



**Ninth International Environmental Congress
(Eleventh International Scientific-Technical
Conference) «ECOLOGY AND LIFE PROTECTION
OF INDUSTRIAL-TRANSPORT COMPLEXES»
20-24 September, 2023 SAMARA-TOGLIATTI, RUSSIA**

ELPIT 2023

Volume 2 Том 2

**SCIENTIFIC SYMPOSIA «URBAN ECOLOGY», «PROBLEMS
AND INNOVATIVE DECISIONS IN THE FIELD OF
ENGINEERING PROVISION OF ECOLOGICAL AND
INDUSTRIAL SAFETY OF URBAN TERRITORIES»**

**НАУЧНЫЕ СИМПОЗИУМЫ «УРБОЭКОЛОГИЯ»,
«ПРОБЛЕМЫ И ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ В
ОБЛАСТИ ИНЖЕНЕРНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ПРОМЫШЛЕННОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ»**

**девятого международного экологического конгресса
(одиннадцатой Международной научно-технической
конференции) «Экология и безопасность жизнедеятельности
промышленно-транспортных комплексов ELPIT 2023»**

Россия, Самарская область, гг. Самара, Тольятти,

20-24 сентября 2023 г.

**EDITOR: DOCTOR OF TECHNICAL SCIENCE, PROFESSOR ANDREY
VASILYEV**

НАУЧНЫЙ РЕДАКТОР: Д.Т.Н., ПРОФЕССОР А.В. ВАСИЛЬЕВ

УДК 504: 331
ББК 20.1:20.18:68.9
Е46

E46 Proceedings of the Ninth International Environmental Congress (Eleventh International Scientific-Technical Conference) «Ecology and Life Protection of Industrial-Transport Complexes» ELPIT 2021 20-24 September, 2023 Samara-Togliatti, Russia: Edition ELPIT. Printed in Publishing House of Samara Scientific Centre, 2023. V. 2, Scientific symposia «Urban Ecology», «Problems and Innovative Decisions in the Field of Engineering Provision of Ecological and Industrial Safety of Urban Territories» – p. 211.

E46 Сборник трудов девятого международного экологического конгресса (десятой международной научно-технической конференции) "Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов ELPIT 2023, 20-24 сентября 2023 г., г. Самара - Тольятти, Россия: Издательство «ELPIT». Отпечатано в АНО «Издательство СНЦ». 2023. Т.2, научные симпозиумы «Урбоэкология» и «Проблемы и инновационные решения в области инженерного обеспечения экологической и промышленной безопасности урбанизированных территорий» – 211 с.

Scientific Redactor of Proceedings: Andrey V. Vasilyev, Doctor of Technical Science, Professor, Head of Department of Technosphere Safety and of Quality Management of Samara State Technical University, Russia

Scientific Board: Carmine Gambardella, Professor, President and CEO BENECON UNESCO Chair, Italy; Valery P. Meshalkin, Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of Russian Academy of Sciences, Russia; Gennady S. Rosenberg, Doctor of Biological Sciences, Professor, Corresponding Member of Russian Academy of Sciences, Russia; Dmitry E. Bykov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russia; Andrey V. Vasilyev, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russia; Nicolay I. Ivanov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russia; Yury V. Trofimenko, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russia; Elena I. Tikhomirova, Doctor of Biological Sciences, Professor, Russia; Sergio Sibilio, Professor, Italy; Jenny Pange, Professor, Greece; Janis I. Ievinsh, Doctor of Economical Sciences, Professor, Latvia; Dr. Sergio Luzzi, Italy; Nicola Pisacane, Professor, Italy

Научный редактор сборника: Васильев А.В., доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Техносферная безопасность и управление качеством», Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия

Редакционная коллегия: профессор К. Гамбарделла (Италия); д.т.н., профессор, академик РАН В.П. Мешалкин, д.б.н., профессор, чл.-корр. РАН Г.С. Розенберг, д.т.н., профессор Д.Е. Быков, д.т.н., профессор А.В. Васильев, д.т.н., профессор Н.И. Иванов, д.т.н., профессор Ю.В. Трофименко, д.б.н., профессор Е.И. Тихомирова, профессор С. Сибилио (Италия), профессор (Греция), д.э.н., профессор Я.И. Иевиньш (Латвия), доктор С. Луцци (Италия), профессор Н. Писакане (Италия)

