



DOI: 10.22363/2312-8313-2022-9-2-124-136

Научная статья / Research article

## Технологии устойчивого развития территорий: фиторемедиация как инновационный метод санации депрессивных территорий

А.В. Демин<sup>1</sup> , И.В. Рыбальченко<sup>1</sup> , И.В. Милькина<sup>1</sup> ,  
Ю.А. Жандарова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Государственный университет управления,  
109542, Россия, Москва, Рязанский пр-т, 99

[iv\\_milkina@guu.ru](mailto:iv_milkina@guu.ru)

<sup>2</sup>Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К. А. Тимирязева,  
127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49

[iv\\_milkina@guu.ru](mailto:iv_milkina@guu.ru)

**Аннотация.** Проанализированы вопросы устойчивого развития территорий в части решения проблем загрязнения земельных участков, выделенных под жилищное строительство, и оценки возможности применения инновационных методов санации почв на депрессивных территориях, образовавшихся в результате городской пространственной интеграции, не обладающих инвестиционной привлекательностью. Выявлены и описаны наиболее значимые сложности, связанные с ростом поселений в процессе интеграции территорий Новой Москвы, и выносятся предложения по устранению влияния загрязнения территорий на социально-экономическое развитие. Предложены современные управленческие приемы по ликвидации проблем экологического характера на интегрированной территории. Раскрыто содержание понятия фиторемедиации как инновационного метода борьбы с загрязнениями, доступного в муниципальных образованиях. Описаны результаты научного эксперимента по извлечению тяжелых металлов на депрессивных территориях на примере полигона отходов «Саларьево». Раскрыта экономическая целесообразность применения данного метода по сравнению с устаревшими. Предлагаемые инновационные управленческие решения будут полезны специалистам государственных и муниципальных служб на всей территории Российской Федерации. Кроме того, авторы впервые предлагают концептуальный подход к местам хранения отходов как социально-экологическим системам, что позволяет обоснованно применять к ним управленческие методы и подходы системного управления.

**Ключевые слова:** устойчивое развитие, государственное и муниципальное управление, пространственная интеграция, депрессивные территории, загрязнение окружающей среды, фиторемедиация, экология.

**Заявление о конфликте интересов:** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Благодарности.** Авторы благодарят Государственный университет управления и Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева за поддержку проведенного исследования.

**История статьи:**

Статья поступила в редакцию: 07.02.2022. Статья принята к публикации: 30.03.2022.

© Демин А.В., Рыбальченко И.В., Милькина И.В., Жандарова Ю.А., 2022




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

**Для цитирования:**

Демин А.В., Рыбальченко И.В., Милькина И.В., Жандарова Ю.А. Технологии устойчивого развития территорий: фиторемедиация как инновационный метод санации депрессивных территорий // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Государственное и муниципальное управление. 2022. Т. 9. № 2. С. 124–136. <https://doi.org/10.22363/2312-8313-2022-9-2-124-136>

## Technologies of Territorial Sustainable Development: Phytoremediation as an Innovative Method for Recovery of Depressed Territories

Alexander V. Demin , Ilya V. Rybalchenko<sup>1</sup> ,  
Irina V. Milkina  , Julia A. Jandarova

<sup>1</sup>State University of Management,  
99, Ryazanskiy pr., Moscow, Russian Federation, 109542  
 [iv\\_milkina@guu.ru](mailto:iv_milkina@guu.ru)

<sup>2</sup>Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy,  
49, Timiryazevskaya str., Moscow, Russian Federation, 127434  
 [iv\\_milkina@guu.ru](mailto:iv_milkina@guu.ru)

**Abstract.** The authors analyze the issues of territorial sustainable development in terms of solving the problems of pollution of land plots allocated for housing construction and assessing the possibility of using innovative methods of soil sanitation in depressed areas formed as a result of urban spatial integration that do not have investment attractiveness. The article clarifies and describes the most significant difficulties associated with the growth of settlements in the process of integrating the territories of New Moscow and makes proposals to eliminate the impact of pollution on socio-economic development. The authors propose modern management techniques to eliminate environmental problems in the integrated territory. The article reveals the content of the concept of phytoremediation as an innovative method of pollution control available in municipalities. The results of a scientific experiment on the extraction of heavy metals in depressed areas are described using the example of the Salaryevo waste landfill. The economic advisability of using this method in comparison with outdated ones is disclosed. The proposed innovative management solutions will be useful to specialists of state and municipal services throughout the Russian Federation. In addition, the authors propose for the first time a conceptual approach to consider waste storage sites as socio-ecological systems. This allows for reasonable application of management methods and approaches of system management to them.

