

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ ЖУРНАЛ



Прикладная
ТОКСИКОЛОГИЯ



—  Том III  —

—  № 2 • (8) • 2012  —



НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ «ВЕЛТ»
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР «ВЕЛТ»

- РАЗРАБОТКА
- ПРОИЗВОДСТВО
- РЕАЛИЗАЦИЯ



Дезинфицирующие средства

Высокоэффективная профилактическая, текущая и заключительная дезинфекция, предстерилизационная очистка



Стерилизующие средства

Обеззараживание, стерилизация и дезинфекция высокого уровня



Кожные антисептики

Надёжная защита от опасных инфекций, бережная забота о коже



Дезинфицирующие салфетки

Длительная и надёжная защита от инфекций, забота о коже

ИННОВАЦИИ НА СЛУЖБЕ ВАШЕГО ЗДОРОВЬЯ!

Научно-производственное объединение «ВЕЛТ»
119517, г. Москва, ул. Нежинская, д. 14, корп. 2
Тел./факс: +7(495) 739-56-42 (43, 44); +7(967) 137-01-78
E-mail: office@velt-npo.ru; group@velt-npo.ru

Научно-производственный центр «ВЕЛТ»
141983, Московская область, г. Дубна,
ул. Программистов, д. 4, стр. 2
Тел.: +7 (496) 219-02-48; +7 (903) 960-01-35
E-mail: office@velt-npc.ru

www.velt-npo.ru

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ РЕДАКЦИОННО-ЭКСПЕРТНОГО СОВЕТА:

Покровский Валентин Иванович

Президент Национального союза «Медико-биологическая защита»

Директор ЦНИИ эпидемиологии Роспотребнадзора РФ, академик РАМН, профессор, докт. мед. наук

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

Иванова Елена Борисовна

Директор Некоммерческой организации Частного учреждения «Научно-исследовательский институт биоцидов и нанобиотехнологий»

Вице-президент Национального союза «Медико-биологическая защита», канд. мед. наук

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

Волохова Ольга Павловна

Член Союза журналистов РФ, член Союза писателей РФ

НАУЧНЫЕ КОНСУЛЬТАНТЫ:

Завьялов Николай Всеволодович

Зав. отделением токсикологических методов исследования и экспертиз

Центра Госсанэпиднадзора в городе Москве, канд. мед. наук

Коломбет Любовь Васильевна

Главный специалист по инновационным проектам Государственного научного центра прикладной микробиологии и биотехнологии Роспотребнадзора РФ, докт. биол. наук

Колкутин Виктор Викторович

Заместитель директора по науке НО ЧУ «Научно-исследовательский институт биоцидов и нанобиотехнологий», профессор, докт. мед. наук

Рыбалкин Сергей Петрович

Зам. директора по научной работе Научно-исследовательского центра токсикологии и гигиенической регламентации биопрепаратов ФМБА России, канд. биол. наук

Тимофиевская Лидия Александровна

Консультант лаборатории токсикологии НО ЧУ «Научно-исследовательский институт биоцидов и нанобиотехнологий», канд. мед. наук

НАУЧНЫЕ РЕДАКТОРЫ:

Асташов Вадим Васильевич

Заведующий лабораторией токсикологии НО ЧУ «Научно-исследовательский институт биоцидов и нанобиотехнологий», профессор, докт. мед. наук

Иванова Наталья Ивановна

Консультант лаборатории токсикологии НО ЧУ «Научно-исследовательский институт биоцидов и нанобиотехнологий», канд. мед. наук

Мамонов Роман Александрович

Зам. заведующего лабораторией токсикологии НО ЧУ «Научно-исследовательский институт биоцидов и нанобиотехнологий», канд. мед. наук

ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР: Коржикова Елена Борисовна

РУКОВОДИТЕЛЬ ОТДЕЛА РАСПРОСТРАНЕНИЯ: Протасов Анатолий Васильевич

ДИЗАЙН И КОМПЬЮТЕРНАЯ ВЕРСТКА: Резниченко Андрей Сергеевич

УЧРЕДИТЕЛЬ ЖУРНАЛА: Некоммерческая организация Частное учреждение «Научно-исследовательский институт биоцидов и нанобиотехнологий»

ИЗДАТЕЛИ ЖУРНАЛА: Издательский Дом «ВЕЛТ», Национальный союз «Медико-биологическая защита», Некоммерческая организация Частное учреждение «Научно-исследовательский институт биоцидов и нанобиотехнологий»

СОДЕРЖАНИЕ

Редакционно-экспертный совет	4
Рассылка журнала	6

АКТУАЛЬНЫЕ ТЕМЫ

Техногенные отложения и техногенные геохимические аномалии на территории г. Москвы <i>Каздым А. А.</i>	10
Антропогенное эвтрофирование городских водоёмов <i>Садчиков А. П., Котелевцев С. В.</i>	20

НАУЧНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Токсичные элементы в биосфере, экологические вопросы детоксикации и совершенствование экологического мониторинга <i>Остроумов С. А.</i>	28
Проблемы внедрения системы надлежащей лабораторной практики в России <i>Ржевский Д. И., Жармухамедова Т. Ю., Мурашев А. Н.</i>	42
Получение компостов из коммунальных отходов <i>Луканин А. В.</i>	46
Библиотека	56
Выставка	58
К сведению читателей	60
Вниманию подписчиков	64

CONTENTS

Editorial and expert council	4
Periodical dispatch	6

ACTUAL THEMES

The technogenic deposits and technogenic abnormalities in Moscow territory <i>Kazdym A. A.</i>	10
The anthropogenic eutrophication of city water reservoirs <i>Sadchikov A. P., Kotelevtzev S. V.</i>	20

SCIENTIFIC ACTIVITIES

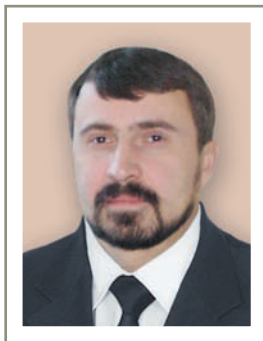
Toxic elements in biosphere, an ecological problems of detoxication and advance of ecological monitoring <i>Ostroumov S. A.</i>	28
The problems of GLP implementation in Russia <i>Rzhevskiy D. I., Zharnuhamediva T. Yu., Murashov A. N.</i>	42
The preparation of compost from municipal waste products <i>Lukanin A. V.</i>	46
Library	56
Exhibition	58
For readers information	60
For subscribers attention	64

*Редакция выражает
искреннюю благодарность
авторам, принявшим участие
в подготовке номера*



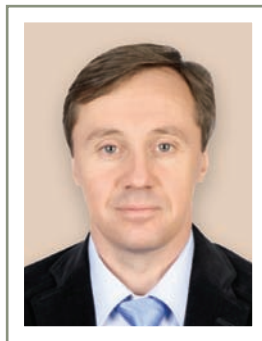
**Покровский
Валентин Иванович**

Президент Национального союза
«Медико-биологическая защита»
Директор
ЦНИИ эпидемиологии
Роспотребнадзора РФ



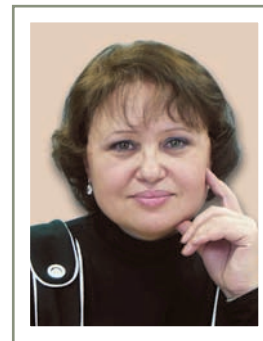
**Асташов
Вадим Васильевич**

Заведующий лабораторией
токсикологии НО ЧУ «Научно-
исследовательский институт
биоцидов и нанобиотехнологий»



**Гребенюк
Александр Николаевич**

Начальник кафедры
военной токсикологии
и медицинской защиты
Военно-медицинской академии –
главный токсиколог-радиолог
Министерства обороны РФ



**Грязнева
Татьяна Николаевна**

Зав. кафедрой
микробиологии Московской
государственной академии
ветеринарной медицины
и биотехнологии им. К. И. Скрябина



**Захидов
Сабир Тишаевич**

Ведущий научный сотрудник
лаборатории клеточной
биологии старения и развития
биологического факультета
МГУ им. М. В. Ломоносова



**Иванов
Николай Георгиевич**

Зав. лабораторией токсикологии
Российского национального
исследовательского медицинского
университета им. Н. И. Пирогова



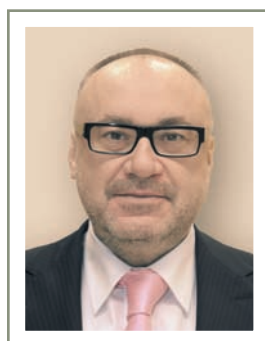
**Иванова
Елена Борисовна**

Директор НО ЧУ «Научно-
исследовательский институт
биоцидов и нанобиотехнологий»
Вице-президент
Национального союза
«Медико-биологическая защита»



**Мешков
Николай Алексеевич**

Ведущий научный сотрудник
НИИ экологии человека и гигиены
окружающей среды
им. А. Н. Сысина РАН



**Панин
Александр Николаевич**

Директор Всероссийского
центра качества и стандартизации
лекарственных средств
для животных и кормов



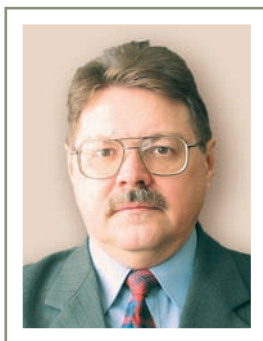
**Рыбалкин
Сергей Петрович**

Заместитель директора по научной
работе Научно-исследовательского
центра токсикологии и гигиенической
регламентации биопрепаратов
ФМБА России



**Дядищев
Николай Романович**

Директор
Научно-исследовательского центра
токсикологии
и гигиенической регламентации
биопрепаратов ФМБА России



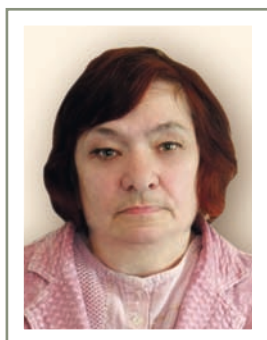
**Жариков
Геннадий Алексеевич**

Начальник отдела
Научно-исследовательского центра
токсикологии
и гигиенической регламентации
биопрепаратов ФМБА России



**Завьялов
Николай Всеволодович**

Зав. отделением токсикологических
методов исследования и экспертиз
Центра гигиены
и эпидемиологии
в городе Москве



**Иванова
Наталья Ивановна**

Консультант лаборатории
токсикологии НО ЧУ «Научно-
исследовательский институт
биоцидов и нанобиотехнологий»



**Коломбет
Любовь Васильевна**

Главный специалист
по инновационным проектам
Государственного научного центра
прикладной микробиологии
и биотехнологии
Роспотребнадзора РФ



**Колкутин
Виктор Викторович**

Заместитель директора
по науке НО ЧУ «Научно-
исследовательский институт
биоцидов и нанобиотехнологий»



**Саночкий
Игорь Владимирович**

Советник директора
НИИ медицины труда РАМН



**Тимофиевская
Лидия Александровна**

Консультант лаборатории
токсикологии НО ЧУ «Научно-
исследовательский институт
биоцидов и нанобиотехнологий»



**Тутельян
Виктор Александрович**

Директор НИИ питания РАМН
Главный учёный секретарь
Президиума РАМН



Главное управление
специальных программ Президента РФ

Управление делами Президента РФ
Главное медицинское управление

Совет Федерации
Федерального Собрания РФ.
Комитет по социальной политике
и здравоохранению

Государственная Дума Федерального
Собрания РФ. Комитет по охране здоровья

Совет безопасности РФ

Министерство внутренних дел РФ.
Управление медико-социальной защиты

Министерство РФ по делам
гражданской обороны, чрезвычайным
ситуациям и ликвидации последствий
стихийных бедствий

Министерство обороны РФ.
Главное военно-медицинское управление

Министерство юстиции.
Главное медицинское управление

Министерство здравоохранения РФ

Министерство труда
и социальной защиты РФ

Министерство образования и науки РФ.
Департамент государственной политики
в сфере воспитания, дополнительного
образования и социальной защиты

Министерство промышленности и торговли РФ.
Департамент химико-технологического
комплекса и биоинженерных технологий

Министерство сельского хозяйства РФ.
Департамент ветеринарии.
Департамент растениеводства,
химизации и защиты растений

Министерство экономического развития.
Поликлиника Минэкономразвития России

Министерство природных
ресурсов и экологии РФ.
Департамент государственной политики
и регулирования в сфере охраны
окружающей среды и экологической
безопасности

Федеральная служба
по военно-техническому сотрудничеству

Федеральная служба РФ по надзору
в сфере здравоохранения

Федеральная служба РФ по труду и занятости

Федеральная служба РФ по надзору
в сфере защиты прав потребителей
и благополучия человека

Федеральная служба РФ
по интеллектуальной собственности,
патентам и товарным знакам

Федеральная служба РФ по оборонному заказу

Федеральная служба исполнения наказаний РФ.
Управление организации
медико-санитарного обеспечения.
Главный центр гигиены и эпидемиологии

Федеральная служба безопасности РФ.
Военно-медицинское управление

Федеральная служба по ветеринарному
и фитосанитарному надзору

Федеральная служба РФ
по надзору в сфере природопользования.
Управление экологического контроля

Федеральная служба РФ по экологическому,
технологическому и атомному надзору

Федеральная служба охраны.
Главное медицинское управление

Государственная корпорация
по атомной энергии РФ.
Департамент ядерной и радиационной
безопасности, организации лицензированной
и разрешительной деятельности



Федеральное агентство лесного хозяйства РФ. Управление охраны и защиты лесов	ОАО «ГАЗПРОМ». Медицинское управление администрации ОАО «ГАЗПРОМ». Поликлиника ОАО «ГАЗПРОМ»
Федеральное агентство водных ресурсов РФ. Управление ресурсов вод и регулирования водохозяйственной деятельности	ОАО «Российские железные дороги». Департамент здравоохранения
Федеральное агентство морского и речного транспорта РФ. Управление транспортной безопасности	Российская академия наук
Федеральное агентство воздушного транспорта РФ. Управление лётной эксплуатации. Управление транспортной безопасности	Российская академия медицинских наук
Федеральное космическое агентство РФ	Российская академия сельскохозяйственных наук
Федеральное медико-биологическое агентство РФ	Российская академия естественных наук
Федеральное агентство РФ по недропользованию. Отдел науки. Отдел информационных геологических ресурсов	Научно-исследовательские учреждения
Федеральное агентство железнодорожного транспорта РФ	Всероссийский центр медицины катастроф «Защита»
Федеральное агентство РФ по рыболовству. Управление контроля, надзора, рыбоохраны и воспроизводства	Всероссийская организация качества
Федеральное агентство РФ по техническому регулированию и метрологии. Управление развития информационного обеспечения и аккредитации	Лечебно-профилактические учреждения
Федеральное агентство по печати и массовым коммуникациям	Санаторно-курортные учреждения
Общественная палата РФ. Комиссия Общественной палаты по охране здоровья и экологии	Медицинские центры
Торгово-промышленная палата РФ. Комитет по вопросам социальной политики. Комитет по предпринимательству в здравоохранении и медицинской промышленности	Ветеринарные клиники и хозяйства
Департаменты (управления) ветеринарии субъектов РФ	Предприятия медицинской промышленности и профильные бизнес-структуры
	Общероссийские общественные и некоммерческие организации
	Ведущие учёные, государственные и общественные деятели
	Парламентская библиотека РФ
	Центральная научная медицинская библиотека Первого МГМУ им. И. М. Сеченова
	Российская государственная библиотека
	Государственная публичная научно-техническая библиотека (ГПНТБ)



НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
БИОЦИДОВ И НАНОБИОТЕХНОЛОГИЙ

некоммерческая организация частное учреждение - основано в 2008 г.



Создайте свой продукт

СОТРУДНИЧЕСТВО ОТРАСЛЕВОЙ ПРИКЛАДНОЙ НАУКИ
С ПРОИЗВОДСТВОМ ДАЁТ ВОЗМОЖНОСТЬ СОЗДАНИЯ
ПРОДУКЦИИ ЛЮБОГО НАЗНАЧЕНИЯ, А ЗНАЧИТ
И СПОСОБНОСТЬ КОНКУРИРОВАТЬ НА МИРОВЫХ РЫНКАХ

ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ ЦЕНТР НИИ БНТ

Центр аккредитован по международным стандартам качества ISO 17025

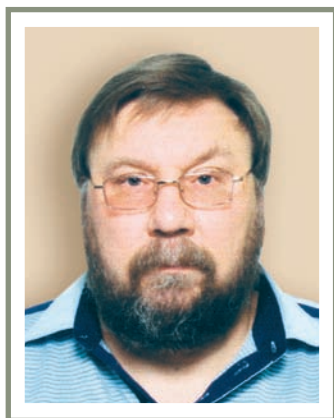


Отдел приёма и консультаций:
119517, РФ, г. Москва,
ул. Нежинская, д. 14, корп. 2
телефон/факс:
+7 (495) 739-56-42 (43, 44); +7 (495) 449-20-46
www.nii-bnt.ru

Испытательный лабораторный центр:
121359, РФ, г. Москва,
ул. Маршала Тимошенко, д. 23, стр. 2
телефон/факс:
+7 (495) 662-40-18
ilc@nii-bnt.ru, center@nii-bnt.ru

Актуальные темы

Техногенные отложения и техногенные геохимические аномалии на территории г. Москвы



КАЗДЫМ
Алексей Аркадьевич

Российский университет дружбы народов

Кафедра архитектуры и градостроительства

Старший преподаватель,

канд. геол.-минерал. наук

Об авторе

КАЗДЫМ Алексей Аркадьевич родился 12 ноября 1962 г. в Москве. В 1988 г. окончил инженерно-экономический факультет Московского автомобильно-дорожного института (МАДИ). Также окончил пять курсов вечернего отделения Московского государственного геологического университета (МГРИ-МГГУ).

В 2003 г. А. А. Каздым защитил диссертацию на учёное звание – кандидат геолого-минералогических наук по специальности «геоэкология».

В 2007 г. Алексей Аркадьевич прошёл обучение на курсах повышения образования аграрного факультета РУДН по программе «Безопасность жизнедеятельности».

Является академиком (действительным членом) Русской секции Международной Академии наук (МАН); академиком (действительным членом) Международной Академии наук по экологии и безопасности жизнедеятельности (МАНЭБ); советником Российской Академии Естествознания (РАЕ); действительным членом Охотинского общества грунтоведов; членом Российского минералогического общества и кристаллографического общества России.

В настоящее время работает старшим преподавателем кафедры архитектуры и градостроительства РУДН, Московского Гуманитарного института и Московского гуманитарно-экологического института.

Читает курсы лекций «Экология», «Социальная экология», «Современные концепции естествознания», «Основы безопасности жизнедеятельности».

Основные направления научных исследований: минералогия и геохимия техногенных отложений (культурного слоя), изучение процессов аутигенного мирагенеза; археологическая минералогия – изучение минералогических особенностей древних искусственных материалов (керамики, шлаков и др.); историческая экология (изучение древнего техногенного воздействия на экосистему)

Автор и соавтор более 315 научных и научно-популярных публикаций, в том числе восьми монографий, ряда методических пособий и учебных программ.

Москва располагается на стыке Смоленско-Московской возвышенности, Москворецко-Окской равнины и Мещерской низменности. Северная часть города находится на южном крае склона Клинско-Дмитровской моренной гряды Смоленской возвышенности и охватывает водоразделы рек Москвы, Клязьмы и Яузы [1]. Максимальная абсолютная отметка находится на Теплостанской возвышенности – 250 м. Для Москвы характерно интенсивное расчленение рельефа, связанное с наличием многочисленных притоков Москвы-реки – Яузы, Сетуни и других рек с многочисленными притоками и ручьями [2, 11, 27, 28].

По геологическому районированию Москва находится в пределах северо-восточной части Восточно-Европейской платформы, в центральной части Русской плиты, в составе Московской синеклизы. В строении платформы выделяются два структурных элемента – этажа: фундамент – с возрастом более 1,5 млрд, сложенный архейскими и нижнепротерозойскими образованиями и осадочный чехол, состоящий из рифейской и нижневендской толщ и пород фанерозоя. Породы архея, протерозоя, нижнего палеозоя и девона залегают на большой глубине и на поверхность в районе Москвы не выходят.

В отложениях карбона Московской синеклизы выделяются все три яруса (турней, визе, московский), представленные известняками, глинами, песками, песчаниками, реже мергелями. Отложения юры представлены глинами, песками с прослоями бурых углей и бурых железняков аллювиального и болотного происхождения. Для отложений юрской системы характерны морские глины с прослоями песков, в том числе и глауконитовых мергелей, ожелезнённых песчаников, общей мощностью первые десятки метров. Для отложений мелового периода характерны пески, часто глауконитовые, песчаники с конкрециями фосфоритов, сидеритом и пиритом, глины.

Отложения плейстоцена разделяются на нижний, средний и верхний. Он характеризуется эпохой оледенений, межледниковий и межстадиалов. Для территории Москвы можно выделить отложения трёх оледенений – окского, днепровского и московского. Это глины, суглинки, валунные суглинки, пески различного генезиса (аллювиальные, озёрные, флювиогляциальные), покровные суглинки.

Рельеф Москвы представляет собой всхолмленную равнину с относительными высотами 40–55 м, сложенную песками и моренными гли-

нами. Южная часть города охватывает между-речье Москвы и Пахры. Наиболее возвышенной частью юга Москвы с превышением в 130–135 м над урезом реки является Теплостанская возвышенность, высота которой достигает 200 м над уровнем моря и более 80 м над урезом реки Москвы [2, 27, 28].

Теплостанская возвышенность, круто обрываясь к реке, образует Воробьёвы горы. Рельеф возвышенности – волнистый, расчленённый эрозионными долинами, балками и оврагами. На территории возвышенности большое количество малых рек, таких как Раменка, Кровянка, Котловка, Чертановка, Городня. Восточная часть Москвы относится к окраине Мещерской водоледниковой равнины с заболоченным рельефом, высотные отметки не превышают 30–40 м над урезом Москва-реки. Восточные и юго-восточные части центра города примыкают к Мещерской низменности, это самые низкие и плоские части его рельефа. Здесь берут начало реки Яуза и Пехорка.

В долине Москвы-реки произошли наибольшие изменения рельефа. Были засыпаны овраги и промоины, раскрывавшиеся к Москве-реке. Малые реки были заключены в коллекторы (Ольховка, Неглинка и др.). В долинах рек Ходынки, Пресни, Неглинной была полностью уничтожена гидросеть и овражно-балочная сеть. Мощность насыпных грунтов в долинах составляет до 20 м.

Современный рельеф Москвы в значительной степени образован отложениями ледниковой эпохи: двумя моренами (московской и днепровской), которые покрывают часть территории города, и эрозионной деятельностью рек. В геоморфологическом отношении большая часть города представлена моренной и флювиогляциальной равнинами и поймой с надпойменными террасами и оползневыми склонами. Кроме того, современный рельеф в значительной степени связан с техногенным и антропогенным преобразованием геологической среды и пред-

Москва располагается на стыке Смоленско-Московской возвышенности, Москворецко-Окской равнины и Мещерской низменности. Северная часть города находится на южном крае склона Клинско-Дмитровской моренной гряды Смоленской возвышенности и охватывает водоразделы рек Москвы, Клязьмы и Яузы.

ставлен техногенными отложениями различного генезиса, состава и мощности.

Техногенные отложения и грунты на территории Москвы разделяют на три группы: перемещённые (аналогичные по составу природным грунтам); отходы строительного и промышленного производства; твёрдые бытовые отходы с большим содержанием органического вещества. Кроме того, выделяют погребённые дорожные покрытия (булыжник, брусчатка, асфальт, бетон), фундаменты (кирпичные и др.) и мелиорированные грунты.

С. И. Петренко и Г. Л. Кофф [28] выделяли четыре основные зоны современного рельефа Москвы:

- неизменного рельефа;
- минимального изменения рельефа, с мощностью техногенных отложений до 1 м, реже до 3–6 м;
- умеренного изменения рельефа, с мощностью техногенных грунтов до 3 м, метами – 6–10 м;
- максимального изменения рельефа, с мощностью техногенных грунтов свыше 6–10 м.

Техногенные отложения – специфическая генетическая группа современных континентальных образований, происхождение которых связано с практической деятельностью человека [5, 6, 11, 12, 13, 18, 21, 23, 26]. Техногенные отложения широко развиты по всей территории Москвы, причём сплошным мощным чехлом покрыта наиболее древняя часть города – центр (в пределах Садового кольца) и участки естественных понижений и пойм рек.

Средняя мощность техногенных отложений по данным различных авторов определяется от 2–4 м (1 м и менее на окраинах и в районах

новостроек) до 20–24 м в центре города [2, 26, 28]. Максимальные мощности техногенных отложений характерны для засыпанных оврагов, долин рек, болот, старых карьеров и выработок. Например, мощность насыпного грунта на бывшем Пашенском болоте достигает 18 м (старые торфоразработки XIX века), на бывшем Сукином болоте – 10 м, Козьем болоте – 4 м. В районе Неглинки, и засыпанных вдоль неё болот и прудов – от 3 до 10 м, на Болотной площади – 4–5 м [28].