Рекомендовано к изданию научным комитетом международного экологического конгресса ELPIT 2023 и издательством ELPIT

ISBN 978-5-6049939-9-3

© Васильев А.В. – научный
руководитель конгресса, 2023

СОДЕРЖАНИЕ. CONTENTS

1. Научный симпозиум «Урбоэкология»

1. Scientific symposium «Urban Ecology»

С. 13-19

A.S. Abramova

CLEANING OF WASTEWATER OF A TEXTILE ENTERPRISE FROM IRON IONS (II) AND COPPER (II) USING HYDROPHOBIZED BENTONITE

A.C. Абрамова

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ТЕКСТИЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ОТ ИОНОВ Fe^{2+} И Cu^{2+} С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИДРОФОБИЗИРОВАННОГО БЕНТОНИТА

С. 20-23

O.V. Dukhanina, A.S. Sirotkin, Y.V. Kobeleva

COMPARATIVE ASSESSMENT OF THE IMPACT OF INNOVATIVE REAGENTS ON THE PROCESS OF BIOLOGICAL WASTEWATER TREATMENT

О.В. Духанина, А.С. Сироткин, Й.В. Кобелева

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ РЕАГЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ НА ПРОЦЕСС БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

С. 24-28

O.O. Kovaleva, O.A. Savvateeva

THE PROBLEM OF URBAN AREA SCLUTTERING

О.О. Ковалева, О.А. Савватеева

ПРОБЛЕМА ЗАХЛАМЛЕННОСТИ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

С. 29-34

Yu. S. Kuznetsova

THE FORECAST OF INFLUENCE OF CLIMATE RISKS ON THE ELEMENTS OF AUTOMOBILE TRANSPORT SYSTEM

Ю.С. Кузнецова

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ РИСКОВ НА ЭЛЕМЕНТЫ АВТОТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ

C. 35-41

E.S. Kuptsova, O.V. Turitsyna

STUDIES OF OIL-CONTAINING WASTE DISPOSAL FACILITIES

Е.С. Купцова, О.В. Турецына

ИССЛЕДОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ РАЗМЕЩЕНИЯ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ

C. 42-48

A.R. Novikova, Ye.S. Balymova, R.K. Zakirov, F.U. Akhmadullina

SIMULATION OF THE PROCESS OF BIOLOGICAL WASTEWATER TREATMENT OF PETROCHEMICAL PRODUCTION

А.Р. Новикова, Е.С. Балымова, Р.К. Закиров, Ф.Ю. Ахмадуллина

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

C. 49-54

O.A. Savvateeva, A.S. Kanakina

ORGANIC WASTE AS AN ENVIRONMENTAL PROBLEM IN FOOD PRODUCTION

О.А. Савватеева, А.С. Канакина

ОРГАНИЧЕСКИЕ ОТХОДЫ КАК ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

C. 55-59

E.A. Tikhmenev, P.E. Tikhmenev

BIOLOGICAL RECULTIVATION OF DISTURBED LANDSCAPES AS AN EFFECTIVE METHOD OF NATURAL PROTECTION OF CRYOLYTOZONE

Е.А. Тихменев, П.Е. Тихменев

БИОЛОГИЧЕСКАЯ РЕКУЛЬТИВАЦИЯ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ МЕТОД ЗАЩИТЫ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ КРИОЛИТОЗОНЫ

C. 60-66

A.R. Khadieva, I.V. Aristov, E.V. Serazeeva

WASTEWATER TREATMENT TECHNOLOGY AT AN ENTERPRISE OF HOUSING AND UTILITIES

A.P. Khaidieva, I.V. Arustov, E.V. Serazeeva

ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД НА ПРЕДПРИЯТИИ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА

