

ФИТОРЕМЕДИАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ НАРУШЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ

О.Н. ВОРОНИНА, доц. каф. ландшафтной архитектуры и садово-паркового строительства ННГАСУ, канд. архитектуры,

О.П. ЛАВРОВА, доц. каф. ландшафтной архитектуры и садово-паркового строительства ННГАСУ, канд. биол. наук

archiland.biz@mail.ru, olg.lavrv2010@yandex.ru

ФГОУ ВПО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» ННГАСУ, 603109, г. Нижний Новгород, ул. Ильинская, д. 65

Рассмотрены перспективы применения метода фиторемедиации при планировании новых форм использования городских и пригородных постпромышленных территорий на нарушенных ландшафтах. Это самый экологичный, экономичный и одновременно эстетичный способ возврата таких территорий в городскую ткань. Важным ресурсом, определяющим стабильность постпромышленных территорий, являются растительные сообщества. Предложено понятие «природный фиторемедиационный потенциал (ПФП) растительных сообществ». Разработана трехбалльная шкала оценки ПФП. Выявлено, что растительные сообщества, в зависимости от доли в их составе видов растений, обладающих способностью к фиторемедиации, могут обладать высоким, средним или низким природным фиторемедиационным потенциалом. Приведен результат апробирования шкалы оценки ПФП растительных сообществ на примере территории Бурнаковская низина в Нижнем Новгороде. Рекомендовано учитывать природный фиторемедиационный потенциал существующих растительных сообществ для ревитализации постпромышленных территорий с определенным уровнем загрязнения почвы. Рассмотрена возможность проектирования на основе растительных сообществ с высоким и средним природным фиторемедиационным потенциалом парков фиторемедиации с минимальными затратами на их создание и содержание и минимальным вмешательством в сложившиеся природные экосистемы, которые одновременно с очищением почвы могут использоваться и как объекты рекреации. Для этого проектным решением достаточно предусмотреть возможность удаления биомассы растений-фиторемедиантов. Парк фиторемедиации может стать важнейшим фактором обеспечения жизнеспособности ранее нарушенного ландшафта. Создание парков фиторемедиации может стать новой формой рекреационных городских пространств. Важнейшее значение предложенный метод имеет в ландшафтной архитектуре и градостроительстве при строительстве линейных парков вдоль малых и больших рек, при включении в городскую ткань заболоченных участков и работе с системами естественного дренирования осадков. Создание участков наблюдения жителей городов за природными процессами восстановления качества окружающей среды способствует улучшению психического здоровья и формированию эколого-ориентированного мировоззрения городского населения.

Ключевые слова: постпромышленные территории, новые формы использования нарушенных ландшафтов в ландшафтной архитектуре, фиторемедиация, фиторемедиационный потенциал растительных сообществ, парки фиторемедиации.

Нарушенные ландшафты городов и пригородных территорий можно рассматривать как резерв развития. Причины вывода городского ландшафта из прежних форм использования и последствия этого использования становятся предметом анализа и комплексной оценки при определении новых функций проектируемых зданий и пространств вокруг и между зданиями.

Глубокий историко-генетический анализ предполагает сбор исходной информации о потенциальных возможностях участка. Важным этапом является архитектурно-ландшафтный анализ, в составе которого может быть выполнена оценка природных ресурсов нарушенных ландшафтов. Как правило, при переходе ландшафта из состояния активно используемого в нарушенный и обратно вы-

деляется несколько временных этапов. «Пассивные» этапы характеризуются снижением активности человека и естественными процессами заполнения растениями образовавшихся пространств. Порой эти «пассивные» этапы продолжаются десятилетия и в результате формируются природно-антропогенные комплексы с возможными свойствами самоочищения.

При планировании новых форм использования территории и разработке проекта специалисты могут выявить и использовать естественные ресурсы ландшафта и, исходя из анализа, выстроить задание на проектирование. Архитектурно-ландшафтное проектирование как один из этапов изменения городской среды определяет будущие стандарты ее качества и ожидаемый уровень

комфорта. Появление проекта означает и возможность определения финансовых затрат на его реализацию и выбор вариантов достижения поставленных целей.

В период постиндустриального развития и декларирования ориентации на устойчивое развитие особое внимание должно обращаться не на тотальное преобразование городских ландшафтов с полным уничтожением всех ландшафтных особенностей места, включая зеленые насаждения, рельеф и малые реки, как это мы наблюдаем сейчас, а на его исследование, приспособление и максимальное включение в будущие стратегические и тактические планы.