Весьма характерны мощные техногенные отложения в районе набережных Москвы-реки и Яузы, связанные с отсыпкой грунта при строительстве или при стихийных свалках мусора. Например, в районе Кропоткинской, Кремлёвской и Москворецкой набережных отметки поверхности повысились на 8–10 м, Смоленской – до 10 м, Кожевнической и Дербенёвской – до 8 м, Фрунзенской и Новоспасской – до 6 м, Краснопресненской – от 8 до 12 м [28].

Следует отметить, что в большинстве случаев техногенные отложения Москвы характеризуются неоднородностью материала (рис. 1), что связано как с геологической неоднородностью строения, так и с производственно-хозяйственной деятельностью. Однако однородные отложения всё же присутствуют как результат планомерной отсыпки насыпей и намыва грунтов при планировке территории (например, Лужники, Южный порт), а также при складировании грунта и при строительстве метрополитена.

Б. М. Даньшин определял техногенные отложения Москвы как «...культурную насыпь, представляющую собой ...темную мусорную суглинисто-супесчаную породу, большей частью довольно рыхлую...». В толще культурной насыпи встречаются «...обломки древесины, угля, кирпича, извести, обделанного известняка, че-



Рис. 1. Культурный слой Москвы

репки гончарной посуды, стекло, банки, склянки, ржавые железные изделия, кости животных, а в местах многочисленных прицерковных кладбищ и человеческие кости...» [2]. В ряде случаев «...в периферической части города и редко в центральной культурная насыпь представлена перекопанной местной породой (чаще песок), обогащённой перегноем и обломками изделий. Особой разновидностью культурной насыпи являются известковые и кирпичные кладки фундаментов и зданий, погружённых в культурный слой»...» [2].

Таким образом, в настоящее время, в большинстве случаев, древние техногенные отложения Москвы определяют как культурный слой или культуросодержащие отложения, далеко не всегда разделяя их на насыпные и иные грунты. Нами предлагается термин «урбофации» или «терраурбофации», для обозначения именно техногенных отложений города, культурного слоя или культуросодержащих отложений. Следует отметить, что до настоящего времени отсутствует единая систематика и классификация различных техногенных образований [1, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 22]. Ряд авторов вообще выделяет не техногенные отложения, а «урбанозёмы» – городские «почвы», формирующиеся вследствие антропогенного воздействия [3].

Накопление насыпного культурного слоя происходит при производстве земляных работ, подсыпке грунта, благоустройстве территории, и, что немаловажно, – за счёт накопления мусора. Например, значительные массы грунта были извлечены при строительстве в Москве оборонительных рвов вокруг Кремля, Китай-города, Белого и Земляного города, а в 30–40 г. XX века – при строительстве Московского метрополитена. Материал использовался для засыпки логов и оврагов на окраинах и насыпки пониженных участков на территории Москвы [26].

Е. М. Сергеев отмечал, что культурный слой является сложным образованием, под которым понимают «...верхние слои земли крупных населённых пунктов, несущие в себе отпечаток деятельности человека...». По мнению Е. М. Сергеева, «...в местах поселений человека в течение десятилетий и столетий на поверхности земли формируется слой, который по вещественному составу и свойствам отличается от нижележащих естественных пород. В культурном слое в качестве остатков встречаются самые разнообразные материалы, как-то: строительный мусор, битый кирпич и камень, предметы домашнего обихода – глиняные черепки и т. п.» [29].

В состав культурного слоя включены оставшиеся в нём фундаменты, погреба, срубы колод-

вне зависимости от геологической основы формирования для культурного слоя Москвы характерна высокая перемешанность и гетерогенность, в ряде случаев – слоистость, иногда присутствие отдельных почвенных горизонтов. Цвет культурного слоя в основном бурый, тёмно-бурый до чёрного.

цев, сваи, шпунты, ряжи и другие сооружения. Культурный слой имеет своеобразный состав, формирующийся в процессе его образования. Минералого-петрографический состав основной массы культурного слоя обусловлен чаще всего геологическими условиями местности, а состав включений определяется характером хозяйственно-культурной деятельности человека.

В отличие от горных пород природного происхождения культурный слой в большинстве случаев весьма неоднороден по своему составу, причём неоднородность проявляется как по вертикали, так и по горизонтальному направлению. Часто в составе культурного слоя присутствуют разнообразные органические включения, количество которых уменьшается с увеличением возраста культурного слоя.

Условия накопления культурного слоя в городе могут быть специфическими в соответствии с естественно-исторической обстановкой (особенностями рельефа, заболоченностью, наличием оврагов, балок), а также с характером строительных мероприятий (сооружение каналов, рвов, дамб, валов, срезание или подсыпка грунта).

Для Москвы процессы накопления культурного слоя связаны со следующими явлениями [11, 13, 22, 26]:

- строительством военно-оборонительных сооружений, рвов вокруг Кремля, деревянных и каменных стен Кремля, Китай-города, Белого города, Земляного города;
- неоднократными крупными пожарами;
- работами по вертикальной планировке – засыпкой оврагов, рек, болот, срезкой возвышений;
- выемкой и отвалом грунтов при строительстве Водоотводного канала в 1786–1793 гг., прудов, котлованов, дренажных канав, погребов, колодцев, канализационных и водопроводных коммуникаций;
- существованием кладбищ, общегородских и внутридворовых свалок, выгребных ям, помоек;

- строительными и ремонтными работами, связанными с благоустройством уличных проездов и тротуаров;
- медленным и непрерывным накоплением бытовых, строительных и хозяйственных отходов.

В пределах Москвы выделены специфические историко-генетические генерации территории с определённым минералого-петрографическим составом [Котлов, 1947]:

- территории, где были расположены древние военно-крепостные сооружения (земляные валы, рвы, крепостные стены). В культурном слое можно выделить три горизонта: фундамент снесённых стен, щебень и обломки кладки (продукты разрушения стен), органическое вещество и мелкий щебень уличных проездов;
- территории уличных проездов (остатки погребённых деревянных мостовых), различные дорожно-строительные материалы (булыжник, щебень, песок);
- территории свалок с большой мощностью культурного слоя и материалом очень пёстрого состава с большим количеством органического вещества;
- древние русла и долины рек, засыпанных рек и ручьёв, оврагов с преобладанием в культурном слое мелкопесчаного материала;
- территории засыпанных прудов, стариц, заболоченных участков (в основании культурного слоя – торфяно-илистые отложения);
- центральная часть города со значительной мощностью культурного слоя, уплотнёнными насыпанными грунтами, погребёнными фундаментами;
- новые территории города с незначительной мощностью культурного слоя.

При исследовании разновозрастных культурных слоёв Москвы: ул. Ильинка, 3 (XIII–

В зависимости от геологических условий формирования, культурный слой может быть псаммитового, алевритового или пелитового, а также смешанного и переменного состава. Для микростроения культурного слоя Москвы характерна высокая гетерогенность, сосуществование различных микрозон, генетически не связанных друг с другом.

XIV вв.), Гостиный Двор (XVI–XVII вв.), Б. Харитоньевский переулок (Юсуповский дворец, XVIII–XIX вв.), Тверской бульвар (XVII–XIX вв.), Лефортовский парк (XVIII в.), Царицыно (XVIII–XIX вв.), Старый Ботанический Сад (Проспект мира, XVIII–XX вв.), Романов переулок (XVII–XVIII вв.), Арбатская площадь (XVI–XVIII вв.), Манеж (XIII–XVIII вв.) нами отмечены определённые специфические литологические особенности, а также специфика микростроения [4, 5, 9, 13, 22].

Для культурного слоя Москвы характерно высокое количество техногенных включений (привнесённых минеральных и органических) – обломки кирпича, извести, известняка, керамики, металлические предметы в разной степени разложения, гравий и щебень различных горных пород, стекло, шлак, асфальт, бетон, уголь (древесный и каменный), древесина. В ряде случаев их количество может составлять 90 и более %. В отдельных случаях отмечено высокое содержание органического вещества (угля, древесины, бересты), в различной степени разложения. Некоторые горизонты на 80–90 % состоят из органического вещества.

Вне зависимости от геологической основы формирования для культурного слоя Москвы характерна высокая перемешанность и гетерогенность, в ряде случаев – слоистость, иногда присутствие отдельных почвенных горизонтов. Цвет культурного слоя в основном бурый, тёмно-бурый до чёрного (несмотря на высокое содержание кальцита). В шлифе обычно характерна изотропность, что связано с высоким содержанием органического вещества.

Органическое вещество весьма своеобразно – от изотропных, сгустковых и округлых колломорфных образований мулль-гумуса до остатков растений с хорошо сохранившейся клеточной структурой, характеризующейся двупреломлением в поляризованном свете. Часто органическое вещество сульфидизировано, замещено оксидами или гидроксидами железа или кальцитом. По внешнему облику гумус схож с гумусом чернозёмных почв (глобулы, сфероидально-глобулярные или сгустковые образования).

В зависимости от геологических условий формирования, культурный слой может быть псаммитового, алевритового или пелитового, а также смешанного и переменного состава. Для микростроения культурного слоя Москвы характерна высокая гетерогенность, сосуществование различных микрозон, генетически не связанных друг с другом.

В минеральном составе преобладает кварц (до 50–60 %), в основном окатанные или угловатые зёрна размером от 0,01 до 2 мм. Часто зёрна минералов трещиноватые, с заполнением трещин гумусовым или железистым веществом. Также характерны амфиболы (роговая обманка), пироксены (эгирин и др.), полевые шпаты различного состава (плаггиоклазы, микроклин, олигокраз, санидин), гидрослюды, мусковит, реже окисленный биотит, глауконит, оксиды и гидроксиды железа, минералы тяжёлых фракций (магнетит, ильменит, титан-магнетит и др.), включения мелкой гальки и дресвы гранитного, гранито-гнейсового, гнейсового состава, халцедон, включения известняка, обломки кости, в ряде случаев замещённой халцедоном, стекловатых или металлических шлаков.

В ряде случаев отмечены металлические или стекловатые сферулы (продукты горения). Весьма характерны натёки, плёнки гумусового, гумусо-глинистого, глинисто-гумусо-железистого и иного состава, включения тонкораспылённых углистых частиц.

Отмечены включения разрозненных почвенных агрегатов, в ряде случаев с железистыми или железисто-глинистыми кутанами иллювиирования (фрагменты иллювиального горизонта дерново-подзолистых почв).

Глинистая составляющая – гумусо-карбонатная, гумусо-карбонатно-железистая, в ряде случаев – карбонатно-глинистая (характерно разное сочетание).

Цвет культурного слоя в основном бурый, тёмно-бурый, до чёрного, что связано с высоким содержанием органического вещества или

Таблица 1

Химические свойства культурного слоя Москвы (по данным А. Каздыма, 2006, 2010, 2011)

Местоположение	Глубина, см	pH водный	CaCO ₃ , %	C _{орг.} %	P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг	N, мг/кг
Б. Харитоньевский пер, Юсуповский дворец	0–10	8	2,8	3,4	13,5	104	7,9
	10–30	8,5	3,7	1,9	12,2	118	1,9
	30–50	8,5	4,6	1,6	46,6	14,9	1,9
	50–70	8,3	3,7	1,7	Не определено		
	70–90	8,4	4,8	2,0			
	90–110	8,3	3,1	Н/о			
	110–130	8,3	5,3	2,2			
	130–155	8,3	8,3	Н/о			
Рождественский монастырь	0–10	7,9	4,7	2,8	43,7	106	4,7
	10–30	7,5	3,8	2,2	47,4	142	4,6
	30–70	8,0	3,6	2,5	Не определено		
	85–120	8,2	2,7	1,9			
	110–120	7,9	2,1	1,6			
Рождественский монастырь	0–20	7,9	7,2	4,4	643	170	2,8
	20–40	8,5	3,9	3,8	482	172	3,0
	40–60	8,8	2,1	Не определено			3,7
	60–80	8,7	3,4				Н/о
Тверской бульвар	0–13	6,7	0,2	0,7	148	220	0,2
	13–20	8,1	0,3	0,6	99	200	0,2
	20–25	8,2	0,4	1,1	181	440	0,3
	25 и ниже	8,0	1,8	1,7	Не определено		
Ул. Косыгина	1–3	7,9	2,2	0,4			
	3–13	8,6	Не определено				
	13–25	8,8					
	25–80	9,3					

содержанием сульфидов железа. Однако в ряде случаев культурный слой интенсивно прокрашен оксидами и гидроксидами железа или кирпичной крошкой, при этом он приобретает красновато-буроватый цвет. При высоком содержании известняка или карбоната кальция, культурный слой имеет серовато-белый или тёмно-серый цвет. Процессы аутигенеза способствуют прокрасу отдельных зон культурного слоя в ярко-синий цвет фосфатами железа.

Специфика геохимических процессов, наличие локальных («точечных») геохимических барьеров, своеобразная микробиологическая среда способствует процессам техногенного аутигенного минералогенеза, достаточно хорошо изученного автором. Для аутигенных минералов характерны фосфаты кальция, карбонаты кальция (арагонит, кальцит, сидерит), гипс, фрамбоидальный пирит, вивианит и керчениты, отмечены новообразования халцедона (псевдоморфозы по кости), глобуидальные новообразования оксидов и гидрооксидов железа, ряд других минералов. На поверхности в ряде случаев отмечены новообразования (высолы) легкорастворимых солей (галита, карналлита, мирабилита).

Кроме того, можно выделить высокие и аномальные концентрации ряда химических элементов, например меди, цинка, никеля, олова, свинца, кобальта [7, 8, 10, 11, 13, 14, 25]. Ряд химических элементов маркируют определённые зоны промышленного или бытового загрязнения, и являются в некотором роде элементами-индикаторами (табл. 1, 2, 3). Изучению накопления химических элементов в техногенных отложениях Москвы посвящён ряд работ, однако изучены в основном поверхностные образования, в гораздо меньшей степени глубоконалегающие культурные слои.

Хорошо известно, что главная опасность металлов заключается в способности концентрироваться и вызывать изменения в биохимических процессах человека. Металлы, поступая в клетку в концентрациях превышающих биотические, оседают на поверхности хромосом и изменяют структуру нуклеиновых кислот.

При проведении строительных работ и археологических раскопок в городе перемещается (причём, в основном, вручную) огромное количество техногенного грунта, и некоторое время отвалы древних техногенных отложений находятся на поверхности, пылят, размываются

Таблица 2

**Валовые концентрации некоторых элементов (мг/кг)
в культурном слое XVIII–XX в., г. Москва, Старый Ботанический сад
(А. Каздым, 2005, 2006, 2011)**

№ раз-реза	Глубина, см	Fe	Mn	Cu	Zn	Ni	Co	Pb	Cd	Cr	Ba	Sr
1	0–15	10578	270	19	199	32	2	379	0,75	36	476	77
	15–25	9370	304	203	230	10	1,5	610	<0,5	20	н/о	70
	52–90	10083	299	34	69	10	3,5	56	<0,5	36	309	83
	90–95	9860	272	21	60	19	3	11	0,75	36	362	69
	120–150	14572	144	15	66	16	4,5	18	0,83	45	289	76
2	0–35	11145	318	74	335	32	4,5	176	<0,5	40	802	94
	35–54	9855	313	45	67	11	2	64	<0,5	20	н/о	70
	54–68	9885	251	16	42	10	3,2	17	<0,5	27	190	68
	68–80	10405	350	20	48	17	4,5	32	3,5	34	620	70
	80–100	13975	133	13	23	15	2	15	<0,5	35	643	53
	100–150	7600	118	7	12	4	2,5	6	<0,5	20	464	45
3	0–8	13370	507	63	305	17	4	51	<0,5	28	н/о	74
4	0–10	12615	244	54	395	29	0,5	133	<0,5	16	544	56
	13–25	8755	130	35	49	14	2,5	75	<0,5	14	507	50
	57–65	8960	187	11	25	10	2	14	<0,5	26	541	53
	65–85	12350	185	12	79	12	3	14	<0,5	49	н/о	56
	85–96	14470	269	27	100	23	6	19	<0,5	19	н/о	42
	96–110	10313	111	1010	39	12	3	3	<0,5	23	н/о	56

Валовые концентрации химических элементов (в мг/кг) в разновозрастных культурных слоях г. Москвы (по данным спектрального анализа, ДФС-8)

(А. Каздым, 2005, 2006, 2011)

Адрес	возраст	гл., см	Mg	Ca	Fe	Mn	Ni	Co	Cr	Cu	Pb	Ag	Zn	Sn
Ул. Косыгина	XX век	10	5000	20 000	100000	3000	200	100	100	100	1000	1	500	500
Ул. Косыгина	XX век	15	10000	30 000	100000	3000	300	100	100	300	300	2	300	500
Ул. Ильинка	XV век	150	20000	50 000	50000	30000	100	50	300	100	30	2	200	50
Арбатская пл.	XVII век	100	10000	20 000	30000	10000	100	30	30	100	100	5	300	100
Арбатская пл.	XVII век	150	10000	50 000	30000	20000	30	100	30	50	300	3	300	300
Романов пер.	XVII век	100	300000	300000	10000	3000	50	н/о	н/о	100	100	0,1	н/о	5000
Ст. Бот. Сад	XX век	30–40	5000	30000	300000	10000	200	100	200	3000	15000	20	5000	10000
Ст. Бот. Сад	XIX век	40–50	3000	5000	500000	10000	30	100	10	1000	3000	30	1500	30000
Ст. Бот. Сад	XIX век	50–90	5000	3000	50000	3000	100	100	50	300	1000	10	300	500

водой. Грунт из раскопов часто вывозится, и вопрос – куда? Где он потом будет использоваться, что им будут засыпать? Если не проведены предварительные геохимические исследования, и, соответственно, не приняты необходимые санитарные меры для участников археологических исследований, то заражённый тяжёлыми металлами грунт в виде пыли может оказаться в организме человека [8, 12, 15, 25].

Кроме того, пыль будет подниматься в воздух (бор, молибден, марганец, кобальт, медь, цинк наибольшую опасность представляют именно в виде пылевых выбросов), загрязнённый грунт может попасть в воду и всё это ухудшит и без того неблагоприятную экологическую обстановку Москвы.

Следует отметить, что большинство химических элементов встречается в виде различных химических соединений, минералов, что может как снижать, так и повышать их токсичное действие. Многие минералы являются ядовитыми в прямом смысле этого слова! Например, хорошо известный малахит (карбонат меди), образующийся при окислении медных предметов, вдыхание его пыли может вызвать весьма серьёзное отравление. Также ядовиты и образующиеся в культурном слое сульфаты меди (халькантин) и железа (мелантерит и кокимбит), сульфиды железа – троилит, грейгит и пирит [13, 15, 17, 18, 19, 22, 23].

Изучение литологических характеристик техногенных отложений Москвы – это, во-первых, установление горной породы и её минерального состава, и, во-вторых, степени изменения горной породы при антропогенном (техногенном)

воздействии. В данном случае можно установить, какие природные (или в ряде случаев антропогенные процессы) могли способствовать накоплению и диагенезу данного вида осадков (делювиальные, аллювиальные, эрозионные, эоловые, криогенные и т. д.).

При исследовании петрографических (литологических) характеристик используются самые различные методы, принятые в литологии – фациальный анализ, различные методики по изучению слоистости и т. д. Однако следует учитывать тот факт, что верхняя, древняя поверхность горных пород (или почв), на которой сформировался культурный слой или происходило накопление техногенных осадков, могла испытать определённое антропогенное (техногенное воздействие), а накопление вышележащих осадков могло быть спровоцировано антропогенными (техногенными процессами).

Изучение минерального состава техногенных отложений г. Москвы можно разделить на два основных направления:

- изучение унаследованных минералов, т. е. минералов, сохранившихся в горной породе после формирования на её поверхности культурного слоя или вследствие изменения горной породы техногенными процессами;
- изучение новообразованных, аутигенных минералов, генезис которых связан с воздействием человека на окружающую среду (горную породу и почву), с привнесением и разложением (разрушением, окислением и т. д.) различных антропогенных включений.

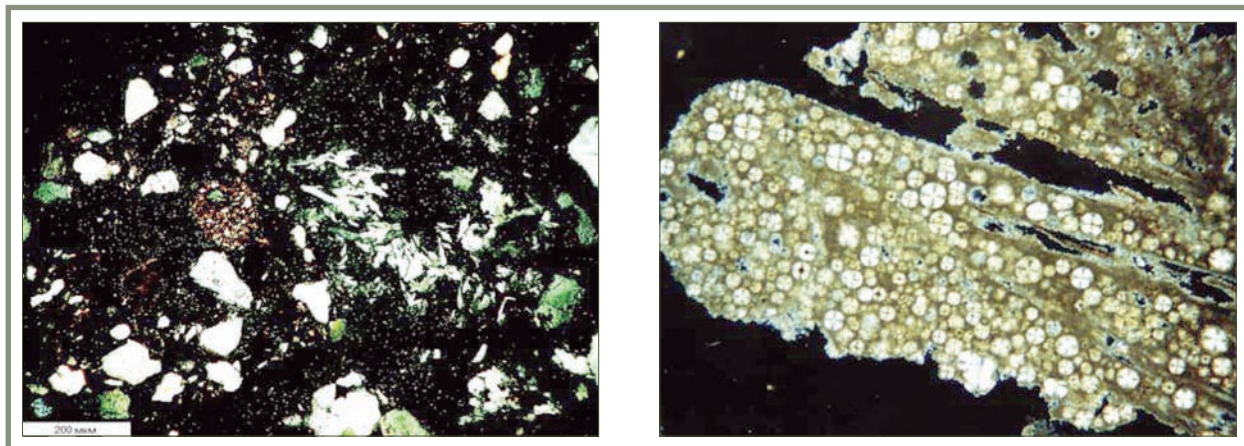


Рис. 2. Микростроение культурного слоя г. Москвы. Поляризационный микроскоп. Ув. 100 крат

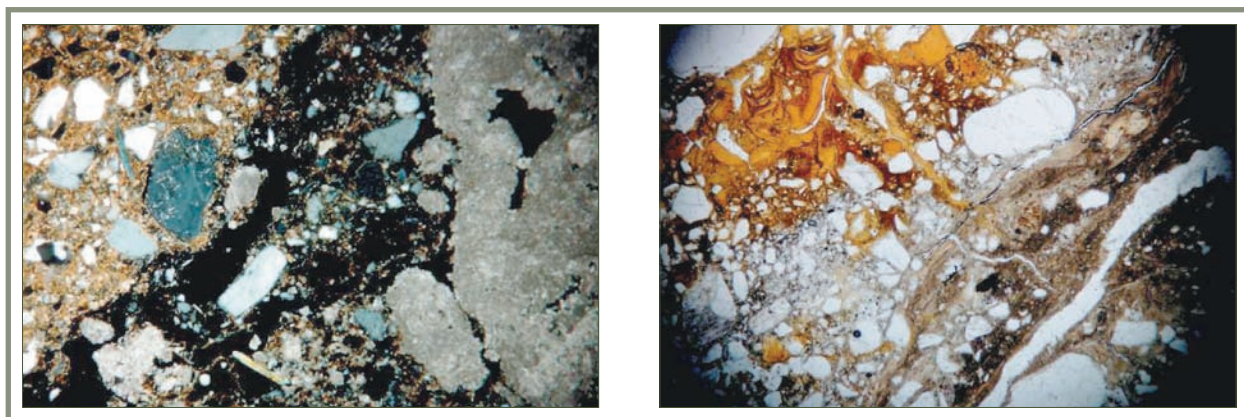


Рис. 3. Микростроение культурного слоя г. Москвы. Поляризационный микроскоп. Ув. 100 крат

Унаследованные минералы могут дать определённую информацию о степени изменения горной породы, антропогенном воздействии на неё, их изучение позволяет более точно установить «остаточный минеральный состав». Сохранность минералов в культурном слое связана с их устойчивостью к выветриванию, гидролизу, гидратации и растворению.

Следует отметить, что генезис аутигенных минералов и вообще процессы техногенного аутигенного минерагенеза в большинстве случаев не связаны с горной породой или почвой, послужившими основой формирования культурного слоя, в большинстве случаев их генезис связан исключительно с антропогенным воздействием. Единственным фактором, который в той или иной степени может влиять на генезис процессов аутигенеза, является количество осадков и химизм грунтовых вод, однако эти факторы проявляются в основном уже на постдиагенетическом уровне, после того как процесс диагенетического изменения техногенных отложений (культурного слоя, культуросодержащих отложений) уже завершён.

Микростроение культурного слоя – устойчивый временной диагностический признак [6, 9, 11, 13, 22]. При изучении микростроения необходимо выделить определённый набор признаков, характеризующих:

- антропогенное (техногенное) воздействие;
- признаки, сохранившиеся от почв и горных пород, на которых происходило формирование культурного слоя;
- признаки, характеризующие степень изменения почвы или горной породы.

Изучение техногенных отложений и культурного слоя Москвы в настоящее время приобретает всё большее и большее значение в связи с интенсивным строительством, освоением прилегающих к Москве территорий, интенсивными археологическими раскопками. В связи с этим необходимо детальное картирование техногенных отложений, изучение их литологических, геохимических, микробиологических характеристик, особенностей микростроения.