**Keywords:** sustainable development, state and municipal management, spatial integration, depressed areas, environmental pollution, phytoremediation, ecology

**Conflicts of interest:** The authors declared no conflicts of interest.

**Acknowledgements:** The authors thank State University of Management and Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy for supporting the study.

**Article history:**

The article was submitted on 07.02.2022. The article was accepted on 30.03.2022.

**For citation:**

Demin A.V., Rybalchenko I.V., Milkina I.V., Jandarova Ju.A. Technologies of Territorial Sustainable Development: Phytoremediation as an Innovative Method for Recovery of Depressed Territories. *RUDN Journal of Public Administration*. 2022;9(2):124–136. <https://doi.org/10.22363/2312-8313-2022-9-2-124-136>

Прямым следствием успешного развития проекта по расширению границ Москвы явилось резкое увеличение уровня инвестиционной привлекательности новых территорий и активное начало строительства новостроек в Троицком и Новомосковском административных округах.

Активный рост спроса на недвижимость, и, соответственно, резкий рост жилых кварталов в Новой Москве связан, прежде всего, с двумя факторами: во-первых, стоимость квадратного метра жилья на этих территориях гораздо ниже, а во-вторых, в целом эти территории обещают гораздо более благоприятный для жизни экологический фон.

Однако, при внимательном изучении, становятся очевидны некоторые проблемы, связанные с наличием загрязненных территорий в Новой Москве. Очевидно, что такие районы имеют существенно меньшую привлекательность для инвестирования, и интерес к ним как застройщиков, так и потенциальных покупателей жилья существенно снижен. Это означает, что без серьезных мероприятий по ликвидации загрязнений новые территории города обречены к неравномерному развитию — в одних поселениях будет резкий рост населения, другие будут оставаться относительно пустынными. Эта тенденция может дать крайне негативное воздействие на некоторые поселения [1] — ведь негативные факторы отсутствия инвестиций и роста населения мультипликативно усилятся факторами неудобной транспортной доступности, нехваткой рабочих мест, бедностью культурно-бытовой инфраструктуры.

С другой стороны, традиционная для Москвы практика вынесения предприятий с опасным экологическим следом за пределы города оказалась на поверку неоправданной — ведь теперь эти предприятия «вернулись» в его черту, зачастую оказываясь вблизи планируемого жилья и рекреационных зон.

Например, район Внуково, в котором находится один из крупнейших аэропортов страны, является объектом постоянного риска случайного слива загрязняющих объемов топлива, масел, моющих жидкостей и т.д. Неподалеку находится деревня Саларьево — это самый крупный в Европе полигон твердых коммунальных отходов, он имеет площадь 60 гектаров и высоту 30-этажного дома. На этот полигон свозили отходы с 1963 года — именно в это время началась практика ссыпания отходов в отработанные песчаные карьеры. В настоящее время полигон закрыт, тщательность его консервации изучается. Ведь любой полигон — это всегда риски загрязнения грунтовых вод и почвы. Любое нарушение поверхностного слоя земли вблизи полигона может привести к выходу ядовитого фильтрата на поверхность. Экологи считают, что без серьезных мер по санации (ремедиации) земли вокруг полигона территория может стать непригодной для жизни.

Главным же негативным фактором является то, что крупный административный центр округа, город Троицк — является общероссийским научным центром термоядерных исследований. Работы, проводимые в городских лабораториях в непосредственной близости от жилья людей, могут привести к новым загрязнениям. Особенную тревогу вызывают у населения опыты с радиоактивными веществами — ведь радионуклиды не могут быть обезврежены

существовавшими ранее технологиями утилизации отходов [2]. Также на территории региона имеются депрессивные территории бывших военных баз.

Практика показывает, что в целом наличие загрязнений не пугает ни инвесторов, ни девелоперов, ни покупателей жилья. Ведь даже при некоторых проблемах с экологией условия жизни в Новой Москве, чаще всего смело можно назвать благоприятными, особенно по сравнению со старой частью Москвы, тем более что опасения незначительного числа новых жителей вполне компенсируются ожиданиями по расширению «вылетных» магистралей, созданию современной жизнеобеспечивающей инфраструктуры. А это значит существенное сокращение временных затрат на проезд в центральные районы города.