Важнейшим возобновляемым ресурсом, определяющим устойчивость развития поселения, являются существующие растительные сообщества, важнейшую роль которых можно оценить сейчас в период постиндустриального развития городов.

Этап постиндустриального развития предполагает высвобождение земельных участков из-под различных и, прежде всего, промышленных форм использования. При этом в центре города остаются постпромышленные и прилегающие к ним территории, которые отводятся под жилую застройку, офисы, торговлю и общественные и ландшафтно-рекреационные зоны. Нарушенные постпромышленные территории, как правило, сохраняют высокий уровень промышленного загрязнения, которым иногда пренебрегают при проектировании смены функций.

Для очищения нарушенных ландшафтов и подготовки к новым формам использования может быть предложен метод фиторемедиации – технологии очищения почвы и воды с помощью высших растений. Это самый экологичный, экономичный и одновременно эстетичный способ возврата нарушенных постпромышленных территорий в городскую ткань. Применение этого метода позволяет проектировать на загрязненных участках парки фиторемедиации, которые одновременно могут использоваться и как объекты рекреации.

К настоящему времени уже накоплено достаточно данных о фиторемедиационных

способностях отдельных видов дикорастущих и культурных древесно-кустарниковых и травянистых растений [1–7, 10–12]. Технология фиторемедиации предполагает искусственную посадку или посев и выращивание на загрязненной территории таких растений с последующим удалением их биомассы.

Однако в составе растительных сообществ, которые формируются на заброшенных загрязненных постпромышленных территориях, уже изначально могут произрастать виды, обладающие способностью к фиторемедиации. По некоторым данным, на загрязненных территориях, в местах естественного произрастания травянистых видов растений-фиторемедиантов при отсутствии скашивания их биомассы отмечается повышенное накопление загрязняющих веществ в верхнем пятисантиметровом слое почвы вследствие экстракции их из глубоких слоев почвы корнями растений, перемещения в надземные органы и последующего возврата осенью в почву с травяным опадом [2].

На основании этого можно предположить, что существующие растительные сообщества в зависимости от видового состава и доли в них видов-фиторемедиантов могут иметь определенный природный фиторемедиационный потенциал (ПФП). Изучение сформировавшихся на загрязненных территориях растительных сообществ и выявление из общего ПФП может быть перспективным для проектирования на их базе парков фиторемедиации с минимальными затратами на их создание и содержание. В отдельных случаях при создании таких парков можно полностью избежать необходимости искусственной посадки растений-фиторемедиантов или провести лишь незначительное добавление таких видов в существующие растительные сообщества, при этом должна предусматриваться только возможность удаления их биомассы.

Объектом для апробации стала Бурнаковская низина – участок площадью 140 га в Московском районе Нижнего Новгорода, расположенный на берегу р. Волги, на пониженных отметках рельефа. На данной территории произрастают сообщества водных

и прибрежно-водных растений, дериваты пойменной дубравы, массивы из берез, тополей, ив. Открытые пространства представляют собой сообщества вейника наземного с пойменными и сорно-луговыми видами. В центре и на западе территории находятся заброшенные сады. С 30-х годов XX в. в течение 40 лет здесь происходил слив на почву отходов химического производства завода по переработке нефтепродуктов «26 Бакинских комиссаров», отходов машиностроительного завода и Новосормовской ТЭЦ через систему каналов и озер в Волгу. Также здесь был расположен накопитель отходов нефтепереработки – пруд кислых гудронов объемом около 10 тыс. т. В настоящее время значительная часть площади загрязнена нефтепродуктами и тяжелыми металлами и почвы на ней требуют рекультивации [6]. Натурный анализ выявил многочисленные несанкционированные свалки строительного и бытового мусора.

В настоящее время в Бурнаковской низине, в соответствии с планом развития Нижнего Новгорода, ведется строительство большого нового жилого района на 13000 жителей с школой, детскими садами, торговыми центрами. Проект выполнялся без комплексного учета особенностей существующего природного комплекса. При строительстве планируется засыпать существующие грунты слоем песка в 4–5 м.

В рамках научно-исследовательской работы на территории Бурнаковской низины было проведено обследование существующих растительных сообществ, на основе которого территория была разделена на несколько ландшафтных участков. На ландшафтных участках описывался видовой состав, визуально отмечалось общее проективное покрытие травостоя, степень сомкнутости крон древесно-кустарниковых видов и доля доминирующих видов в составе древостоя или травостоя [9].