Литература

1. Афонин А. П., Дудлер И. В., Зиангаров Р. С. и др. Классификации техногенных грунтов // *Инженерная геология*, 1990, № 1. – С. 115–121.
2. Даньшин Б. М. Геологическое строение и полезные ископаемые Москвы и ее окрестностей. – М.: Изд. МОИП, 1947.
3. Герасимова М. И., Строганова М. Н., Можарова Н. В. и др. Антропогенные почвы (генезис, география, рекультивация) – М., 2003. – 267 с.
4. Каздым А. А. Техногенные минералы культурных слоёв города // *Минералогия техногенеза-2001*. Миасс: Имин УрО РАН, 2001. – С. 40–61.
5. Каздым А. А. Техногенные неогеологические отложения – культурные слои и процессы аутигенного минералообразования // *Вестник РУДН, сер. «Экология и безопасность жизнедеятельности»*, 2001, № 5. – С. 45–53.
6. Каздым А. А. Культурный слой как один из видов техногенного литогенеза и его литогеохимические особенности // *Минералогия техногенеза*, 2002. Миасс: Имин УрО РАН, 2002. – С. 226–247.
7. Каздым А. А. Геохимические и физико-химические характеристики техногенных отложений урбанизированных территорий (на примере г. Москвы) // *Вестник РУДН, сер. «Экология и безопасность жизнедеятельности»*, 2002, № 6. – С. 52–57.
8. Каздым А. А. Тяжёлые металлы в культурном слое урбанизированных территорий // *Материалы 1-ой Международной геоэкологической конференции «Геоэкологические проблемы загрязнения окружающей среды тяжёлыми металлами»*, Тула, 2003. – С. 161–166.
9. Каздым А. А. Минералогическое и микроморфологическое изучение культурного слоя // *Минералогия техногенеза-2004*. Миасс: Имин УрО РАН, 2004. – С. 165–182.
10. Каздым А. А. Химические элементы в древних техногенных отложениях (культурном слое) как индикаторы производственной и бытовой деятельности человека // *Экологические системы и приборы*, 2004, № 11. – С. 15–20.
11. Каздым А. А. Техногенные отложения Москвы – литология, геохимия, микростроение // *Экологические системы и приборы*, № 8, 2005.
12. Каздым А. А. Техногенные отложения и минералы техногенных отложений как фактор геоэкологического риска // *Эколого-экономические проблемы освоения минерально-сырьевых ресурсов. Тез. докл. Междунар. конференции*. – Пермь, 2005. – С. 133–134.
13. Каздым А. А. Техногенные отложения древних и современных урбанизированных территорий (палеоэкологический аспект). – М.: Наука, 2006. – 158 с.
14. Каздым А. А. Геохимические параметры древних техногенных отложений // *Сергеевские чтения. Вып. 8. Инженерно-экологические изыскания в строительстве: теоретические основы, методика, методы и практика*. – М.: ГЕОС, 2006. – С. 114–118.
15. Каздым А. А. Аутигенные минералы техногенных отложений как фактор минералогического риска // *Материалы Всероссийской конференции «Риск-2006». Оценка и управление природными рисками*. – М.: Изд. РУДН, 2006. – С. 190–192.
16. Каздым А. А. Техногенные отложения и культурный слой – к вопросу о систематике и классификации // *Минералогия техногенеза-2007*. – Миасс, ИМин УрО РАН, 2007. – С. 224–254.
17. Каздым А. А. Техногенные минералы и техногенное минералообразование // *История науки и техники*, № 6, 2007. – С. 52–60.
18. Каздым А. А. Исторический аспект развития и формирования техногенных отложений урбанизированных территорий // *Геоэкологические проблемы урбанизированных территорий*. – М., 2008. – С. 23–26.
19. Каздым А. А. Техногенные минералы и техногенное минералообразование // *Экологические системы и приборы*, № 5, 2008. – С. 3–9.
20. Каздым А. А. Техногенный седиментогенез, техногенные формации и техногенные фации // *Актуальные вопросы литологии*. – Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2010. – С. 116–117.
21. Каздым А. А. Историческая экология. – М.: Изд. ЧП Скороходов, 2010. – 148 с.
22. Каздым А. А. Техногенные отложения и техногенное минералообразование. – М.: РИС ФГУП ВИМС, 2010. – 178 с.
23. Каздым А. А. Техногенные отложения Москвы // *Проблемы геологии, геоэкологии и рационального природопользования. Сборник статей Всероссийского научного симпозиума к 80-летию со дня рождения профессора Э. А. Молоствовского. Том 1. Геоэкология как междисциплинарная наука*. – Саратов, 2011. – С. 65–76.
24. Каздым А. А. Город, время, экология – от стойбищ палеолита к мегаполисам // *Козволюция геосфер: от ядра до космоса. Материалы Всероссийской конференции памяти члена-корреспондента РАН, лауреата Государственной премии СССР Глеба Ивановича Худякова*, Саратов, СГТУ, 2012. – С. 416–427.
25. Каздым А. А. Экологические проблемы городов // *Жизнь без опасностей. Здоровье. Профилактика. Долголетие*, 2012, Том VII. № 1. – С. 42–48.
26. Котлов Ф. В. Изменение природных условий территории Москвы под влиянием деятельности человека и их инженерно-геологическое значение. – М.: изд-во АН СССР, 1962. – 220 с.
27. Москва: геология и город / под ред. В. И. Осипова. – М., 1997. – 400 с.
28. Петренко С. А., Кофф Г. Л. Инженерно-геологическое строение и инженерно-геологическая типизация Москвы // *Инженерная геология и гидрогеология Москвы*. – М., 1989. – С. 22–45.
29. Сергеев Е. М. Инженерная геология. – М.: Изд. МГУ, 1978. – 383 с.

Антропогенное эвтрофирование городских водоёмов



САДЧИКОВ
Анатолий
Павлович

*Московское общество испытателей природы
(МОИП)*

Вице-президент

*Московский государственный университет
им. М. В. Ломоносова*

*Биологический факультет
Кафедра гидробиологии*

*Профессор кафедры,
докт. биол. наук*



КОТЕЛЕВЦЕВ
Сергей
Васильевич

*Московский государственный университет
им. М. В. Ломоносова*

Биологический факультет

Лаборатория физико-химии биомембран

Ведущий научный сотрудник,

профессор, докт. биол. наук

Об авторах

САДЧИКОВ Анатолий Павлович – профессор Международного биотехнологического центра Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова, почётный работник высшего профессионального образования РФ, заместитель председателя Учёного совета МБЦ МГУ, член совета по защите докторских и кандидатских диссертаций.

Научные интересы учёного – экологические проблемы водных сообществ, культивирование водных организмов.

Садчиков А. П. – автор более 250 научных работ, ряда учебных программ, в т. ч. 20 книг и учебно-методических пособий. Читает студентам и стажёрам несколько курсов лекций по различным разделам гидробиологии и экологии.

Анатолий Павлович является популяризатором биологических и экологических знаний, пишет рассказы о природе для взрослых и детей. Автор большого количества статей для сайта МОИП (<http://www.moipros.ru>). Принимал участие в работе более 30 различных конференций в качестве заместителя и члена оргкомитета.

КОТЕЛЕВЦЕВ Сергей Васильевич родился в 1948 г. в Москве. В 1966 г. поступил на биологический факультет Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова (кафедра биохимии). В 1971 г. с отличием окончил МГУ, во время учёбы был Ленинским стипендиатом.

С 1971 г. Котелевцев С. В. работает в лаборатории физико-химии биомембран биологического факультета МГУ. В настоящее время Сергей Васильевич – доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник этой лаборатории, профессор кафедры физико-химической биологии биологического факультета МГУ.

Область научных интересов Котелевцева С. В. – эколого-токсикологический анализ на основе биологических мембран, метаболическая активация и детоксикация ксенобиотиков, анализ мутагенных и канцерогенных соединений в окружающей среде.

Читает курсы лекций по экологической безопасности и мониторингу экосистем на факультете экологии Российского университета дружбы народов, а также курс лекций по экологической токсикологии на экологическом факультете Международного независимого эколого-политологического университета.

Котелевцев С. В. работал в экспедициях на Байкале, в Чернобыле, на Каспийском и Чёрном морях, на Рыбинском водохранилище. Неоднократно принимал участие в международных экспедициях в Финляндии и Северной Норвегии.

Автор более 150 научных работ, пяти книг и трёх учебных пособий.

Городские водоёмы по своему положению в рельефе суши являются аккумуляторами минеральных и органических веществ, которые циркулируют в пределах водосбора. Такие водоёмы чаще всего имеют замедленный водообмен, уровень воды в них поддерживается за счёт небольших речек, ручьев, подземных родников, атмосферных осадков.

Производственная деятельность города, наземный транспорт, коммунальные стоки приводят к поступлению в водоёмы различных отходов, многие из которых являются высокотоксичными. Огромной проблемой для города являются различные нефтяные углеродосодержащие соединения и тяжёлые металлы. Основные источники загрязнения водоёмов – утечка из канализационных коллекторов, автомобильный транспорт, загрязнённые атмосферные осадки, поверхностные стоки во время паводков, пылевые частицы.

Среди органических загрязнителей особую опасность представляют мутагенные и канцерогенные соединения. Эти токсиканты аккумулируются водными организмами и курсируют по трофической цепи, воздействуя на все компоненты экологической системы. Естественно, эти соединения представляют опасность не только для обитателей водоёмов, но и для населения города.

Часть токсикантов сорбируется на взвеси и оседает на дно, накапливаясь там. По мере накопления ила загрязнители постепенно захораниваются в более глубоких слоях. Однако при изменении рН окислительно-восстановительно-

го потенциала среды многие загрязнители, в том числе высокотоксичные, из донных отложений поступают обратно в толщу воды и заново начинают циркулировать по трофической цепи. Они во многих случаях представляют собой «бомбу замедленного действия».

В городские водоёмы поступает большое количество биогенных веществ, в первую очередь соединений азота и фосфора, столь необходимых для развития водной растительности. Одна из причин – это различные стоки, содержащие моющие средства, которые содержат в своей основе полифосфаты. К примеру, поступление фосфора и азота в коммунальные стоки составляет на одного человека, соответственно, 4 и 8 г в сутки.

Кроме того, биогенные вещества поступают в водоём за счёт экскрементов водоплавающих птиц, опавшей листвы, пылевых частиц, а также при купании отдыхающих. К примеру, каждый купающийся вносит в водоём в среднем около 75 мг фосфора и 700 мг азота, а количество азота, поступающего в водоём с пылью, может достигать 10 кг/га в год. Таким образом, водоём – это своеобразная чаша, в которой накапливаются всевозможные отходы.

Повышенное содержание биогенных веществ приводит к интенсивному развитию водорослей и «цветению» водоёмов. Этот процесс называется эвтрофированием. При эвтрофировании водоёмов происходит резкое увеличение биомассы фитопланктона, в основном за счёт развития синезелёных водорослей (их ещё называют цианобактериями). Наиболее массово развиваются

Городские водоёмы по своему положению в рельефе суши являются аккумуляторами минеральных и органических веществ, которые циркулируют в пределах водосбора. Такие водоёмы чаще всего имеют замедленный водообмен, уровень воды в них поддерживается за счёт небольших речек, ручьев, подземных родников, атмосферных осадков.

виды синезелёных из родов *Microcystis*, *Aphanizomenon*, *Anabaena*, *Gloeotrichia*, *Oscillatoria*, *Lyngbya*, причём продолжительность их цветения может достигать двух месяцев.

Механизм «взрывного» характера развития синезелёных связан с колоссальным потенциалом их размножения (до 20 потомков от одной клетки за сезон). Дополнительная причина, которая способствует развитию синезелёных, это небольшое турбулентное перемешивание таких водоёмов. В значительной мере по этой причине «цветут» равнинные водохранилища, особенно в южных регионах страны.

При «цветении» водоёмов и особенно при отмирании водорослей происходят значительные структурные изменения в водных сообществах. Цианобактерии становятся доминирующей группой, вытесняя другие виды водорослей. Из сообщества выпадают диатомовые, динофитовые, золотистые водоросли. В то же время, увеличивается численность эвгленовых водорослей, способных потреблять органические вещества.

Массовое развитие синезелёных приводит к увеличению содержания органического вещества в растворённой и взвешенной формах. Их разрушение осуществляется бактериями с интенсивным потреблением кислорода. Органического вещества становится настолько много, что в водоёме наблюдается дефицит кислорода. Если в летнее время в верхнем слое водоёма дефицит кислорода сравнительно легко восстанавливается за счёт газообмена с атмосферой и фотосинтеза водорослей, то зимой, в период ледостава, в придонном слое возможно полное потребление кислорода. При интенсивном развитии синезелёных уже с августа в толще воды может наблюдаться дефицит кислорода, а в придонной части – заморные явления. В зимнее время заморы часто происходят во всей толще воды, что приводит к массовой гибели рыб. Недостаток кислорода приводит к образованию в придонной зоне сероводорода и метана.

Развитие синезелёных отрицательно сказывается на зоопланктонном сообществе. Это связано с тем, что зоопланктон в основном питается мелкими водорослями, тогда как при «цветении» водоёмов развиваются в основном колониальные формы, которые практически не потребляются зоопланктоном. Они включаются в трофическую цепь только после их разрушения бактериями. В составе зоопланктона происходит уменьшение их видового разнообразия в сторону упрощения сообщества. Наблюдается преобладание мелких видов с коротким жизненным циклом развития (ветвистоусых рачков и коловраток), которые не могут столь интенсивно утилизировать органическое вещество.

Характерный признак эвтрофирования – зарастание водоёмов прибрежно-водной растительностью (тростник, рогоз, рдесты, элодея). Усиливается развитие нитчатых водорослей, способных потреблять органические вещества. Отмирание растений осенью и зимой приводит к заболачиванию прибрежной части водоёма.

Нарушение кислородного режима в придонных слоях приводит к изменению в составе зообентоса. Из сообщества выпадают личинки подёнок, снижается численность личинок ручейников и других насекомых, многих моллюсков. Все они являются потребителями органического вещества. В то же время в больших количествах развиваются менее чувствительные к дефициту кислорода личинки кровососущих комаров (они в основном дышат атмосферным воздухом). Возрастает плотность популяций личинок комаров-звонцов (мотыль) и малощетинковых червей.

В результате бентос становится беднее и однообразнее. На поздних этапах эвтрофирования в глубинной области водоёмов остаются немногие организмы, приспособленные к недостатку кислорода. Только брюхоногие моллюски и личинки стрекоз, обитающие на стеблях прибрежных растений, не испытывают недостатка в кислороде.

Эвтрофирование водоёмов оказывает влияние и на рыбное население. Происходит массовая гибель икры и молоди рыб в береговой зоне,

Основные источники загрязнения водоёмов – утечка из канализационных коллекторов, автомобильный транспорт, загрязнённые атмосферные осадки, поверхностные стоки во время паводков, пылевые частицы.

в результате в водоёме остаются виды, приспособленные к минимальному содержанию в воде кислорода (в основном карась, линь).

Развитие синезелёных приводит к выделению в среду метаболитов, в результате вода становится непригодной для питьевых целей (неприятный вкус и запах) и рекреационного использования (купания и рыбной ловли). Вода, насыщенная продуктами метаболизма водорослей, становится аллергенной и токсичной. Метаболиты синезелёных вызывает различные заболевания у рыб и теплокровных животных. Синезелёные подщелачивают воду и создают благоприятные условия для развития патогенной микрофлоры и возбудителей кишечных заболеваний.

Особое значение приобретают токсины водорослей, которые образуются при отмирании синезелёных. Они имеют широкий спектр биологического действия, воздействуют на центральную нервную систему животных, в том числе и человека. Их относят к протоплазматическим ядам высокой биологической активности. Токсическое вещество водорослей не обезвреживается системами обычной водоочистки, поэтому воду из мест скопления водорослей нельзя использовать в питьевых целях.

Аллергенные и токсичные свойства воды из таких водоёмов могут усиливаться за счёт присутствия в них ксенобиотиков (органических токсикантов антропогенного происхождения, не вступающих в пластический и метаболический обмен клетки). К этим соединениям относятся в первую очередь полихлорированные бифенилы, в том числе диоксины, образующиеся, например, при сжигании пластика, мусора, листы, обработанные пестицидами, и т. п., а также полициклические ароматические углеводороды, основным источником которых являются нефтепродукты автомобильного транспорта. Рост в городах онкологических заболеваний и различных аллергических состояний связывают именно с антропогенным загрязнением экосистем.

Проблема антропогенного эвтрофирования водоёмов возникла в 20-х годах XX века и за короткий срок приобрела значение одной из актуальных в современной лимнологии. Эвтрофирование водоёмов стало распространяться с угрожающей скоростью на всех континентах и стало повсеместным явлением. В настоящее время оно охватывает около 90% всех озёр мира, включая крупнейшие из них. Однако серьёзное внимание этим процессам начали уделять лишь в середине XX века, когда во многих озёрах Европы и Северной Америки негативные последствия эвтрофирования привели к угро-

При интенсивном развитии синезелёных уже с августа в толще воды может наблюдаться дефицит кислорода, а в придонной части – заморные явления. В зимнее время заморы часто происходят во всей толще воды, что приводит к массовой гибели рыб. Недостаток кислорода приводит к образованию в придонной зоне сероводорода и метана.

жающим последствиям их экологического состояния.

Необходимо отметить, что процессы эвтрофирования крупных водоёмов протекают медленно, даже в условиях высокой антропогенной нагрузки они занимают десятилетия, но именно в этом заключается главная опасность этого процесса. Изменения экосистем водоёмов становятся видимыми только тогда, когда их восстановление оказывается очень длительным и трудоёмким. Многие крупные водоёмы, такие как Боденское озеро (Германия), Женевское озеро, озеро Люцерн (Швейцария), озеро Лаго-Маджоре (Швейцария, Италия), североамериканские озера, когда-то чистые, за короткое время подверглись эвтрофированию за счёт поступления в них стоков, богатых биогенными соединениями.

Водоёмы обладают уникальным свойством – способностью к самоочищению за счёт жизнедеятельности обитающих в них организмов. Под самоочищением понимается комплекс воздействия на экосистему водоёма физических, химических и, в первую очередь, биологических факторов, в результате которых качество воды возвращается к первоначальному (или близкому к нему) состоянию. Разумеется, это происходит при небольшой степени загрязнения водоёмов. Ксенобиотики, как правило, препятствуют процессу самоочищения.

В процессах самоочищения принимает участие весь комплекс биоценоза, включающий водные растения, животных, бактерии, грибы, рыб. Одни из них обладают механической очистительной способностью, другие могут аккумулировать в своих органах химические соединения, третьи – минерализуют сложные загрязняющие вещества, обладающие мутагенными и канцерогенными свойствами. Несомненно, наибольшую роль в этих процессах играют бактерии, грибы и другие микроорганизмы в комплексе с водной растительностью. Необходимо отметить, что очистительной способностью обладает стабильный комплекс ор-

Особое значение приобретают токсины водорослей, которые образуются при отмирании синезелёных. Они имеют широкий спектр биологического действия, воздействуют на центральную нервную систему животных, в том числе и человека. Их относят к протоплазматическим ядам высокой биологической активности.

ганизмов, составляющих биоценоз экосистемы. Чем богаче видовое разнообразие, тем быстрее осуществляются эти процессы.

В стабильной экосистеме синтезированное фитопланктоном органическое вещество утилизируется зоопланктоном. При этом в сообществе развиваются те виды водорослей, к которым приспособлено зоопланктонное население. Неиспользованное органическое вещество разлагается в толще воды или оседает на дно, где трансформируется донными бактериями и животными. Всех их, в конечном счёте, потребляют рыбы. Таким образом, круг замыкается. Достаточное количество кислорода в водоёме способствует более полному окислению органического вещества. Большое разнообразие видов (как животных, так и растений) позволяет такой экосистеме существовать достаточно долго.

Для начала необходимо понять, какие группы животных и растений обитают в водоёмах.

Любой водоём достаточно быстро зарастает прибрежной растительностью. Её семена разносятся ветром и водоплавающими птицами. Растительность водоёмов подразделяется на прибрежную (тростник, рогоз, камыш) и водную (рдесты, роголистник, элодея). Сюда же входят растения с плавающими на поверхности воды листьями (кубышки, кувшинки, ряски, телорез). Прибрежная растительность укрепляет берег и препятствуют его размыванию. В местах, где растёт тростник, его корни и корневища армируют грунт до глубины 50 см и прочно его скрепляют. Тростник укрепляет не только подводную, но и сухую часть водоёма.

Существование прибрежно-водной растительности является благом для водоёма и его обитателей, но только в том случае, если её количество не превышает 20–30 % площади водоёма. В противном случае её влияние на водоём будет негативным.

Водная растительность выполняет ещё одну важную функцию – защищает водоём от загрязнений. Она является своеобразным фильтром; механически задерживает минеральные и органические взвеси, и минерализует их. Большое значение имеет наличие у некоторых растений водных корней. У тростника, к примеру, они образуются под водой в узловых побегах; их общая поверхность может в 10–15 раз превышать площадь, занимаемую растениями.

Роль водных корней в очистке воды от взвешенных частиц чрезвычайно велика. Так, в лабораторных экспериментах заросли тростника и рогоза задерживали водными корнями до 98 % соединений азота и фосфора, содержащихся в животноводческих стоках. А разложение нефтепродуктов в присутствии растений протекает в 3–5 раз быстрее, чем без них. Для эксплуатации таких природных биофильтров необходима периодическая уборка растений. В противном случае они сами после отмирания станут причиной дальнейшего загрязнения водоёмов.

Существование прибрежно-водной растительности является благом для водоёма и его обитателей, но только в том случае, если её количество не превышает 20–30 % площади водоёма. В противном случае её влияние на водоём будет негативным.

В открытой части водоёма обитают микроскопические водоросли. Их бывает настолько много, что порой они окрашивают воду в различные цвета (в зависимости от вида водорослей). Они служат кормовой базой для зоопланктона (дафний, простейших, коловраток). Кроме этого микроскопические водоросли являются основными поставщиками кислорода в толщу воды.

Выделение кислорода при фотосинтезе бывает таким значительным, что его количество достигает 300 % от полного насыщения воды кислородом. Количество кислорода в воде бывает настолько велико, что малейшее «шевеление» воды приводит к массовому выходу кислорода в атмосферу, т. е. происходит эффект «газировки».

Большая группа беспозвоночных, обитающих в толще воды, это – ракообразные. В пресных водоёмах наиболее массово представлены ветвистоусые (*Cladocera*) и веслоногие (*Copepoda*). Размер их не превышает 1–3 мм. Большинство из них являются фильтраторами, они потребляют микроскопические водоросли, бактерии и детрит (взвесь). Их роль настолько велика, что всего за одни сутки ракообразные могут профильтровать всю толщу вод озера.

Зоопланктон служит кормовой базой для многих видов рыб, которые выедают его в больших количествах. Только высокая плодовитость рачков позволяет им поддерживать численность на достаточном уровне. Воздействие ракообразных на фитопланктонное сообщество значительно. Если, к примеру, снизить в водоёме численность рыб-планктофагов (за счёт вселения хищных рыб), то численность рачков возрастёт настолько, что за счёт выедания водорослей они смогут увеличить прозрачность водоёма в 2–3 раза.

Количество бактерий в прудах в зависимости от степени эксплуатации достигает 10–50 млн. кл/мл (в относительно чистых водоёмах до 5–7 млн. кл/мл). Их основная функция – разрушение органического вещества, в результате чего количество кислорода в толще водоёма может снизиться до крайне низких значений. В зимнее время заморы в загрязнённых водоёмах являются обычным явлением, и связаны они с деятельностью бактерий. Так количество бактерий может достигать нескольких миллиардов клеток в одном грамме ила. Кроме того, в илах в больших количествах развиваются простейшие. Донные организмы, питающиеся илами, усваивают именно бактерий и простейших, а не сами илы.

Любой водоём (даже не связанный с рекой) быстро заселяется донными животными: личинками насекомых, олигохетами (червями), моллюсками, ракообразными и др. Одни из них прилетают сами (насекомые), другие заносятся в водоём при паводках, при помощи ветра или на оперении и в кишечнике водоплавающих птиц.

Наибольшего развития в небольших водоёмах достигают моллюски, хирономиды (мотыль) и олигохеты (малощетинковые черви). Олигохеты встречаются в любых водоёмах, но большой численности достигают в илистых грунтах прудов и сточных загрязнённых водах. Их численность достигает нескольких десятков тысяч экземпляров на 1 м². Все они питаются илами и участвуют в очистке водоёмов.

В зообентосе видное место по биомассе занимают брюхоногие моллюски (или улитки). Они в основном обитают в зарослях растений, где наблюдается их большое видовое разнообразие. Численность отдельных видов достигает нескольких сот экземпляров на одном килограмме водных растений.

Насекомые составляют самую большую часть пресноводного макробентоса и часто доминируют в донных сообществах, как по численности, так и по биомассе. Личинки подёнок обитают в илах и на водных растениях. На дне много личинок ручейников. Одна из преобладающих

Положительные результаты по уменьшению обилия синезёленых получены при искусственной аэрации водоёмов. Аэрация не только ликвидирует анаэробные условия в толще воды, но и, что особенно важно, при этом на поверхности донных отложений образуется окисленная плёнка, препятствующая выходу в воду биогенов, и их повторному вовлечению в биотический круговорот.