C. 67-73

D.E. Khairullina, I.A. Akhmetgaliev, E.V. Serazeeva

MINIMIZATION OF SUSPENDED SUBSTANCES AND PETROLEUM PRODUCTS IN CAR WASH WASTEWATER

Д.Э. Хайруллина, И.А. Ахметгалиев, Е.В. Серазеева

МИНИМИЗАЦИЯ ВЗВЕШЕННЫХ ВЕЩЕСТВ И НЕФТЕПРОДУКТОВ В СТОЧНЫХ ВОДАХ ОТ АВТОМОЙКИ

C. 74-80

A.S. Kharybina, A.I. Zenovskaya, A.K. Yumasheva

ASSESSMENT OF GEOECOLOGICAL RISKS ALONG THE RIGHT OF WAY OF THE TRANS-SAKHALIN PIPELINE SYSTEM

А.С. Харыбина, А.И. Зеновская, А.К. Юмашева

ОЦЕНКА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНС-САХАЛИНСКОЙ ТРУБОПРОВОДНОЙ СИСТЕМЫ

C. 81-85

A.A. Khasanova, E.V. Perushkina, A.S. Sirotkin, Yu.G. Maksimova

FEATURES OF BIOFILM FORMATION *BACILLUS PROTEOLYTICUS* FOR BIOLOGICAL DEPHOSPHATATION OF MUNICIPAL WASTEWATER

А.А. Хасанова, Е.В. Перушкина, А.С. Сироткин, Ю.Г. Максимова

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ БИОПЛЕНОК *BACILLUSPROTEOLYTICUS* ДЛЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ДЕФОСФАТАЦИИ КОММУНАЛЬНЫХ СТОЧНЫХ ВОД

C. 86-91

E. Yu. Chebykina

FOREST FIRES AS A FACTOR OF SOIL FORMATION IN FOREST-STEPPE ZONE

Е.Ю. Чебыкина

ЛЕСНЫЕ ПОЖАРЫ КАК ФАКТОР ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ

С. 92-98

Е. Ю. Чебыкина, Т.И. Низамутдинов, Е.В. Абакумов

SOILS OF NEVA LOWLAND AND PERSPECTIVES OF IT APPLICATION

Е.Ю. Чебыкина, Т.И. Низамутдинов, Е.В. Абакумов

ПОЧВЫ ПРИНЕВСКОЙ НИЗМЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

С. 99-102

Е. Ю. Чебыкина, Т.И. Низамутдинов, Е.В. Абакумов

SOILS OF FOLLOW LANDS AND ITS ROLE IN PROVISION OF FOOD SAFETY ON THE EXAMPLE OF LENINGRAD REGION

Е.Ю. Чебыкина, Т.И. Низамутдинов, Е.В. Абакумов, В.И. Поляков

ПОЧВЫ ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЕЛЬ И ИХ РОЛЬ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРИМЕРЕ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

С. 103-109

V.P. Shabalina, U.K. Yuldoshev, E.V. Serazeeva

IMPROVEMENT OF WASTEWATER TREATMENT TECHNOLOGY AT THE OIL REFINERY

В.П. Шабалина, У.К. Юлдошев, Е.В. Серазеева

УТИЛИЗАЦИЯ И ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ ШЛАМА НА ПРЕДПРИЯТИИ НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

2. Научный симпозиум «Проблемы и инновационные решения в области инженерного обеспечения экологической и промышленной безопасности урбанизированных территорий»

2. Scientific symposium «Problems and Innovative Decisions in the Field of Engineering Provision of Ecological and Industrial Safety of Urban Territories»

C. 111-116

A.A. Alina, E.R. Barieva

IMPROVEMENT OF AIR PURIFICATION TECHNOLOGY AT THE ELEVATOR

A.A. Алина, Э.Р. Бариева

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА НА ЭЛЕВАТОРЕ

C. 117-123

I.I. Buzuev, I.A. Sumarchenkova

INFLUENCE OF TIME OF PERCEPTION OF INFORMATION ABOUT TECHNOLOGICAL PROCESSES ON THE FORMATION OF ERROROUS HUMAN ACTIONS

И.И. Бузиев, И.А. Сумарченкова

ВЛИЯНИЕ ВРЕМЕНИ ВОСПРИЯТИЯ ИНФОРМАЦИИ О ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ НА ФОРМИРОВАНИЕ ОШИБОЧНЫХ ДЕЙСТВИЙ ЧЕЛОВЕКА

