

|                   |   |
|-------------------|---|
| <b>Keywords</b>   | Watershed management, regional natural management control, recreation zones, agricultural biologizing, bioenergetics, biotechnology, waste disposal.  |
| <b>References</b> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Kontsepsiya proekta ozeleneniya i landshaftnogo obustroystva territorii Belgorodskoy oblasti «Zelenaya stolitsa»; utverzhdena rasporyazheniem pravitelstva Belgorodskoy oblasti ot 25 yanvarya 2010 goda, No. 35-rp</i> (Concept of a project of landscape and shade gardening of Belgorod Oblast territory «Zelenaya stolitsa»; approved by the Belgorod Oblast Government Executive Order of January 25, 2010, No. 35-rp). Available at: <a href="http://www.regionz.ru/index.php?ds=563564">http://www.regionz.ru/index.php?ds=563564</a> (accessed: July 07, 2014).</li> <li>2. <i>Kontsepsiya basseynovogo prirodopolzovaniya v Belgorodskoy oblasti; utverzhdena rasporyazheniem pravitelstva Belgorodskoy oblasti ot 27 fevralya 2012 goda, No. 116-rp</i> (Concept of basin environmental management in Belgorod Oblast; approved by the Belgorod Oblast Government Executive Order of February 27, 2012, No. 116-rp). Available at: <a href="http://www.regionz.ru/index.php?ds=1544700">http://www.regionz.ru/index.php?ds=1544700</a> (accessed: July 07, 2014).</li> <li>3. <i>Dolgosrochnaya tselevaya programma «Vnedrenie biologicheskoy sistemy zemledeliya na territorii Belgorodskoy oblasti na 2011–2018 gody»; utverzhdena postanovleniem pravitelstva Belgorodskoy oblasti ot 29 avgusta 2011 goda, No. 324-pp</i> (Long-term target program «Introduction of biological cropping system on the territory of Belgorod Oblast for 2011–2018»; approved by the Belgorod Oblast Government Executive Order of August 29, 2011, No. 324-pp). Available at: <a href="http://www.zakonprost.ru/content/regional/6/1416197">http://www.zakonprost.ru/content/regional/6/1416197</a> (accessed: July 07, 2014).</li> <li>4. <i>Polozhenie o proekte adaptivno-landshaftnoy sistemy zemledeliya i okhrany pochv; utverzhdeno postanovleniem gubernatora Belgorodskoy oblasti ot 4 fevralya 2014 goda, No. 9</i> (Regulations about the project of adaptive-landscape system of cropping and soil protection; approved by the Resolution of the Governor of Belgorod Oblast of February 4, 2014, No. 9). Available at: <a href="http://info-ecology.ru/zakon/?id=469030012">http://info-ecology.ru/zakon/?id=469030012</a> (accessed: July 07, 2014).</li> <li>5. <i>Dolgosrochnaya tselevaya programma «Razvitiye vozobnovlyаемых istochnikov energii v Belgorodskoy oblasti na 2013–2015 gody i na period do 2020 goda»; utverzhdena postanovleniem pravitelstva Belgorodskoy oblasti ot 29 oktyabrya 2012 goda, No. 427-pp</i> (Long-term target program «Development of renewable energy in Belgorod Oblast for 2013–2015 and for the period till 2020»; approved by the degree of Belgorod Oblast Government of October 29, 2012, No. 427-pp). Available at: <a href="http://www.regionz.ru/index.php?ds=1952668">http://www.regionz.ru/index.php?ds=1952668</a> (accessed: July 07, 2014).</li> <li>6. <i>Ob odobrenii Metodicheskikh rekomendatsiy po organizatsii rabot po tseentralizovannomu sboru i utilizatsii otrabotannykh шин (pokryshek) i nefteproduktov, a takzhe izdeliy i materialov, zagryaznennykh imi, na territorii Belgorodskoy oblasti; rasporyazhenie Pravitelstva Belgorodskoy oblasti ot 23 iyulya 2012 goda, No. 390-rp</i> (About the approval of methodical recommendations on organization of works on consolidated acquisition and utilization of waste tyres and oil products, as well as products and materials, contaminated by them, on the territory of Belgorod Oblast: Belgorod Oblast Government Executive Order of July 23, 2012, No. 390-rp). Available at the legal system «ConsultantPlusRegion».</li> <li>7. <i>Ob odobrenii Metodicheskikh rekomendatsiy po organizatsii rabot v oblasti obrashcheniya s byvshimi v upotreblenii bytovymi priborami, kompyuternoy i organizatsionnoy tekhniki, mobilnym oborudovaniem na territorii Belgorodskoy oblasti; rasporyazhenie Pravitelstva oblasti ot 27 avgusta 2012 goda, No. 442-rp</i> (About approve of methodical recommendations on organization of works in the area of handling of used household appliance, computer and organization technics, and mobile equipment on the territory of Belgorod Oblast: Belgorod Oblast Government Executive Order of August 27, 2012, No. 442-rp). Available at the legal system «ConsultantPlusRegion».</li> </ol> |

УДК 622+631.484

П. В. ГОЛЕУСОВ, Ф. Н. ЛИСЕЦКИЙ (НИУ «БелГУ»)

## ВОСПРОИЗВОДСТВО ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА В ПОСТТЕХНОГЕННЫХ ГЕОСИСТЕМАХ КМА И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РЕНАТУРИРОВАНИЯ\*



П. В. ГОЛЕУСОВ,  
доцент,  
д-р геогр. наук



Ф. Н. ЛИСЕЦКИЙ,  
проф.,  
д-р геогр. наук

Представлены результаты исследования процессов естественного формирования почвенно-растительного покрова в посттехногенных геосистемах Курской магнитной аномалии. Предложены основные подходы к ренатурированию посттехногенных геосистем.