групп бентоса – это личинки комаров-звонцов. В научной литературе их называют хирономидами (в обиходе – мотылем). Они, потребляя илы, играют важную роль в очищении прудов (за сутки съедают в несколько раз больше, чем масса их тела).

Сбор мотыля является неплохим бизнесом. В водоёмах, богатых илами, с 1 м² можно «намыть» до 1 кг мотыля. Имеются сведения, что с одного гектара поверхности прудов вылетает от 15 до 30 млн. этих насекомых, что составляет около 40 кг живого вещества. Вся эта огромная масса организмов в основном питается илами, тем самым участвует в очищении водоёмов от загрязнения.

Приведённая выше информация показывает, что водоём представляет собой динамичную и сложную систему, в которой энергия, запасённая растениями в процессе фотосинтеза, рассеивается всем сообществом организмов. А знание и понимание протекающих в водоёме процессов позволяет эксплуатировать их достаточно долго и без видимого нарушения при эксплуатации.

Существуют несколько подходов и для борьбы с эвтрофированием водоёмов. Одни из них предполагают устранение причин эвтрофикации, другие – устранение последствий этого явления. Первый путь – это отвод сточных вод за пределы водосбора, что не всегда приемлемо из-за дороговизны и малой эффективности этого процесса в городских условиях. Очистка водоёмов путём удаления ила и прибрежно-водной растительности экономически дорога, при этом не всегда гарантирован положительный результат, т. к. уже через несколько лет водоём может постигнуть та же участь. Кроме того, этот метод применим только для очистки небольших водоёмов, к примеру, на дачных участках.

Химические методы борьбы с «цветением» воды путём внесения в водоёмы различных альгицидов также неприемлемы из-за временного эффекта и опасности токсического действия химиката на другие организмы. Кроме того, отми-

В качестве одного из методов борьбы с «цветением» предложено использование вирусов и фагов, которые лизируют синезеленые водоросли. Однако практическое использование их может быть разрешено только после тщательного изучения этих вирусов и всех последствий их применения.

вание водорослей приводит к развитию бактерий, а после этого – к повторному «цветению» водорослей.

Периодическое выкашивание прибрежных макрофитов приводит к оздоровлению водоёмов. Однако необходимо иметь в виду, что макрофиты являются конкурентами фитопланктона за биогенные вещества, поэтому в водоёме должно оставаться их некоторое количество. Важным условием является то, чтобы макрофиты не оставались на берегу водоёма (и тем более не сжигались там), а транспортировались на большие расстояния.

Одним из методов борьбы с «цветением» является повышение мутности воды за счёт внесения в водоём глинистого раствора. Оседая на дно, глина образует слой, препятствующий выходу в воду биогенов из ранее накопленных донных отложений. Однако этот метод не нашёл широкого распространения из-за дороговизны и накопления донных отложений, что ведёт к обмелению водоёмов.

Положительные результаты по уменьшению обилия синезеленых получены при искусственной аэрации водоёмов. Аэрация не только ликвидирует анаэробные условия в толще воды, но и, что особенно важно, при этом на поверхности донных отложений образуется окисленная плёнка, препятствующая выходу в воду биогенов,

и их повторному вовлечению в биотический круговорот. Поскольку в процессе аэрации важно не взмучивать донные отложения и не нарушать стратификацию, при её проведении должны использоваться аэраторы, позволяющие обогащать кислородом воду на определённой глубине. Однако искусственная аэрация применима лишь в небольших водоёмах.

В качестве одного из методов борьбы с «цветением» предложено использование вирусов и фагов, которые лизируют синезеленые водоросли. Однако практическое использование их может быть разрешено только после тщательного изучения этих вирусов и всех последствий их применения.

Другим биологическим методом является заселение в водоёмы растительноядных рыб – белого амура, толстолобика, тиляпии. Первые потребляют макрофиты, а вторые – фитопланктон. Выбор тиляпии обусловлен широким спектром её пищевого предпочтения – планктонные водоросли, макрофиты, илы. Однако тиляпия относится к теплолюбивым рыбам, поэтому в нашем климате её выращивание требует дополнительных затрат. В борьбе с зарастанием водоёмов польза от этих рыб несомненна, однако необходимо следить, чтобы их неумеренная активность не нарушала экологическое равновесие в среде. Растительноядных рыб можно рассматривать как вспомогательный фактор при оздоровлении водоёмов.

Антропогенная эвтрофикация водоёмов обратима, однако универсальных методов устранения её причин и последствий нет. Наиболее простая и в то же время эффективная мера – это комплекс приёмов и, в первую очередь, создание биоценоза, функционирование которого будет способствовать очистке и удалению из водоёма лишней биомассы, а с ней и токсических веществ.

Литература

1. Садчиков А. П. Методы изучения пресноводного фитопланктона. – М., Изд-во «Университет и школа», 2003, 157 с.
2. Садчиков А. П., Кудряшов М. А. Экология прибрежно-водной растительности. – М., Изд-во НИИ «Природа», 2004, 220 с.
3. Садчиков А. П., Кудряшов М. А. Гидробатаника: Прибрежно-водная растительность. Учебное пособие для студ. высших учебных заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 2005, 240 с.
4. Кураков А. В., Ильинский В. В., Котелевцев С. В., Садчиков А. П. Биоиндикация и реабилитация экосистем при нефтяных загрязнениях. – М., Изд-во «Графикон», 2006, 336 с.
5. Садчиков А. П. Планктология. Зоопланктон: Трофические взаимоотношения. – М.: МАКС Пресс, 2007, 224 с.
6. Садчиков А. П. Биотехнология культивирования водных беспозвоночных. Курс лекций. – М., МАКС Пресс, 2008, 160 с.
7. Садчиков А. П. Планктология. Деструкционные процессы в водных экосистемах. – М.: Альтекс, 2010. – 240 с.
8. Котелевцев С. В., Нагдалиев Ф. Ф., Садчиков А. П. Биотестирование и биоиндикация при экологическом анализе окружающей среды. – 2011. М.: Альтекс, 200 с.

Научная деятельность

© Остроумов С. А., 2012
УДК 574:614.715:502/504

Токсичные элементы в биосфере, экологические вопросы детоксикации и совершенствование экологического мониторинга



ОСТРОУМОВ
Сергей Андреевич

*Московский государственный университет
им. М. В. Ломоносова*

Биологический факультет

Ведущий научный сотрудник,

докт. биол. наук

Об авторе

ОСТРОУМОВ Сергей Андреевич с отличием окончил биолого-почвенный факультет Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова. Во время обучения на факультете был именованным стипендиатом. По окончании аспирантуры дополнительно стажировался в США и Великобритании.

В настоящее время работает ведущим научным сотрудником биологического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова.

Остроумов С. А. обнаружил и экспериментально изучил новые биологические эффекты мембранотропных поллютантов поверхностно-активных веществ (ПАВ) и детергентов, их свойство подавлять фильтрационную активность водных организмов. Он доказал экологическую роль ПАВ как фактора, представляющего опасность для самоочищения водоёмов. Кроме того, С. А. Остроумов выявил звено экосистем, высокочувствительное к загрязнению водоёмов ПАВ и детергентами.

В 1986 г. Сергей Андреевич Остроумов в книге «Введение в биохимическую экологию» опубликовал концептуальные основы биохимической экологии, выдвинул концепцию экологических хеморегуляторов, экологических хемомедиаторов и хемозффекторов. Сформулировал концепции полифункциональной роли биоты в процессах самоочищения водных экосистем, уровневочной системы принципов анализа потенциальной опасности антропогенных воздействий, ингибиторного анализа в экологии, синэкологического синергизма антропогенных воздействий, разобщителей пелагиально-бентального сопряжения и др.

В своих публикациях Остроумов С. А. предложил элементы теории биотического самоочищения воды. На их основе с использованием собственных экспериментальных результатов он также предложил концепции зооремедиации.

Остроумов Сергей Андреевич участвовал в открытии явления образования трансмембранного электрического потенциала при функционировании мембранного белка бактериородопсина. Открыл явления подавления веществами из класса ПАВ фильтрационной активности организмов-фильтратов и подавления этими же веществами образования корневых волосков ризодермой

растений, что закладывает основы для новых методов оценки биологической активности веществ и загрязнённых вод. Совместно с членом-корреспондентом РАН Яблочковым А. В. сформулировал концепцию анализа антропогенных воздействий по уровням организации живых систем, что структурировало обширный и разнородный эмпирический материал, помогло поставить его на научную основу.

Остроумов С. А. является членом научно-консультативного совета по комплексному использованию водных ресурсов и охране водных экосистем Межведомственной ихтиологической комиссии, экспертного совета комитета Государственной Думы ФС РФ по природопользованию, Научного совета по гидробиологии и ихтиологии РАН. Кроме того, Остроумов С. А. – председатель Московского отделения международного союза экологической этики; с 1999 г. по настоящее время – председатель оргкомитета серии ежегодных международных конференций «Экосистемы, организмы, инновации»; член Гидробиологического общества при РАН, Московского общества испытателей природы (МОИП) и нескольких общественных академий, ряда международных и российских научных обществ; Почётный член Международного союза экологической этики; научный редактор бюллетеня ЮНЕСКО-МАБ «Человек и биосфера» (1984–1991); член редакций научных журналов в нескольких странах (РФ, Литва, Нидерланды, Украина, Казахстан, Молдова, Сербия, США).

Остроумов Сергей Андреевич имеет следующие награды: диплом и медаль участника ВДНХ; медаль им. П. Л. Капицы «Автору научного открытия» (2005); Почётный знак «250 лет МГУ» (2004); диплом Московского общества испытателей природы (МОИП), Диплом конкурса министерства природных ресурсов РФ (2006), почётную грамоту министерства образования и науки РФ.

С 2005 г. С. А. Остроумову выдан Диплом № 274 на открытие «Свойство синтетических поверхностно-активных веществ снижать фильтрационную активность двухстворчатых моллюсков».

Остроумов С. А. участвует в преподавательской и учебно-методической работе. Является автором новых лекционных курсов «Биохимическая экология», «Самоочищение воды» и др.

Для понимания экологических процессов обезвреживания в биосфере токсичных элементов необходимо проанализировать проблемы, связанные с современной типологией видов вещества в биосфере (в биосфере выделяют живое и неживое вещество). Эксперименты автора и данные научной литературы создают эмпирическую основу для новой концепции третьего типа вещества. Автор обозначает этот третий вид вещества как «ex-living matter» (ELM). Автор обсуждает основные функции ELM в биосфере, варианты названий нового типа вещества и вытекающие из этого анализа предложения по совершенствованию экологического мониторинга токсичных элементов и веществ.

Ключевые слова: детоксикация токсичных отходов, биосфера, окружающая среда, экология, живое вещество, типы вещества, ex-living matter, тяжёлые металлы.

In order to understand the natural processes of detoxification of toxic wastes and waste waters, it is worthwhile to consider the main challenges to the current conceptualization of the types of matter in the biosphere. To meet and respond to the challenges, the author suggested a new conceptualization which is based on his suggestion to identify so called 'ex-living matter' (ELM). The author discusses his experiments (carried out together with his co-authors) which provide a solid factual foundation to this conceptualization, as well as other data available in literature. The main functions of ELM in the biosphere were also formulated and considered by the author. Some alternatives and variants in verbal expression to be used as a name for the new type of matter are also included in the publication.

Keywords: detoxification of toxic wastes, biosphere, environment, ecology, living matter, types of matter, ex-living matter, heavy metals.

1. Введение

Вокругающей среде содержится ряд токсичных химических элементов. Их наличие обусловлено и природными, и антропогенными факторами. Обычно внимание привлекают антропогенные факторы. Однако не менее важны вопросы, касающиеся существования токсичных химических элементов, и в исходной, не подвергавшейся антропогенному воздействию, биосфере и геохимической среде.

Развитие экономики связано с образованием токсичных отходов и сточных вод, содержащих, наряду с другими компонентами, токсичные металлы и их соединения, а также другие токсичные элементы. Возникает ряд проблем, включая обезвреживание токсичных элементов и мониторинг загрязнения ими окружающей среды. Поскольку естественная геохимическая среда также содержит токсичные элементы, представляет интерес анализ вопроса о том, как происходит обезвреживание токсичных элементов в биосфере в ходе естественных экологических и биогеохимических процессов.

В. И. Вернадский подчёркивал важность связей между активностью живого вещества и физико-химическими характеристиками биосферы [1], а также важность различных способов воздействий живого вещества на окружающую природу, говоря современным языком, на окружающую среду. Накопление данных о химизме биосферы, геохимической среде и факторах, воздействующих на концентрации химических элементов [2–28] и биогеохимические потоки в биосфере [24, 25, 29], обуславливает необходимость дополнительного анализа этих данных и формулировку соответствующих обобщений. Цель данной работы – с учётом новых данных рассмотреть вопрос о некоторых природных факторах детоксикации токсичных элементов в связи с типологией видов вещества в биосфере.

В окружающей среде содержится ряд токсичных химических элементов. Их наличие обусловлено и природными, и антропогенными факторами. Обычно внимание привлекают антропогенные факторы. Однако не менее важны вопросы, касающиеся существования токсичных химических элементов и в исходной, не подвергавшейся антропогенному воздействию, биосфере и геохимической среде.

Данная работа написана на основе научного доклада автора в Институте геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского РАН на Биогеохимических чтениях памяти В. В. Ковальского (1899–1984) 28.06.2011 г.

Работа основана на серии предыдущих публикаций, в том числе [10, 28].

Для более глубокого анализа вопроса о естественных процессах обезвреживания токсичных элементов в биосфере необходимо рассмотреть вопрос о составе биосферы. Существуют две следующие основные концепции при рассмотрении типологии основных видов вещества в биосфере.

Традиционная типология выделяет два типа вещества:

- 1) неживое вещество и 2) живое вещество.

В. И. Вернадский (1893–1945), разрабатывая учение о биосфере, предложил другую типологию. Он выделял три основных типа вещества:

- 1) живое вещество;
- 2) неживое (косное) вещество;
- 3) биокосное вещество [1].

Эта типология сыграла значительную роль в развитии комплекса наук о Земле, а также биологических наук, повлияла на формирование экологических наук.

Изучение химико-биотических взаимодействий [2–29], накопление большого объёма сведений о геохимической среде (например, [13, 14, 17, 30–43] и др. работы) привело к выявлению новых фактов и нерешённых вопросов, что обуславливает необходимость заново рассмотреть вопрос об основных типах вещества в биосфере.

Цель дальнейшего анализа – рассмотреть некоторые нерешённые вопросы, касающиеся состава биосферы, и предлагаемый автором подход для вклада в их решение, а также связанные с этим анализом предложения по совершенствованию экологического мониторинга.

2. Нерешённые вопросы и проблемы

В области изучения роли живого вещества в биосфере есть две нерешённые проблемы.

- 2.1. Проблема 1. Противоречие по вопросу о соотношении живого и неживого вещества в публикациях В. И. Вернадского.

В работах В. И. Вернадского осталась некоторая неоднозначность по вопросу о соотношении живого и неживого («косного», по терминологии

В. И. Вернадского) вещества. С одной стороны, он ввёл понятие биокосного вещества [1], в чём-то занимающего промежуточное положение. С другой стороны, В. И. Вернадский подчёркивал полное различие и противоположность живого и неживого вещества – например, в своей статье, переведённой на английский язык и изданной в США [11]. Какова же ситуация? Насколько противоположны два типа вещества – живое и неживое?

2.2. Проблема 2. Противоречие между диапазоном концентраций токсичных элементов в минералах и диапазоном толерантности

Разработка предложенной академиком А. П. Виноградовым концепции биогеохимических провинций выявила большой объём фактов о вариабельности концентраций элементов в почвах и растениях в различных районах биосферы. Факты об измеренных концентрациях тяжёлых металлов в компонентах экосистем и об их воздействии на организмы привлекают внимание к следующей проблеме, существенной и для биогеохимии, и для экологии. В экологии есть понятие диапазона толерантности. В приложении к тяжёлым металлам (Cu, Co и другие) в почвах это преломляется следующим образом. Для таких металлов, как медь, кобальт и другие, установлены нижняя и верхняя граница приемлемых для жизни концентраций в почве. Большую роль сыграли работы В. В. Ковальского (1899–1984) (например, [12] и др.) и работы В. В. Ермакова с сотрудниками [13, 14 и др.]. Меньше нижней границы – нехватка микроэлемента, необходимого для метаболизма, для создания ферментов. Больше верхней границы – проявление токсичности. «Геохимический базис жизни» (выражение акад. М. А. Федонкина) связан с необходимостью для живых организмов вписаться в две границы допустимых концентраций многих химических элементов – в интервал между нижней и верхней допустимыми концентрациями.

Приведём примеры для двух тяжёлых металлов – кобальта и меди.

Так, для кобальта (Co) установлено следующее. При концентрации его в почвах ниже 4 ppm наблюдается частичная или ярко выраженная недостаточность. У овец, которые пасутся на таких пастбищах, проявляется гипо- и авитаминоз B_{12} , отмечены заболевания акобальтозами. При содержании кобальта в почве более 30 ppm у овец может достигаться верхняя поровая чувствительность [12]. Таким образом, основной диапа-

Разработка предложенной академиком А. П. Виноградовым концепции биогеохимических провинций выявила большой объём фактов о вариабельности концентраций элементов в почвах и растениях в различных районах биосферы.

зон толерантности составляет 4–30 ppm, то есть допустимая концентрация кобальта может изменяться в семь раз.

При концентрации меди (Cu) в почве ниже 10 ppm у пасущихся овец наблюдается недостаточность, которая проявляется в анемии и лизисе. При концентрации меди в почве выше 60 ppm у многих из пасущихся овец достигается верхняя пороговая чувствительность. Это проявляется в гемолитической желтухе, поражениях печени, а также анемии [12]. Следовательно, основной диапазон толерантности составляет 10–60 ppm. Отсюда вытекает, что допустимая концентрация меди может изменяться в шесть раз.

Сходным образом, установлены диапазоны толерантности и для других тяжёлых металлов. Подробнее информация по этому вопросу излагается в докладах и публикациях В. В. Ковальского [12 и др.] и В. В. Ермакова [13, 14 и др.]. Эти работы указывают на относительную узость коридора допустимых концентраций – на фоне того, что в почвообразующих породах вариабельность концентраций этих металлов гораздо шире.

Так, почвообразующие породы, только главные, по среднему содержанию в них меди отличаются в 34–58 раз; по среднему содержанию кобальта отличаются в 2000 раз [12]. Содержание цинка в различных типах почв и в отдельных образцах почв изменяется в 1000 раз – например, содержание цинка в чернозёмах может колебаться от 0,1 до $99 \cdot 10^{-5}$ [12]. Аналогичным образом, и для других элементов концентрации в по-

Как оказывается возможным, что организмы выживают в столь вариабельных условиях геохимической среды – когда металла то слишком мало, то слишком много? Этот вопрос относится не только к традиционно широко известным тяжёлым металлам (Fe, Cu, Zn, Co, Mo, Mn и др.), но и к внушительному списку редкоземельных элементов, многие из которых обладают токсичностью.

Учитывая явление иммобилизации токсичных элементов, можно отметить, что в некоторых случаях живое вещество, создавая для себя благоприятные условия, воздействует на токсичные вещества и элементы не прямо, а через посредство того, что в данной работе предложено называть веществом третьего типа или ELM.

чвообразующих породах и почвах варьируют в пределах относительно широких диапазонов, которые значительно шире, чем диапазоны толерантности. Один из интересных примеров – селен (Se). Он необходим для биохимических механизмов защиты живых клеток от угрозы рака и других нарушений на молекулярном уровне; однако, избыток селена ведёт к проявлениям токсичности.

В результате мы видим проблему: как оказывается возможным, что организмы выживают в столь вариабельных условиях геохимической среды – когда металла то слишком мало, то слишком много? Этот вопрос относится не только к традиционно широко известным тяжёлым металлам (Fe, Cu, Zn, Co, Mo, Mn и др.), но и к внушительному списку редкоземельных элементов, многие из которых обладают токсичностью.

Работы Т. И. Моисеенко, Э. В. Ивантера и других авторов подчёркивают ещё один аспект важности проблемы выживания организмов в среде, содержащей токсичные элементы – аспект, связанный с нарастанием концентраций этих элементов в силу техногенного загрязнения среды [18, 19].

Далее обсуждается некоторое расширение концептуального аппарата, которое может внести вклад в решение этих проблем.

3. Предлагаемый подход к решению указанных проблем

Некоторый вклад в решение указанных выше проблем достигается, если модифицировать наши представления о типологии вещества в биосфере. Автор предлагает третью типологию при анализе основных видов вещества в биосфере. Предлагается выделять следующие типы вещества (список не претендует на полноту и не исчерпывает всех возможных типов вещества; вполне возможно, этот список будет дополнен в будущем):

- 1) живое вещество (living matter);
- 2) неживое (косное) вещество;

- 3) бывшее живое вещество (экс-живое вещество, ex-living matter) и продукты его биохимической и химической трансформации [10, 28];
- 4) биокосное вещество в интерпретации В. И. Вернадского.

По своему составу вещество третьего типа разнородно, но обладает общими чертами в своей роли в биосфере. К этому типу вещества можно отнести то вещество, которое прошло через статус живого и находится в окружающей среде, в том числе в водной, в виде частиц, раствора или коллоидов. Одна из особенностей вещества этого типа – то, что оно вносит существенный вклад в иммобилизацию ряда химических элементов, в снижение их биодоступности, частичное торможение или прерывание циркуляции этих элементов в геохимической среде.

Выделение важной роли вещества этого типа предлагает ещё один пример того, о чём писал В. И. Вернадский: «В ходе геологического времени растёт мощность выявления живого вещества в биосфере, увеличивается его в ней значение и его воздействие на косное вещество биосферы» (курсив В. И. Вернадского) [36]. Учитывая явление иммобилизации токсичных элементов, можно отметить, что в некоторых случаях живое вещество, создавая для себя благоприятные условия, воздействует на токсичные вещества и элементы не прямо, а через посредство того, что в данной работе предложено называть веществом третьего типа или ELM. Примеры выявленной в опытах иммобилизации токсичных элементов даны ниже.

Примеры объектов биосферы, которые могут рассматриваться как представители вещества третьего типа (некоторые из приведённых ниже классов объектов могут частично пересекаться и накладываться друг на друга):

- (а) органическое вещество пеллет, выделенное почвенными и водными беспозвоночными, в том числе бентосными (например, моллюсками) и зоопланктоном;
- (б) вещество погибших организмов;
- (в) листовый опад, растительная мортмасса (общее содержание в биосфере, по углероду, около $1200 \cdot 10^{15}$ – $1600 \cdot 10^{15}$ г С [30]);
- (г) биогенный детрит (detrital PAC, particulate organic carbon) в водных экосистемах (общее содержание в биосфере, по углероду, около $30 \cdot 10^{15}$ г С [30]);
- (д) растворённое органическое вещество (DOC, dissolved organic carbon) в воде пресноводных и морских экосистем (общее содержание в гидросфере, по углероду – около $100 \cdot 10^{15}$ г С

[43] или даже ещё больше, порядка $1000 \cdot 10^{15}$ г С [30]); сюда входит обширная группа веществ, в том числе различные классы веществ, называемых гумусными веществами (humic substances), экзометаболитами и органическими лигандами;

(е) почвенный гумус;

(ж) биогенные неорганические частицы, представленные, например, панцирями кремнистых организмов, с размерами панцирей в мм: панцири диатомовых водорослей (0,2–0,02), радиолярий (0,25–0,05), силикофлагеллят (0,1–0,02), карбонатных планктонных фораминифер (0,25–0,05), кокколитофорид (мельче 0,01); удельная поверхность этих естественных сорбентов 5–120 м² на 1 г [32];

(з) органическое вещество донных отложений Мирового океана и континентальных водоёмов (по оценкам, около 1022 г углерода) ([30]);

(и) различные биополимеры, выделяемые организмами во внешнюю среду, а также продукты биохимических и химических трансформаций этого вещества (продукты микробиологической переработки, окисления кислородом, продукты фотореакций, в том числе продукты фотодеструкции).

Для проверки предположения о том, чтобы выделить указанные объекты биосферы в качестве отдельного типа вещества, необходимо остановиться на подходящих критериях. Представляется логичным использовать следующий набор критериев:

(1) Отличие рассматриваемых материальных объектов от живого вещества; (2) отличие от неживого (косного) вещества; (3) достаточно большая суммарная масса; (4) наличие своей специфики, т. е. специфики выполняемых этим веществом функций в биосфере; (5) существенная роль рассматриваемого вещества в геохимической среде.

Общая масса вещества третьего типа значительна и на несколько порядков превышает общую массу живого вещества в биосфере.

Пример образования заметных количеств вещества третьего типа – накопление биогенного детрита на дне водных экосистем. Вещество третьего типа будем обозначать ELM (ex-living matter). В данном сообщении уделяется внимание такому представителю ELM, как биогенный детрит; однако, подчеркнём, что это далеко не единственный представитель третьего типа вещества.