В качестве примера стоит привести жилой комплекс «Новые Ватутинки», расположенный в поселении Десеновское. ЖК расположен в 14 км от МКАД, рядом с рекой Десна, и чистым лесным массивом — надежным источником свежего воздуха. Транспортная доступность — полчаса на автобусе от станции метро «Теплый Стан». Если сравнить цены на недвижимость в этом районе и в старой Москве, то стоимость трехкомнатной квартиры в Ватутинках окажется сопоставимой с ценой однокомнатной квартиры в старых районах Москвы.

Таким образом, экономическая ситуация подстегивает как застройщиков, так и покупателей жилья обращать свое внимание на Новую Москву. Но что делать тем районам на присоединенных территориях, которые в силу загрязнений оказались «депрессивными»?

Конечно, следует отметить, что на территории новых округов уже интенсивно проводится озеленение. В планах обустроить более 90 парков, и это конечно значительно поможет нивелировать неблагоприятные факторы. Правительство города делает многое, чтобы сделать недвижимость в Новой Москве еще более привлекательной. В числе практикуемых управленческих мер и переселение органов исполнительной власти и учреждений, и перевод на новые территории финансовых организаций, и стимулирование переезда на новые территории предприятий, которые могут предложить достойную заработную плату.

Поэтому, в настоящее время очевидно, что главным стимулом развития новых территорий может стать именно синергетическое сочетание благоприятной экологии и относительно невысокой стоимости приобретения жилья в этом районе, особенно по сравнению со «старой» Москвой.

В результате интеграции территорий получен принципиально новый субъект федерации, объединивший прежние территории и муниципалитеты. Это позволяет, применяя современные управленческие подходы, получить синергетический эффект, тем самым повысив эффективность управления и осуществляя социально-ориентированную экономическую политику.

Пространственная интеграция населенных территорий может осуществляться по принципам ассоциации (*association* — соединение), или агломерации (*agglomerate* — накопление). И если ассоциация подразумевает полную централизацию управления, не допуская сохранения местных органов власти, то в агломе-

рации отношения строятся по другому принципу [3] — происходит «стыкование» территорий с сохранением территориальных управленческих единиц.

Принцип агломерации, будучи в принципиальных моментах соблюденным в городе Москве, сопровождался отсутствием четких принципов политики интегрирования, и при расширении территории города это привело к целому ряду негативных последствий. Прежде всего, дисбаланс политики интегрирования привел к дисбалансу социально-экономическому — наряду с хорошими экономическими показателями роста этих территорий уровень жизни и комфорт городской среды в них пока еще несоизмеримо низок. И этот дисбаланс необходимо в скорейшее время нивелировать — ведь город с такими серьезными возможностями экономического роста не может допустить столь сильного отставания в сфере комфортности жизни и эффективности основных инфраструктур.

Какие управленческие подходы в части создания благоприятной экологии представляются здесь наиболее приоритетными?

Первое и главное — это проведение инвентаризации всех потенциально вредных объектов, причем не только предприятий, но и объектов в географическом смысле, ведь многие предприятия, ранее загрязнявшие почву и воду, уже давно не существуют. Эти объекты следует обязательно включить в систему городского экологического мониторинга.

Второе — следует в короткий срок провести полный учет санитарно-защитных зон вокруг таких объектов и принять скорейшие меры по недопущению проживания в них людей.

Третье — необходимы действенные меры по стимуляции самих предприятий, производящих, складировующих либо перерабатывающих отходы. Современные управленческие подходы под такими мерами стимулирования подразумевают предоставление государственных субсидий предприятиям, которые инвестируют в инновационные разработки, а также введение дополнительных штрафных санкций к нарушителям, выявляемым с использованием методов гражданского контроля [4, 5].

Особое значение имеет популяризация использования в практике муниципального управления современных инновационных методов [6], рекомендуемых для применения как в Москве, так и в других регионах РФ.

Однако правильно понимаемое управленческое воздействие на ситуацию с загрязнением зон потенциального развития территорий подразумевает не только мониторинг, контроль и стимулирование, но и активное участие местной власти в мероприятиях по очистке (санации, ремедиации) этих зон.

Проблема усугубляется тем, что с приходом в Новую Москву новых промышленных мощностей и ростом производства, развитием коммунальной инфраструктуры, расширением дорог и появлением потоков автотранспорта, а значит и ростом потребления природных ресурсов резко возрастает загрязнение воздуха и почвы токсическими веществами различного происхождения, которые поступают со сточными водами и отходами различных производств [7].

