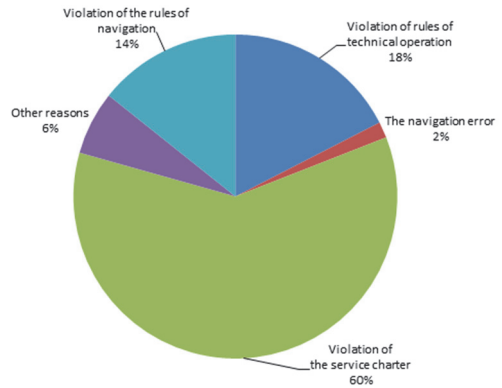


Figure 3. The structure of transport accidents in the region of the Cheboksary river port due to accident causes

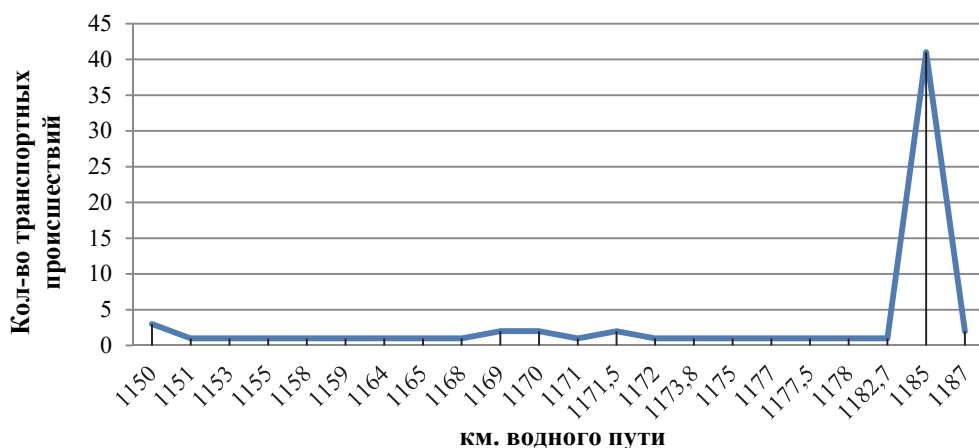


Рис. 4. Зависимость количества ТП от участка водного пути в районе Чебоксарского речного порта

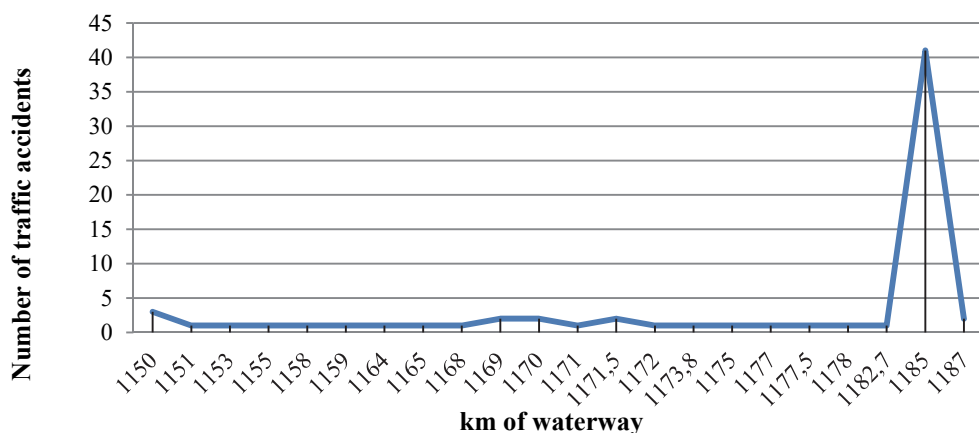


Figure 4. Dependence of the number of traffic accidents on the waterway section in the region of the Cheboksary river port

Как видно из зависимости количества транспортных происшествий от участка водного пути в районе Чебоксарского речного порта (рис. 4), наибольшее количество аварий происходит на 1185 км.

2. Оценка рисков возникновения разливов нефти в районе Чебоксарского речного порта

Определение риска возникновения разливов нефти в районе Чебоксарского речного порта выполним, используя показатель частоты возникновения транспортных происшествий [8; 9]. Результаты расчета за период с 1980 по 2018 г. сведены в табл. 1.

Как видно из табл. 1, наибольшая вероятность транспортных происшествий характерна для грузовых сухогрузных судов. Среди видов аварий лидирующие позиции занимают связанные с ударом и посадкой судов на мель.

Риск возникновения разливов нефти в районе Чебоксарского речного порта принимается равным частоте транспортных происшествий, связанных с затоплением судов $0,0268 \text{ год}^{-1}$, поскольку указанные техногенные события всегда сопровождаются разливом нефти.

Таблица 1

Частота возникновения ТП в районе Чебоксарского речного порта

	Итого	На акватории порта (кроме 1185 км)	На шлюзе (1185 км)
<i>Общая, год⁻¹</i>	1,94	0,93	1,2
<i>Вид флота, год⁻¹</i>			
Буксирное	0,31	0,21	0,18
Грузовое нефтеналивное	0,29	0,07	0,26
Пассажирское	0,26	0,17	0,12
Грузовое сухогрузное	0,8	0,48	0,65
<i>Вид аварии, год⁻¹</i>			
Посадка на мель	0,46	0,45	0,09
Столкновение	0,14	0,10	0,06
Навал	0,34	0,17	0,21
Затопление	0,0268	0,0268	–
Пожар	0,03	–	0,03
Удар	0,46	0,10	0,38
Удар о подводное препятствие	0,34	0,07	0,06
Удар о надводный объект	0,09	–	0,09
Посадка	0,06	0,45	0,06

Table 1

The frequency of traffic accidents in the region of the Cheboksary river port

	Total	On the water area of the port (except 1185 km)	At the gateway (1185 km)
<i>Total, year⁻¹</i>	1,94	0,93	1,2
<i>Type of fleet, year⁻¹</i>			
Tugboat	0,31	0,21	0,18
Oil cargo vessel	0,29	0,07	0,26
Passenger ship	0,26	0,17	0,12
Cargo dry cargo vessel	0,8	0,48	0,65
<i>Type of accident, year⁻¹</i>			
Grounding	0,46	0,45	0,09
Collision	0,14	0,10	0,06
Bulk	0,34	0,17	0,21
Ship sinking	0,0268	0,0268	–
Fire	0,03	–	0,03
Impact of the ship	0,46	0,10	0,38
Impact of the ship on an underwater obstacle	0,34	0,07	0,06
Impact of a ship on a surface object	0,09	–	0,09
Landing	0,06	0,45	0,06

**3. Моделирование разливов нефти
в районе Чебоксарского речного порта**

С целью математического моделирования разливов нефти в районе Чебоксарского речного порта на р. Волга использовалась компьютерная программа «Система моделирования и анализа аварий, связанных с загрязнением окружающей среды PISCESII» [13].

С ее помощью были смоделированы шестнадцать сценариев разливов нефти в зависимости от различных направлений ветра на участке 1185 км.

В качестве примера приведем сценарии разливов нефти для восточного (скорость течения 0,05 м/с, ветер восточный (90) – 5 м/с, рис. 5) и южного направлений ветра (скорость течения 0,05 м/с, ветер южный (180) – 5 м/с, рис. 6).



Рис. 5. Карта чрезвычайной ситуации на четыре часа с момента разлива нефти при восточном (90) направлении ветра [Figure 5. Map of the emergency for four hours from the moment of oil spill in the east (90) direction of the wind]



Рис. 6. Карта чрезвычайной ситуации на четыре часа с момента разлива нефти при южном (180) направлении ветра [Figure 6. Map of the emergency for four hours from the moment of oil spill in the south (180) direction of the wind]

На основании смоделированных сценариев построены регрессионные модели для оценки ущербобразующих факторов в зависимости от направления ветра и времени с момента разлива нефти.