C. 124-129

N.A. Bykovsky, L.N. Puchkova, N.N. Fanakova, N.A. Puchkov

EXTRACTION OF CHROME (VI) FROM WASTEWATER BY ELECTROLYSIS WITH A SOLUBLE IRON ANODE

Н.А. Быковский, Л.Н. Пучкова, Н.Н. Фанакова, Н.А. Пучков

ИЗВЛЕЧЕНИЕ ХРОМА(VI) ИЗ СТОЧНЫХ ВОД ЭЛЕКТРОЛИЗОМ С РАСТВОРИМЫМ ЖЕЛЕЗНЫМ АНОДОМ

C. 130-135

I.V. Volkhin, V.D. Katin

INCREASING OF THE EFFICIENCY OF OPERATION OF BOILERS DURING THE USING OF NEW DEVICE FOR PREPARATION OF WATER-OIL EMULSIONS AND OF SYNTHETIC LIQUID FUEL ON THE BASIS OF WATERED HEATING OIL

И.В. Вольхин, В.Д. Катин

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ КОТЛОАГРЕГАТОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НОВОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ВОДОМАЗУТНЫХ ЭМУЛЬСИЙ И СИНТЕТИЧЕСКОГО ЖИДКОГО ТОПЛИВА НА ОСНОВЕ ОБВОДНЕННЫХ ТОПОЧНЫХ МАЗУТОВ

C. 136-140

A.V. Zaika, A.A. Igolkin, A.I. Safin

ESTIMATION OF THE UNCERTAINTY OF THE MEASUREMENT RESULT FOR TESTING EXHAUST NOISE MUFFLERS OF PNEUMATIC AUTOMATION SYSTEMS

А.В. Заика, А.А. Иголкин, А.И. Сафин

ОЦЕНКА НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ГЛУШИТЕЛЕЙ ШУМА

C. 141-143

R.Ya. Iskhakova, A.I. Nurgaliev

MODERN METHODS OF DETOXIFICATION OF ACTIVE SLUDGE

Р.Я. Исхакова, А.И. Нургалиев

СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ АКТИВНОГО ИЛА

C. 144-150

M.A. Krivova

CAUSES AND FACTORS OF ACCIDENTS AND INJURIES AT THE ENTERPRISES OF THE COUNTRY AND IN THE REGION

М.А. Кривова

ПРИЧИНЫ И ФАКТОРЫ АВАРИЙНОСТИ И ТРАВМАТИЗМА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ СТРАНЫ И В РЕГИОНЕ

C. 151-158

M.A. Krivova, N.G. Yagovkin

MODELS FOR DETERMINING THE FUNCTIONAL STATE OF A HUMAN AND DIAGNOSTICS OF EQUIPMENT IN A TECHNOLOGICAL SYSTEM

M.A. Кривова, Н.Г. Яговкин

МОДЕЛИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА И ДИАГНОСТИКИ ОБОРУДОВАНИЯ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

C. 159-165

A.Z. Mindubaev, E.V. Babynin, E.K. Badeeva, J.D. Anteh

BIODEGRADATION OF WHITE PHOSPHORUS BY STREPTOMYCETES AND FUNGI

А.З. Миндубаев, Е.В. Бабынин, Е.К. Бадеева, И.Д. Антех

БИОДЕГРАДАЦИЯ БЕЛОГО ФОСФОРА СТРЕПТОМИЦЕТАМИ И ГРИБАМИ

C. 166-169

A.I. Musin, M.H. Sharifov, V.A. Voinov, Yu.G. Borisova, G.Z. Raskildina

WASTE-FREE HETEROGENEOUS-CATALYTIC HYDROGENATION 5-ACYL-1,3-DIOXANES

А.И. Мусин, М.Х. Шарифов, В.А. Войнов, Ю.Г. Борисова, Г.З. Раскильдина

БЕЗОТХОДНОЕ ГЕТЕРОГЕННО-КАТАЛИТИЧЕСКОЕ ГИДРИРОВАНИЕ 5-АЦИЛ-1,3-ДИОКСАНОВ

C. 170-175

A.N. Nemkov, E.V. Petukhova, D.D. Galieva

TECHNOLOGICAL AND ORGANIZATIONAL PROCESSES OF REDUCING THE RATE OF CORROSION OF PIPELINES IN OIL AND GAS FIELDS DURING THE USING OF PLANTS OF BOREHOLE CLUSTER WATER DISCHARGE

А.Н. Немков, Е.В. Петухова, Д.Д. Галиева

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ СНИЖЕНИЯ ТЕМПОВ КОРРОЗИИ ТРУБОПРОВОДОВ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ПРИ