Исходя из доли видов, обладающих, по литературным данным, способностью к фиторемедиации, выявлялся ПФП существующих растительных сообществ. Для этого была предложена 3-балльная шкала:

1 – ПФП высокий, в составе сообществ преобладают виды, обладающие способностью к фиторемедиации, их доля в проективном покрытии травостоя или в составе древостоя превышает 60 %;

2 – ПФП средний, доля растений, обладающих фиторемедиационной способностью, составляет от 20 до 60 %;

3 – ПФП низкий, виды, обладающие способностью к фиторемедиации, встречаются единично или отсутствуют [9].

В результате проведенных исследований на основе предложенной шкалы выявлено, что растительные сообщества, произрастающие на выделенных ландшафтных участках территории Бурнаковской низины, обладают различным природным фиторемедиационным потенциалом. Участки с высоким фиторемедиационным потенциалом (участок водных и прибрежно-водных растений и массив из недолговечных древесных пород, например ив) являются перспективными для проектирования на их базе парка фиторемедиации с минимальными затратами на его создание и содержание и минимальным вмешательством в сложившиеся природные экосистемы. Дериваты пойменной дубравы и участки открытых пространств обладают средним фиторемедиационным потенциалом и одновременно высокой эстетической ценностью. Они также перспективны для использования в качестве парка фиторемедиации с сохранением наиболее ценных и декоративных видов и увеличением в составе сообществ доли видов, обладающих способностью к фиторемедиации. На остальных участках насаждения обладают низким фиторемедиационным потенциалом и для данных территорий возможны объемно-планировочные решения, не предусматривающие сохранение существующих природных сообществ, например строительство спортивных площадок, стадионов, школ, торговых центров с парковками для автотранспорта.

Выводы, полученные в результате исследования, могут быть положены в основу нового проектного решения, позволяющего нивелировать или значительно сократить негативное влияние форм раннего использования ландшафта на поколения будущих жителей.

Участки естественных насаждений у водоема, обладающие высоким фиторемедиационным потенциалом, где ранее планировалась застройка, могут использоваться в основном для прогулок, тихого отдыха с оформлением видовых точек и площадок для наблюдений за природными процессами таким образом, чтобы растения могли выполнять свои фиторемедиационные функции. Размещение школы и спортивного комплекса целесообразнее сместить на участки с низким ПФП.

Создание парков фиторемедиации может стать новой формой рекреационных городских пространств и важнейшим фактором обеспечения жизнестойкости ранее нарушенных ландшафтов. Архитектурно-художественный облик таких территорий в результате будет выше, при общем снижении затрат на строительство и эксплуатацию рекреационных зон.

Важнейшее значение предложенный метод имеет в ландшафтной архитектуре и градостроительстве при строительстве линейных парков вдоль малых и больших рек, при включении в городскую ткань заболоченных участков и работе с системами естественного дренирования осадков. Создание участков наблюдения жителей городов за природными процессами восстановления качества окружающей среды способствует улучшению психического здоровья и формированию экологоориентированного мировоззрения городского населения.