Размер вреда водным объектам, выполненный в соответствии с методикой [5], составит

$$V = 1,25 * 1,41 * 1,878 * 1,1 * 312 = 1135,983 \text{ млн руб.}$$



Рис. 7. Зависимость количества испарившейся нефти от направления ветра

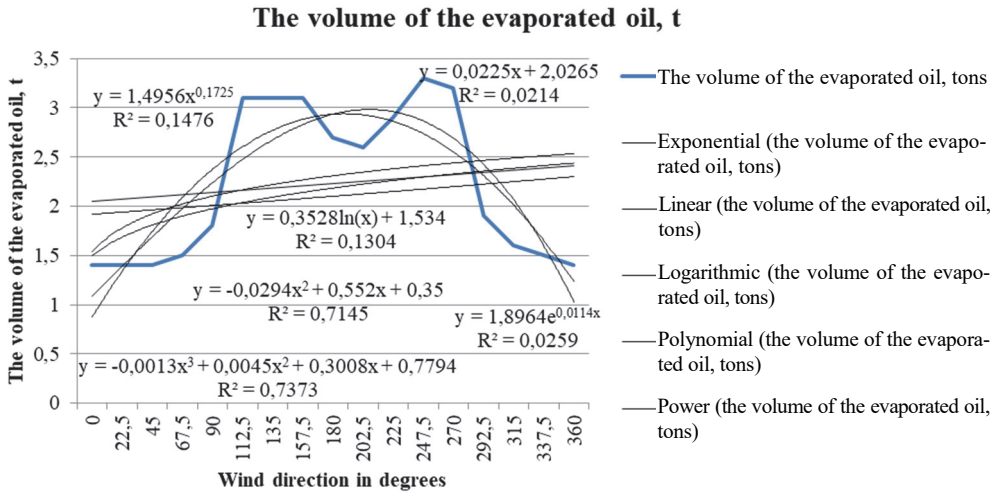


Figure 7. Dependence of the amount of evaporated oil on the wind direction

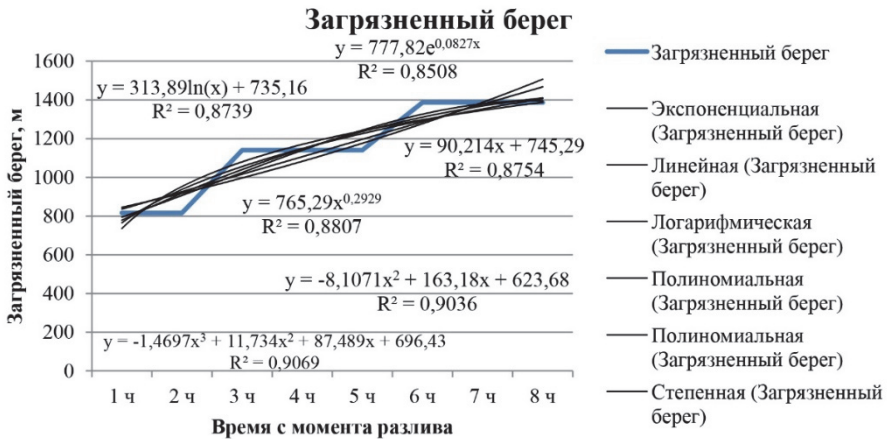


Рис. 8. Зависимость между длиной загрязненного берега и временем с момента разлива при северо-восточном направлении ветра (45°)

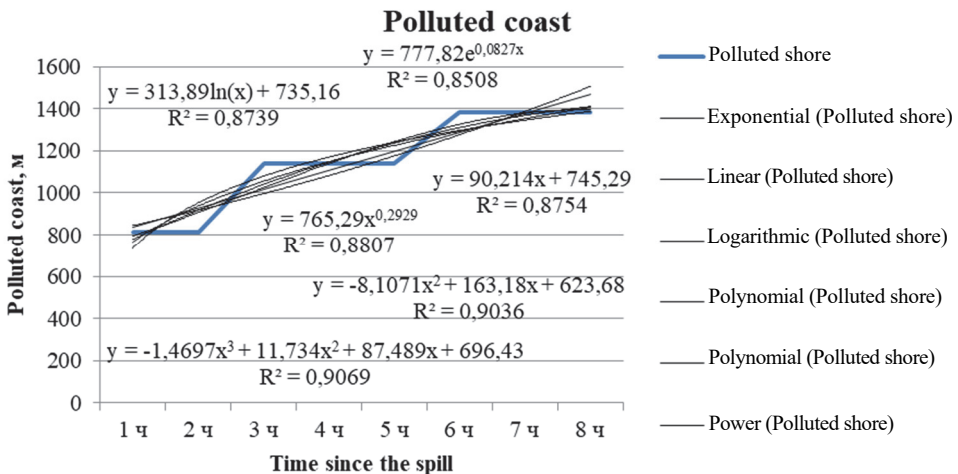


Figure 8. The relationship between the length of the polluted shore and the time since the spill in the north-east direction of the wind (45°)

4. Результаты расчета размера вреда при разливах нефти в районе Чебоксарского речного порта

Таблица 2

Результаты расчета размеров вреда в районе Чебоксарского речного порта, млн руб.

№ сценария	Направление ветра в градусах	Размер вреда береговой черте, млн руб.	Оценка ущерба от загрязнения атмосферы, млн руб.	Суммарный размер вреда (водным объектам, береговой черте и от загрязнения атмосферы), млн руб.	Ожидаемый ущерб с учетом возможной частоты происшествий, млн руб./год
1	0	11,68	0,11	1147,773	30,760
2	22,5	8,19	0,11	1144,283	30,667
3	45	5,39	0,11	1141,483	30,592
4	67,5	7,24	0,11	1143,333	30,641
5	90	7,88	0,14	1144,003	30,659
6	112,5	0	0,24	1136,223	30,451
7	135	0	0,24	1136,223	30,451
8	157,5	0	0,24	1136,223	30,451
9	180	4,96	0,21	1141,153	30,583
10	202,5	5,25	0,20	1141,433	30,590
11	225	5,51	0,22	1141,713	30,598
12	247,5	0	0,25	1136,233	30,451
13	270	0	0,24	1136,223	30,451
14	292,5	20,16	0,14	1156,283	30,988
15	315	20,16	0,12	1156,263	30,988
16	337,5	16,01	0,11	1152,103	30,876

Table 2

The results of the calculation of the amount of harm in the region of the Cheboksary river port, million rubles

No. of scenario	Wind direction in degrees	Amount of damage to the coastline, million rubles	Assessment of damage from atmospheric pollution, million rubles	The total amount of damage (to water bodies, coastlines, and air pollution), million rubles	Expected damage, taking into account the possible frequency of accidents, million rubles/year
1	0	11,68	0,11	1147,773	30,760
2	22,5	8,19	0,11	1144,283	30,667
3	45	5,39	0,11	1141,483	30,592
4	67,5	7,24	0,11	1143,333	30,641
5	90	7,88	0,14	1144,003	30,659
6	112,5	0	0,24	1136,223	30,451
7	135	0	0,24	1136,223	30,451
8	157,5	0	0,24	1136,223	30,451
9	180	4,96	0,21	1141,153	30,583
10	202,5	5,25	0,20	1141,433	30,590
11	225	5,51	0,22	1141,713	30,598
12	247,5	0	0,25	1136,233	30,451
13	270	0	0,24	1136,223	30,451
14	292,5	20,16	0,14	1156,283	30,988
15	315	20,16	0,12	1156,263	30,988
16	337,5	16,01	0,11	1152,103	30,876

Результаты расчета размера вреда береговой черте и атмосфере от разлива нефти при различных направлениях ветра (по 16 сценариям), выполненные в соответствии с методическими руководствами [4; 6; 7; 10–12], сведены в табл. 2.

Заключение

В ходе выполненного исследования в районе Чебоксарского речного порта было выявлено следующее.

В транспортных происшествиях чаще всего участвовали грузовые сухогрузные судна. Наибольшее распространение получили аварии, связанные с ударом и посадкой судов на мель. Чаще всего транспортные происшествия происходили в результате нарушения устава службы экипажем. Наибольшее количество происшествий наблюдались в районе шлюза (1185 км).

Частота возникновения транспортных происшествий за анализируемый период составляет в среднем 1 раз в полгода. Аварии, связанные с грузовыми сухогрузными судами, возникают 1 раз в 1,25 года, а посадки на мель происходят 1 раз в 2,2 года.

С помощью математического моделирования разливов нефти в районе Чебоксарского речного порта, состоящего из шестнадцати сценариев, были разработаны регрессионные модели оценки ущербобразующих факторов.

Вычислен размер вреда компонентам природной среды (воде, почве, воздуху) при разливах нефти в районе Чебоксарского речного порта. Он составил $Y = 1135,983$ млн руб. для водных объектов, $U_{загр}(cp) = 7,03$ млн руб. для береговой черты, $U_A(cp) = 0,17$ млн руб. для атмосферного воздуха, а средняя выборочная размера вреда – $Y = 1143,18$ млн руб.