Работа с загрязненными почвами не является принципиально новой задачей для государственного и муниципального управления. С учетом опасности полигонов ТКО и депрессивных территорий на практике применяются различные способы минимизации их загрязняющего действия на окружающую природную среду. Однако эти методы в настоящий момент достаточно дороги и не всегда экономически обоснованы [8], в их числе — снятие загрязненного верхнего пласта почвы (экскавация), обработка (деконтаминация) снятых масс земли химическими реагентами и иногда возвращение ее на первоначальное место.

В свете последних исследований, проведенных авторами, такие меры являются не только неоправданно затратными, но и морально устаревшими. В настоящей работе впервые предлагается внедрение и повсеместное широкое использование инновационного метода фиторемедиации [9] — комплексного, системного подхода, основанного на сочетании агрохимических, физических, химических, биологических, в т.ч. микробиологических методов воздействия с целью ревитализации и санации почвы.

Метод основан на использовании высеваемых на территории правильно подобранных зеленых растений. Он совершенно безопасен, так как основан на естественных природных механизмах. Главным преимуществом использования растений, по сравнению с другими методами, является их уникальная способность к поглощению корнями из почвы тяжелых металлов, в том числе токсичных. Вторым преимуществом является простота извлечения — вобравшие в себя токсины растения просто скашиваются, а затем вывозятся и безопасно утилизируются.

Процесс перехода загрязняющих веществ из почвы в ткани растений через корни и называется фиторемедиацией. Сегодня наука позволяет использовать растения для ремедиации почв, загрязненных свинцом, радионуклидами с хромом, мышьяком и ртутью, селеном и другими загрязнениями.

Принципиально важной для использования особенностью метода является то, что скошенную траву легко собрать и сжечь. Более того, пепел, который образуется при сгорании, может быть использован как вторичное сырье. В планах авторов, на следующих этапах исследования, тестировать технологию извлечения из почвы ценных металлов, таких как никель, медь и т.д. В этом случае скошенные растения не утилизируются, а поступают на переработку с целью извлечения ценного сырья. Второе направление использования фиторемедиации — для очищения почвы от металлоидов, нефтяных углеводородов, пестицидов, взрывоопасных или токсичных газов, хлорированных растворителей и ряда промышленных побочных продуктов. Допустимо использование метода и для очистки поверхностных водоносных горизонтов.

Особое внимание привлекает такой метод фиторемедиации, как использование растений для уменьшения содержания ртути в загрязненной почве. Причем данный метод настолько методически разработан, что скашивать и захоранивать растения не придется — в течение летнего сезона растения поглощают ртуть из почвы, и в процессе транспорта по капиллярам превра-

щают ее из более опасных ионных и метилированных форм в элементарную ртуть, которая просто испаряется на солнце. Аналогичная методика применима и для селена.

Метод фиторемедиации депрессивных территорий был разработан и апробирован на практике авторами для улучшения состава почвогрунтов полигона ТБО «Саларьево» — самого крупного полигона в Новой Москве. Также мы проводили исследования на территории Новой Москвы в поселке Мосрентген.

Исследовательская часть работы состояла в анализе почвогрунта, выявлении загрязнителей (в т.ч. тяжелых металлов) и подборе «лечащих растений», которые высеваются на территории. В настоящий момент мы можем аргументированно и доказательно утверждать, что метод фиторемедиации может быть применим и эффективен в местах скопления ТКО и связанных с ними загрязнений почвы.

Между тем максимальная эффективность может быть достигнута лишь на основе знаний комплекса экологических показателей, характеризующих экологическое состояние полигона. При этом метод фиторемедиации может быть ускорен, если использовать спорообразующие бактерии южных черноземов. В этом случае практически любую территорию можно очистить за 3–6 месяцев, то есть в течение одного сезона.

С экономической точки зрения фиторемедиация намного выгоднее, чем физическое удаление верхнего пласта загрязненной почвы (табл. 1). Снятие грунта достаточно эффективно, но очень дорого, так как загрязненный верхний пласт почвы надо не просто снять, но и куда-то вывезти. Обработка химическими реагентами также эффективна, но снижает плодородие почвы, убивая ее полезные микроорганизмы и микоризу (симбиотическую ассоциацию грибов и корней высших растений), кроме того, химические реагенты способствуют загрязнению земли и воздуха, выбросу парниковых газов, при этом наносится вред окружающей среде и здоровью человека. Все это позволяет отнести способ эскавации к устаревшим по сравнению с фиторемедиацией.