ИСПОЛЬЗОВАНИИ УСТАНОВОК СКВАЖИННОГО КУСТОВОГО
СБРОСА ВОДЫ

C. 176-182

O.N. Pobol, I.N. Statnikov, G.I. Firsov

MODELING AND INVESTIGATION OF SOUND AND NOISE EMISSION
PROCESSES IN THE SUSPENSION OF THE SPINDLE ASSEMBLY OF
SPINNING MACHINES

О.Н. Поболь, И.Н. Статников, Г.И. Фирсов

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ЗВУКО- И
ШУМОИЗЛУЧЕНИЯ В ПОДВЕСКЕ ВЕРЕТЕННОГО УЗЛА ПРЯДИЛЬНЫХ
МАШИН

C. 183-189

A.A. Sidorov

ASSESSMENT OF THE RELIABILITY OF HUMAN ACTIVITY IN THE
OPERATION OF TECHNOLOGICAL SYSTEMS

A.A. Сидоров

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА ПРИ
ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

C. 190-195

L.V. Sorokina

ANALYSIS OF HUMAN LABOR ACTIVITY BY ALGORITHMIZATION
METHOD

Л.В. Сорокина

АНАЛИЗ ТРУДОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА МЕТОДОМ
АЛГОРИТМИЗАЦИИ

C. 196-201

I.A. Tizyaeva, A.V. Vasilyev

FLUE GAS DESULFURIZATION AS INNOVATIVE APPROACH TO
UTILIZATION OF ACID GASES IN THE PLANT OF DESULFURIZATION

И.А. Тизяева, А.В. Васильев

ДЕСУЛЬФУРАЦИЯ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ КАК ИННОВАЦИОННЫЙ
ПОДХОД К УТИЛИЗАЦИИ КИСЛЫХ ГАЗОВ НА УСТАНОВКЕ ПО
СЕРООЧИСТКЕ

C. 202-210

G.N. Yagovkin, E.S. Bazhanova

HUMAN PERCEPTION OF INFORMATION ABOUT THE STATE OF THE
TECHNOLOGICAL SYSTEM

Г.Н. Яговкин, Е.С. Бажанова

ВОСПРИЯТИЕ ЧЕЛОВЕКОМ ИНФОРМАЦИИ О СОСТОЯНИИ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ



NINTH INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL CONGRESS ELPIT-2023

20-24 September 2023, Samara-Togliatti, Russia

FOREST FIRES AS A FACTOR OF SOIL FORMATION IN FOREST- STEPPE ZONE

E. Yu. Chebykina

Saint Petersburg State University, Saint Petersburg

Forest fires are the most significant kind of destructions in global scale and are causing negative influence to biodiversity and to biochemical cycles making the significant impact to the global chemical composition of the atmosphere. In the frameworks of researches new results about the role of the forest fires in formation of the elements of soil feed (phosphorus, potassium, ammonium and nitrate forms of nitrogen) were obtained.

ЛЕСНЫЕ ПОЖАРЫ КАК ФАКТОР ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ

Е.Ю. Чебыкина

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург,
Россия

Лесные пожары относятся к наиболее значительным видам нарушений в глобальном масштабе, влияя на биоразнообразие и биогеохимические циклы и внося существенный вклад в глобальный химический состав атмосферы. В рамках исследования были получены новые сведения о роли лесных пожаров в формировании режимов элементов питания (фосфора, калия, аммонийных и нитратных форм азота) почвы. Он может служить как индикатором деградации отдельного свойства почвы, так и использоваться при экономической оценке отдельных экологических услуг городских лесов. Оценивание экосистемных услуг лесными экосистемами и почвами в результате лесных пожаров в будущем должно быть преобразовано в стоимостную оценку. Стоимость восстановления экосистемных услуг, обеспечиваемых почвой, очень высока и определяет необходимость максимального сохранения почвенного покрова при осуществлении хозяйственной деятельности.

Особенности климатических изменений последних десятилетий существенно усиливают угрозу возникновения и распространения разрушающих природных пожаров. Существенно увеличивается

изменчивость погоды, выражающаяся в чередовании периодов с ливневыми осадками и длительных теплых и сухих периодов, иногда с аномальной жарой. Такая специфика создает угрозу возникновения и распространения на большие площади природных, в первую очередь, лесных пожаров высокой интенсивности, так называемых катастрофических пожаров. Количество постпирогенных территорий ежегодно возрастает как в России, так и в мире – причем горят не только торфяные почвы, но и минеральные.