Результаты выполненных в данной работе исследований могут быть использованы при определении границ зон чрезвычайных ситуаций; для выявления и моделирования последствий наиболее опасных чрезвычайных ситуаций и их социально-экономических последствий (например, для прилегающей территории или населения); разработки мероприятий предотвращения или снижения неблагоприятных последствий от чрезвычайных ситуаций с учетом природно-климатических условий (например, паспортов безопасности опасных промышленных объектов или паспортов безопасности территорий субъектов Российской Федерации) [14].

Список литературы

- [1] *МакАртур Д.* Добыча нефти в России – история, статистика по годам, регионам, компаниям. URL: <https://prognostica.info/news/show/36> (дата обращения: 21.11.2019).
- [2] Информационное сообщение Минприроды России от 22 июля 2015 года. URL: <https://www.mnr.gov.ru/news/detail.php?ID=141640> (дата обращения: 20.02.2018).
- [3] *Кошовская В.* Как решить проблему разливов нефти в России? URL: <https://greenpeace.ru/expert-opinions/2019/04/19/kak-reshit-problemu-razlivov-nefti-v-rossii/> (дата обращения: 21.11.2019).
- [4] Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах (утв. Приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 11 апреля 2016 года № 144). URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200133801> (дата обращения: 21.11.2019).
- [5] Методика исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства (утв. Приказом МПР РФ от 13 апреля 2009 г. № 87). URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=88198> (дата обращения: 21.11.2019).
- [6] Методика определения предотвращенного экологического ущерба (утверждена председателем Государственного комитета Российской Федерации по охране ок-

- ружающей среды В.И. Даниловым-Данильяном 30 ноября 1999 г.). URL: http://snipov.net/c_4654_snip_99702.html (дата обращения: 21.11.2019).
- [7] Методика исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды (утв. Приказом МПР РФ от 8 июля 2010 года № 238). URL: <http://docs.cntd.ru/document/902227668> (дата обращения: 21.11.2019).
- [8] *Нуртазин А.Р.* Оценка риска возникновения аварий (разливов нефтепродуктов) // Образование и наука в современных условиях. 2016. № 1 (6). С. 334–337.
- [9] *Домнина О.Л., Захаров В.Н., Отделкин Н.С., Пластинин А.Е.* Оценка экологического риска транспортных происшествий на водных объектах // Морские интеллектуальные технологии. 2018. № 2–4 (42). С. 79–86.
- [10] Временное методическое руководство по оценке экологического риска деятельности нефтебаз и автозаправочных станций (утв. Госкомэкологией 21 декабря 1999 г.). URL: <http://snip.ruscable.ru/Data1/59/59538/> (дата обращения: 21.11.2019).
- [11] Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды (одобрена Постановлением Госплана СССР, Госстроя СССР, Президиума АН СССР от 21 октября 1983 г. № 254/284/134). URL: <http://www.bestpravo.ru/federalnoje/hj-akty/g3b.htm> (дата обращения: 21.11.2019).
- [12] Постановление Правительства РФ от 19.11.2014 г. № 1219 «О коэффициентах к нормативам платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, в том числе через централизованные системы водоотведения, размещение отходов производства и потребления». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_171171/ (дата обращения: 21.11.2019).
- [13] *Наумов В.С., Пластинин А.Е.* Моделирование процессов ликвидации разливов нефти с судов // Речной транспорт (XXI век). 2014. № 3 (68). С. 65–70.
- [14] *Корнев А.Б., Домнина О.Л., Пластинин А.Е.* Пути развития экологической безопасности региона // Великие реки' 2016: труды научного конгресса 18-го Международного научно-промышленного форума: в 3 т. Т. 1 / отв. ред. А.А. Лапшин. Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, 2016. С. 90–92.

История статьи:

Дата поступления в редакцию: 16.12.2019

Дата принятия к печати: 25.12.2019

Для цитирования:

Пластинин А.Е., Домнина О.Л., Захаров В.Н., Сафаров А.М. Оценка рисков возникновения и последствий разливов нефти в районе Чебоксарского речного порта // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2019. Т. 27. № 3. С. 219–230. <http://dx.doi.org/10.22363/2313-2310-2019-27-3-219-230>

Сведения об авторах:

Пластинин Андрей Евгеньевич – доктор технических наук, профессор кафедры «Охрана окружающей среды и производственная безопасность», Волжский государственный университет водного транспорта. eLIBRARY SPIN-код: 8832-9459. E-mail: plastinae@yandex.ru

Домнина Ольга Леонидовна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Логистика и маркетинг», Волжский государственный университет водного транспорта. eLIBRARY SPIN-код: 6363-5762. E-mail: o-domnina@yandex.ru

Захаров Василий Николаевич – доктор технических наук, главный научный сотрудник, Волжский государственный университет водного транспорта. E-mail: nauka@vgavt-nn.ru

Сафаров Айрат Муратович – доктор технических наук, профессор кафедры «Прикладная экология», Уфимский государственный нефтяной технический университет. eLIBRARY SPIN-код: 7372-1758. E-mail: safarov_a_m@mail.ru

Research article

Assessment of risks of occurrence and consequences of oil spill in the area of the Cheboksary river port

Andrey E. Plastinin¹, Olga L. Domnina¹, Vasily N. Zakharov¹, Ayrat M. Safarov²

¹Volga State University of Water Transport
5 Nesterova St, Nizhny Novgorod, 603951, Russian Federation

²Ufa State Petroleum Technical University
1 Kosmonavtov St, Ufa, 450062, Russian Federation

Abstract. Due to the significant number of oil spill incidents, spill forecasting plays an important role in developing plans for their prevention and response. In this article, the authors propose an analysis of the risk of oil pollution from ships in the region of the Cheboksary river port. The analysis was performed by determining the frequency of oil spills in the vicinity of the specified port, assessing the consequences (losses) and summarizing the estimates. At the same time, using mathematical modeling of oil spills in the region of the Cheboksary river port, the authors developed regression models for assessing damaging factors and calculated the size of the damage to the components of the environment (water, soil, air). The results of the studies performed in this work can be used in the development of measures to prevent or reduce the adverse effects of emergency situations, taking into account the natural and climatic conditions.

Keywords: risk assessment, oil spill, damage calculation, traffic accidents, damage to the environment

References

- [1] MakArtur D. *Dobycha nefti v Rossii – istoriya, statistika po godam, regionam, kompaniyam*. Available from: <https://prognostica.info/news/show/36> (accessed: 21.11.2019).
- [2] *Informatsionnoe soobshchenie Minprirody Rossii ot 22 iyulya 2015 goda*. Available from: <https://www.mnr.gov.ru/news/detail.php?ID=141640> (accessed: 20.02.2018).
- [3] Koshovskaya V. *Kak reshит' problemu razlivov nefti v Rossii?* Available from: <https://greenpeace.ru/expert-opinions/2019/04/19/kak-reshit-problemu-razlivov-nefti-v-rossii/> (accessed: 21.11.2019).
- [4] *Metodicheskie osnovy po provedeniyu analiza opasnostey i otsenki riska avariyn na opasnykh proizvodstvennykh ob"ektakh (utv. Prikazom Federal'noy sluzhby po ekologicheskomu, tekhnologicheskomu i atomnomu nadzoru ot 11 aprelya 2016 g. No. 144)*. Available from: <http://docs.cntd.ru/document/1200133801> (accessed: 21.11.2019).
- [5] *Metodika ischisleniya razmera vreda, prichinennogo vodnym ob"ektam vsledstvie narusheniya vodnogo zakonodatel'stva (utv. Prikazom MPR RF ot 13 aprelya 2009 g. No. 87)*. Available from: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=88198> (accessed: 21.11.2019).
- [6] *Metodika opredeleniya predotvrashchennogo ekologicheskogo ushcherba (utverzhdena predsedelem Gosudarstvennogo komiteta Rossiyskoy Federatsii po okhrane okruzhayushchey sredy V.I. Danilovym-Danil'yanom 30 noyabrya 1999 g.)*. Available from: http://snipov.net/c_4654_snip_99702.html (accessed: 21.11.2019).