Таблица 1 / Table 1

### Плюсы и минусы метода фиторемедиации Pros and cons of the phytoremediation method

Плюсы	Минусы
Может быть использован при различных загрязнениях органическими и неорганическими соединениями	Действует неглубоко — загрязнения ниже корневой зоны растений не выводятся
Скошенная и собранная органическая масса подходит для выработки энергии	Метод сезонный и применим только летом. Возможна необходимость повторения во второй сезон. Метод климатозависим.
Экономически эффективен, не затратен, не требует обучения, машин и сложного оборудования	Эффективен до определенной степени загрязнения почвы, исключающей рост растений
По сравнению с традиционными методами не снижает, а повышает плодородность почвы	В случае сильного загрязнения скошенной зеленой массы необходима адекватная утилизация и контроль

С целью определения реальной способности метода фиторемедиации к очистке загрязненных почв авторами был проведен научный эксперимент. В качестве депрессивной территории авторами был выбран полигон ТБО «Саларьево». Это крупнейший полигон на территории Новой Москвы, расположенный в Ленинском районе. Проверка метода фиторемедиации проходила на примере распространенных и легко доступных растений: горчицы белой, подсолнечника однолетнего, гороха посевного, кукурузы обыкновенной.

Эксперимент состоял в том, что эти растения высевались методом стандартной агротехники с рекомендуемой плотностью посева в вегетационных сосудах, содержащих почву с полигона «Саларьево». Для чистоты эксперимента загрязненный грунт отбирался с разных участков тела полигона: не только с вершины, но и у подножия, и со склона. Отбор проб почвогрунтов проводился в соответствии с требованиями ГОСТ 17.4.4.02-2017, образцы почвогрунтов отбирались на глубине 0–10 см для статистически точного результата взято было около 200 образцов почвы. Кроме того, в качестве контрольного экземпляра была использована дерново-подзолистая почва, отобранная с территории Лиственничной аллеи РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева.

В начале эксперимента было исследовано содержание тяжелых металлов в растениях, выращенных на загрязненной почве, по сравнению с контрольными «чистыми» экземплярами (табл. 2).

Таблица 2 / Table 2

**Содержание тяжелых металлов в растениях, выросших на загрязненной и чистой почве**  
**The content of heavy metals in plants grown on polluted and clean soil**

Элемент	С/х культуры загрязненная почва, мг/кг				С/х культуры чистая почва, мг/кг			
	Подсолнечник	Горох	Горчица	Кукуруза	Подсолнечник	Горох	Горчица	Кукуруза
Pb	9,43	1,09	11,4	23,6	1,02	0,101	5,8	20,8
Cd	3,2	0,158	1,75	2,9	1,1	0,11	0,5	1,6

Исследование показало, что растения действительно вытягивают корнями из земли значительное количество загрязнителей. Но достаточно ли того, что забирают из почвы растения, для очистки? Поэтому, мы исследовали содержание тяжелых металлов в самой почве и сравнили наличие загрязнений в земле до применения данного метода и после него (табл. 3).



Таблица 2 / Table 2

**Содержание тяжелых металлов в почве до и после**  
**The content of heavy metals in the soil before and after**

Элемент, мг/кг	До	После
Загрязненная почва Pb (свинец)	56,71	20,4
Загрязненная почва Cd (кадмий)	3,51	1,5
Чистая контрольная почва Pb (свинец)	23,2	20,1
Чистая контрольная почва Cd (кадмий)	0,49	0,40

Таким образом, после первого же скаса зеленой массы содержание тяжелых металлов уменьшилось в два с половиной раза. Интерполируя эти значения, можно предположить, что продолжение эксперимента в следующем году позволит снизить содержание тяжелых металлов уже в шесть раз!

Аналогичные показатели были получены и по другим видам загрязнений: нефтепродуктам, поверхностно-активным веществам, радионуклидам.

Более того, полученные данные в таблице 3 позволяют утверждать, что в результате применения метода фиторемедиации полученная после первого же сезона почва была даже чище, чем контрольная почва, взятая в Тимирязевской академии в черте старой Москвы.

Проведенный эксперимент позволил ранжировать применяемые растения по способности к биоаккумуляции тяжелых металлов (в порядке убывания):

- для Pb (свинец) — это кукуруза-горчица-подсолнечник-горох;
- для Cd (кадмий) — это подсолнечник-кукуруза-горчица- горох.

Предполагаем, что в дальнейшем набор растений с наилучшей фиторемедиационной способностью будет изменяться, так как можно предположить наличие уникальных свойств по поглощению тех или иных загрязнителей у каких-либо более редких растений, которые еще предстоит найти.