Во многих случаях реально наблюдаемое – например, в водных экосистемах – вещество третьего типа не является просто бездыханным телом ранее живых организмов. После их

Через непродолжительное время наблюдаемое вещество – продукт многих модификаций и трансформаций. Кроме того, немалую роль здесь играют прижизненно выделяемые молекулы полимеров – например, полисахариды и другие вещества. Реально наблюдаемое вещество третьего типа, по-видимому, во многих случаях имеют комплексную природу, и является результатом многих процессов.

смерти вступают в действие микроорганизмы, инициируются химические реакции окисления, деградаци и т. д. Через непродолжительное время наблюдаемое вещество – продукт многих модификаций и трансформаций. Кроме того, немалую роль здесь играют прижизненно выделяемые молекулы полимеров – например, полисахариды и другие вещества. Реально наблюдаемое вещество третьего типа, по-видимому, во многих случаях имеет комплексную природу, и является результатом многих процессов.

В определённых случаях границы между типами вещества размыты. Например, иногда затруднительно провести чёткую границу между веществом 3 и 4-го типа. Возможно, в некоторых случаях будет уместно говорить, что данный объект обладает признаками вещества такого-то типа и на этом останавливаться – не пытайтесь жёстко классифицировать объект, категорично относя этот объект строго к одному типу вещества.

Уместно отметить возможность эволюции, перехода вещества от одного типа к другому – например, вещество 3-го типа со временем может превращаться в минерал (вещество 2-го типа).

Факты, которые поддерживают выделение новой категории вещества (тип 3 в нашей вышеизложенной типологии), многочисленны.

Представляются существенными результаты наблюдений и опытов, которые проводились нами с организмами-фильтраторами (с 1995 г. по настоящее время), а также с микрокосмами в условиях длительной инкубации (с 2002 г. по настоящее время). В этих опытах мы наблюдали и изучали процессы, связанные с образованием существенных количеств ELM. Это вещество образовывалось в результате жизнедеятельности водных организмов (двустворчатых и лёгочных моллюсков), а также в результате длительной инкубации микрокосмов с макрофитами. Мы осуществили сбор и элементный анализ различ-

ных образцов биогенного детрита и других компонентов микрокосмов. Результаты отражены в публикациях [2–8 и др.].

Нами проведены эксперименты по проверке выдвинутой нами гипотезы о возможности связывания с биогенным детритом ряда элементов. Работа по проверке этой гипотезы выполнялась совместно с сотрудниками Института геохимии и аналитической химии РАН, Института океанологии РАН и Массачусетского университета, которым приносится благодарность за сотрудничество. Гипотеза подтвердилась.

4. Связывание токсичных элементов с биогенным детритом и другие примеры фактов, которые поддерживают высказанные представления

Пример 1. Связывание токсичных элементов с биогенным детритом в условиях экспериментальных микрокосмов [3].

(Выражаем признательность и благодарность Л. Л. Дёминой; в ряде аналогичных опытов участвовал Г. М. Колесов).

Для описания опытов далее приводятся три таблицы, в которых отражается следующее:

- состав созданных и изученных микрокосмов (табл. 1);
- добавки металлов в воду микрокосмов (табл. 2);
- результаты инкубирования микрокосмов – элементный состав биогенного детрита в этих экспериментальных водных экосистемах (табл. 3).

Состав вносимого в микрокосмы раствора М 7 приведён в табл. 2. Суммарное добавление за период пять недель составило 10 мл на весь объём воды в микрокосме (5 л), т. е. 2 мл раствора М 7 на 1 л.

Результаты опыта приведены далее.

Пример 2. Новые опыты. Связывание группы элементов, в том числе металлов и редкоземельных элементов, с биогенным материалом. Наряду с другими элементами, изучали такие элементы, как As, Be, Cd, Co, Cr, Mn, Mo, Ni, Pb,

Таблица 1

Состав созданных и исследуемых микрокосмов

Характерный компонент	Микрокосм № 1 (контроль)	Микрокосм № 2 (опыт)
Моллюски <i>Viviparus viviparus</i> , экз	6	6
Моллюски <i>Viviparus viviparus</i> , суммарная биомасса, г (сырой вес)	33,7	31,6
Макрофиты <i>Ceratophyllum demersum</i> , г (сырой вес)	16,3	15,1
Вода (отстоянная водопроводная вода), л	5	5

Таблица 2

Соли металлов, включённые в состав раствора М 7

Соль	Навеска соли для исходного раствора «М 7» (1 л), мг	Добавление соли в микрокосм при внесении 1 мл раствора «М 7», мкг
$Fe_2(SO_4)_3 \cdot 9H_2O$	40	40
$K_2Cr_2O_7$	40	40
$Cd(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$	20	20
$MnSO_4 \cdot 5H_2O$	40	40
$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	40	40
$ZnSO_4$	40	40
$CoSO_4 \cdot 7H_2O$	40	40

**Содержание микроэлементов (As и тяжёлые металлы)
в осадке биогенного детрита, мкг/г сухого веса [3 и др.]**

Химический элемент	Микрокосм № 1 (контроль)	Микрокосм № 2 (опыт)	Отношение содержания в опыте (микрокосм № 2) к содержанию в контроле (микрокосм № 1), %	Вывод о содержании элемента в детрите в опыте, по сравнению с контролем
As	1,85	1,42	76,8	Превышения нет
Co (+)	0,67	9,36	1397,0	Превышения нет
Cd (+)	0,62	2,25	362,9	Превышения нет
Pb	11,75	12,25	104,3	Превышения нет
Cr (+)	0,32	56,0	17 500,0	Превышения нет
Fe (+)	4830	5788	119,8	Превышения нет
Mn (+)	3233	4729	146,3	Превышения нет
Zn (+)	1398	2501	178,9	Превышения нет
Cu (+)	293	592	202,0	Превышения нет

Sb, Se, Sr, Ti, V, Z; изучали также Bi, Ga, Gd, Ge, Ho, Ir, Nb, Rb, Ta, Tb, Te, Th, Tm и др. (совместная работа с J. Tyson, M. Johnson, B. Xing, University of Massachusetts, MA, USA; публикация в подготовке).

Пример 3. Связывание наночастиц, содержащих тяжёлые металлы, с биогенным материалом (совместная работа с J. Tyson, M. Johnson, B. Xing, University of Massachusetts, MA, USA; публикация в подготовке). С этими результатами согласуется также проведённая работа с использованием спектроскопии ЯМР, которая доказала эффективное связывание наночастиц, содержащих цинк, с некоторыми аминокислотами (триптофан) (совместная работа с В. И. Польшаковым; публикация в подготовке).

Пример 4. Данные по изучению гумусовых веществ в почвах и водах. В литературе есть обширные сведения о связывании этими веществами многих токсичных веществ.

Пример 5. Работами многих лабораторий установлен факт, тесно связанный с вышеприведёнными примерами связывания многих токсичных веществ донными осадками, причём важную роль играет содержание в донных осадках органического вещества. Например, недавно это ещё раз было показано для связывания Cd, Fe, Co, Ni, As, Cr, Pb, Cu, V донными осадками Ивановского водохранилища [25]. Органическое вещество донных осадков имеет

биогенный характер и, конечно же, может служить примером вещества того типа, который в данной работе обозначен как ELM.

Пример 6. Существуют данные многих лабораторий о связывании элементов, в том числе токсичных металлов, с биогенным материалом. Например, показано эффективное связывание Al (III), Cu (II), Ag (I) с каждым из десяти исследованных биогенных материалов (biologically generated materials), иммобилизованных полисиликатным матриксом. Исследованные биогенные материалы включали сфагновый торф, верхний слой почвы, несколько других видов торфа, мёртвую биомассу *Chlorella vulgaris* и клеточный материал растений *Datura innoxia* [26].

Пример 7. Большая функциональная значимость биогенного материала в природных экосистемах ярко проявляется в случае пресноводных и морских экосистем. Биогенное органическое вещество, которое входит в состав донных отложений, вносит существенный вклад в связывание загрязняющих веществ донными отложениями, что является одним из процессов самоочищения воды в водных экосистемах [24, 29].

Дополнительный большой материал о биогенном органическом материале в экосистемах, в особенности водных, содержится во многих других публикациях, в том числе в [30, 31].

Эти примеры иллюстрируют широту эмпирического материала, на основании которого сделан и обоснован вывод о возможности выде-

Эффективное связывание тяжёлых металлов с ELM (на примере биогенного детрита) указывает на важные для биосферы функции ELM, а именно, функции кондиционирования, очищения и стабилизации среды обитания для живых организмов, а также модификации и регуляции миграции элементов.

ления нового типа вещества. Возникает вопрос о том, как лучше назвать этот тип вещества.

5. Варианты названия и функциональные особенности нового типа вещества

В дополнение к использованной нами терминологии, ради объективности, рассмотрим и другие варианты названия этого вещества, которые мы могли бы предложить. Эти варианты даны в таблице 4.

Новые результаты, полученные в этих исследованиях, а также данные научной литературы выявляют существенную роль ELM в миграции элементов в биосфере. Подробное описание проведённых экспериментальных работ содержится в отдельных публикациях [3–4, 6–8].

Хотелось бы подчеркнуть, что эффективное связывание тяжёлых металлов с ELM (на примере биогенного детрита) указывает на важные для биосферы функции ELM, а именно, функции кондиционирования, очищения и стабилизации среды обитания для живых организмов, а также модификации и регуляции миграции элементов. Эти функции настолько важны и необходимы для поддержания благоприятной среды для живых организмов и настолько выделяют ELM как особую субстанцию, что есть смысл рассматривать ELM как особый тип вещества (табл. 5).

6. Взаимодействие токсичных элементов с ELM. Отличие от живого и «типичного» неживого вещества

Во-первых, этот тип вещества, конечно же, перестал быть живым веществом и отличен от живого вещества. Связывание токсичных элементов с ELM, в отличие от связывания с живым веществом, не влечёт за собой таких негативных последствий, как связывание токсичных элементов с тканями и клетками живых существ (например, хорошо известны негативные последствия связывания ртути с молекулами белков живых организмов).

Во-вторых, вместе с тем, это вещество (ELM) настолько глубоко вовлечено в обслуживание интересов живых организмов и – пользуясь языком В. И. Вернадского – оно настолько активно в воздействии на миграцию элементов, на формирование благоприятной геохимической среды обитания организмов, что есть смысл отличать его от обычного неживого вещества, такого неживого инертного вещества, которое является объектом минералогии и петрографии.

Проведённые автором вышеописанные опыты касались водных систем. Вместе с тем подчеркнём, что уже накопленные в науках о почвах факты об исключительно большой роли гумуса в жизни почвенных и наземных (terrestrial) [9] экосистем согласуются с предлагаемой нами концепцией и дополнительно подкрепляют её.

С учётом данных научной литературы [10–42], написанное выше суммировано в табл. 6, где материал обобщён с точки зрения того, насколько имеется соответствие тому набору основных критериев для выделения особого типа вещества в биосфере, который был сформулирован выше в разделе 3.

Из табл. 6 видно, что соответствие всем предложенным ранее критериям имеется.

Таблица 4

Варианты названий нового типа вещества в биосфере (ориг.)

Название/name	Комментарий/comment Что акцентирует такой вариант названия
Ex-living matter	Генезис; timing
Вещество – химический буфер	Роль химических факторов и процессов; буферная роль
Буферное вещество	Роль химических факторов и процессов; промежуточное положение между живым и неживым веществом; буферная роль
Биогенная матрица	Биогенное происхождение вещества; способность нести функцию матрицы, сорбирующей химические элементы
Промежуточное вещество	Промежуточное положение между живым и неживым веществом

**Функциональные особенности ELM
как особого полифункционального типа вещества (ориг.)**

Функциональные особенности ELM / Functions of ELM	Примеры / Examples
1. Связывание и секвестр токсичных веществ, токсичных элементов	В случае водной среды – вклад в самоочищение воды [24, 29]. Изучались различные токсиканты, в т. ч. токсичные тяжёлые металлы. Совместные работы с Г. М. Колесовым [4, 6–8], Л. Л. Дёминой [3]; совместная работа с J. Tyson, M. Johnson, B. Xing, University of Massachusetts, MA, USA (публикация в подготовке)
2. Депонирование микроэлементов, эссенциальных элементов	Fe, Cu, Zn, Co; совместные работы с Л. Л. Дёминой [3]; Г. М. Колесовым [4, 6–8]
3. Связывание элементов, создающих тепличные газы	Связывание и депонирование С в органических полимерах (целлюлоза, лигнин и др.) в составе мортмассы
4. Создание субстратов для прикрепления организмов (substrate, habitats)	Органические остатки и структуры как поверхность для прикрепления бактерий, грибов и др.
5. Консервирование кормовых ресурсов	Органические остатки, лиственной опад как кормовые ресурсы для гетеротрофных организмов в зимний период – в наземных и водных экосистемах
6. Запасание влаги (влагоудержание, влагоёмкость)	Почвы; консорции с участием эпифитных организмов в наземных ярусах леса, в том числе тропических деревьев и др.
7. Создание компонентов для катализа и/или протекания полезных химических реакций	Органические лиганды участвуют в некоторых реакциях разрушения молекул загрязняющих веществ (поллютантов) в водной среде [35]
8. Удержание биогенных элементов в системе	Секвестр, удержание Р и N в почвах, донных осадках, сорбированных материалах

Наши новые результаты по изучению элементного состава биогенного детрита, исследованию взаимодействия химических веществ с детритом, а также анализ литературных данных по обширному комплексу экологических наук и данных о геохимической среде [12–18] приводят нас к следующим соображениям.

7. Необходимость учёта важности детрита и других видов при экологическом мониторинге: практическая сторона, важная для контроля токсического загрязнения среды

Из вышеописанного ясна значительная роль вещества третьего типа (ELM) в связывании токсичных элементов и их детоксикации. Это необходимо учитывать при проведении экологического мониторинга. Последний должен включать в себя анализ содержания токсичных элементов в тех объектах окружающей среды, которые представляют собой ELM. Конкретнее, это такие объекты, как, например, биогенный детрит донных осадков или гумус в наземных экосистемах. Следует уделять должное внимание и связыванию токсичных элементов с гуминовыми веществами (humic substances) вод [43]. Гуминовые вещества (включая humic

acids и fulvic acids) несут важную функцию природных сорбентов и хелаторов (natural sorbents and chelators) [43].

Это предложение дополняет существующую систему мониторинга. Существующий мониторинг включает в себя измерение концентрации элементов в донных осадках. Однако этого недостаточно, поскольку биогенный детрит составляет вариабельную часть донных осадков.

Токсичные элементы связываются и с другими компонентами донных осадков – такими, как глинистое вещество и гидроксиды железа и марганца [25]. Для оценки содержания тяжёлых металлов в этих компонентах или в комплексах с ними используются определённые методы экстракции металлов. Однако вопрос настолько важен, что требуются дополнительные исследования для проверки того, насколько избира-

По-видимому, в будущем возникнет необходимость проведения дополнительного мониторинга содержания токсичных металлов не только в почвах, но и в важнейшем компоненте почвы – почвенном гумусе.

Проверка соответствия особенностей вещества третьего типа (ELM, ex-living matter, экс-живого вещества) сформулированным ранее критериям для выделения особого типа вещества в биосфере

Критерии	Выполняемость критерия в случае ELM	Есть ли соответствие данному критерию
Отличие от живого вещества	Принципиальное отличие есть	+
Отличие от неживого (косного) вещества	Есть отличие от мира минералов типичной «неживой» природы	+
Достаточно большая суммарная масса	Масса превышает массу живого вещества. Растворённое органическое вещество, по углероду (Dissolved organic carbon) $1000 \cdot 10^{15}$ g C; Растворённое органическое вещество донных осадков, по углероду (Organic sediments) $10^7 \cdot 10^{15}$ g C; Наземная биота (Terrestrial biota) $(420-830) \cdot 10^{15}$ g C	+
Наличие своей специфики	Есть уникальный набор не менее восьми функций (табл. 5)	+
Существенная роль в геохимической среде, биосфере	Исключительно большая важность для выживания организма	+

тельны и специфичны эти методы экстракции, действительно ли они обеспечивают получение информации о содержании тяжёлых металлов в этих компонентах донных осадков [25].

В водных экосистемах значительное количество вещества из класса ELM присутствует в виде взвешенного органического вещества (BOB) и растворённого органического вещества (POB), включая гуминовые вещества. Содержание гуминовых веществ (humic substances) в реках и озёрах может достигать до 5 мг/л по углероду), а в болотах и других переувлажнённых и водноболотных экосистемах (marshes, bogs, swamps) до 30 мг/л по углероду [43].

Из вышеописанного вытекает усиление необходимости проводить более полный мониторинг содержания токсичных металлов в форме комплексов с взвешенными органическими веществами (BOB) и растворёнными органическими веществами (POB). Это также потребует методических усовершенствований.

Поиск адекватной типологии видов вещества в биосфере вносит вклад в анализ фундаментальных концепций, систематизацию обширного эмпирического материала и накопленных фактов о геохимической среде и биосфере, что полезно для понимания природных процессов обезвреживания токсичных элементов.

По-видимому, в будущем возникнет необходимость проведения дополнительного мониторинга содержания токсичных металлов не только в почвах, но и в важнейшем компоненте почвы – почвенном гумусе.

8. Выводы и заключительные замечания

Результаты проведенных опытов и анализ научной литературы ведёт к следующим замечаниям и выводам.

1. В биосфере выявляется, в дополнение к живому и неживому веществу в их традиционном понимании, особая категория вещества – ELM (ex-living matter, экс-живое вещество, в трактовке, изложенной выше).

2. ELM выполняет важные экологические и биогеохимические функции. Среди них – кондиционирование геохимической среды, включая, например, связывание некоторых токсичных химических веществ и элементов. Тем самым может снижаться концентрация этих токсичных компонентов в окружающей среде, в том числе в водной среде, что благотворно для условий обитания живых организмов. Это относится и к токсичным элементам, и к другим элементам, геохимия которых связана с климаторегулирующими функциями.

3. Можно сделать предсказание, что в будущем будут получены новые факты о большой роли ELM в экологии, биосфере, в очищении или кондиционировании компонентов окружающей среды, в том числе водной среды.

4. Необходим более полный учёт роли ELM при оценке воздействий на окружающую среду (ОВОС) и экологическом мониторинге.

5. Сделанные выводы далеки от окончательных обобщений. Вполне возможно, что в дальнейшем предлагаемую типологию необходимо будет модифицировать и улучшить.

6. Поиск адекватной типологии видов вещества в биосфере вносит вклад в анализ фундаментальных концепций, систематизацию обширного эмпирического материала и накопленных фактов о геохимической среде и биосфере (например, [12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 27, 31,

35, 37, 38–42, 44–48]), что полезно для понимания природных процессов обезвреживания токсичных элементов. На основе этого возникают дополнительные возможности по разработке экотехнологий очищения и обезвреживания отходов и сточных вод, возникающих в ходе экономического развития [3, 21, 22].

В заключение полезно вспомнить следующее: то, что является наукой сегодня, завтра становится технологией. Поэтому наука о токсикологии окружающей среды завтра превратится в технологию её очищения.

Автор благодарит участников Биогеохимических чтений ГЕОХИ РАН (28.06.2011) С. В. Котелевцева, В. В. Ермакова, Л. Л. Дёмину, Г. М. Колесова, Т. В. Шестакову, В. А. Поклонова, сотрудников нескольких факультетов МГУ и нескольких институтов РАН, а также ИНБЮМа за обсуждение, участие и содействие в проведении экспериментальной и аналитической работы. Особая благодарность А. А. Титлянову за его замечания.

Также выражается благодарность всем, кто тем или иным образом способствовал экспериментальной или теоретической работе. Часть экспериментальной работы выполнена при поддержке гранта Фонда Фулбрайта в сотрудничестве с Дж. Тайсоном, М. Джонсон, Б. Шином (University of Massachusetts).

Литература

1. Вернадский В. И. Биосфера. – М.: Изд. дом Ноосфера, 2001. – 244 с.
2. Остроумов С. А., Дёмина Л. Л. Экологическая биогеохимия и элементы (мышьяк, кобальт, железо, марганец, цинк, медь, кадмий, хром) в цистозире и биогенном детрите в морской модельной экосистеме: определение методом атомно-абсорбционной спектрометрии // Экологические системы и приборы, 2009, № 9. – С. 42–45.
3. Остроумов С. А., Дёмина Л. Л. Тяжёлые металлы (Fe, Mn, Zn, Cu, Cd, Cr) в биогенном детрите микрокосмов с водными организмами // Экология промышленного производства, 2010, № 2. – С. 53–56.
4. Остроумов С. А., Колесов Г. М. Редкие и рассеянные элементы в биогенном детрите: новая сторона роли организмов в биогенной миграции элементов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2010, Т. 12, № 1. – С. 153–155.
5. Остроумов С. А., Колесов Г. М. Водный макрофит *Ceratophyllum demersum* иммобилизует Au после добавления в воду наночастиц // Доклады Академии наук, 2010, Т. 431, № 4. – С. 566–569.
6. Остроумов С. А., Колесов Г. М. Детектирование в компонентах экосистем золота, урана и других элементов методом нейтронно-активационного анализа // Экологические системы и приборы, 2009, № 10. – С. 37–40.
7. Остроумов С. А., Колесов Г. М., Моисеева Ю. А. Изучение водных микрокосмов с моллюсками и растениями: содержание химических элементов в детрите // Вода: химия и экология, 2009, № 8. – С. 18–24.
8. Остроумов С. А., Колесов Г. М. Выявление урана и тория в компонентах водных экосистем методом нейтронно-активационного анализа // Вода: химия и экология, 2009, № 10. – С. 36–40.
9. Добровольский Г. В., Никитин Е. Д. Сохранение почв как незаменимого компонента биосферы. – М.: Наука, 2000. – 186 с.
10. Остроумов С. А. Новая типология вещества и роль ex-living matter (ELM) в биосфере [New typology of matter and the role of ex-living matter (ELM)] // Ecol. Studies, Hazards, Solutions, 2010, v. 16. – P. 62–65.
11. Vernadsky V. I. Problems of biogeochemistry. The fundamental matter-energy difference between the living and inert natural bodies of the biosphere // Trans. Conn. Acad. Arts Sci., 1944. 35: P. 483–517.
12. Ковальский В. В. Геохимическая среда и жизнь. – М.: Наука, 1982. – 80 с.
13. Ермаков В. В. Техногенез и биогеохимическая эволюция таксонов биосферы. – М.: Наука, 2003. – 351 с.
14. Ермаков В. В., Тютиков С. Ф. Геохимическая экология животных. – М.: Наука, 2008. – 315 с.
15. Добровольский Г. В. К 80-летию выхода в свет книги В. И. Вернадского «Биосфера» // Экологическая химия 2007, 16(3). – С. 135–143.
16. Добровольский Г. В. О развитии некоторых концепций учения о биосфере. // Вода: технология и экология, 2007, №1. – С. 63–68.
17. Перельман А. И., Касимов Н. С. Геохимия ландшафта. – М.: Астрей, 2000. – 763 с.