- [7] *Metodika ischisleniya razmera vreda, prichinennogo pochvam kak ob"ektu okhrany okruzhayushchey sredy (utv. prikazom MPR RF ot 8 iyulya 2010 g. No. 238)*. Available from: <http://docs.cntd.ru/document/902227668> (accessed: 21.11.2019).
- [8] Nurtazin AR. Otsenka riska voznikoveniya avariy (razlivov nefteproduktov). *Obrazovanie i nauka v sovremennykh usloviyakh*. 2016;1(6):334–337.
- [9] Domnina OL, Zakharov VN, Otdelkin NS, Plastinin AE. Otsenka ekologicheskogo riska transportnykh proissheshtviy na vodnykh ob"ektakh. *Morskije intellektual'nye technologii*. 2018;2–4(42):79–86.
- [10] *Vremennoe metodicheskoe rukovodstvo po otsenke ekologicheskogo riska deyatel'nosti neftebaz i avtozapravochnykh stantsiy (utv. Goskomekologiyey 21 dekabrya 1999 g.)*. Available from: <http://snip.ruscable.ru/Data1/59/59538/> (accessed: 21.11.2019).
- [11] *Vremennaya tipovaya metodika opredeleniya ekonomicheskoy effektivnosti osushchestvleniya prirodookhrannykh meropriyatiy i otsenki ekonomicheskogo ushcherba, prichinyaemogo narodnomu khozyaystvu zagryazneniem okruzhayushchey sredy (odobrena Postanovleniem Gosplana SSSR, Gosstroya SSSR, Prezidiuma AN SSSR ot 21 oktyabrya 1983 g. No. 254/284/134)*. Available from: <http://www.bestpravo.ru/federalnoje/hj-akty/g3b.htm> (accessed: 21.11.2019).
- [12] *Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 19.11.14 No. 1219 "O koeffitsientakh k normativam platy za vybrosy v atmosferynyy vozdukh zagryaznyayushchikh veshchestv statsionarnymi i peredvizhnymi istochnikami, sbrosy zagryaznyayushchikh veshchestv v poverkhnostnye i podzemnye vodnye ob"ekty, v tom chisle cherez tsentralizovannye sistemy vodootvedeniya, razmeshchenie otkhodov proizvodstva i potrebleniya"*. Available from: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_171171/ (accessed: 21.11.2019).
- [13] Naumov VS, Plastinin AE. Modelirovanie protsessov likvidatsii razlivov nefli s sudov. *Rechnoy transport (XXI vek)*. 2014;3(68):65–70.
- [14] Kornev AB, Domnina OL, Plastinin AE. Puti razvitiya ekologicheskoy bezopasnosti regiona. *Velikie reki' 2016: trudy nauchnogo kongressa 18-go Mezhdunarodnogo nauchno-promyshlennogo foruma: v 3 t. T. 1*. Nizhny Novgorod, Nizhegorodskiy gosudarstvennyy arkhitekturno-stroitel'nyy universitet; 2016. p. 90–92.

Article history:

Received: 16.12.2019

Revised: 25.12.2019

For citation:

Plastinin AE, Domnina OL, Zakharov VN, Safarov AM. Assessment of risks of occurrence and consequences of oil spill in the area of the Cheboksary river port. *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*. 2019;27(3):219–230. <http://dx.doi.org/10.22363/2313-2310-2019-27-3-219-230>

Bio notes:

Andrey E. Plastinin – Doctor of Engineering Sciences, Professor of the Department of Environmental Protection and Industrial Safety, Volga State University of Water Transport. eLIBRARY SPIN-code: 8832-9459. E-mail: plastininae@yandex.ru

Olga L. Domnina – Ph.D. in Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of Logistics and Marketing, Volga State University of Water Transport. eLIBRARY SPIN-code: 6363-5762. E-mail: o-domnina@yandex.ru

Vasily N. Zakharov – Doctor of Engineering Sciences, chief researcher, Volga State University of Water Transport. E-mail: nauka@vgavt-nn.ru

Ayrat M. Safarov – Doctor of Engineering Sciences, Professor of the Department of Applied Ecology, Ufa State Petroleum Technical University. eLIBRARY SPIN-code: 7372-1758. E-mail: safarov_a_m@mail.ru



DOI 10.22363/2313-2310-2019-27-3-231-240
UDC 502.17

Research article

A review in Southeastern Nigeria: environmental problems and management solutions

Nwankwo Nnabueze Kalu, Yulia L. Zakirova

Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)
8 Podolskoye Highway, bldg. 5, Moscow, 115093, Russian Federation

Abstract. This article aims at understanding the environmental problems in the Southeastern part of Nigeria and how they affect public activities and values. It is meant to highlight the standard of living, environmental conditions, and the possible solutions with challenges to sustaining the environment. The Southeastern part of Nigeria is becoming heavily influenced by climate change. Problems and difficulties are stretching from persistent flooding to destruction of natural habitat and environmentally related health issues. In other words, this article answers questions related to environmental problems and reveals the reason why there are frequent occurrences of these problems. Another crucial part is in the explanation of the social behaviour and complex risks associated with ignorance of indirect human activities, focusing more on the issues which could be in the water, soil, and air. In concerns towards environmental problems in Southeastern Nigeria, this article will lay more emphasis on the most persistent environmental issues and concerns affecting these areas and how to manage them.

Keywords: soil degradation, pollution, environment, problems, management

Introduction

A range of human activities contaminate the natural environment directly or indirectly, and this brings about change in the climate. Damage of natural habitats, farmlands for agriculture, properties and contamination of water and water bodies, including air and soil, are all linked to a substantial increase in natural disasters such as flooding and soil erosion. Due to the growing population, a more significant number of people are leaving the rural areas to the urban areas in search of better standards of living. Prior studies have discussed the potential influence of government policies on the social behavior of Nigerians but haven't been able to look into chaos and disorder caused as a result of inadequate Environmental Management Systems and the level of ignorance displayed by the people which has, in turn, led to the increase in occurrence of natural disasters.

Soil erosion is generally brought about by rain during the rainy season and wind during the dry season. Soil erosion mainly gully is a major ecological prob-



lem frustrating most states in Nigeria, especially the Southeastern states of Anambra, Imo, Ebonyi, Abia, and Enugu in the tropical areas of Southeastern Nigeria.

Ascertaining the values and impacts of environmental problems from a practical point of view and understanding the specificity of an approach to addressing the issues with public engagement will help on the contribution to directly or indirectly solve environmental major concerns. Air pollution intensifies the occurrence of respiratory diseases and poses a threat to the population of these areas, thereby bringing an extra burden for the federal government to handle.

1. Study area

Southeastern Nigeria covers and includes the five states – Abia, Anambra, Ebonyi, Enugu, and Imo. These states constitute one of the six geopolitical zones in Nigeria. Located between latitudes 4040' to 7020' north of the equator and longitudes 6000' to 8020' east of the Greenwich Meridian.

The total area covers 50,000 km² of Nigeria's total land area of 923,768 km² [1]. Southeastern Nigeria is bordered to its north by Benue and Kogi states, and down south by Rivers state; towards the East by Cross River state and towards the west by Delta state. It covers a landmass of 22,525 km² [2].

The population density of the study area referring to the 2006 population census is 16,381,729 persons, 8,306,306 males and 8,075,423 females [3]. The Southeastern part of Nigeria has a tropical wet and dry climate due to the rainy and dry seasons. Rainfall occurs between the months of March and October and four months of the dry season between November and February. The mean annual rainfall volumes fluctuate between 1800 and 2000 meters [4]. The average value for the temperature is 27 °C. Average relative humidity fluctuates between 60–70% in January and 80–90% in July, respectively [5].

The Southeastern soils made up mainly of iron are in the form of sandy clays, loamy, clay, and sandstones. Classification can further be based on landscape features, geological formation, and degree of profile development into hydromorphic soils, lithosols, ferralitic soils, and juvenile soils [3].

2. Environmental problems in Southeastern Nigeria

Water pollution. Modern agriculture practices make use of chemical products like pesticides, insecticides, and fertilizers to deal with pests, weeds, and insects. Certain chemicals when sprayed to kill insects, pests and weeds do not vanish entirely; rather they leach into the ground, destroying the soil, plant roots and harm microorganisms in the soil. Due to the lack of working sanitary landfills, during the rainy season waste materials are washed into a nearby water body. Illegal disposal of industrial, sewage, and municipal waste into local water bodies is rampant. During the dry season, farmers irrigate these contaminated waters into the farmland due to lack of rainfall during this season. In the rural areas, streams and rivers are the major sources of drinking water, but for the past few years, the pollution of these water bodies is on the increase leading locals and villagers to buy bottled water at high prices. Polluted water bodies are breeding grounds for disease-causing pathogens.

Air pollution. Pollution of air takes a considerable number of years for the mean annual concentration to exceed the WHO standard. In Southeastern Nigeria there

are cities with a higher than average level of intensity of PM10 and PM2.5. Vehicle fumes and home generators' fumes are the most noticeable pollutants and toxins. Substantial metals, nitrates, and plastic are poisons in charge of pollution in these areas. Air contamination is created by gases released by businesses and manufacturing plants and by combustion of all types. The negative impact and consequences of air pollution on health have increased over the last 20 years [6].