Но даже с теми, наиболее распространенными растениями, которые использовались нами в эксперименте, можно утверждать, что в настоящее время фиторемедиация является недорогой, доступной для муниципального заказа, наиболее перспективной и эффективной технологией. Выгодность и экологическая оправданность метода экспериментально доказана.

В ближайшее время данный метод будет опробован авторами на новых объектах. Несмотря на то, что Новую Москву называют «зелеными легкими» столицы, здесь есть несколько «болевых точек», которые регулярно привлекают к себе внимание. Так, кроме полигона «Саларьево», вызывают озабоченность полигоны меньшего размера — «Ракитки», «Сосенки» и «Малинки». Особое внимание авторы планируют уделить крупным дорогам в Новой Москве, в особенности Калужскому шоссе. Расширение и реконструкция его привели к вырубке защитной полосы деревьев и увеличению объемов выхлопных

газов. Указанное воздействие может быть нивелировано фиторемедиацией. В числе объектов, которые могут эффективно применять фиторемедиацию, также могут быть промышленные предприятия округа, в том числе «Новомосковский технопарк», Троицкий институт термоядерных исследований (из-за опасности радиологического загрязнения), санитарные зоны водоемов, в том числе ставшие объектами незаконного захвата и строительства.

Указанная работа по очистке почв, по мнению авторов, должна быть проведена сейчас, до начала возведения новых кварталов Новой Москвы. Возведение 70 млн квадратных метров жилья, появление вместо прежних 250 тысяч жителей новых 2 миллионов жильцов, удвоение протяженности дорожной сети, прокладка 40 км тоннелей метро не могут не сказаться на уровне загрязнения. В то же время приоритетное и обязательное (до заезда жильцов) применение фиторемедиации в новых кварталах способно существенно снизить риски новых жителей.

Вторым этапом представляется целесообразным применение фиторемедиации в поясе с высоким уровнем урбанизации вокруг Москвы. Это позволит создать инфраструктуру кварталов Новой Москвы с минимальным ущербом для окружающей среды.

Для того, чтобы показать, что фиторемедиация является не только современным научным методом, но и инновационным управленческим подходом, приведем пример. На сайте госзакупок размещен лот администрации Архангельской области от 14.07.2020 номер 16656035, «Очистка от цинка почвы» объемом 30 соток (0.3 га) с ценой 5 млн руб. В то же время фиторемедиация позволила бы провести данную работу с существенной экономией, затраты не превысили бы нескольких десятков тысяч рублей. Администрация Карачаево-Черкесии заказывает (номер закупки в системе 225166) обработку почвы, указывая в условиях лота использование механизмов и машин. Указанная работа стоит 400 тысяч рублей и подразумевает 186 часов работы техники. В то же время аналогичный результат с использованием метода фиторемедиации потребовал бы минимального времени работы (посев и уборка), остальное время большинство применяемых растений не требуют никаких работ и ухода.

В силу вышесказанного можно рекомендовать органам государственного и муниципального управления следующие управленческие подходы при работе с депрессивными загрязненными территориями.

1. Организовать мероприятия по регулярному мониторингу почв в местах потенциальных угроз загрязнения, прежде всего на предмет наличия тяжелых металлов, бензапиренов, загрязнений нефтепродуктами.
2. Не использовать в формулировках государственных заказов слова «механические методы», а напротив, максимально использовать «фиторемедиацию».
3. На сельскохозяйственных землях и землях ИЖС использовать фиторемедиацию для перехода к органическому сельскому хозяйству и производству органической продукции.

4. В случае применения фиторемедиации на особо загрязненных территориях организовать скос и удаление (утилизацию, переработку) наземной части растений, впитавшей в себя загрязнения.

Эффективное управление объектом невозможно без его исследования. Полигон «Саларьево», исследованный авторами, в данном случае — комплексная система, совместно созданная природой и человеком, имеющая социальное и экологическое воздействие на людей и конкретное экономическое значение как барьер развития. Эта система создана искусственно, а поэтому она, как и все, созданные с участием людей, характеризуются целеполаганием. Это означает, что такая система создается для достижения определенных целей.