Такие пожары приводят к глубинной деградации экосистем, наносят значительный вред экономике и инфраструктуре, а также крайне негативно влияют на условия жизни и здоровье населения в регионах распространения пожаров.

Лесные пожары в России в основном характерны для бореальных лесов. Разнообразные исследования посвящены вопросам пирогенной трансформации почв, растительности и лесных ландшафтов в целом. Однако данные об аналогичных исследованиях по изучению изменения почв после лесных пожаров в суббореальных ландшафтах (а именно, в островных сосновых массивах в лесостепной зоне) крайне редки. Внимание уделяется, главным образом, постпирогенной трансформации растительного покрова.

Почва, как неотъемлемая составная часть биогеоценозов, также испытывает на себе разностороннее влияние пожаров. Пожарам в системе деградации почвенного покрова принадлежит особое место, что обусловлено их специфическим воздействием на окружающую среду, в том числе и на почвенный покров. Пирогенные изменения в почве являются следствием непосредственного воздействия огня, а также косвенных послепожарных изменений в биогеоценозе, причем последние имеют значительно большее распространение. Механические, физико-механические и биологические свойства почв могут изменяться под действием как непосредственно влияния высоких температур и золы, поступившей на поверхность почвы после сгорания подстилки и древесного опада, так и смены растительности. Таким образом, в пределах одного района, однородного в отношении климата, рельефа, материнских пород и почв, создаются неравноценные эдафические условия для продуктивности древостоев.

Процессы пирогенеза являются широко распространенным явлением, оказывающим огромное влияние на процессы почвообразования, природных экосистем. Роли лесных пожаров в естественной динамике лесного покрова посвящено значительное количество публикаций, поскольку они являются самым мощным экологическим фактором среди других причин, определяющих структуру и динамику лесов и, соответственно, экологическое состояние территории. Огонь же уничтожает почвы и леса за мгновения, а природа восстанавливается годами, десятилетиями, веками. Поэтому результаты исследований послепожарного функционирования лесных почв в относительно однородных климатических и геолого-геоморфологических условиях представляют большой интерес для объективной экологической

оценки современного состояния лесных экосистем, что важно для понимания путей восстановительной динамики компонентов лесных экосистем и прогноза их состояния при разном воздействии пирогенного фактора. Постпирогенное почвообразование – интересная модель изучения восстановления почвенно-растительного покрова после катастрофических природных воздействий.

Авторами в период с 2010 по 2021 гг. проводились мониторинговые исследования постпирогенных почв в лесостепной зоне на примере островного бора г. Тольятти, подвергшиеся воздействию катастрофических лесных пожаров в июле 2010 г. Были изучены морфологическая организация профиля постпирогенных серогумусовых почв, их макро-, мезо- и микроморфологические особенности, исследовано влияние верхового и низового пожаров на основные химические, физические, физико-химические и биологические свойства почв и оценена пространственно-временная динамика изменения свойств после пожаров, выявлены постпирогенные изменения системы органического вещества почв, а также составлен долгосрочный прогноз динамики запасов органического вещества сухих сосновых лесов под влиянием низовых пожаров с помощью вычислительных экспериментов.

Островные сосновые боры в районе г. Тольятти Самарской области сформированы на песчаных и супесчаных отложениях эолового или аллювиального происхождения в суббореальном климате. Это территория Ставропольского соснового бора (бывшая парковая зона между Комсомольским, Центральным и Автозаводским районами города, вблизи Института экологии Волжского бассейна РАН (53°29'43.80" N, 49°20'56.44" E, 179 м над ур. м.).

Исследования послепожарной динамики почвенного покрова проводили на участках, пройденных верховым и низовым, и на участках, не подвергавшихся действию огня (контроль). В качестве контроля использовали аналогичные участки леса с таким же типом почв, но не подвергавшиеся горению (удаление около 1 км от пирогенного воздействия).