Estimates from the WHO suggest that the exposure to domestic air pollution from food preparation with solid fuels causes 4.3 million premature deaths annually in the world [7]. Combusting of fossil fuel in the house affects health in numerous ways and contributes to acute respiratory diseases and infections, cardiovascular diseases, pneumonia, stunted growth in children, chronic bronchitis in women, chronic obstructive pulmonary disease (COPD), cataracts and other visual impairments, lung cancer, tuberculosis, and perinatal infections. Among the 4.3 million who die from the effects and consequences of smoke emission each year, 500,000 are children under five that die as a result of acute respiratory infections (ARI).

Young children are predominantly vulnerable for two reasons: first, due to the cultural heritage and mentality of women being the home keepers, children are usually with their mothers during the food preparation process and thereby inhaling large loads of particulate emission. In the latest systematic review, it was discovered that children's particulate emission exposure to PM10 and PM2.5 is like their mothers'. Second, in similarity and assessment with adults, the bodies of young children are more prone to ARI, leading to a high death rate in this age group.

Southern Nigerian port city of Onitsha (Anambra State) – was ranked the worst city in the world for the unbelievable levels of PM10 particulate matter in its air (Figure 1) [8].



Figure 1. Air pollution in Southern Nigerian port city of Onitsha

The city of Onitsha's mean annual concentration was recorded at 594 micrograms per cubic meter by the World Health Organization – tremendously higher than the WHO's yearly guideline limit for PM10s of 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. PM10 refers to coarse dust particles between 10 and 2.5 micrometers in diameter, while PM2.5s are smoother and more dangerous when inhaled. PM2.5 settles deep in a person's lungs and causes complicated health issues. Sources of PM10 and PM2.5 are dust storms, gases emitted by vehicles, all types of combustion, and industrial activities such as cement manufacturing, construction, mining, and smelting. Onitsha ranks

the highest on most of the above mentioned. Other Southeastern cities with such concentration of air pollution include Aba and Umuahia of Abia State, which also featured in the WHO's 20 worst offenders for PM10s.

Soil degradation. Urbanization has general effects on soil degradation development. Primary, it strips the soil's vegetation cover, squeezes and compresses the soil during construction activities, and changes the natural drainage pattern. Furthermore, the soil is covered in a concrete layer which increases the volume of surface runoff during the rainy season. This results in more erosion at the topsoil. Soil erosion and erosion processes are the main limitations to sustainable development and bring about ecological challenges. Heavy metals and chemicals are additionally conveyed with soil particles, beginning at upper sediment levels, which lead to water eutrophication and disruption of sensitive aquatic ecosystems. Erosion regularly occurs in areas that are always prone to bush burning, uncontrolled farming, and industrial activities on high slopes [9]. Mining activities, digging and construction activities with bush burning of extensive vegetation by farmers for agricultural practices are common practices in Southeastern Nigeria.

In river processes, erosion, transportation, and deposition all take place mostly in water bodies, moving from the upper course to the lower course [10]. Erosion monitoring is very crucial in identifying vulnerable areas and for determining the yield of deposits. Sediment generated and soil erosion make up essential factors that may be used for water quality control activities [11].

Characteristics of soil erosion are very noticeable in the southern part of Nigeria, where poor land management and utilization appear to be a huge problem. Studies have shown that the absence of functioning guidelines to put off destructive usage of land resources makes it even harder for the public to understand the consequences of land misuse. Nigeria has remained one of the countries with maximum alarming records for land mismanagement in Africa (Figure 2) [12].



Figure 2. Soil erosion in Abia state

In 2017 the Federal Government of Nigeria approved 5.56 bln naira (over \$1 5400 000) for erosion control in six states of Southeastern Nigeria.

Flooding. Proper understanding of the possible links between floods and infectious diseases is essential under the context of climate change, especially in Nigeria. More than 100 people have died over the past ten years in floods, and flood-related cases in Southern Nigeria after two major rivers outflowed their banks [13]. Scientists and authorities say moderate and severe floods can extensively increase

diarrheal risks in one week with regionally varied effects, and severe floods may bring about higher risks [14].

Land degradation. Land degradation decreases the production of biomass and vegetation cover in every land use. Overgrazing is the general cause of desertification worldwide [15]. Overgrazing is a significant issue as local farmers have increased the number of farm animals; they have due to an increase in demand for meat in urban areas. After grazing little or nothing is done to replant herbs or grasses to cover the surface of the land, leaving it exposed to extreme atmospheric temperature and pressure. Other factors causing land degradation include urbanization, climate change, over-drafting of groundwater, deforestation, natural disasters, and tillage practices in agriculture that place soils more vulnerable to wind. Land degradation affects topsoil, human, groundwater reserves, surface runoff, animal and plant populations.

3. Management solutions and healthy practices

Water pollution. The public should be aware of the consequences of water pollution and can learn management skills and healthy agricultural practices which can be sufficient to achieve the aim and objective of lowering water pollution. Animals should be restricted to a controlled area, and their faces must be disposed of appropriately to prevent their contact with the water bodies as they can carry bacteria and viruses.

Toxic fertilizers such as DDT must not be used since they pose a threat to the lives of people, animals, and other wildlife. Domestic sewage and industrial wastewater with an intense concentration of pollutants ought to be treated with a highly competent sewage treatment plant to prevent water pollution [16]. Well-designed treatment plants with additional qualities should be used to treat sewage because of their competency as they have a function to remove more of these pollutants.

Air pollution. Both the federal and the state governments should develop renewable energies, if they aren't capable of this, they can give a license to foreign or individual companies who can generate renewable energy. Energy efficiency and the use of filters at the factories should be promoted. The development of public land transport, water transport, and cycling should be initiated. The government can create television and radio programs for the promotion of a healthy environment and the public to be well informed. Law on the prohibition of dangerous substances and the development of alternatives for all types of production procedures must be implemented. The example of such is:

- upgrading of Industrial Emission Standards and prevention of bush burning during the dry season;
- use of clean fuels, natural gas, electricity liquefied petroleum gas (LPG) in cities, heating stoves in rural areas;
- promotion of centralized waste collection with source separation and treatment not burning in the open;
- making sure there is full compliance with the Kigali amendment, intended to utterly phase-out Hydrofluorocarbon (HFCs) [17].

Soil degradation. In soil degradation, deforestation can be controlled. This will create a remarkable approach to restructuring and reconditioning forests and

vegetation cover. Individuals can be well informed and educated concerning sustainable forest management and replanting endeavors. Governments, agencies, and international organizations need to make sure that there are appropriate measures for the creation of zero net on deforestation to slow down soil degradation. Proper cultivation methods serve as one of the most useful techniques for avoiding soil quality deterioration. Example is munching of the topsoil to protect it from running water and preventing poor tillage methods such as deep ploughing [18].

Flooding. Climate change has influenced and brought about the rise in extreme weather conditions. It is now crucial that world leaders and governments deliver on the promise of Paris [19]. The pressure is now on the Nigerian government to reverse its catastrophic environmental policies. The Nigerian government must “advance its flood warning systems,” giving people more time to act during flooding and saving lives.

Advance notification can significantly reduce the impact of flooding. The formation of more swamplands which can act as sponges soaking up moisture and perfect advanced drainage systems can slow down waters when rivers overflow. Soil misuse, heavy duty machines, and animal hooves can cause the soil to turn out to be compacted, instead of absorbing moisture water runs off it immediately. Drained soil can absorb vast quantities of rainwater, preventing it from running into rivers and making the rivers overflow.

Land degradation. The re-growing vegetation and planting of grasses can stop heavy rains from damaging the land as vegetation and grasses help it protect the topsoil from being washed away. Planting of trees can prevent running water as running water causes rapid soil movement and erosion. The branches and leaves of trees serve as a canopy sheltering covering the soil. The protruded roots of trees and plants serve as bumps to slow down the speed of running water from washing away the topsoil, soil nutrients, and microorganisms.

The Nigerian Ministry of Environment and Agriculture should create special educative programs to reorient local farmers in the rural villages of the Southeastern states of Nigeria on the consequences of leaving a whole area of land unprotected because leaving a large area of land unprotected can bring about harmful effects on the soil.

The cost of fertilizers should be subsidized so that farmers would be able to purchase them. Fertilizers, farmyard manure, can make the soil healthy and more resistant to soil erosion. Careful disposal of industrial waste can bring about safety and sustainability of large area of land. The total avoidance and decrease in land degradation have become a vital task in the protection of our environment and eco-system at large.