Библиографический список

1. Воронина, О.Н. Фиторемедиация как перспективный метод ревитализации постпромышленных приречных территорий / О. Н. Воронина, О. П. Лаврова, И. Н. Шилина // Великие реки – 2012 : 14-й Междунар. науч.-пром. форум. В 2 т. Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2012. – Т. 2. – С. 486–489.
2. Маджугина, Ю.Г. Растения полигонов захоронения бытовых отходов мегаполисов как перспективные виды для фиторемедиации / Ю.Г. Маджугина, В.В. Кузнецов, Н.И. Шевякова // Физиология растений. – 2008. – Т. 55. – № 3. – С. 453–463.
3. Максименко, А.П. Улучшение экологической обстановки в районах с нефтяным загрязнением почвы / А.П. Максименко, В.А. Герш // Наука и образование для целей биобезопасности : тез. докл. 5 междунар. конф. / БиоРесурсы и Экология. – Пушино, 2008. – С. 63–66.
4. Исследование фиторемедиационного потенциала декоративных растений при загрязнении городской среды тяжелыми металлами / Н.Г. Осмоловская, М.В. Богомазова, В.Ю. Самута, Н.Ф. Попова, В.В. Куриленко // Экология мегаполисов: фундаментальные основы и инновационные технологии» и Школа для молодых ученых по экологической физиологии растений : всерос. симп.: науч. программа и материалы докл. – Москва : Лесная страна, 2011. – С. 106. – http://www.ippras.ru/society_physiologists_plants/ssk/ecomeg2011/Book_ecomeg2011.pdf.
5. Перспективы фиторемедиации почвенного покрова урбанизированных территорий (на примере г. Оренбурга) / Л.В. Анилова, Е.В. Сальникова, О.В. Примак, М.В. Шарыгина // Вестник ОГУ. – 2012. – № 6 (142). – С. 82–85. – http://vestnik.osu.ru/2012_6/18.pdf.
6. Нуржанова, А.А. Использование растений для очистки загрязненных пестицидами почв / А.А. Нуржанова, С.К. Адрышева, Л.Б. Сейлова. – http://www.rusnauka.com/3_ANRR_2009/Biologia/39955.doc.htm.
7. Пырина, И.В. Фиторемедиация нефтезагрязненной почвы с высоким содержанием тяжелых металлов / И.В. Пырина, А.В. Назаров, С.Д. Плюснин, В.Н. Басов, В.В. Горелов, С.А. Иларионов // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Химическая технология и биотехнология. – 2009. – Т. 10. – С. 72–77.
8. Опасное строительство в Бурнаковской низине. – <http://russian-greens.ru/node/298>.
9. Воронина, О.Н. Фиторемедиационный потенциал существующих растительных сообществ как ресурс архитектурно-ландшафтного проектирования / О.Н. Воронина, О.П. Лаврова, И.Н. Шилина // Великие реки – 2013 : 15-й Междунар. науч.-пром. форум. В 3 т. Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2013. – Т. 3. – С. 122–125.
10. Tangahu, B. V. A Review on Heavy Metals (As, Pb, and Hg) Uptake by Plants through Phytoremediation / B. V. Tangahu, S. R. Sheikh, H. Basri. – Bangin : Universiti Kebangsaan Malaysia, 2011. – 31 c.
11. Margolis, L. Living Systems. Innovative Materials and Technologies for Landscape Architecture / L. Margolis, A. Robinson. – Basel ; Boston ; Berlin : Birkhauser, 2007. – 190 p.
12. Traitement biologique des sols pollués : recherche et innovation / ADIT ; Société Nationale d'Intelligence Stratégique. – Paris : ADEM, 2006. – 92 p.

PHYTOREMEDIATION POTENTIAL OF PLANT COMMUNITIES OF DEGRADED LANDSCAPES

Voronina O.N., Assoc. Prof. NNGASU, Ph.D (Architecture); Lavrova O.P., Assoc. Prof. NNGASU, Ph.D (Biol.)

archiland.biz@mail.ru, olg.lavrv2010@yandex.ru

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering (NNGASU), st. Il'inskaya, 65, Nizhny Novgorod, 603109

The prospects of application of a phytoremediation method while planning new forms for using the urban and suburban post-industrial areas with degraded landscapes are described. It is the most environmentally friendly, cost-effective

and, at the same time, aesthetic way of reintegration of such areas in an urban tissue. Plant communities are an important resource which defines the stability of degraded landscapes. The authors proposed the concept of «natural phytoremediation potential (N.Ph.P.) of plant communities» and developed a scale of assessment of natural phytoremediation potential. The authors suggested that plant communities can have a high, medium or low natural phytoremediation potential. It depends on the proportion in the composition of plant communities of plant species that have the ability to phytoremediation. There are the results of approbation of the N.Ph.P. plant communities' scale through the example of the Burnakovskaya lowland territory in Nizhny Novgorod. The authors recommend to consider natural phytoremediation potential of existing plant communities for the revitalization of post-industrial areas with a certain level of soil contamination. They suggest that, based on the plant communities with high and middle N.Ph.P., phytoremediation parks can be designed with minimal cost for their creation and maintenance, and with minimal intervention into the existing natural ecosystems. Simultaneously with the purification of the soil, these parks could be used as recreation areas. Project solution should provide only the possibility of removing the biomass of phytoremediation plants. The phytoremediation park can be an important factor in restoration of the previously disturbed landscape and can become a new form of recreational urban space. The proposed method is very important in landscape architecture and in urban planning. It can be used in the construction of linear parks along the small and large rivers, including the wetlands in the urban tissue and dealing with natural drainage precipitation systems. Creation of areas, where inhabitants can observe the natural regenerative processes in the urban environment improves the mental health and helps in the development of ecologically oriented worldview of the urban population.

Keywords: brownfields, new forms of land use for degraded landscapes in landscape architecture, phytoremediation, phytoremediation potential of vegetation communities, phytoremediation parks.