Рассматриваемая в работе система относится к числу сложных систем, созданных человеком на территории, с целью захоронения отходов жизнедеятельности. Значит, она может быть квалифицирована как социально-экологическая система. Такие системы имеют некоторые свойства:

- состояние: мгновенная статистическая характеристика системы, ее параметры, множество свойств, которыми она обладает в данный момент времени (например, наличие возгораний, выделение свалочных газов и неприятного запаха и т.д.);
- поведение: способность и закономерности перехода системы из одного состояния в другое; изменение ее параметров (например, рекультивация, сбор фильтрата, отвод свалочного газа и т.д.);
- устойчивость — важное условие нормальной жизнедеятельности (контролируемое состояние свалки при котором поддерживаются параметры чистоты окружающей среды).

Следовательно, для управления территорией, для вывода отходов, и т.п. можно обоснованно использовать методы управления как для любого образования, созданного человеком, в данном случае — социально-экологического. При этом, допустимо и целесообразно введение нетрадиционных инновационных методов управления системой.

Указанный подход представляется крайне полезным также и в связи с тем, что в настоящее время научные термины «устойчивое развитие» и «депрессивные территории» никак методологически не связаны. Современная экономическая мысль видит такие территории просто как локальные образования, где не работают стимулы саморазвития, и направляет научный поиск в область необходимых мероприятий, одним из которых и будет являться фиторемедиация. В то же время термин «устойчивое развитие» все чаще воспринимается лишь как инструмент государственной научно-промышленной, экологической и инвестиционной политики, и рассматривается наукой на более высоком уровне обобщения, не предполагающим масштабирование на уровень мелких локаций. Однако такое понимание термина «устойчивого развития», всего лишь как инструмента создания социально-приемлемых условий экономического роста, авторам представляется неточным. Предполагается, что следует активно развивать новый термин —

«устойчивое развитие территорий», который практически не используется в научной литературе и даже в редких источниках [10] воспринимается лишь как «стратегия». С нашей же точки зрения, данный термин должен подразумевать прежде всего не исследование новых экономических стратегий и моделей, а как раз управленческие методы и подходы, обеспечивающие преодоление основных барьеров на пути к построению комфортной городской и сельской среды как единой саморазвивающейся комплексной управляемой системы.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Косарин С.П., Петрина О.А., Алейник П.Ю. Мероприятия по активизации инвестиционной политики регионов // Муниципальная академия. 2018. № 1. С. 30–33.
2. Бабкин В.В., Завалин А.А. Физиолого-биохимические особенности аспекта действия тяжелых металлов на растения // Химия в сельском хозяйстве. 1995. № 5. С. 17–21.
3. Ragulina Yu.V., Bratarchuk T.V. Economics of municipalities, USA. RBA publishing company, 2019. 232 p.
4. Акинин Н.И. Промышленная экология: принципы, подходы, технические решения: учебное пособие. 2-е изд., испрв. и доп. Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2011. 312 с.
5. Zaitseva N.A., Larionova A.A., Takhumova O.V., Eroshenko V.I., Lebedeva Yu.A., Stadolin M.E. Problems and Directions of Application of Environmental Technologies in the Service Sector // Ekoloji. 2019. Т. 28. № 107. С. 489–494.
6. Mumba J.K., Yakovlev A.A., Milkina I.V. Concerning the Need for Digital Transformation of Cooperation Between the State, Society and Companies in the Field of Solid Waste Disposal // Socio-economic Systems: Paradigms for the Future. Studies in Systems, Decision and Control. / E.G. Popkova, V.N. Ostrovskaya, A.V. Bogoviz (eds). 2021. Vol 314. Springer, Cham. P. 939–945. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-56433-9\\_99](https://doi.org/10.1007/978-3-030-56433-9_99)
7. Зайцев В.А. Промышленная экология: учебное пособие. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. 382 с.
8. Демин А.В., Рыбальченко И.В. Государственное и муниципальное управление системой субурбанизацией городской среды // Муниципальная академия. 2019. № 2. С. 104–110.
9. Постников Д.А. Фитомелиорация и фиторемедиация почв сельскохозяйственного назначения с различной степенью окультуренности и экологической нагрузки: дис. ... д-ра с.-х. наук: 03.00.16. Брянск, 2009. 271 с.
10. Устойчивое развитие территорий: монография / под науч. ред. О.В. Кудрявцевой. М.: Экономический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, 2021. 492 с.