4. Challenges of effective environmental management solutions

Cost of project implementation. It is vital for the Nigerian regulatory body and industrial unions to create a means of decreasing the price as well as the paperwork involved in environmental management. To minimize the cost of implementation, it would be vital for these regulatory bodies to assist environmental management agencies and voluntary groups to collaborate in fostering and creating environmental management policies and systems.

It would be significant for the Nigerian regulatory body to encourage environmental management system implementation by involving some of its officers to aid and support firms planning to implement the system or during the review or after implementation.

Human resources. Experienced skill is mandatory for effecting any management system. The availability of experienced human resources is a significant limitation all through the implementation of management systems. Lack of skilled human resources is a substantial hindrance in implementing a good management system.

Understanding and assessment. Most times, there are practical and functional difficulties such as how to classify the environmental characteristics and their related impacts, how to estimate the consequence of ecological effects, decrease the progress of environmental implementation.

Documentation. Large paperwork which comprises of the development of the instruction booklet, emergency plan, technique, operation control procedures, checklist, and record keeping, etc., require more time to make available and developed. Review, updating, and control of documents require more effort if the organization is too large.

Conclusion

Environmental degradation is the main reason natural environments in Southeastern Nigeria are compromised in some way, bringing about a reduction in biological diversity and the general health of the environment at large. This process has been accelerated or caused by human activities. From the period natural resources were discovered in the southeastern regions, people have exploited natural resources leading to a decline in environmental quality. The rising health experiences due to flooding, air pollution, land and soil pollution, soil erosion, and water pollution significantly show that environmental condition is worsening.

The worsening condition of the natural environment in the southeastern regions is viewed as a significant risk to human safety. These risks include intensifying exposure to communicable and contagious diseases, lack of clean potable water, food shortage, and natural disasters. Change in the natural habitat brings about the decline of human health as natural existing microorganisms responsible for specific functions in the ecosystem perish leaving a big vacuum which can cause instability in the natural existence of the environment. For instance, environmental changes as climate change, land and soil degradation, and aquifer depletion immensely influence agricultural production.

Not until the Federal Government and all other government agencies act, the southeastern regions will soon turn out to be inhabitable as the rate of environmental decline is on the increase. Ecological changes that precisely influence the state of human health include the rise in temperature and emission of harmful fumes, which causes respiratory problems and waterborne diseases. New solutions in the implementation of environmental policies will go a long way helping to restore the integrity of the natural environment of the southeastern regions.

References

- [1] NAN. Federal approves N5.56bn for erosion control in six states. *The Guardian*. 2017, November 8. Available from: <https://guardian.ng/news/fg-approves-n5-56bn-for-erosion-control-in-six-states> (accessed: 20.09.2019).
- [2] Madu IA. Spatial Inequality in Nigeria: The Imperative of Geographic Perspectives in the Development Process. *Journal of Social and Economic Development*. 2006;8(0.2): 105–120.
- [3] Okonkwo E. *Traditional Methods of Preserving Dead Human Bodies in Southeastern Nigeria*. ResearchGate; 2014, May. Available from: https://www.researchgate.net/publication/273951379_Traditional_Methods_of_Preserving_Dead_Human_Bodies_in_Southeastern_Nigeria (accessed: 20.09.2019).
- [4] Monanu P. *Temperature and Sunshine: In Nigeria in Maps*. Benin City, Ethiopia Publishing House; 1975.
- [5] Monanu P. *Humidity. In Nigeria in Maps: Eastern States*. Ofomata, Ethiopia Publishing House; 1975. p. 16–18.
- [6] Lozano RNM. *Global and regional mortality from 235 causes of death for 20 age groups in 1990 and 2010: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010*. PubMed; 2012, December 15. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23245604> (accessed: 20.09.2019).
- [7] WHO. *World health Indoor air quality guidelines: household fuel combustion*. Geneva, Switzerland. 2014. Available from: https://books.google.ru/books?hl=ru&lr=&id=Hlk0DgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=WHO.+World+health+Indoor+air+quality+guidelines:+household+fuel+combustion&ots=LhrFikMbHJ&sig=lxS6ZmvKnG1X4dme-DZc0ZfElfw&redir_esc=y#v=onepage&q=WHO.%20World%20health%20Indoor%20air%20quality%20guidelines%3A%20household%20fuel%20combustion&f=false (accessed: 20.09.2019).
- [8] Egbedi H. Welcome to Onitsha: the city with the world's worst air. *The Guardian*. 2017, February 13. Available from: <https://www.theguardian.com/cities/2017/feb/13/polluted-Onitsha-Nigeria-perpetual-dust-city-world-worst-air> (accessed: 20.09.2019).
- [9] Alexander RH. Wind as the primary driver of erosion in the Qaidam Basin, China. *Earth and Planetary Science Letters*. 2013, July 15. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0012821X13001325> (accessed: 20.09.2019).
- [10] BBC. River processes. *BBC bitesize guides*. Available from: <https://www.bbc.com/bitesize/guides/zq2b9qt/revision/1> (accessed: 20.09.2019).
- [11] Ashraf SI. Impact of soil erosion and degradation on water quality: a review. *Geology, Ecology, and Landscapes*. 2017, March 20. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/24749508.2017.1301053> (accessed: 20.09.2019).
- [12] Tolulope AF, Adebusuyi A. *Impact of Poor Land Utilization on Sustainable Human Development in Ado-Odo/Ota of Ogun State, Nigeria*. Available from: [www.sciencedomain.org: http://www.journalrepository.org/media/journals/ARJASS_45/2016/Jun/Fajobi112016ARJASS26998.pdf](http://www.sciencedomain.org/http://www.journalrepository.org/media/journals/ARJASS_45/2016/Jun/Fajobi112016ARJASS26998.pdf) (accessed: 20.09.2019).
- [13] Nigeria floods kill more than 100. *BBC News*. 2018, September 17. Available from: <https://www.bbc.com/news/world-africa-45546695> (accessed: 20.09.2019).
- [14] Gong L, Hou S, Su B, Miao K et al. *Short-term effects of moderate and severe floods on infectious diarrheal diseases in Anhui Province, China*. PubMed; 2019, April 17. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31030148> (accessed: 20.09.2019).
- [15] Biswajeet PM. *A New Approach for Land Degradation and Desertification Assessment Using Geospatial Techniques*. ResearchGate; 2017, October. Available from: https://www.researchgate.net/publication/320335122_A_New_Approach_for_Land_Degradation_and_Desertification_Assessment_Using_Geospatial_Techniques (accessed: 20.09.2019).
- [16] *Causes And Solutions To Water Pollution Environmental Sciences Essay*. UKessays; 2018, November. Available from: <https://www.ukessays.com/essays/environmental->

sciences/causes-and-solutions-to-water-pollution-environmental-sciences-essay.php (accessed: 20.09.2019).

- [17] Wyns A. *25 solution to air pollution*. Climate tracker; 2018, October 30. Available from: <http://climatetracker.org/25-solutions-to-air-pollution> (accessed: 20.09.2019).
- [18] Grant K. 10 measures that must be taken to prevent more flooding in the future. *Independent*. 2015, December 29. Available from: <https://www.independent.co.uk/news/uk/10-measures-that-must-be-taken-to-prevent-more-flooding-in-the-future-a6788866.html> (accessed: 20.09.2019).
- [19] Agwu A, Avoaja AG, Kalu AU. The Assessment of Drinking Water Sources in Aba Metropolis, Abia State, Nigeria. *Resources and Environment*. 2013;3(4):72–76. doi: 10.5923/j.re.20130304.02.