Пожары приводят не только к мобилизации многих элементов, содержащихся в почве, но и к единовременному поступлению в почву огромных количеств элементов, которые накапливаются в растениях в течение долгого периода. Полученные результаты показали, что лесные пожары приводят к увеличению содержания биофильных элементов в зольном горизонте – фосфора и калия, причем при низовом пожаре это увеличение более заметно, видимо, за счет того, что при этом происходит полное сгорание поверхности почвы. Содержание фосфора увеличивается в ряду фоновый участок→верховой пожар→низовой пожар (43 мг/кг→47 мг/кг→517 мг/кг в верхних горизонтах) (причем картина распределения по профилю после верхового пожара не отличалась от контроля (элювиальный тип распределения), тогда как после низового пожара поменялась на аккумулятивный); содержание калия также увеличивается в ряду: фоновый

участок→низовой пожар→верховой пожар (164 мг/кг→215 мг/кг →517 мг/кг в верхних горизонтах).

Содержание P_2O_5 существенно увеличилось после действия низового пожара – в горизонте 0-5 см возросло более чем в 10 раз по сравнению с фоновой почвой: степень обогащенности почв подвижным фосфором после низового пожара – высокая - очень высокая; после верхового пожара – от низкой до средней, а для контрольного участка – средняя. После низового пожара содержание K_2O в верхнем горизонте увеличилось в 1,3 раза, а после верхового – в 3 раза по сравнению с контролем. Уровень обеспеченности обменным калием почв после низового и верхового пожаров в выгоревшей подстилке – очень высокий, тогда как в горизонтах АУ и АС – низкий, а для контроля характерен повышенный уровень обеспеченности калием.

В ходе восстановительной сукцессии содержание фосфора и калия незначительно, но уменьшилось в результате выноса с атмосферными осадками, что отражено также в исследованиях Р. Pereiraetal. (2013) [5]. Таким образом, зола, поступающая на поверхность почвы, при горении верхних горизонтов обогащает ее элементами питания.

Источником этих соединений являются не только сгоревшие подстилка и надземные органы растений, но также подземные органы погибших растений и минеральные и органоминеральные частицы почвы (например, полевые шпаты). Можно сказать, что горение сопровождается увеличением именно подвижных форм калия и фосфора. Подвижная форма не может возникнуть от калиевых полевых шпатов, поскольку они стоят в ряду наиболее стойких к выветриванию минералов. Следовательно, она возникает только от продуктов сгорания растительных компонентов.

Кроме того, как утверждал G. Certini (2005)[4], содержание аммонийного и нитратного азота также повышается в почвах после лесных пожаров, однако не столь существенно, как в случае P_2O_5 и K_2O . Многие исследования показывают послепожарное увеличение содержания валового азота на свежих горячих и постепенное снижение доли гидролизуемых соединений азота в последующем. Пирогенное изменение активности минерализационных процессов обусловлено изменением динамики поступления растительных остатков на поверхность почв, трансформацией гидротермических условий и активностью почвенной биоты.

Почва выполняет в экосистемах множество экологических функций, а отдельные почвенные свойства или их комплекс участвуют в осуществлении тех или иных предоставляемых экосистемных услуг. Преобразование под влиянием различных факторов почвенных показателей может привести к изменению качества экологических услуг. Оценка экологического состояния свойств почв с учетом степени их трансформации (или отличия) относительно природного потенциала или оптимальных значений представлена в таблице 1. Среди почвенных свойств, которые могут обеспечивать выполнение городским лесом тех или иных экосистемных услуг, выбраны одиннадцать (табл. 1).

Таблица 1

Экосистемные услуги и показатели экологического состояния почвенных свойств городских лесов Тольятти

Экосистемные услуги	Почвенные свойства	Значение почвенных свойств			Оценка, V_i , баллы			K_i	P_e		
		1	2	3	1	2	3		1	2	3
Генетический материал биоты	Численность (млрд кл/г) бактерий	0,64	0,46	2,04	3	2	5	1,0	3	2	5
	биомасса (мкг/г)	12,8	9,2	20,4							
Генетический материал биоты	Длина мицелия (м/г) грибов и актиномицетов	144,8	39,9	602,9	3	2	5	1,0	3	2	5
	биомасса (мкг/г)	204,9	63,38	832,81							
Фильтрация и аккумуляция химических элементов в экосистеме	суммарный показатель загрязнения Z_c	32	7	12	4	5	5	1,5	6	7,5	7,5
	содержание физической глины	14,9	14,1	15,8	4	4	4	1,0	4	4	4
	плотность сложения, г/см ³	0,78	0,85	1,03	5	5	5	1,0	5	5	5
	pHвод	8,0	7,9	6,5	3	3	4	1,5	4,5	4,5	6
	запасы гумуса, т/га	36	54	81	3	4	5	1,5	4,5	6	7,5
Процессы выветривания и почвообразования	мощность гумусового горизонта, см	14	10	23	3	2	5	1,5	4,5	3	7,5
	дыхание почвы (биологическая активность), мг CO ₂ на 100 г почвы/сутки	75	77	258	3	3	5	1,0	3	3	5
								P_e сред	4,2	4,1	5,8
								P_e сумм	37,5	37	52,5