### REFERENCES

1. Kosarin S.P., Petrina O.A., Aleinik P.Yu. Meroprijatija po aktivizacii investicionnoj politiki regionov [Measures to Activate the Investment Policy of the Regions]. *Municipal Academy*. 2018;1:30–33 (In Russ.).
2. Babkin V.V., Zavalin A.A. Fiziologo-biohimicheskie osobennosti aspekta dejstvija tjazhjolih metallov na rastenija [Physiological and Biochemical Features of the Aspect of the Action of Heavy Metals on Plants]. *Chemistry in Agriculture*. 1995;5:17–21 (In Russ.).
3. Ragulina Yu.V., Bratarchuk T.V. *Economics of Municipalities, USA*. RBA publishing company; 2019.
4. Akinin N.I. *Promyshlennaja jekologija: principy, podhody, tehnicheckie reshenija: Uchebnoe posobie* [Industrial Ecology: Principles, Approaches, Technical Solutions. 2nd ed.]. Dolgoprudny: Publishing House “Intellect”; 2011 (In Russ.).

5. Zaitseva N.A., Larionova A.A., Takhumova O.V., Eroshenko V.I., Lebedeva Yu.A., Stadolín M.E. Problems and Directions of Application of Environmental Technologies in the Service Sector. *Ekoloji*. 2019;28(107):489–494.
6. Mumba J.K., Yakovlev A.A., Milkina I.V. Concerning the Need for Digital Transformation of Cooperation Between the State, Society and Companies in the Field of Solid Waste Disposal. In: Popkova E.G., Ostrovskaya V.N., Bogoviz A.V. (eds) *Socio-economic Systems: Paradigms for the Future. Studies in Systems, Decision and Control*. Springer, Cham. 2021;314:939–945. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-56433-9\\_99](https://doi.org/10.1007/978-3-030-56433-9_99)
7. Zaitsev V.A. *Promyshlennaja jekologija* [Industrial Ecology]. Moscow: BINOM. Knowledge Laboratory; 2013 (In Russ.).
8. Demin A.V., Rybalchenko I.V. Gosudarstvennoe i municipal'noe upravlenie sistemoj suburbanizaciej gorodskoj sredy [State and Municipal Management of the Urban Environment Suburbanization System]. *Municipal Academy*. 2019;2:104–110 (In Russ.).
9. Postnikov D.A. *Phytomelioration and Phytoremediation of Agricultural Soils with Varying Degrees of Cultivation and Environmental Load*: dissertation for the degree of Doctor of Agricultural Sciences: 03.00.16. Bryansk; 2009 (In Russ.).
10. *Ustojchivoe razvitie territorij* [Sustainable Development of Territories: monograph. ed. by O.V. Kudryavtseva]. Moscow: Faculty of Economics of Moscow State University named after M.V. Lomonosov; 2021 (In Russ.).

#### **Информация об авторах:**

*Демин Александр Васильевич* — доктор экономических наук, профессор кафедры государственного и муниципального управления Государственного университета управления, член-корреспондент Академии ЖКХ, почетный работник ЖКХ РФ, ORCID: 0000-0001-9415-0023, e-mail: avdemin1955@gmail.com

*Рыбальченко Илья Владимирович* — аспирант Государственного университета управления, юрист, эксперт Общероссийского народного фронта по вопросам ЖКХ, Научный эксперт Российского экологического движения (РЭД), ORCID: 0000-0003-1008-0203, e-mail: i.v.rybalchenko@gmail.com

*Милькина Ирина Владимировна* — кандидат экономических наук, доцент кафедры государственного и муниципального управления Государственного университета управления, ORCID: 0000-0002-5254-6326, e-mail: iv\_milkina@guu.ru

*Жандарова Юлия Александровна* — аспирант кафедры экологии Российского государственного аграрного университета — МСХА имени К.А. Тимирязева, председатель правления ООО «Экологический надзор»

#### **Information about the authors:**

*Alexander V. Demin* — Doctor of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of State and Municipal Governance, State University of Management, Corresponding Member of the Academy of Housing and Utilities, Honorary Worker of Housing and Utilities of the Russian Federation, Russian Federation, ORCID: 0000-0001-9415-0023, e-mail: avdemin1955@gmail.com

*Ilya V. Rybalchenko* — Postgraduate Student, State University of Management, Lawyer, Expert of the All-Russian Popular Front on Housing and Communal Services, Scientific Expert of the Russian Ecological Movement, Russian Federation, ORCID: 0000-0003-1008-0203, e-mail: i.v.rybalchenko@gmail.com

*Irina V. Milkina* — PhD in Economics, Associate Professor of the Department of State and Municipal Governance, State University of Management, Russian Federation, ORCID: 0000-0002-5254-6326, e-mail: iv\_milkina@guu.ru

*Julia A. Jandarova* — Postgraduate Student of the Ecology Department, Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Chairman of the Board of the Regional Public Organization “Environmental Supervision”, Russian Federation