Article history:

Received: 02.11.2019

Revised: 20.11.2019

For citation:

Kalu NN, Zakirova YL. A review in Southeastern Nigeria: environmental problems and management solutions. *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*. 2019;27(3):231–240. <http://dx.doi.org/10.22363/2313-2310-2019-27-3-231-240>

Bio notes:

Nwankwo Nnabueze Kalu – postgraduate student of Applied Ecology Department of Ecological Faculty, Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University). E-mail: esteemedthelson@yahoo.com

Yulia L. Zakirova – Candidate of Philology, Associate Professor of Department of Foreign Languages of Ecological Faculty, Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University). E-mail: nigmatzyanova_yul@rudn.university

Научная статья

Обзор юго-восточной части Нигерии: экологические проблемы и управленческие решения

Н.Н. Калу, Ю.Л. Закирова

Российский университет дружбы народов
Российская Федерация, 115093, Москва, Подольское шоссе, д. 8, корп. 5

Аннотация. Целью статьи является рассмотрение экологических проблем в юго-восточной части Нигерии и их влияния на общественную деятельность и ценности. Освещаются вопросы уровня жизни и условий окружающей среды, а также возможные решения задач, связанных с сохранением окружающей среды. Изменение климата оказывает сильное влияние на юго-восточную часть Нигерии. В регионе существует целый ряд проблем, начиная от постоянных наводнений, разрушения естественной среды обитания до связанных с окружающей средой осложнений со здоровьем. Авторы отвечают на вопросы о трудностях сохранения окружающей среды и раскрывают причины их возникновения. Важным аспектом является объяснение социального поведения и рисков, которые

влечет неосведомленность о косвенном влиянии человеческой деятельности на окружающую среду, когда в фокусе в основном находятся вопросы загрязнения воды, почвы и воздуха. В статье уделено особое внимание постоянным, наиболее устойчивым экологическим проблемам юго-восточной части Нигерии и способам их решения.

Ключевые слова: деградация почв, загрязнение окружающей среды, проблемы, управление

История статьи:

Дата поступления в редакцию: 02.11.2019

Дата принятия к печати: 20.11.2019

Для цитирования:

Kalu N.N., Zakirova Y.L. A review in Southeastern Nigeria: environmental problems and management solutions (Обзор юго-восточной части Нигерии: экологические проблемы и управленческие решения) // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2019. Т. 27. № 3. С. 231–240. <http://dx.doi.org/10.22363/2313-2310-2019-27-3-231-240>

Сведения об авторах:

Калу Ннабуэзе Нванкво – аспирант кафедры прикладной экологии экологического факультета, Российский университет дружбы народов. E-mail: esteemedthelson@yahoo.com

Закирова Юлия Львовна – кандидат филологических наук, доцент кафедры иностранных языков экологического факультета, Российский университет дружбы народов. E-mail: nigmatzyanova_yul@rudn.university

DOI 10.22363/2313-2310-2019-27-3-241-246
УДК 504.064.2

Научное сообщение

Индекс орнитологической привлекательности объектов по переработке и размещению твердых коммунальных отходов

С.А. Сергеев¹, И.Н. Кузнецова², И.Р. Еналеев³

¹Филиал АО «Управление отходами» в г. Новочебоксарске
Российская Федерация, 429950, Чувашская Республика, Новочебоксарск, Шоршельский пр., 16

²АНО «Союз сокольников Северо-Запада»

Российская Федерация, 199178, Санкт-Петербург, 11-я линия В.О., 24

³Союз любителей соколиной охоты и охраны хищных птиц «Русский сокол»

Российская Федерация, 420073, Республика Татарстан, Казань, ул. Аделя Кутуя, 10

Аннотация. В связи с увеличением числа хозяйственных объектов, привлекающих птиц, и повсеместным ростом популяций синантропных птиц проблема орнитологической безопасности становится все более актуальной. Для эффективного отпугивания птиц с территорий, где их присутствие нежелательно, необходимо понимать, что этих птиц привело на данную территорию, то есть важно выяснить причины орнитологической привлекательности хозяйственного объекта. В статье описывается метод, позволяющий рассчитать орнитологическую привлекательность любого хозяйственного объекта. На основании этих расчетов можно планировать место, время и режим работы специалистов по отпугиванию птиц.

Ключевые слова: птицы, биоповреждающая деятельность, отходы, биорепеллент, орнитологическая привлекательность

Биоповреждающая деятельность птиц с годами становится все более актуальной проблемой, связанной с экономическим ущербом тех предприятий, где стайные птицы концентрируются. Необходимо учитывать ряд других проблем, связанных с нежелательными скоплениями птиц на хозяйственных объектах: это нарушение санитарно-эпидемиологических норм на объектах пищевой промышленности, зернохранилищах, столкновения птиц с самолетами и др. Список предприятий со сложной орнитологической обстановкой продолжает неуклонно расти. В него входят хозяйственные объекты самого различного назначения, начиная с молочных комбинатов и заканчивая объектами по переработке и размещению твердых коммунальных отходов (ТКО).

Известный эколог В.Д. Владышевский [1], изучая проблему ущерба, наносимого птицами, писал: «Живя бок обок с человеком, пернатые не только служат приятным эстетическим компонентом окружающей среды, но и могут быть источником опасности, приносить ощутимый экономический

ущерб. Еще в 1350 году до нашей эры в египетском папирусе упоминается о воробьях как о вредителях зерновых культур. О массовых повреждениях посевов птицами писал древнегреческий философ Аристофан, а дрозды упоминались как вредители олив». В настоящее время нежелательные скопления стайных, синантропных видов птиц на различных хозяйственных объектах становятся все более актуальными. С одной стороны, неконтролируемо растет численность синантропных птиц, с другой – расширяется хозяйственная деятельность человека. Для территориального рассеивания локализованных на объектах стайных птиц орнитологам необходимо понимать, чем именно данный объект для синантропных птиц привлекателен. Только после выяснения причин, привлекающих птиц на объект, можно планировать мероприятия по их отпугиванию с контролируемой орнитологами территории объекта. Оценка степени орнитологической привлекательности конкретного хозяйственного объекта, где проводятся биорепеллентные мероприятия, дает основание для выбора количества ловчих птиц и определения режима работы орнитологов для данного объекта.

С целью определения орнитологической привлекательности объектов зерновой промышленности, находящихся на территории казанской агломерации, был разработан метод определения орнитологической привлекательности хозяйственных объектов [2]. Индекс орнитологической привлекательности (далее – ИОП) дает орнитологам понимание степени сложности орнитологической ситуации на конкретном хозяйственном объекте. Данный метод апробирован при анализе орнитологической обстановки на Казанской реализационной базе зернопродуктов (ИОП составил 25 баллов), ОАО «Казань-зернопродукт» (21 балл), ОАО «Казанский маслоэкстракционный завод» (24 балла).

Для каждого исследуемого объекта была определена степень его привлекательности для птиц, вычисленная на основании оригинальной методики орнитологической привлекательности хозяйственных объектов.

Любой объект (вне зависимости от его хозяйственной принадлежности) имеет характерный для него ИОП, определяемый следующими критериями:

- наличием на территории обильного корма;
- доступного корма;
- удобных присад для отдыха и ночлега;
- условий для гнездования;
- невостребованных помещений и других укрытий, используемых птицами как защита от непогоды и атак пернатых хищников;
- безопасностью территории, то есть отсутствием на объекте пернатых, наземных хищников и других факторов беспокойства.

Каждый критерий оценивается по пятибалльной шкале, где 1 балл соответствует полному отсутствию привлекательных условий для птиц, а 5 баллов соответствует максимальному присутствию птиц на данном объекте. ИОП определяется суммой баллов. Чем выше сумма баллов по данным критериям для конкретного объекта, тем он более привлекателен для птиц. Суммы баллов ИОП для объектов по переработке и размещению твердых коммунальных отходов отображены в таблице.

Таблица

ИОП объектов по переработке и размещению твердых коммунальных отходов
 [Table. Index of ornithological attractiveness of facilities
 for processing and disposal of municipal solid waste]

Критерий орнитологической привлекательности (в баллах) [Criterion of ornithological attractiveness (in points)]	Полигон твердых коммунальных отходов [Landfill for municipal solid waste]	Мусоро-сортировочный комбинат [Garbage sorting plant]	Мусоро-перегрузочная станция [Garbage handling station]
Наличие обильного корма [Availability of excessive feed]	5	3	3
Наличие доступного корма [Availability of available feed]	5	2	2
Наличие присад [The presence of additives]	5	5	5
Наличие условий для гнездования [Availability of nesting conditions]	4	2	4
Безопасность территории [Territory security]	4	5	5
Наличие укрытий [Availability of shelters]	5	2	4
Сумма баллов [Total points]	28	19	23

В январе 2018 г. на данных объектах начаты биорепеллентные работы с использованием ловчих ястребов и соколов для снижения численности чайковых и врановых птиц. Полигон ТКО и мусоросортировочный комбинат (МСК) находятся на одной территории. Соответственно, орнитологическая привлекательность этой территории складывалась из суммы баллов индекса орнитологической привлекательности полигона ТКО и МСК и составила 47 баллов. Данная сумма в два раза превысила ИОП на территории МСК. Другими словами, орнитологическая ситуация на территориях полигона ТКО и МСК была на тот момент в два раза сложнее, чем аналогичная ситуация на территории мусороперегрузочной станции (МПС). Исходя полученных данных, был определен следующий режим работы сокольников:

– на территории, объединяющей полигон ТКО и МСК, работают два сокольника с двумя ловчими ястребами-тетеревятниками при использовании двух переносных присад в ежедневном режиме;

– на территории МПС работает один сокольник с соколом балобаном при использовании одной переносной присады 2–3 дня в неделю.