References

1. Voronina O.N., Lavrova O.P., Shilina I.N. *Fitoremediatsiya kak perspektivnyy metod revitalizatsii postpromyshlennykh prirechnykh territoriy* [Phytoremediation as a promising method of revitalization of postindustrial riverine areas] Velikie reki – 2012 [Great rivers – 2012 : 14th international scientific and industrial forum. In 2 vol]. Nizhny Novgorod state architectures.-builds. university. N. Novgorod, 2012, vol. 2, pp. 486-489.
2. Madzhugina Yu.G., Kuznetsov V.V., Shevyakova N.I. *Rasteniya poligonov zakhoroneniya bytovykh otkhodov megapolisov kak perspektivnye vidy dlya fitoremediatsii* [Plants of urban landfills of domestic waste as a promising species for phytoremediation] Fiziologiya rasteniy [Plant physiology]. 2008, vol. 55, no. 3, pp. 453-463.
3. Maksimenko A.P., Gersh V.A. *Uluchshenie ekologicheskoy obstanovki v rayonakh s neftyanym zagryazneniem pochvy* [Improvement of environmental conditions in areas of oil contamination of soil] Nauka i obrazovanie dlya tseley biobezopasnosti [Science and education for the purposes of Biosafety : proc. 5 international conference] BioResursy i Ekologiya [Bioresources and Ecology]. Pushchino, 2008, pp. 63-66.
4. Osmolovskaya N.G., Bogomazova M.V., Samuta V.Yu., Popova N.F., Kurilenko V.V. *Issledovanie fitoremediatsionnogo potentsiala dekorativnykh rasteniy pri zagryaznenii gorodskoy sredy tyazhelymi metallami* [The study of phytoremediation potential of ornamental plants with pollution of the urban environment by heavy metals] Vserossiyskiy simpozium «Ekologiya megapolisov: fundamental'nye osnovy i innovatsionnye tekhnologii» [Russian National Symposium «Ecology of cities: fundamentals and innovative technologies and School for young scientists on environmental physiology of plants. Scientific program and abstracts]. Moscow: Lesnaya strana Publ., 2011, P. 106, Available at: http://www.ippras.ru/society_physiologists_plants/ssk/ecomeg2011/Book_ecomeg2011.pdf.
5. Anilova L.V., Sal'nikova E.V., Primak O.V., Sharygina M.V. *Perspektivy fitoremediatsii pochvennogo pokrova urbanizirovannykh territoriy (na primere g. Orenburga)* [Prospects for phytoremediation of soil in urban areas (the case of Orenburg city)]. VESTNIK OGU [Bulletin of the Orenburg State University]. no. 6 (142), June 2012, pp. 82-85. Available at: http://vestnik.osu.ru/2012_6/18.pdf.
6. Nurzhanova A.A., Adrysheva S.K., Seylova L.B. *Ispol'zovanie rasteniy dlya ochistki zagryaznennykh pestitsidami pochv.* [The use of plants to clean pesticide-contaminated soils] / Available at: http://www.rusnauka.com/3_ANRR_2009/Biologia/39955.doc.htm
7. Pyrina I.V., Nazarov A.V., Plyusnin S.D., Basov V.N., Gorelov V.V., Ilarionov S.A. *Fitoremediatsiya neftezagryaznennoy pochvy s vysokim soderzhaniem tyazhelykh metallov.* [Phytoremediation of oil-contaminated soils with a high content of heavy metals] Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Khimicheskaya tekhnologiya i biotekhnologiya [Bulletin of Perm national research Polytechnic University. Chemical technology and biotechnology]. 2009, vol. 10, pp. 72-77.
8. *Opasnoe stroitel'stvo v Burnakovskoy nizine.* [Dangerous construction in lowland Burnakovskaya]. Available at: <http://russian-greens.ru/node/298>
9. Voronina O. N., Lavrova O. P., Shilina I. N. *Fitoremediatsionnyy potentsial sushchestvuyushchikh rastitel'nykh soobshchestv kak resurs arkhitekturno-landshaftnogo proektirovaniya.* [Phytoremediation potential of existing plant communities as a resource for architectural and landscape design] Velikie reki – 2013 [Great rivers – 2013: 15th international scientific and industrial forum. In 3 vol] Nizhny Novgorod state architectures.-builds. university. N. Novgorod, 2013. vol. 3. pp. 122-125.
10. Tangahu B.V. A Review on Heavy Metals (As, Pb, and Hg) Uptake by Plants through Phytoremediation / B.V. Tangahu, S.R. Sheikh, H. Basri. Bangin: Universiti Kebangsaan Malaysia, 2011. – 31 c.
11. Margolis, L. Living Systems. Innovative Materials and Technologies for Landscape Architecture / L. Margolis, A. Robinson. – Basel, Boston, Berlin : Birkhauser, 2007. – 190 p.
12. Traitement biologique des sols pollués : recherche et innovation / ADIT. – Société Nationale d'Intelligence Stratégique. Paris : ADEM, 2006. – p. 92.