18. Моисеенко Т. И., Кудрявцева Л. П., Гашкина Н. А. Рассеянные элементы в поверхностных водах суши. – М.: Наука, 2006. – 261 с.
19. Ивантер Э. В., Медведев Н. В. Экологическая токсикология природных популяций. – М.: Наука, 2007. – 229 с.
20. Остроумов С. А., Колесов Г. М. О роли биогенного детрита в аккумуляции элементов в водных системах // Сибирский экологический журнал, 2010, № 4. – С. 525–531.
21. Остроумов С. А., Шестакова Т. В. Снижение измеряемых концентраций Cu, Zn, Cd, Pb в воде экспериментальных систем с *Ceratophyllum demersum*: потенциал фиторемедиации // ДАН, 2009, т. 428, № 2. – С. 282–285.
22. Остроумов С. А., Котелевцев С. В., Шестакова Т. В., Колотилова Н. Н., Поклонов В. А., Соломонова Е. А. Новое о фиторемедиационном потенциале: ускорение снижения концентраций тяжёлых металлов (Pb, Cd, Zn, Cu) в воде в присутствии элодеи // Экологическая химия, 2009, 18(2). – С. 111–119.
23. Остроумов С. А. Введение в биохимическую экологию. – М.: Издательство Московского университета, 1986. – 176 с.
24. Ostroumov S. A. *Biological Effects of Surfactants*. CRC Press. Taylor & Francis: Boca Raton, London, New York. 2006. – 304 p.
25. Липатникова О. А. Экспериментальное исследование и термодинамическое моделирование форм нахождения микроэлементов в донных отложениях Ивановского водохранилища. Автореф....канд. геол.-минер. наук. Москва. МГУ, 2011. – 25 с.
26. Stark P. C., Rayson G. D. Comparisons of metal-ion binding to immobilized biogenic materials in a flowing system // *Advances in Environmental Research*, 2000, Vol.4 (2), – P. 113–122.
27. Панин М. С. Химическая экология Семипалатинска: Семипалатинский гос. ун – т им. Шакарима, 2002. – 852 с.
28. Остроумов С. А. Некоторые вопросы химико-биотических взаимодействий и новое в учении о биосфере / серия: *Ecological Studies, Hazards, Solutions. Volume 17*. – М.: МАКС Пресс, 2011. – 20 с.
29. Остроумов С. А. О биотическом самоочищении водных экосистем. Элементы теории // Доклады академии наук (ДАН), 2004, т. 396, № 1. – С. 136–141.
30. Summerhayes C., Thorpe S. (Eds.) *Oceanography*. London: Manson Publishing, 1996. – 352 p.
31. Wetzel R. G. *Limnology: Lake and River Ecosystems*. San Diego: Acad. Press, 2001. – 1006 p.
32. Лисицын А. П. Процессы океанской седиментации. – М.: Наука, 1978. – 392 с.
33. Корж В. Д. Геохимия элементного состава гидросферы. – М.: Наука, 1991. – 244 с.
34. Донченко В. К., Иванова В. В., Питулько В. М. Экологохимические особенности прибрежных акваторий. – СПб.: НИЦЭБ РАН, 2008. – 544 с.
35. Скурлатов Ю. И., Дука Г. Г., Мизити А. Введение в экологическую химию. – М.: Высшая школа, 1994. – 400 с.
36. Вернадский В. И. Научная мысль как планетное явление. – М.: Наука. 1991. – 271 с.
37. Федонкин М. А. Рецензия: Открытие нового вида опасных антропогенных воздействий в экологии животных и биосфере: ингибирование фильтрационной активности моллюсков поверхностно-активными веществами (Ред. Г. В. Добровольский, Г. С. Розенберг, И. К. Тодераш) // Вестник РАН, 2009, т. 79, № 8. – С. 749–750.
38. Розенберг Г. С., Мозговой Д. П., Гелашвили Д. Б. Экология. Элементы теоретических конструкций современной экологии. – Самара: СамНЦ РАН, 1999. – 396 с.
39. Остроумов С. А., Дёмина Л. Л., Колесов Г. М., Шестакова Т. В., Солдатов А. А., Тодераш И. К., Зубкова Е. И. Сопряжение геохимических и гидробиологических процессов. В сб.: Ермаков В.В. (ред.) Развитие идей континентальной биогеохимии и геохимической экологии. Материалы биогеохимических чтений памяти В. В.Ковальского. – М.: ГЕОХИ, 2010. – С. 152–160.
40. Проблемы экологии и гидробиологии / ред. Тодераш И. К., Остроумов С. А., Зубкова Е. И. – М.: МАКС Пресс, 2008. – С. 54–56.
41. Открытие нового вида опасных антропогенных воздействий в экологии животных и биосфере: ингибирование фильтрационной активности моллюсков поверхностно-активными веществами» (ред. книги Г. В. Добровольский, Г. С. Розенберг, И. К. Тодераш). – М: МАКС-Пресс, 2008. – 108 p.
42. Остроумов С. А. Роль организмов в регуляции миграции химических элементов и перемещений вещества в экосистемах // Экология промышленного производства, 2010, вып. 3. – С. 26–31.
43. Rand G. M., Wells P. G., McCarty L.S. *Introduction to aquatic toxicology*. In: Rand G.M. (Ed.) *Fundamentals of Aquatic Toxicology*. 2nd edition. Taylor & Francis. Philadelphia, 1995. – P. 3–67.
44. Нечаева Н. Т., Левин Ф. И. Методы изучения биологического круговорота в различных природных зонах. – М.: Мысль, 1978. – 182 с.
45. Титлянова А. А., Косых Н. П., Миронычева-Токарева Н. П., Романова И. П. Подземные органы растений в травяных экосистемах. – Новосибирск: Наука. Сибирская издательская фирма РАН, 1996. – 128 с.
46. Базилевич Н. И., Титлянова А. А. Биотический круговорот на пяти континентах: азот и зольные элементы в природных наземных экосистемах. – Новосибирск: Изд-во Сибирского отделения РАН, 2008. – 381 с.
47. Милановский Е. Ю. Гумусовые вещества почв как природные гидрофобно-гидрофильные соединения. – М.: Геос, 2009. – 186 с.
48. Остроумов С. А. Фундаментальные вопросы экологии обезвреживания токсичных элементов в биосфере и улучшения экологического мониторинга // Экология и промышленность России, 2011, № 11. – с.24–27.

Защита от инфекций? Это просто!



ДЕЗИНФИЦИРУЮЩИЕ СРЕДСТВА – КОЖНЫЕ АНТИСЕПТИКИ СЕРИИ

ВЕЛТОСФЕР

Производство: НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР «ВЕЛТ» (г. Дубна, МО)



ООО «ДУБНА»



Дезинфицирующие средства – кожные антисептики серии «ВЕЛТОСФЕР»
Вы можете приобрести в аптеках:

Аптека «ВОРОБЬЕВЫ ГОРЫ»

119334, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 40.
Тел.: +7 (499) 137-70-76, (499) 137-12-23.
E-mail: vorobyevi@mail.ru

Аптечная сеть Раменского района ОАО «ФАРМАКОН»

140100, Московская обл., г. Раменское,
ул. Ногина, д. 5.
Тел.: +7 (496) 463-69-51, (496) 463-33-02.
E-mail: market@farmakon-ram.ru

«ЦАРЕВА АПТЕКА»

м. Таганская, Марксистская,
ул. Таганская, д. 31/22.
Тел.: +7 (495) 911-74-85.
www.tcareva-apteka.ru
(аптека работает 24 часа)

Аптека «БЕСТЕ ВАЛЬ»

107553, г. Москва,
ул. Б. Черкизовская, д. 26, корп. 6.
Тел.: +7 (499) 162-76-75.

© Группа авторов, 2012
УДК 615.076:615.038

Проблемы внедрения системы надлежащей лабораторной практики в России

Ржевский Д. И., Жармухамедова Т. Ю., Мурашев А. Н.

Филиал ГБУН «Институт биоорганической химии им. академиков М. М. Шемякина и Ю. А. Овчинникова» РАН (ФИБХ РАН), г. Пущино Московской области

Проблема создания в Российской Федерации системы надлежащей лабораторной практики стоит достаточно остро в связи с тем, что до настоящего времени отсутствует единая система формирования и проведения неклинических исследований на основе международных норм и правил. Между действующими в настоящее время в России законодательными и нормативными актами, регламентирующими деятельность в этой области, существуют явные противоречия. В связи с этим, они нуждаются в дальнейшей гармонизации.

Ключевые слова: неклинические исследования, надлежащая лабораторная практика.

The problem of development in Russian Federation of good laboratory practice (GLP) system is sufficiently critical because up to date there is no uniform system of formation and carrying out of non-clinical researches on the basis of the international norms and rules. There are obvious contradictions between legislative and normative acts currently regulating activity in this area in Russia. Thereby, they need further harmonization.

Keywords: non-clinical studies, good laboratory practice.

Законодательная база доклинических исследований представлена в России Федеральным законом от 12 апреля 2010 г. N 61-ФЗ «Об обращении лекарственных средств» (Собрание законодательства Российской Федерации, 2010, № 16, ст. 1815; N 31, ст. 4161). В соответствии со статьей 11 ФЗ «Об обращении лекарственных средств» закона доклиническое исследование лекарственного средства для медицинского применения должно проводиться в соответствии с правилами лабораторной практики, утверждёнными уполномоченным федеральным органом исполнительной власти. На основании данной статьи Министерством здравоохранения и социального развития Российской Федерации издан Приказ от 23 августа 2010 г. N 708н «Об утверждении Правил лабораторной практики» [2].

Нормативная база для данных исследований существует в виде национального стандарта Российской Федерации (Принципы надлежащей лабораторной практики, ГОСТ Р 53434-2009), который был утверждён и введён в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 2 декабря 2009 г. №544-ст. Настоящий стандарт идентичен руководящему документу Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) «Принципы надлежащей лабораторной практики» (OECD. Principles of Good Laboratory Practice), и подготовлен в целях гармонизации отечественных норм и правил с международными документами [6].

Цель «Принципов надлежащей лабораторной практики (GLP)» состоит в том, чтобы обеспечить продвижение применения принципа оценки ка-

чества данных, полученных в результате испытаний. Сопоставимость уровня качества данных, полученных в результате испытаний, формирует основание для взаимного принятия данных в разных странах. Если отдельные страны могут уверенно положиться на данные испытаний других стран, можно избежать дублирующих испытаний, экономя время и ресурсы.

Применение «Принципов надлежащей лабораторной практики (GLP)» позволит избежать создания технических барьеров при проведении торговой деятельности и будет способствовать осуществлению защиты здоровья человека и окружающей среды [1, 5].

ГОСТ Р 53434-2009 устанавливает принципы надлежащей лабораторной практики, предназначенные для применения при проведении неклинических испытаний объектов, содержащихся в лекарственных средствах, пестицидах, косметической продукции, ветеринарных препаратах, пищевых и кормовых добавках, а также в химических веществах промышленного назначения. Испытуемые объекты могут быть как синтетической природы, так и биогенного происхождения, а также представлять собой живые организмы.

Цель испытаний состоит в том, чтобы получить данные о свойствах объектов и/или об их безопасности для здоровья людей и/или окружающей среды. В отличие от ГОСТа, Правила лабораторной практики, утверждённые Приказом № 708н, устанавливают требования к организации, планированию и проведению доклинических исследований только «лекарственных средств для медицинского применения», оформлению результатов и контролю качества указанных исследований на территории Российской Федерации.

Одним из существенных несоответствий Приказа и ГОСТа, делающим практически невозможным одновременное следование требованиям обоих документов, является различие в терминологии. Так, понятию «руководителя исследования» в ГОСТе соответствует понятие «ответственного исполнителя» в Приказе. «Ответственный исследователь» в ГОСТе соответствует «соисполнителю» в Приказе. Вместо термина «стандартные операционные процедуры (СОП)», принятого в ГОСТе, в Приказе используется термин «утверждённые процедуры» («утверждённые в организации стандартные лабораторные и производственные процедуры»).

В ГОСТе приведены следующие определения: «тестируемый объект» (test item) – объект, представляющий собой предмет исследования; «стандартный объект» (образец), «контроль-

Цель «Принципов надлежащей лабораторной практики (GLP)» состоит в том, чтобы обеспечить продвижение применения принципа оценки качества данных, полученных в результате испытаний. Сопоставимость уровня качества данных, полученных в результате испытаний, формирует основание для взаимного принятия данных в разных странах.

ный» объект (образец) (reference item, «control item») – объект (образец), используемый для сравнения с испытуемым объектом, имеющий официально (юридически) удостоверенный состав; «носитель» (vehicle) – вещество, используемое для смешивания, диспергирования или растворения тестируемого или стандартного объекта и позволяющее облегчить его введение в тест-систему. В Приказе используются понятия «исследуемого лекарственного средства» и «лекарственного средства сравнения» (определения не даны).

Согласно Приказу доклинические исследования проводятся по утверждённому разработчиком лекарственного средства плану с ведением протокола и составлением отчёта о результатах доклинического исследования.

В плане доклинического исследования излагаются схемы и графики проведения доклинического исследования (включая его этапы и части), описываются цели, задачи, методы (в том числе методы обобщения и оценки результатов), а также меры по обеспечению безопасности участвующих в нём животных.

В протоколе доклинического исследования фиксируются действия, связанные с выполнением процедур доклинического исследования, осуществляемые в соответствии с утверждённым планом этого доклинического исследования.

В план доклинического исследования включаются: наименование доклинического исследования; описание цели и задач доклинического исследования; наименование и юридические адреса разработчика лекарственного средства, привлечённой разработчиком организации, осуществляющей организацию доклинического исследования, и организации, его проводящей; сведения об исследуемом лекарственном средстве (физические, химические, биологические, фармацевтические, фармакологические свойства, условия хранения и использования); сведения о лекарственном средстве сравнения; перечень планируемых методов доклинического исследования; наименование тест-системы,

Несмотря на наличие действующих в настоящее время в Российской Федерации законодательных и нормативных актов, регулирующих организацию и проведение доклинических исследований химических веществ и смесей промышленного назначения, проведение данных исследований затруднено в связи с противоречиями в их содержании.

предполагаемой для использования в доклиническом исследовании, с обоснованием её выбора; способы и пути введения исследуемого лекарственного средства и лекарственного средства сравнения; планируемая схема доклинического исследования; правовые и этические нормы использования животных; перечень и обоснование планируемых методов оценки качества, эффективности и безопасности исследуемого лекарственного средства; перечень и обоснование выбора методик статистической обработки результатов доклинического исследования; перечень материалов и данных доклинического исследования, подлежащих хранению в архиве; список используемой литературы.

В протоколе доклинического исследования отражаются всё те же пункты, что и в плане, кроме сведений об исследуемом лекарственном средстве и лекарственном средстве сравнения, а также списке используемой литературы, но при этом здесь должно быть приведено описание производства исследуемого лекарственного средства и лекарственного средства сравнения.

В отличие от Приказа, в ГОСТ включено только понятие «плана исследования». «План исследования» должен содержать следующие сведения, но не ограничиваться ими: информацию об исследовании, испытуемом и стандартном объектах; информацию о спонсоре и испытательном центре; даты; методы испытаний; другие проблемы (обоснование выбора тест-системы, характеристики тест-системы, способ введения и обоснование выбора, уровни доз/концентраций, частоту и продолжительность введения, детальную информацию о проекте эксперимента); записи (перечень всех записей и документов, подлежащих хранению).

Таким образом, в отличие от ГОСТа, в Приказе используются понятия как «плана исследования», так и «протокола». При этом, остаётся не совсем понятным назначение протокола и необходимость включения в него некоторых пунктов, в частности, описания производства исследуемого лекарственного средства и лекарственного

средства сравнения, поскольку данная информация находится в ведении производителя лекарственного средства, а не исследовательской организации (лаборатории) и может быть строго конфиденциальной.

В соответствии с Приказом (п. 49), изменения, вносимые в протокол доклинического исследования, а также отклонения от плана доклинического исследования (незапланированные события, непредвиденные обстоятельства, упущения), записываются с указанием причин, пронумеровываются, подписываются ответственным исполнителем, датируются и подшиваются в приложении к отчёту о результатах доклинического исследования. Согласно ГОСТу, существуют поправки и отклонения, относящиеся только к плану исследования (п. 4.8.1.2.).

Поправки к плану исследования должны быть обоснованы, утверждены датированной подписью руководителя исследования. Поправки должны храниться вместе с планом исследования. Отклонения от плана исследования должны быть описаны, объяснены, признаны и своевременно подписаны руководителем исследования и/или ответственным исследователем с указанием даты. Отклонения от плана исследования должны храниться вместе с первичными данными исследования [3].

Следующее несоответствие относится к области первичных данных. Согласно Приказу (п. 53), исправления первичных данных доклинического исследования оформляются в виде дополнений, которые подписываются и датируются ответственными исполнителями, с указанием причин ошибок. Согласно ГОСТу (п. 4.8.3.4.), любые изменения первичных данных должны быть проведены таким образом, чтобы не были потеряны предыдущие данные; должна быть указана причина внесения изменений. Запись об изменениях должна быть заверена датированной подписью внесшего их лица.

Согласно ГОСТу, испытательный центр должен иметь документированную программу обеспечения качества. За выполнение программы обеспечения качества отвечают уполномоченные лица, назначаемые руководством испытательного центра, непосредственно подотчётные ему и знакомые с методами исследования [4, 7]. Лица, отвечающие за обеспечение качества (персонал по обеспечению качества), не должны быть вовлечены в проведение исследования.

Согласно Приказу (п. 17.), качество проведения доклинических исследований обеспечивается контролем со стороны: а) разработчика лекарственного средства; б) руководителя организации, проводящей доклиническое исследо-

вание, ответственного исполнителя; в) группы контроля качества. Кроме того, руководитель организации, проводящей доклиническое исследование, соответствующим документом устанавливает периодичность проведения независимой проверки проведения доклинического исследования, а также определяет процедуры допуска уполномоченных представителей разработчика лекарственного средства для осуществления контроля качества доклинического исследования.

Также имеются различия в требованиях к отчёту по исследованию. Согласно Приказу (п. 57), при составлении отчёта о результатах доклинического исследования, помимо всесторонней информации о результатах проведённого исследования, должно содержаться заключение о возможности проведения клинического исследования лекарственного препарата для медицинского применения, а также включаться следующая информация: выводы о качестве, эффективности и безопасности лекарственного средства; отчёты группы контроля качества.

В соответствии с ГОСТом персонал по обеспечению качества должен вносить в заключительный отчёт только подписанное заключение о типах инспекционных проверок и датах их проведения с информацией об этапе (этапах) проверяемого исследования и дате передачи результатов инспектирования руководству испытательного центра, руководителю исследования и ответственному исследователю. Это заключение также должно содержать информа-

Для успешного развития системы формирования и проведения доклинических исследований на основании принципов надлежащей лабораторной практики в рамках присоединения России к Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) необходима дальнейшая гармонизация данных нормативных актов в соответствии с международными требованиями.

цию о том, что первичные данные исследования отражены в заключительном отчёте достоверно.

Таким образом, несмотря на наличие действующих в настоящее время в Российской Федерации законодательных и нормативных актов, регулирующих организацию и проведение доклинических исследований химических веществ и смесей промышленного назначения, косметической продукции, пестицидов, лекарственных средств, кормовых и пищевых добавок, проведение данных исследований затруднено в связи с противоречиями в их содержании. Поэтому, для успешного развития системы формирования и проведения доклинических исследований на основании принципов надлежащей лабораторной практики в рамках присоединения России к Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) необходима дальнейшая гармонизация данных нормативных актов в соответствии с международными требованиями.

Работа выполнена в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы (ГК № 02.740.11.0773).

Литература

1. Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 53434-2009 «Принципы надлежащей лабораторной практики».
2. Приказ Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 23 августа 2010 г. N 708н «Об утверждении Правил лабораторной практики».
3. Жармухамедова Т. Ю. и др. Обязанности руководителя исследования при проведении испытаний безопасности химических веществ, биотехнологических и нанотехнологических продуктов в соответствии с правилами надлежащей лабораторной практики // *Токсикологический вестник*, 2009, № 5. – С. 2–4.
4. Жармухамедова Т. Ю. и др. Роль службы обеспечения качества в проведении исследований по химической и биологической безопасности в соответствии с правилами надлежащей лабораторной практики (GLP) // *Химическая и биологическая безопасность*, 2008, № 1–2 (37–38). С. 3–6.
5. Мурашев А. Н. и др. Принципы организации и проведения доклинических (фармакологических) исследований в соответствии с международными стандартами // *Методическое пособие*. – М.: Издательство РДПО при Институте развития дополнительного профессионального образования, 2008. – 89 с.
6. Мурашев А. Н. и др. Международные правила надлежащей лабораторной практики, разработанные организацией экономического сотрудничества и развития // *Ведомости НЦ ЭСМП*, 2007, № 2. – С. 71–79.
7. Заргарова Т. А. и др. Методические рекомендации по инспектированию лаборатории (организации, выполняющей доклинические исследования) // *В кн.: Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ / Под общей редакцией Р. У. Хабриева, 2-е изд., перераб. и доп.* – М.: Медицина, 2005. 832 с. – С. 28–41.

© Луканин А. В., 2012

УДК 631.484

Получение компостов из коммунальных отходов



ЛУКАНИН
Александр Васильевич

НПП «Медбиопром»

Генеральный директор,

профессор, докт. техн. наук

Московский государственный университет инженерной экологии

*Профессор кафедры ЮНЕСКО
«Техника экологически чистых производств»*

Об авторе

ЛУКАНИН Александр Васильевич родился в 1951 г. в Воронежской области. В 1975 г. окончил Московский институт химического машиностроения (МИХМ) по специальности «Химическое машиностроение и аппаратостроение». После окончания института работал инженером-конструктором на НПО «Криогенмаш» в г. Балашиха Московской области, затем в институте ВНИИ-Биотехника на должности заведующего лабораторией.

В 1984 г. защитил кандидатскую диссертацию на тему: «Разработка массообменных аппаратов для систем производства микроводорослей, их гидравлические и массообменные характеристики».

С 1986 г. Луканин А. В. работал в институте ВНИИсинтезбелок на должности заведующего лабораторией, а затем заместителя директора по научной работе. В июне 1989 г. ВАК СССР присвоил Луканину А. В. учёное звание «старший научный сотрудник» по специальности «Процессы и аппараты химической технологии».

В 1994 г. Луканин А. В. защитил докторскую диссертацию на тему: «Экологическое совершенствование крупнотоннажных производств кормового белка» по двум специальностям – «Процессы и аппараты химической технологии» и «Биотехнология».

С декабря 2000 г. по ноябрь 2008 г. работал главным технологом и заведующим научно-производственным отделом ФГУП «Государственный научный центр по антибиотикам».

В настоящее время Луканин А. В. – профессор кафедры ЮНЕСКО «Техника экологически чистых производств» Московского государственного университета инженерной экологии (бывший МИХМ).

В 1983 г. Луканин А. В. был награждён бронзовой медалью ВДНХ СССР, а в 1989 г. – серебряной медалью. В 2002 г. за разработку «Комплексного ферментного препарата протеаза С – эффективного средства лечения ожогов и других дерматических поражений» был удостоен диплома 2-го Московского Международного салона инноваций и инвестиций.

В 2005 г. за разработку «L-аспарагиназа – эффективное противолейкозное средство» А. В. Луканин был награждён дипломом и золотой медалью 5-го Московского Международного салона инноваций и инвестиций, а также дипломом и серебряной медалью 3-го Московского международного конгресса «БИОТЕХНОЛОГИЯ: состояние и перспективы развития».

В октябре 2008 г. Луканину А. В. было присвоено учёное звание профессора по кафедре «Техника экологически чистых производств». Он является автором более ста научных публикаций и изобретений.

Целью исследования была разработка установки и технологии оптимальной утилизации органической части подрешётчатого продукта твёрдых бытовых отходов (ТБО) совместно со спилами деревьев и осадком сточных вод очистных сооружений.

Для достижения поставленной цели были решены следующие основные задачи. Проведён обзор и анализ существующих технологических схем компостирования отходов городского хозяйства. Разработана аппаратурно-технологическая схема установки и конструктивные решения основных узлов. Изучены параметры процесса компостирования отходов городского хозяйства.

Разработанная схема позволяет гибко использовать компостируемые ингредиенты в различных соотношениях (сброженный осадок сточных вод, избыточный активный ил, сырой осадок, спил деревьев, пищевые отходы). Проведён массообменный и гидравлический расчёт установки. Расчёт содержит тепловой баланс процесса компостирования в летний и зимний период и материальный баланс процесса компостирования в зимний и летний период.

Ключевые слова: компостирование, компост, аэрация, щепа, подрешётчатый отсев ТБО, осадок сточных вод, штабель, дренаж, микроорганизмы, массообмен, искусственная почва, гидравлический расчёт, материальный баланс, критерии подобия.

The objectives of research were the development of installation and technology of optimal utilization of organic parts of undergrating products of domestic garbage (DG) combined with saw cuts of tree and settled sludges of waste effluents of disposal works.

For achievement of desired objective the following problems were solved: the review and analysis of existed technology schemes of composting were conducted; the apparatus and technological scheme of installation and constructive decisions of main parts were developed; parameters of waste composting process of city municipal services were studied.

The developed scheme allows to use flexible composting ingredients in different proportions (fermented waste effluents, surplus active silty mud, saw cuts of trees, edible by-products). The mass-exchanging and hydraulic calculation of installation was carried out. The calculation contains thermal and material balances of composting in summer and winter periods.

Keywords: composting, compost, aeration, wood waste, undergrating ridding of domestic garbage, waste water effluents, stack of wood, dewatering, microorganisms, mass-exchanging, artificial ground, hydraulic calculation, material balance, criteria of similarity.

Вопросы утилизации твёрдых бытовых отходов в больших городах выходят на первое место в деятельности предприятий жилищно-коммунального хозяйства. В частности, к этим отходам относится подрешётчатый продукт мусоросортировочных заводов (пищевые отходы), спилов деревьев, осадки сточных вод станций аэрации. Например, в Москве образуется до 5 млн тонн сточных вод, которые в основном проходят очистку на Люберецкой и Курьяновской станциях аэрации. При обработке ежедневно образуются десятки тысяч тонн сброженных осадков влажностью 62–75 %. Эти осадки вывозятся на полигоны захоронения.

В то же время второй из числа актуальных проблем, препятствующих дальнейшему благоустройству крупных городов, является дегра-

дация почв и истощение их естественного плодородия. Мегалополисы нуждаются в постоянном обновлении своих почв, обеднённых биогенными элементами и пересыщенных вредными продуктами антропогенного происхождения. Например, ежегодно в Москву завозится сотни тысяч тонн плодородных почв по цене 1200–1500 рублей за кубический метр. Наиболее остро стоит проблема дефицита в городской почве органического, прежде всего гумусового вещества, которое обеспечивает оптимальный режим питания и влаги для растений.