Примечание: 1 — низовой лесной пожар, 2 — верховой пожар, 3 — ненарушенная лесным пожаром территория.

Экологическое состояние послепожарных почв по сравнению с фоном ухудшается: средний показатель P_e значительно снижается с 5,8 до 4,1 (табл. 1), причем отсутствуют отличия между почвами верхового и низового пожаров. Для отдельных почвенных свойств он существенно варьирует: от 2,0 до 7,5 и ниже фонового на 20-60%. На постпирогенных почвах снижение экологического состояния отдельных почвенных свойств относительно оптимума проявляется почти в 80% случаев. Наиболее негативный вклад в снижение P_e вносит снижение мощности гумусового горизонта и численность и биомасса почвенной биоты. Вследствие изменившихся условий местообитания и прямого выжигания почвенной биоты ее состояние значительно ухудшается. Частные показатели уровня деградации ее численности и биомассы снижаются с 5 до 2-3 баллов. Кроме того, отмечается значительное ухудшение экологического состояния таких диагностических почвенных параметров, как запасы гумуса и мощность гумусовой толщи (от 7,5 до 3,0 баллов). Остальных свойства почв существенно не изменяются в результате пожаров.

Оценка потери лесными экосистемами и почвами их экосистемных услуг в результате пожаров обязательно должна в будущем перейти в стоимостную оценку. Это особенно актуально для городских лесов в контексте расчета ущербов от лесных пожаров. Подобные стоимостные

оценки ранее успешно проводились [1-3]. Несомненно, стоимостная оценка экосистемных услуг городских лесов, затронутых действием лесного пожара, имеет важное прикладное значение в рамках пожарной безопасности, оценки рисков лесных пожаров и градостроительства и должна быть использована в качестве инструмента организации городской среды, регулирующего хозяйственную деятельность в городских лесах и экологическое состояние урбанизированных территорий.

Таким образом, влияние лесных пожаров проявляется в накоплении основных элементов питания (что особенно выражено в случае низового пожара) – фосфора, калия, аммонийного и нитратного азота. Непосредственно сразу после пожаров отмечены высокие содержания элементов питания, которые существенно превосходят их содержание в фоновой почве, а также по сравнению с последующими стадиями пирогенной сукцессии.

Лесные пожары играют важную роль при изучении факторов почвообразования и различных аспектов деградации почвенного покрова, что обусловлено их специфическим воздействием на окружающую среду.

Работа выполнена при поддержке Гранта Президента РФ для молодых кандидатов наук № МК-4596.2022.1.4.

Работа посвящена 300-летию Санкт-Петербургского государственного университета.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Семенюк О.В., Бодров К.С., Стома Г.В., Яковлев А.С. 2019. Оценка стоимости экосистемных услуг природного парка "Битцевский лес". – Вестник Московского университета. Сер. 17. Почвоведение, № 3. – С. 23-29.
2. Семенюк О.В., Стома Г.В., Бодров К.С. 2021. Оценка стоимости экосистемных услуг городских ландшафтов (на примере г. Москвы). – Почвоведение, № 12. – С. 1-14.
3. Стома Г.В., Романова Л.В. 2019. Экологическое состояние почв и древесной растительности в городских парково-рекреационных ландшафтах (на примере Екатеринского парка г. Москвы). – Вестник Московского университета. Сер. 17. Почвоведение, № 4. – С. 11-18.
4. Certini G. Effects of fire on properties of forest soils: a review. *Oecologia*. 2005. V.143. P.1-10.
5. Pereira P., Cerdà A., Úbeda X., Mataix-Solera J., Martín D., Jordán A., Burguet M. Spatial models for monitoring the spatiotemporal evolution of ashes after fire – a case study of a burnt grassland in Lithuania. *Solid Earth*. 2013. No. 4. P. 153-165.