ИОП необходимо рассчитывать при проектировании новых хозяйственных объектов и выборе их месторасположения. Проектировщикам строящегося объекта ИОП необходим для того, чтобы в процессе будущей эксплуатации проектируемого объекта не возникало нежелательных концентраций стайных птиц на его территории. Приведем пример из нашей практики биорепеллентных работ, где выбор месторасположения строящегося объекта был сделан неудачно, так как не был учтен ИОП территории. Известный производитель молочной продукции «Данон» (DANON) построил молочный комбинат в непосредственной близости от места разгрузки и переработки зернопродуктов, которые являются сырьем для производства пива на казанском пивном заводе «Эфес». В этом месте регулярно происходят неизбежные россыпи зернопродуктов, привлекающие многотысячные стаи сизого голубя. Таким образом, здание молочного комбината оказалось в 40 м от места по-

стоянно возобновляющихся россыпью зернопродуктов. Голуби постоянно пытаются проникнуть внутрь молочного комбината через открытые окна, дверные проемы, технологические отверстия, доки погрузки готовой продукции. Проникновение голубей в здание молочного комбината недопустимо в связи с требованиями стерильности молочного производства. Если летающий «букет инфекций» в виде городского голубя проникнет в цеха молочного производства, то экономический ущерб предприятия будет исчисляться сотнями тысяч рублей. Чем молочное производство могло привлечь городских голубей?

Ответ на этот вопрос оказался достаточно прост. Молочный комбинат «Данон» размерами здания, облицовкой и цветом фасадов, конфигурацией и размерами окон внешне очень похож на типовой зерновой элеватор. Как известно, сизые голуби отличаются стереотипичным кормодобывающим поведением. Не исключено, что они воспринимают корпус молочного комбината как зерновой элеватор. Отсюда их стремление проникнуть внутрь псевдоэлеватора с целью поиска зернопродуктов. На протяжении многих лет АО «Данон-Казань» вынуждено содержать дорогостоящую орнитологическую службу по отпугиванию голубей с территории, непосредственно прилегающей к зданию молочного комбината. На постоянной основе здесь трудится сокольник, использующий в качестве биорепеллента ястреба-тетеревятника или сокола.

Заключение

Расчет ИОП для объектов, указанных выше, показал наиболее привлекательный для птиц – это территории полигона ТКО (28 баллов), требующие по этой причине оптимального режима работы сокольников и использования ловчих птиц и переносных присад.

Расчет ИОП для проектируемых хозяйственных объектов определяет прежде всего правильность или неправильность выбора их месторасположения, чтобы избежать возникновения сложной орнитологической обстановки в процессе будущей эксплуатации.

Список литературы

- [1] *Владышевский Д.В.* Птицы в антропогенном ландшафте. Новосибирск: Наука, 1975. 200 с.
- [2] *Еналеев И.Р., Рахимов И.И.* Метод определения индекса орнитологической безопасности хозяйственных объектов // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2012. № 1. С. 5–9.

История статьи:

Дата поступления в редакцию: 30.07.2019

Дата принятия к печати: 08.10.2019

Для цитирования:

Сергеев С.А., Кузнецова И.Н., Еналеев И.Р. Индекс орнитологической привлекательности объектов по переработке и размещению твердых коммунальных отходов //

Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2019. Т. 27. № 3. С. 241–246. <http://dx.doi.org/10.22363/2313-2310-2019-27-3-241-246>

Сведения об авторах:

Сергеев Сергей Александрович – инженер по охране окружающей среды филиала АО «Управление отходами» в г. Новочебоксарске. E-mail: Sergeev605@yandex.ru

Кузнецова Ирина Николаевна – президент ассоциации «Союз сокольников Северо-Запада». E-mail: dir@nwfu.ru

Еналеев Ильдар Рустямович – доктор биологических наук, член-корреспондент Российской академии естествознания, президент Союза любителей соколиной охоты и охраны хищных птиц «Русский сокол». E-mail: krechet.65@mail.ru

Scientific message

The index of ornithological attractiveness of facilities for the processing and disposal of municipal solid waste

Sergey A. Sergeev¹, Irina N. Kuznetsova², Ildar R. Enaleev³

¹Branch of JSC “Waste Management” in Novocheboksarsk
16 Shorshelskii Thoroughfare, 429950, Novocheboksarsk, Chuvash Republic, Russian Federation

²Union of Falconers of the North-West

24 11th Line of V.O., Saint Petersburg, 199178, Russian Federation,

³Union of Fans of Falconry and Conservation of Birds of Prey “Russian Falcon”
10 Adelya Kutuya St, Kazan, 420073, Republic of Tatarstan, Russian Federation

Abstract. In connection with the increase in the number of household facilities attracting birds and the widespread growth of synanthropic bird populations, the problem of ornithological safety is becoming more and more urgent. For effective scaring away of birds from territories where their presence is undesirable, it is necessary to understand what has brought these birds to this territory, it's important to find out the reasons for the ornithological attractiveness of the economic object. This article describes a method by which it's possible to calculate the ornithological attractiveness of any business object. These calculations allow to plan the place, time and mode of work of bird repellent specialists.

Keywords: bird, bird hazard, landfill, waste, ornithological attractivity, biorepellent

References

- [1] Vladyshevskiy DV. *Birds in the anthropogenic landscape*. Novosibirsk, Nauka Publ.; 1975.
- [2] Enaleev IR, Rakhimov II. The method of definition of the ornithological safety index of economic objects. *Bulletin of Peoples' Friendship University of Russia*. 2012;(1):5–9.

Article history:

Received: 30.07.2019

Revised: 08.10.2019

For citation:

Sergeev SA, Kuznetsova IN, Enaleev IR. The index of ornithological attractiveness of facilities for the processing and disposal of municipal solid waste. *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*. 2019;27(3):241–246. <http://dx.doi.org/10.22363/2313-2310-2019-27-3-241-246>

Bio notes:

Sergey A. Sergeev – environmental engineer of branch of JSC “Waste Management” in Novocheboksarsk. E-mail: Sergeev605@yandex

Irina N. Kuznetsova – President of the Association “Union of North-West Falconers”. E-mail: dir@nwfu.ru

Ildar R. Enaleev – Doctor of Biological Sciences, member-correspondent of the Russian Academy of Natural Sciences, President of Union of Fans of Falconry and Conservation of Birds of Prey “Russian Falcon”. E-mail: krechet.65@mail.ru

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; имена, отчества и фамилии 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 фамилии авторов; полное название организации и ее структурного подразделения с указанием почтового адреса (№ дома, улица, город, почтовый индекс, страна), аннотацию (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. Иванов¹, П.П. Петров²

¹Российский университет дружбы народов
Российская Федерация, 115093, Москва, Подольское шоссе, д. 8, корп. 5

²Московский государственный университет
Российская Федерация, 119899, Москва, Ленинские горы, 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 – подрисуночную подпись. Принимаются только черно-белые рисунки (в форматах .tif, .bmp, .jpg) в виде отдельных графических файлов.

5. Следует ограничиваться общепринятыми сокращениями и избегать введения новых сокращений без достаточных оснований. Введенные сокращения необходимо расшифровывать.

6. Ссылки на литературу в тексте статьи приводятся в квадратных скобках, например [2] или [5–7], [5. С. 15].

В списке литературы приводятся только источники, на которые в тексте статьи имеются ссылки. Список формируется по алфавиту (сначала источники на русском языке, затем на английском). В списке литературы должны быть указаны:

– для книг: фамилии и инициалы авторов, название книги, место издания, издательство, год издания;

– для статей из неперIODических изданий (сборников): фамилии и инициалы авторов, название статьи, название книги (сборника), место издания, издательство, год издания;

– для статей из периодических изданий: фамилии и инициалы авторов, название статьи, название журнала, год издания, том и номер журнала, первая и последняя страницы статьи.

Образец:

Литература

- [1] Бонд В.В. Сравнительная клеточная и видовая радиочувствительность. М.: Атомиздат, 1974. С. 5–17.
- [2] Роун Ш. Озоновый кризис. М.: Мир, 1993.
- [3] Connor M.J., Wheeler L.A. Depletion of cutaneous glutathione by ultraviolet radiation // Photochem. Photobiol. 1987. Vol. 46. 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