Особенно важна роль органического вещества почвы в связывании техногенных загрязнений, т. к. только при наличии определённого запаса органических веществ в почве возможно формирование микробиологического сообще-

Вопросы утилизации твёрдых бытовых отходов в больших городах выходят на первое место в деятельности предприятий жилищно-коммунального хозяйства. В частности, к этим отходам относится подрешёточный продукт мусоросортировочных заводов (пищевые отходы), спилы деревьев, осадки сточных вод станций аэрации.

ства. Традиционные средства для повышения плодородия городских почв, такие как навоз, перегной, торф и т. д. в настоящее время стали дефицитными, и их источники значительно удалены от мегаполисов. В связи с этим остро ощущается потребность в альтернативных источниках органического почвообразующего сырья. Кроме того, имеются сложности по внесению органических удобрений в почву в черте городской застройки, т. к. рекультивация имеющейся почвы требует применения специальных средств механизации и длительных поэтапных мероприятий.

Более приемлемым для города является нанесение на спланированный участок предварительно подготовленного слоя, так называемой искусственной почвы, имеющей все компоненты для жизни растений и микробиоты, а также необходимую физическую структуру.

Нами разработана технология, позволяющая использовать указанные твёрдые бытовые отходы и получать полноценные компосты, которые в дальнейшем можно использовать как органическое удобрение, либо как основной компонент при приготовлении искусственных почв. Способ приготовления компоста запатентован [1]. Предлагаемая технология предусматривает компостирование в аэрируемых буртах с поддержкой основных технологических параметров.

При формировании буртов используют различные композиции из материалов, составляющих исходное сырьё для компостирования. Это (из расчёта на сухое вещество) 20–40 % сброженной в метантенках смеси осадков сточных вод и избыточного активного ила, 5–20 %, выбранных из группы: сырой осадок сточных вод, избыточный активный ил, смесь сырого осадка сточных вод и избыточного ила.

Осадки городских сточных вод являются гомогенным по фракционному и химическому составу ценным сырьём, состоящим на 40 % из гумусовых веществ и их предшественников. Они содержат все необходимые для формирования почвы вещества (гумус, минеральные почвен-

ные частицы), элементы (N, P, Ca, Mg) и микроэлементы (Mn, Cu, Ni, Cr, Zn, Co, B, Mo). До 15 % древесной щепы размером 10–30 мм.

Древесно-растительная часть композиции, не являясь самой ценной частью, кроме наличия в ней определённого количества необходимых для растений органических соединений, также является структурообразующим компонентом, позволяющим связать и закрепить на подстилочном грунте мелкодисперсные компоненты искусственной почвы – осадки городских сточных вод и обеспечить доступ воздуха к зоне расположения корневой системы растений.

Порядка 25–45 % подрешёточной фракции твёрдых бытовых отходов (пищевые отходы) составляют продукты питания, утратившие полностью или частично свои первоначальные потребительские свойства в процессах их производства, переработки, употребления или хранения. Влажность пищевых отходов колеблется от 70 до 92 %.

Схемой производства предусмотрено грохочение готового компоста и возврат непереработанной щепы и части компоста (ускорение начала термофильной части процесса) в «голову» процесса. Время компостирования составляет 3–4 недели. Учитывая, что в процессе компостирования одного килограмма органического вещества при распаде выделяется в среднем 21 мДж теплоты, которая составляет львиную долю в тепломассообмене этого процесса и которую необходимо «снимать», а также учитывая, что одним из основных условий успешного компостирования является обеспечение компостируемой массы кислородом, стехиометрическая потребность в котором составляет 2 кг на 1 кг окисленного органического вещества, представляется целесообразным разрабатывать систему компостирования в буртах с принудительной аэрацией. Такое решение ко всему прочему также ускорит процесс и обеспечит более высокое качество готового продукта.

Аэрация в количестве 15–20 м³/час на 1 т органического вещества начинается со второй недели закладки буртов и продолжается до готовности компоста в режиме 7–8 час через 3–4 сут. Содержание кислорода и углекислого газа в компостируемой смеси лежит в пределах 10–15 % и 6–8 %, соответственно. Отношение углерода к азоту C:N = 25–30, азота к фосфору N:P = 70–95. Выход готового продукта по влажной массе – 40–50 % от исходной. Размер частиц не превышает 50 мм. Готовый компост имеет влажность 45–50 %, содержание органических веществ 50–70 %, pH = 7–9, при отсут-

Нами разработана технология, позволяющая использовать указанные твёрдые бытовые отходы и получать полноценные компосты, которые в дальнейшем можно использовать как органическое удобрение, либо как основной компонент при приготовлении искусственных почв.

ствии патогенных организмов, яиц гельминтов и личинок мух.

При выборе производительности установки приняли, что ежедневное количество осадка сточных вод составляет 300 т. После прохождения через фильтр-пресс его вес значительно уменьшается – 65 т.

По разработанной технологии смешиваются компоненты в следующих пропорциях (массовая доля в смеси): осадки сточных вод после фильтр-пресса (30 % – 65 т.); подрешётчатая фракция ТБО (40 % – 87 т.); древесно-растительные отходы (20 % – 43,5 т.); активный ил после вторичных отстойников (10 % – 21,5 т.); осадки после первичных отстойников (10 % – 21,5 т.). Общая масса, M , – 238,5 т.

Бурт в сечении представляет собой равнобедренную трапецию. При нижнем основании в 2 м, угле естественного откоса – 55° и высоте бурта – в 1 м верхнее основание будет равным 0,38 м, а площадь поверхности испарения, равная сумме площадей сторон бурта, составит 2,96 м². Следовательно, объём каждого бурта составит 119 м³, при плотности компоста ρ , равной 250 кг/м³, масса одного бурта составит 29 750 кг, а количество буртов – 8 шт. Длину бурта принимаем $l = 100$ м.

Основные конструктивные решения установки

При разработке основных конструктивных решений особое внимание уделялось простоте и удобству эксплуатации установки компостирования. Была выбрана параллельная схема размещения восьми буртов, связанных общим коллектором подачи аэрирующего воздуха с возможностью их одновременной аэрации, либо с возможностью отсечки от коллектора любого количества буртов. При этом система аэрации была спроектирована таким образом, что конструктивно возможно использовать эту систему для подачи пара с целью обогрева буртов в холодное время года.

Бурты располагаются в специально спроектированных ложах из бетона, в которых по всей

длине вблизи днища размещены жёстко закреплённые перфорированные трубы для подачи воздуха или пара. После установки системы аэрации она накрывается защитным устройством, выполненным из металлических просечно-сжатых листов, на которых располагается компостный бурт. Эти листы препятствуют попаданию составляющих компоста на перфорированные трубы и забиванию их отверстий. Также днища бетонных лож имеют форму, обеспечивающую сток избытка влаги в дренажную систему, проложенную вдоль буртов. Для этого они имеют небольшие поперечные уклоны к периферии.

Перед формированием буртов на просечно-сжатые листы насыпают слой древесной щепы толщиной 200–300 мм. Сверху бурты покрываются слоем готового просеянного компоста также толщиной 200–300 мм. Это делается с целью предотвращения теплопотерь, устранения неприятного запаха и распространения мух.

С целью обслуживания буртов между ними произведена засыпка щебнем фракцией 20–40 мм и толщиной слоя 300 мм. Размеры технологической площадки составляют 30×105 метров.

Исходные данные для тепломассообменного расчёта

Биодеградация ингредиентов, составляющих компостируемую массу, приводит к потере примерно 30–40 % органического вещества в виде углекислого газа и воды [2, 3]. Поэтому при расчётах принимаем, что при начальной массе компостируемого материала 100 %, конечная масса составит 60 %.

Удаляемая часть компоста, в соответствии с технологическим регламентом, просеивается, и остаток используется в качестве рециркулирующей добавки. Поскольку в нашем случае наполнитель – древесная щепа, а она при биотермической обработке разлагается медленно, то по некоторым литературным источникам [4] расход свежего наполнителя составит примерно одну треть от количества повторно используемого просеянного наполнителя, по другим источникам эта цифра достигнет 25–30 %. Принимаем количество непереработанной щепы за один цикл компостирования равным 30 %.

Поскольку разрабатываемая установка планируется к внедрению в первую очередь в Московском регионе, то принимаем за основу следующие температуры и влажности воздуха – лето: +18 °С, $\phi = 70$ %, зима: –10,8 °С, $\phi = 88$ % [5].

Материальный баланс процесса компостирования (в расчёте на 1 погонный метр бурта)

Известно, что удельная теплота парообразования для воды при 20 °С составляет 2446,9 кДж/кг [5]. Однако с учётом теплопотерь и нагревания материала на испарение 1 кг влаги нужно затратить в среднем 4 МДж теплоты [4]. То есть энергии, выделяющейся при разложении 1 кг органического вещества, хватит для испарения 5 кг влаги. Кроме того, часть влаги из осадка удаляется за счёт естественного испарения. Определим количество влаги, испаряющейся с поверхности бурта. По теории количество испарившейся жидкости составит [7]:

$$g_B = F \times k \times \beta \times (p_H - p_B),$$

где g_B – количество испарившейся жидкости, кг/ч; β – коэффициент испарения, м/ч; k – коэффициент пропорциональности.

Учитывая, что данная формула справедлива для испарения с зеркала жидкости, а в нашем случае вода распределена во всём объёме компостируемой массы, а сверху бурта лежит защитный слой готового компоста (толщиной 30 см), который препятствует испарению воды, и эти обстоятельства создают дополнительное и существенное сопротивление испарению, в формулу ввели поправочный коэффициент k . Принимаем $k = 0,001$. F – свободная поверхность испарения, м². p_H – парциальное давление

пара у поверхности испаряющейся воды, равное упругости насыщенного пара при температуре воды, кг/м²; p_B – парциальное давление пара в воздухе, кг/м²;

Для определения коэффициента испарения β обычно применяют критериальные выражения [7]:

$$Nu' = A Re^m Gr^n Pr^o Gu^p, \tag{1}$$

где величины A, m, n, o, p – постоянные, определяемые опытом [7] (табл. 1).

По условиям процесса компостирования выбираем случай свободной конвекции. Тогда, в соответствии с табл. 1, коэффициенты m и n будут равны нулю. Соответственно, критерии Рейнольдса и Гухмана можно не учитывать в выражении (1). Оставшиеся безразмерные критерии:

$Nu' = \beta l / D$ – диффузионный критерий Нуссельта (l – характерный линейный размер, м, D – коэффициент диффузии, м²/ч); за характерный размер в расчётах примем высоту бурта, равную 1 м.

$$Gr' = \frac{gl^3}{\nu^2} \left(\frac{m_n \times T_B}{m_b \times T_n} \right) - \text{диффузионный критерий}$$

Грасгофа (g – ускорение силы тяжести м/сек²; m_n, m_b – молекулярный вес паровоздушной смеси непосредственно у поверхности воды и, в среднем, в объёме воздуха; T_n, T_b – температура поверхности воды и температура воздуха, К; $Pr' = \nu / D$ – диффузионный критерий Прандтля. Но отнесение количества пара g_B к разности

Таблица 1

Величины A, m, n, o, p

A	m	n	o	p	Область применения	По данным
0,65	0,0	0,25	0,25	0,0	Свободная конвекция	Гусева
0,065	0,0	0,248	0,248	0,0	Свободная конвекция	Нестеренко
1,26	0,435	0,0	0,0	0,0	Re = 300	Гусева, Михайлова, Лурье и др.
0,60	0,560	0,0	0,0	0,0	1 000	
0,52	0,58	0,0	0,0	0,0	3 000	
0,38	0,62	0,0	0,0	0,0	10 000	
0,21	0,68	0,0	0,0	0,0	30 000	
0,82	0,78	0,0	0,0	0,0	100 000	
0,87	0,54	0,0	0,33	0,135	200–6 000	Нестеренко
0,347	0,65	0,0	0,33	0,135	6 000–70 000	

При разработке основных конструктивных решений особое внимание уделялось простоте и удобству эксплуатации установки компостирования. Была выбрана параллельная схема размещения восьми буртов, связанных общим коллектором подачи аэрирующего воздуха с возможностью их одновременной аэрации.

парциальных давлений влияет на запись критерия Прандтля, в этом случае он записывается

в виде $Pr' = \frac{\nu}{D_n \times R_n \times T}$, [7], где R_n – газовая

постоянная для 1 кг пара.

$R_n = 47,06 \text{ кг}\cdot\text{м}/\text{кг}\cdot\text{град} = 461,5 \text{ Дж}/\text{кг}\cdot\text{град}$. [8]. Коэффициент диффузии зависит от температуры и общего давления паровоздушной смеси [7]:

$$D = 0,0754 \left(\frac{T}{273} \right)^{1,82} \times \frac{760}{p_0} \text{ м}^2/\text{час}.$$

Процесс биотермического разложения органического вещества включает три стадии: фазу нарастания температуры, фазу высоких температур (50–75 °С) и фазу падения температуры. Поэтому, чтобы значения критериев Грасгофа и Прандтля получились более достоверными, их рассчитывали для нескольких диапазонов температур в десять градусов и потом усредняли результаты. По результатам расчётов усреднённые критерии Грасгофа и Прандтля равны $3,964 \times 10^{10}$ и $1,143 \times 10^{-8}$, соответственно.

Критерий Нуссельта определили из соотношения:

$$Nu' = 0,065 \times (3,964 \times 10^{10})^{0,248} \times (1,143 \times 10^{-8})^{0,248} = 0,065 \times 424,95 \times 0,011 = 0,296$$

$$Nu' = \frac{\beta l}{D} \Rightarrow \beta = \frac{Nu' \times D}{l} = \frac{0,296 \times 0,086}{1} = 0,025 \text{ м}/\text{час}.$$

Для получения более достоверных данных найдём количество воды, испарившееся с поверхности бурта при разных температурах компостируемой массы. Напомним, что температура изменяется от 20 °С до 75 °С, причём период роста температур длится две недели, фаза высоких температур – одну неделю и падение – одну неделю. Тогда усреднённое количество испарившейся жидкости летом составит g_b кг/час (108 кг/мес).

Примем, что в зимнее время максимальная температура компостируемой массы составляет 25 °С. При этом температура поверхности испа-

рения будет составлять 7 °С; $g_b = 0,022 \text{ кг}/\text{час}$. Учитывая, что влажность воздуха зимой равна 88 %, а влажность компоста – 60 %, то можно сделать допущение, что в зимний период влага, распределённая в объёме нашей массы, испаряться не будет, а вода, образующаяся в процессе биосинтеза, будет отводиться в жидком виде через дренажную систему.

Результаты расчётов представлены в табл. 2 и 3.

Вода и углекислый газ в сумме составляют 40 % от компостируемой массы. Принимаем, что их соотношение равно 0,3:0,7, соответственно. Определим их количество:

$$m_b = M \times 0,4 \times 0,3 = 298,125 \times 0,4 \times 0,3 = 35,755 \text{ кг}/\text{мес}.$$

$$m_{CO_2} = M \times 0,4 \times 0,7 = 298,125 \times 0,4 \times 0,7 = 83,475 \text{ кг}/\text{мес}.$$

Разность между массой в начале и конце процесса объясняется интенсивным испарением воды и образованием углекислого газа во время протекания процесса, поэтому для поддержания требуемой влажности компостируемой массы необходимо её орошать. Количество воды, необходимой для дополнительного орошения, будет равно:

$$G_b = 108 - 37,775 = 70,225 \text{ кг}/\text{мес}.$$

Для испарения этого количества воды потребуются $Q_{H_2O} = 108 \times 4 = 432 \text{ МДж}$ тепла.

Тепловой баланс процесса компостирования (в расчёте на 1 погонный метр бурта)

Принимаем, что в тёплое время года процесс компостирования длится один месяц, в холодное – три месяца.

Тепловой баланс компостного бурта складывается, в основном, из следующих составляющих.

$$Q_{км} + Q_{возд} + Q_{микр} = Q_{щепы} + Q_{исп} + Q_{комп} + Q_{луч}.$$

Вносимое тепло: $Q_{км}$ – с компостируемой массой; $Q_{возд}$ – воздухом аэрации; $Q_{микр}$ – выделяющееся в процессе компостирования (микробиологическое тепло).

Расходуемое тепло: $Q_{щ}$ – непереработанной щепой; $Q_{исп}$ – на испарение влаги; $Q_{комп}$ – оставшееся тепло готового компоста.; $Q_{луч}$ – лучеиспусканием от более нагретого тела (компостный ряд) к менее нагретому (окружающая среда).

Таблица 2

Максимальный баланс (на 1 м бурта). Летний период

Начало процесса		Конец процесса	
Компонент	Масса (кг/мес)	Компонент	Масса (кг/мес)
Осадки сточных вод после фильтр-пресса	81,25	Компост	159,585
Подрешётчатая фракция ТБО	108,75		
Древесно-растительные отходы	54,375	Древесно-растительные отходы	16,315
Активный ил после вторичных отстойников	26,875	Вода за счёт естественного испарения	–
Осадки после первичных отстойников	26,875	Вода, образующаяся в процессе биоразложения*	35,775
		Углекислый газ, образующийся в процессе биоразложения*	83,475
ИТОГО	298,125	ИТОГО	295,15

Таблица 3

Максимальный баланс (на 1 м бурта). Зимний период

Начало процесса		Конец процесса	
Компонент	Масса (кг/мес)	Компонент	Масса (кг/мес)
Осадки сточных вод после фильтр-пресса	81,25	Компост	159,585
Подрешётчатая фракция ТБО	108,75		
Древесно-растительные отходы	54,375	Древесно-растительные отходы	16,315
Активный ил после вторичных отстойников	26,875	Вода за счёт естественного испарения	108
Осадки после первичных отстойников	26,875	Вода, образующаяся в процессе биоразложения*	35,775
		Углекислый газ, образующийся в процессе биоразложения*	83,475
ИТОГО	298,125	ИТОГО	403,15

Распишем подробнее составляющие теплового баланса компостируемой массы.

Вносимое тепло

Тепло, вносимое с компостируемой массой, складывается из тепла, вносимого каждым компонентом компостирования:

$$Q_{км} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5,$$

где: Q_1 – тепло от осадков сточных вод (после фильтр-пресса), Q_2 – тепло от подрешётчатой фракции ТБО, Q_3 – тепло от древесно-растительных отходов, Q_4 – тепло от активного ила после вторичных отстойников, Q_5 – тепло от осадков первичных отстойников. Расчёт вели по общей формуле $Q = c \times m \times t^\circ$ Дж.

Теплоёмкость осадка сточных вод (после фильтр-пресса), учитывая, что его влажность составляет 73–82 %, определяли как теплоём-

кость двухкомпонентного водного раствора по формуле [5] $c_1 = 4200(1-x) + c' \cdot x = 4200(1-0,2) + 1000 \times 0,2 = 3560$ Дж. (за теплоёмкость твёрдой фазы принята средняя теплоёмкость земли, торфа, глины, целлюлозы). Подрешётчатая фракция ТБО представлена, в основном, пищевыми отходами [6]. Принимаем её влажность, равной 85–95 % и, соответственно, удельную теплоёмкость, близкой к теплоёмкости воды. По литературным данным [5] приняли удельную теплоёмкость древесины равной 2720 Дж/(кг×К). Влажность сырого осадка и уплотнённого активного ила в среднем равна 95–98 % [4], потому принимаем удельную теплоёмкость этих компонентов равной теплоёмкости воды.

m и t° – масса и температура ингредиента, содержащегося в 1 погонном метре бурта.

Тогда суммарное тепло, вносимое с компостируемой массой, составит $Q_{к.м.} = 5,21 + 8,221 + 2,66 + 2,032 + 2,032 = 20,155$ МДж.

Теплом, вносимым с воздухом, подаваемым на аэрацию компоста в первом приближении можно пренебречь, т. к. в зависимости от погодных условий оно может быть как положительным, так и отрицательным.

Тепло, выделяемое в процессе компостирования 1 кг смеси (органики), составляет 21 МДж (2,6), соответственно для нашей массы (297,5 кг – масса одного погонного метра бурта) оно будет равно $Q_{\text{микр.}} = 21 \times 297,5 = 6247,5$ МДж.

Расходуемое тепло:

Тепло, уносимое с переработанной щепой (30 % от общего количества щепы, подаваемой на компостирование).

Тепло готового компоста (с учётом 40 % убыли компостируемой массы).

Тепло, теряемое излучением. Количество тепла, переходящего от более нагретого тела к менее нагретому посредством лучеиспускания, определяется по уравнению [5]:

$$Q_{\text{луч}} = C \times \varphi \times F \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right]$$

C – коэффициент излучения, Вт/(м²×К⁴); F – площадь поверхности излучения, м²; φ – угловой коэффициент, безразмерный ($\varphi = 1$) [7], T_1 – температура поверхности более нагретого тела, К; T_2 – температура поверхности менее нагретого

Таблица 4

Тепловой баланс (лето)

Начало процесса	Тепло (МДж)	Конец процесса	Тепло (МДж)
Компостируемая масса	20,155	Компост	12,1
Процесс компостирования	6247,5	Щепа	0,8
Воздух	–	Испарение воды	432
	–	Остывание массы (излучение)	1043,8
ИТОГО	6267,6	ИТОГО	1488,7

Таблица 5

Тепловой баланс (зима)

Начало процесса	Тепло (МДж)	Конец процесса	Тепло (МДж)
Компостируемая масса	21,09	Компост	12,65
Процесс компостирования	6247,5	Щепа	0,8
Воздух	–	Испарение воды	–
	–	Остывание массы	1718,5
ИТОГО	6268,59	ИТОГО	1732

го тела, $K = \varepsilon \times C_{\text{ч}}$ – коэффициент лучеиспускания, $C_{\text{ч}} = 5,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \times \text{К}^4)$ – коэффициент излучения абсолютно чёрного тела [5], ε – степени черноты поверхности тела ($\varepsilon = 0,92$) [5].

В связи с тем, что температура поверхности испарения компостируемой массы в летний период меняется в течение процесса от $18 \text{ }^\circ\text{C}$ до $63 \text{ }^\circ\text{C}$, для получения более достоверных данных определяли теплоту для нескольких температур поверхности и усредняли полученные результаты. Для зимнего периода в расчётах принимали температуру поверхности испарения влаги $7 \text{ }^\circ\text{C}$, а температуру воздуха – $-10,8 \text{ }^\circ\text{C}$.

Результаты расчётов приведены в табл. 4 и 5.

Из табл. 4 видно, что наибольшее количество тепла уходит на излучение и на испарение воды (на испарение одного килограмма жидкости расходуется 4 МДж энергии). Также ясно, что тепло, образующееся во время процесса, будет компенсировать данные теплотери, а также потери, связанные с остыванием массы, соответственно подводить тепло дополнительно в процесс не нужно.

Из табл. 5 видно, что в зимний период наибольшее количество тепла уходит при остывании компостируемой массы. Также ясно, что тепло, образующееся во время процесса, будет компенсировать данные теплотери, соответственно во время процесса необходимо только поддерживать положительную температуру массы при аэрации теплым воздухом.

Выводы

1. Определены оптимальные соотношения вводимых ингредиентов с целью получения компоста заданного состава из расчёта на сухое вещество – 20–40 % сброженной в метантенках смеси осадков сточных вод и избыточного активного ила, 5–20 %, выбранных из группы: сырой осадок сточных вод, избыточный активный

ил, смесь сырого осадка сточных вод и избыточного ила, до 15 % древесной щепы размером 10–30 мм и порядка 25–45 % подрешёточной фракции твёрдых бытовых отходов.

2. Разработаны оригинальные технические решения по созданию нестандартного оборудования: системы дренажа, аэрации и контроля технологического процесса.

3. Проведён массообменный и тепловой расчёт установки полигонного (в буртах) компостирования. Показано, что в летний период в расчёте на один погонный метр в месяц образуется 35 л воды и 83 кг углекислого газа и может испаряться до 108 л воды. Следовательно, в жаркий период требуется дополнительное орошение компостируемой массы (порядка 70 л). Дополнительное орошение необходимо как для теплосъёма микробиологического тепла за счёт испарения, так и для увлажнения компостируемой массы.

4. Показано, что в зимний период образующаяся влага испаряется в малых количествах, а основная часть выводится через дренажную систему.

5. При компостировании тепловой баланс в основном складывается из тепла, вносимого компостируемыми ингредиентами и микробиологическим теплом. Причём тепло, образующиеся в результате биосинтеза (6248 мДж на погонный метр), является подавляющим в тепловом балансе.

6. Тепла, образующегося при биосинтезе, достаточно для поддержания оптимальной температуры в любое время года. Причём, летом требуется дополнительное орошение.

7. Проведён гидравлический расчёт установки. Показано, что гидравлическое сопротивление системы аэрации составляет 1100–1400 Па, а требуемый расход воздуха в режиме периодической продувки $745 \text{ м}^3/\text{час}$. Подобран вентилятор – Ц4-70 № 3.

Литература

1. Способ совместного компостирования городских отходов городского хозяйства. Патент РФ №2414444 от 20.03.2011 г. Луканин А. В. и др.
2. Экологическая биотехнология: Пер. с англ. Под ред. К. Д. Форстера, Д. А. Дж. Вейза. – Л.: Химия, 1990, – Пер. изд.: Великобритания, 1987. – 384 с.
3. Chang Yung / Trans. Br. Mycol. Soc/ 1967, V.50, № 4. – P. 667.
4. Туровский И. С. Осадки сточных вод. Обезвоживание и обеззараживание. – М.: Дели принт, 2008. – 376 с.
5. Павлов К. Ф., Романков П. Г. Носков А. А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. – М.: Химия, 1981. – 560 с.
6. Систер В. Г., Мирный А. Н. Современные технологии обезвреживания и утилизации твёрдых бытовых отходов. – М.: Изд. Академия коммунального хозяйства. – 303 с.
7. Ладыжинский Р. М. Кондиционирование воздуха. 3-е изд. – М.: Госторгиздат, 1962. – 352 с.
8. Вукалович М. П., Новиков И. И. Техническая термодинамика. Изд 3-е – М.-Л., Госэнергоиздат, 1962. – 304 с.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР
ЭКСПЕРТИЗА



**СЕРТИФИКАЦИЯ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ,
ТОВАРОВ БЫТОВОЙ ХИМИИ,
ДЕЗИНФЕКЦИОННЫХ, ДЕЗИНСЕКЦИОННЫХ,
ДЕРАТИЗАЦИОННЫХ СРЕДСТВ**

Материалы лакокрасочные: эмали, лаки, краски, грунтовки, шпатлёвки, растворители, смывки и др.



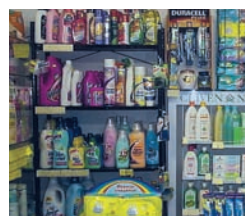
Средства для очистки и полировки, средства по уходу за изделиями из кожи и замши, в том числе в аэрозольной упаковке



Изделия культурно-бытового назначения и хозяйственного обихода из пластмасс



Товары бытовой химии и прочие. Средства ароматизирующие, дезодорирующие, для уничтожения запахов



Трубы и детали трубопроводов из термопластов



Жидкости охлаждающие низкотемпературные



Товары бытовой химии: средства моющие и чистящие, для стирки, отбеливания и подсинивания, вспомогательные средства для стирки



Средства по уходу за автомобилями, мотоциклами, велосипедами, в том числе в аэрозольной упаковке



Продукция органического синтеза



Полимерные материалы, пластмассы, смолы

СРЕДСТВА ДЛЯ ДЕЗИНФЕКЦИИ, ДЕЗИНСЕКЦИИ И ДЕРАТИЗАЦИИ

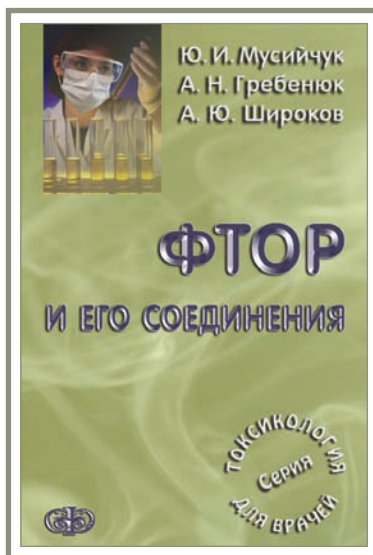


Библиотека



Экстремальная токсикология. Учебник.

Редакторы Г. Софронов, М. Александров. – СПб.: ЭЛБИ-СПб, 2012, 256 с.



Мусийчук Ю. И.
Фтор и его соединения.

Серия «Токсикология для врачей». Ю. И. Мусийчук, А. Н. Гребенюк, А. Ю. Широков. – СПб.: Изд-во «Фолиант», 2012, 104 с.



Практикум по токсикологии и медицинской защите.

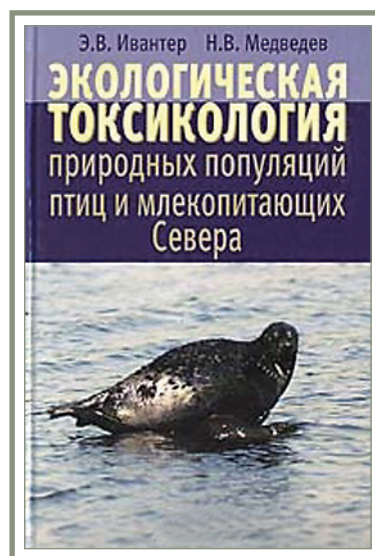
Редактор Александр Гребенюк. – М.: Фолиант, 2011, 296 с.



Батян А. Н., Фрумин Г. Т., Базылев В. Н.
Основы общей и экологической токсикологии. – СПб.: СпецЛит, 2009, 352 с.



Лужников Е. А., Суходолова Г. Н.
Клиническая токсикология. – М.: Медицинское информационное агентство, 2008, 576 с.



Ивантер Э. В., Медведев Н. В.
Экологическая токсикология природных популяций птиц и млекопитающих Севера. – М.: Институт леса КарНЦ РАН, 2007, 230 с.

ВЫСТАВКА

Научно-производственное объединение «ВЕЛТ» представляет УНИВЕРСАЛЬНОЕ ДЕЗИНФИЦИРУЮЩЕЕ СРЕДСТВО

«ВЕЛТОЦИД»

Свидетельство о гос. регистрации в ЕврАзЭС RU 77.99.23.002.Е.033803.08.11 от 24.08.2011 г.

300 мл

ЦЕНА
286 руб.



1 л

ЦЕНА
804 руб.



Действующие вещества – смесь трёх четвертичных аммониевых соединений.

Срок годности

концентрата – 5 лет, рабочих растворов – 30 суток.

СВОЙСТВА

- ✓ Широкий спектр антимикробной активности:
 - бактерии, в том числе грамположительные и грамотрицательные, включая возбудителей анаэробов, внутрибольничных инфекций, туберкулёза;
 - вирусы, в том числе возбудители ОРВИ, парентеральных гепатитов, ВИЧ-инфекции;
 - патогенные грибы, в том числе возбудители кандидозов и трихофитий, плесневые грибы.
- ✓ Относится к малотоксичным соединениям (IV класс).
- ✓ Сочетает дезинфицирующие, моющие, дезодорирующие и антикоррозионные свойства.
- ✓ Не фиксирует органические загрязнения.
- ✓ Не портит любые обрабатываемые поверхности (натуральные и искусственные ткани, пластмассы, стекло, дерево, металл, резину и др.).
- ✓ Остаточное антимикробное действие.

НАЗНАЧЕНИЕ

- ✓ Для профилактической, текущей и заключительной дезинфекции:
 - поверхностей в помещениях, на объектах медицинского транспорта;
 - поверхностей медицинских и специальных приборов, оборудования, включая кувезы для недоношенных детей;
 - изделий медицинского назначения, в том числе хирургических и стоматологических инструментов;
 - предметов ухода за больными, белья, обуви, столовой, аптечной и лабораторной посуды;
 - санитарно-технического оборудования, медицинских отходов, выделений больного и биологических жидкостей.
- совмещённой и не совмещённой с дезинфекцией изделий медицинского назначения механизированным способом, с использованием ультразвука в установках УЗО;
- жёстких и гибких эндоскопов и инструментов к ним.
- ✓ Для дезинфекции:
 - в учреждениях здравоохранения;
 - на предприятиях общественного питания, торговли;
 - в молочной промышленности;
 - в хлебобулочной и кондитерской промышленности;
 - на предприятиях по производству вина, пива, безалкогольных напитков и минеральных вод;
 - на коммунально-бытовых объектах;
 - в учреждениях системы образования;
 - на объектах транспорта;
 - на объектах ветеринарного надзора.
- ✓ Для проведения генеральных уборок.
- ✓ Для дезинфекции и дезодорирования мусороборочного оборудования, мусоровозов и мусоросборников.
- ✓ Для предстерилизационной очистки:
 - совмещённой и не совмещённой с дезинфекцией изделий медицинского назначения ручным способом;

Научно-производственное объединение «ВЕЛТ» представляет ДЕЗИНФИЦИРУЮЩЕЕ И СТЕРИЛИЗУЮЩЕЕ СРЕДСТВО

«ВЕЛТАБ»

Свидетельство о гос. регистрации в ЕврАзЭС RU 77.99.01.002.Е.038633.09.11 от 21.09.2011 г.

100 таблеток

ЦЕНА
479 руб.



100 таблеток

ЦЕНА
479 руб.



1 кг

ЦЕНА 6 020 руб.



Патент № 2214837



НАЗНАЧЕНИЕ

- ✓ Для профилактической, текущей и заключительной дезинфекции поверхностей в помещениях, оборудования, предметов ухода, белья, посуды, обуви, санитарно-технического оборудования, медицинских отходов, промывных вод, изделий медицинского назначения.
- ✓ Для предстерилизационной очистки изделий медицинского назначения, совмещённой и не совмещённой с их дезинфекцией, включая хирургические и стоматологические инструменты, жёсткие и гибкие эндоскопы и инструменты к ним, ручным и механизированным (с использованием УЗ) способами.
- ✓ Для проведения генеральных уборок.
- ✓ Для дезинфекции высокого уровня гибких и жёстких эндоскопов.
- ✓ Для стерилизации изделий медицинского назначения, включая хирургические и стоматологические инструменты, жёсткие и гибкие эндоскопы и инструменты к ним.
- ✓ Для дезинфекции воздуха, систем вентиляции и кондиционирования воздуха.

СВОЙСТВА

- ✓ Сочетает дезинфицирующие, стерилизующие, моющие, дезодорирующие и антикоррозионные свойства.
- ✓ Широкий спектр биоцидной активности в отношении грамположительных и грамотрицательных бактерий, включая возбудителей туберкулёза, внутрибольничных инфекций; анаэробных инфекций; особо опасных инфекций (чума, холера, туляремия, сибирская язва); вирусов (в том числе гепатита, ВИЧ-инфекции, возбудителей острых респираторных вирусных инфекций); патогенных грибов – возбудителей кандидозов и дерматофитий; плесневых грибов; спор.
- ✓ Безопасность (IV класс малоопасных веществ).
- ✓ Не оказывает отрицательного воздействия на окружающую среду.
- ✓ Удобен и экономичен в применении.
- ✓ Длительный срок годности – до 5 лет.
- ✓ Обладает остаточным антимикробным действием.

ГДЕ КУПИТЬ

г. Москва: ул. Нежинская, д. 14, корп. 2. Тел./факс: (495) 739-56-42 (43, 44, 45). E-mail: group@velt-npo.ru.
г. Оренбург: пер. Хлебный, д. 9. Тел./факс: (3532) 77-04-59; 77-43-89. E-mail: velt@esoo.ru.

Приглашаем к сотрудничеству

Уважаемые коллеги! Уважаемые читатели! Сообщаем вам, что ИД «ВЕЛТ» подготовил документацию по журналу «Прикладная токсикология» и передал её в Высшую аттестационную комиссию Министерства образования и науки Российской Федерации с целью включения журнала в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёных степеней доктора и кандидата наук. Кроме того, наш журнал включён в российские и международные системы цитирования в Интернете.

Продолжая сложившиеся традиции, редакция журнала «Прикладная токсикология» приглашает к сотрудничеству авторов. Ваши научные статьи, аналитические и информационные публикации, посвящённые теоретическим и прикладным проблемам общей и профилактической токсикологии, актуальным вопросам токсикологической экспертизы лекарственных средств, промышленной и гигиенической токсикологии, будут полезны специалистам различных профилей. Они смогут оказать содействие государственным органам управления в проведении экспертиз и иных видов оценок, в разработке стандартов, регламентов, методик, инструкций, рекомендаций, программ и проектов законодательных документов.

Правила для авторов статей

- Статья (научная, обзорная, популярная, проблемная) предоставляется в редакцию в электронном виде. Объём статьи не должен превышать 25 000 знаков, к статье прилагается аннотация объёмом 250–300 знаков на русском и английском языках.
- В начале статьи указывается название, сведения об авторах (учёные звания и степени, должность, фамилия, инициалы, название учреждения или организации). Работа должна быть подписана всеми авторами. На отдельном листе указываются: адреса организаций или физических лиц, контактные телефоны, факс, фамилия, имя, отчество контактного лица. Авторам статьи (если их не более двух) предлагается также предоставить данные о себе (включая цветное фото) и своей профессиональной деятельности для размещения в разделе «Об авторе»: место и дата рождения, важные события и этапы жизненного пути, особые заслуги, награды и др.
- Научные статьи оформляются в соответствии с «Едиными требованиями к рукописям, предоставляемым в биомедицинские журналы» (1997). Рукописи авторам не возвращаются.
- Плата за опубликованные рукописи аспирантов не взимается.
- В электронном виде статья предоставляется в форматах DOCX, DOC, TXT или RTF, кегль 12 через 1,5 интервала, шрифт Times New Roman Cyr, формулы набираются в программе Math Type. Графики, диаграммы и рисунки предоставляются отдельными файлами.

НАШИ ПАРТНЁРЫ



НПО «ВЕЛТ»



Национальный союз
«Медико-биологическая защита»



НИИ биоцидов
и нанобиотехнологий

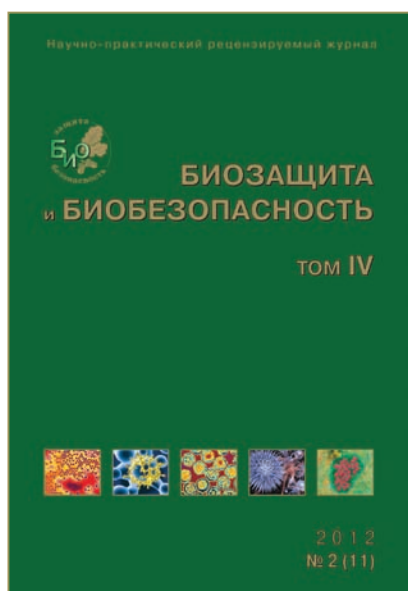


Научно-технический
центр «Экспертиза»

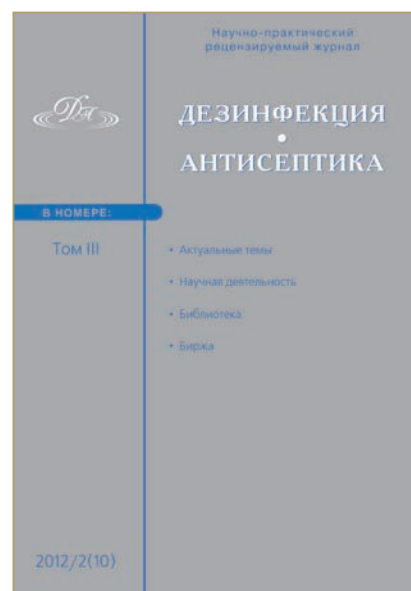
ПРЕДСТАВЛЯЕМ ВАШЕМУ ВНИМАНИЮ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЕ ЖУРНАЛЫ



Нанотехнологии и охрана здоровья



Биозащита и биобезопасность



Дезинфекция. Антисептика



Прикладная энтомология



Прикладная токсикология



Прикладная
аналитическая химия



Прикладная микробиология

ВАШИ НОВЫЕ ЗНАНИЯ — ЭТО ВАШ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ РОСТ И УСПЕХ!

СРЕДИ НАШИХ ПОДПИСЧИКОВ

Федеральные государственные учреждения – поликлиники УДП РФ
Руководители крупнейших производственных предприятий России
Госпитали, здравницы и санатории
Медицинские вузы
Крупнейшие образовательные учреждения России
Поставщики и производители медицинского оборудования
Фармацевтические компании
Частные медицинские центры и клиники. Диагностические центры
Институты РАМН и МЗ России
Крупнейшие коммерческие косметологические центры России
Государственные и коммерческие роддома
Многопрофильные центры
Химико-технологические центры и производственные объединения
Производители и потребители дезинфицирующих средств
Дезинфекционные региональные станции и центры
Институты и научно-производственные компании в сфере нанотехнологий
Производители, поставщики и потребители наноматериалов
Производители детского питания, экологически чистых продуктов
Производители бытовых электроприборов для экологии дома и охраны здоровья
Производители ортопедического оборудования, оптики, поливитаминов, гомеопатии
Страховые медицинские компании
Производители косметических и медицинских химических препаратов
Крупные косметические салоны, салоны красоты

Спортивные центры, крупные фитнес-центры
Консультационные компании и центры
Диспансеры
Поликлиники
Аптеки
Центры планирования семьи
Женские консультации
Производители экологической посуды, предметов для дома и офиса
Крупнейшие экспоцентры России и СНГ
Фитоцентры
Травмпункты
Ветеринарные клиники и центры
Крупные торговые центры
Крупные производители сельскохозяйственных культур, продукции животноводства
Научные энтомологические центры и организации
Энтомологические сообщества и центры
Организации биологической направленности
Производители токсичных веществ и материалов
НИИ профессиональных заболеваний
Крупнейшие предприятия химической промышленности
Производители органических удобрений
Производители лабораторного оборудования, реагентов, химических препаратов

Специальные корреспонденты и редакторы журнала «Прикладная токсикология» всегда готовы взять у Вас интервью по актуальным вопросам тематики издания.

Уважаемые рекламодатели!

Все журналы нашего Издательского Дома ориентированы на читательскую аудиторию, которая по роду своей деятельности интересуется достижениями науки, инновационными технологиями и продуктами, а также их разработчиками.

На стр. 6 и 7 представлен список ведомств и учреждений, в которые осуществляется бесплатная обязательная рассылка журнала.

Вашей продукцией и услугами могут заинтересоваться руководители различных медицинских и других учреждений, крупных компаний, представители научного сообщества, самых разнообразных экономических сфер, общественные организации, население.

Коммерческий отдел Издательского Дома «ВЕЛТ» внимательно отнесётся к Вашей продукции, подберёт индивидуальный план размещения рекламы и информационных статей согласно Вашим маркетинговым планам и нашим широким возможностям: семь научных журналов, книги и интернет-ресурсы.

По вопросам размещения информации обращайтесь в отдел рекламы по телефонам: +7 (495) 739-56-42 (43, 44), +7 (495) 449-20-45

Мобильный телефон: +7 (909) 163-25-37

Электронная почта: red1@velt-media.ru, red3@velt-media.ru, union@velt-media.ru

СТОИМОСТЬ ЖУРНАЛА	Один номер – 335,00 руб.	Полугодие – 335,00 руб.	Год – 670,00 руб.
--------------------------	--------------------------	-------------------------	-------------------

Извещение

Форма № ПД-4

ООО «Издательский Дом «ВЕЛТ»

(наименование получателя платежа)

7 7 2 9 5 9 1 5 7 0 4 0 7 0 2 8 1 0 0 0 0 0 8 0 2 1 0 2 6 4
 (ИНН получателя платежа) (номер счета получателя платежа)

в АКБ «РОСЕВРОБАНК» (ОАО), г. Москва БИК 0 4 4 5 8 5 7 7 7
 (наименование банка получателя платежа)

Номер кор./сч. банка получателя платежа 3 0 1 0 1 8 1 0 8 0 0 0 0 0 0 0 0 7 7 7
 Журнал «Прикладная токсикология»
 (наименование платежа) (номер лицевого счета (код) плательщика)

Ф.И.О. плательщика _____

Адрес плательщика _____

Сумма платежа _____ руб. _____ коп. Сумма платы за услуги _____ руб. _____ коп.

Итого _____ руб. _____ коп. « _____ » _____ 20 ____ г.

С условиями приема указанной в платежном документе суммы, в т.ч. с суммой взимаемой платы за услуги банка, ознакомлен и согласен.

Подпись плательщика _____

Кассир

ООО «Издательский Дом «ВЕЛТ»

(наименование получателя платежа)

7 7 2 9 5 9 1 5 7 0 4 0 7 0 2 8 1 0 0 0 0 0 8 0 2 1 0 2 6 4
 (ИНН получателя платежа) (номер счета получателя платежа)

в АКБ «РОСЕВРОБАНК» (ОАО), г. Москва БИК 0 4 4 5 8 5 7 7 7
 (наименование банка получателя платежа)

Номер кор./сч. банка получателя платежа 3 0 1 0 1 8 1 0 8 0 0 0 0 0 0 0 0 7 7 7
 Журнал «Прикладная токсикология»
 (наименование платежа) (номер лицевого счета (код) плательщика)

Ф.И.О. плательщика _____

Адрес плательщика _____

Сумма платежа _____ руб. _____ коп. Сумма платы за услуги _____ руб. _____ коп.

Итого _____ руб. _____ коп. « _____ » _____ 20 ____ г.

С условиями приема указанной в платежном документе суммы, в т.ч. с суммой взимаемой платы за услуги банка, ознакомлен и согласен.

Подпись плательщика _____

Квитанция

Кассир

ВЫ МОЖЕТЕ ОФОРМИТЬ ПОДПИСКУ НА ЖУРНАЛЫ ИЗДАТЕЛЬСКОГО ДОМА «ВЕЛТ» ЛЮБЫМ УДОБНЫМ ДЛЯ ВАС СПОСОБОМ

По каталогам через Почту Российской Федерации

- Каталог «Газеты. Журналы» агентства «Роспечать» .
Подписной индекс 37317
- Агентство «Книга-Сервис» +7 (495) 680-88-45

Через альтернативные подписные агентства

- ООО «Интер-Почта» +7 (495) 500-00-60
- ООО «Агентство «Артос-ГАЛ»..... +7 (495) 981-03-24
- НПО «Информ-система» +7 (499) 789-45-55
- ООО «Информнаука»..... +7 (495) 787-38-73
- ООО «ИнформСервис» +7 (495) 729-47-00
- Центр деловой литературы «Орикон-М» +7 (495) 663-30-54
- ГК «Урал-Пресс» +7 (495) 789-86-36

На интернет-ресурсах

- www.nasha-pressa.de
Читатели, проживающие в Германии, странах Европы и других странах, могут подписаться в режиме online
- www.presscafe.ru Интернет-магазин «PRESS cafe» +7 (495) 785-14-76
- www.delpress.ru Сайт «Агентства подписки «Деловая пресса» +7 (495) 665-68-92
- www.read.ru Интернет-магазин «Read.ru»..... +7 (495) 780-07-08
Бесплатно для регионов +7 (800) 333-07-08
- www.mega-press.ru Сайт агентства «Юнипресс»..... +7 (499) 500-97-08
- www.setbook.ru Сайт агентства «Setbook.ru» +7 (495) 795-23-01
- www.pressa.ru Сайт агентства «Пресса.ру» +7 (495) 722-51-00

Для зарубежных подписчиков

- www.periodicals.ru
ЗАО «МК-Периодика»..... +7 (495) 672-70-12
- www.ivis.ru
ООО «ИВИС»..... +7 (495) 777-65-57

Электронная версия изданий

- www.elibrary.ru
Научная электронная библиотека +7 (495) 935-01-01
- www.eastview.com
Ист Вью Информэйшн Сервисез +7 (495) 777-65-57
- www.park.ru
Парк.ру +7 (495) 234-02-22

Через редакцию

Подписаться на все журналы можно с любого номера и на любой срок
Редакция Издательского Дома «ВЕЛТ»..... +7 (495) 449-20-45; +7 (495) 739-56-42 (42, 43)

Вы всегда можете приобрести журналы в магазине «Дом медицинской книги» (г. Москва, Комсомольский проспект, 25), а также в точках продаж периодики и книг в научных и учебных учреждениях, государственных структурах и в коммерческих организациях, занимающихся вопросами здоровья.

По вопросам, связанным с подпиской, обращайтесь в отдел распространения
по телефонам: **+7 (495) 449-20-45; +7 (909) 163-25-37**
или по e-mail: **red3@velt-media.ru, union@velt-media.ru**

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи и массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации: ПИ № ФС77-35605 от 11 марта 2009 г.

Периодичность выхода: 2 раза в год. Номер подписан в печать 25.07.2012 г. Тираж 1000 экз.

Отпечатано в ООО «Тверская Городская Типография».

Адрес редакции: 119517, г. Москва, ул. Нежинская, д. 14, корп. 2.

Тел.: +7 (495) 739-56-42 (43, 44); +7 (495) 449-20-45; +7 (909) 163-25-37.

E-mail: red@velt-media.ru, red1@velt-media.ru, red3@velt-media.ru, union@velt-media.ru

© «Прикладная токсикология», ISSN 2079-441X. © Издательский Дом «ВЕЛТ»

Перепечатка материалов без разрешения редакции запрещена. При использовании и цитировании материалов издания ссылка обязательна. Мнение редакции может не совпадать с точкой зрения авторов. Редакция не несёт ответственности за достоверность информации, содержащейся в рекламных и авторских материалах. Все услуги и товары, рекламируемые в издании, подлежат государственной регистрации. Рукописи не возвращаются.

Все журналы Издательского Дома «ВЕЛТ» выпускаются для Вас, дорогие читатели и коллеги!

Знакомство с инновационными технологиями и продуктами, их разработчиками, последними достижениями российской науки повысит эффективность Вашей профессиональной деятельности

Научно-информационный рецензируемый журнал
«Жизнь без опасностей. Здоровье. Профилактика. Долголетие»





Прикладная
ТОКСИКОЛОГИЯ

Ваш любимый профессиональный журнал



www.nii-bnt.ru

НТЦ
“ЭКСПЕРТИЗА”
“EXPERTIZE”



www.ntc-expertize.ru



www.velt-media.ru



www.velt-npo.ru



www.ns-mbz.ru

ISSN 2079-441X



9 772079 441770 >