**Ключевые слова:** Курская магнитная аномалия, горные отвалы, посттехногенные геосистемы, экологическая ренатурация, скорость почвообразования, ренатурирование.

Формирование техногенных массивов Курской магнитной аномалии (КМА) длится более полувека и выступает долговременным фактором антропогенного воздействия на природную среду региона. Смягчения негативного воздействия на геосистемы КМА с ландшафтно-геохимических позиций можно добиться, усилив роль биологической формы движения материи в миграционных

потоках и циклах [1]. Компенсация экологического ущерба от техногенеза возможна за счет мероприятий по ренатурированию (природовосстановлению) нарушенных территорий, включению посттехногенных геосистем в региональный экологический каркас [2]. Неизменной составной частью этих мероприятий остается рекультивация нарушенных земель, которая на объектах Лебединского и Стойленского ГОКов осуществляется с начала 1970-х годов. Однако площади геотехнических систем таковы, что рекультивацией нарушенных земель нельзя охватить их значительную часть по технологическим и экономическим причинам. Например, крупный массив скальной вскрыши ЛГОКа (более 400 га) не рекультивируется, он рассматривается в качестве так называемого техногенного месторождения. Вместе с тем нерекльтируемые отвалы с момента их возникновения вступают в посттехногенную фазу развития, которая характеризуется естественным формированием сначала инициального растительного, а через несколько лет — почвенно-растительного покрова. Процессы самозарастания (первичной сукцессии) и первичного почвообразования являются составными частями процесса ренатурации (естественной самоорганизации) посттехногенных геосистем [3]. На объектах КМА ренатурационные процессы изучаются учеными НИУ «БелГУ» с 2003 г. Всего исследовано более 70 объектов с датирован-

\* Исследование выполнено при финансовой поддержке государственного задания образовательным организациям высшего образования, подведомственным Минобрнауки России, в сфере научной деятельности и гранта на проведение научно-исследовательских работ по приоритетным направлениям социально-экономического развития Белгородской области (договор № Г-03 от 10.11.2013 г.).

© Голеев П. В., Лисецкий Ф. Н., 2014

ным началом воспроизводства почвенно-растительного покрова (от 10 до 47 лет), преимущественно на субгоризонтальных поверхностях отвалов вскрышных пород Лебединского и Стойленского ГОКов.

Главным движущим фактором, определяющим самоорганизацию посттехногенных геосистем, выступает энергетический дисбаланс между значительным приходом свободной энергии (солнечной радиации, осадков) и ее эффективной утилизацией (диссипацией) на месте, в результате чего она расходуется преимущественно на денудационные и миграционные процессы, выводится из данного геотопа, чему активно способствует «энтропийный насос» [4] техногенного рельефа отвалов. Помимо этого, в техногенных геосистемах в связи с гипсометрической амплитудой искусственно аккумулирована значительная гравитационная энергия. Существенным запасом энергии обладают также экспонированные горные породы, слабо подвергшиеся выветриванию и не затронутые почвообразованием. Свободные экологические ниши техногенных экотопов создают сильнейший вакуум биотической среды, вследствие чего они с момента возникновения подвергаются вселению диаспор микроорганизмов, низших и высших растений, фауны детритофагов и фитофагов. При наличии мелкозема и после стабилизации техногенной поверхности на ней сразу возникают «пленки жизни», в последующем дающие начало более зрелым экосистемам.

Отвалы вскрышных пород существенно различаются по литолого-геохимическим и эдафическим характеристикам. При этом техногенные субстраты отличает вещественная разнородность, что связано с механическими турбациями, а также пространственная мозаичность, возникающая вследствие неравномерной и часто неселективной отсыпки. Нередко в результате формирования отвалов образуются субстраты, не имеющие аналогов в окружающих ландшафтах, обладающие эмерджентными свойствами, которые зависят от соотношения тех или иных пород в техногенной смеси. При разработке железорудных месторождений в отвалы попадают породы нижнего мела, юрской, девонской систем и кристаллические породы архей-протерозойского фундамента. Поэтому процессы естественного воспроизводства ресурсов в новообразованных геосистемах зачастую протекают в экстремальной эдафической обстановке.

При характеристике свойств техногенных субстратов необходимо учитывать механизмы техногенного «литогенеза». Различие способов формирования отвалов, безусловно, является причиной пространственного и «инсигтного» варьирования свойств субстратов.

Возникает необходимость типизации факторов технолитогенеза. В общем виде можно выделить две группы технологических процессов отвалообразования, которые приводят к формированию разных по строению и свойствам субстратов:

- отвалообразование «сухим способом» — перемещение вскрышных пород конвейерным, железнодорожным и автомобильным транспортом с последующей их отсыпкой, перезекскавацией, разравниванием; при этом образуются литологически пестрые отвалы со специфическими экзогенными процессами и длительной геоморфологической стабилизацией рельефа; в та-

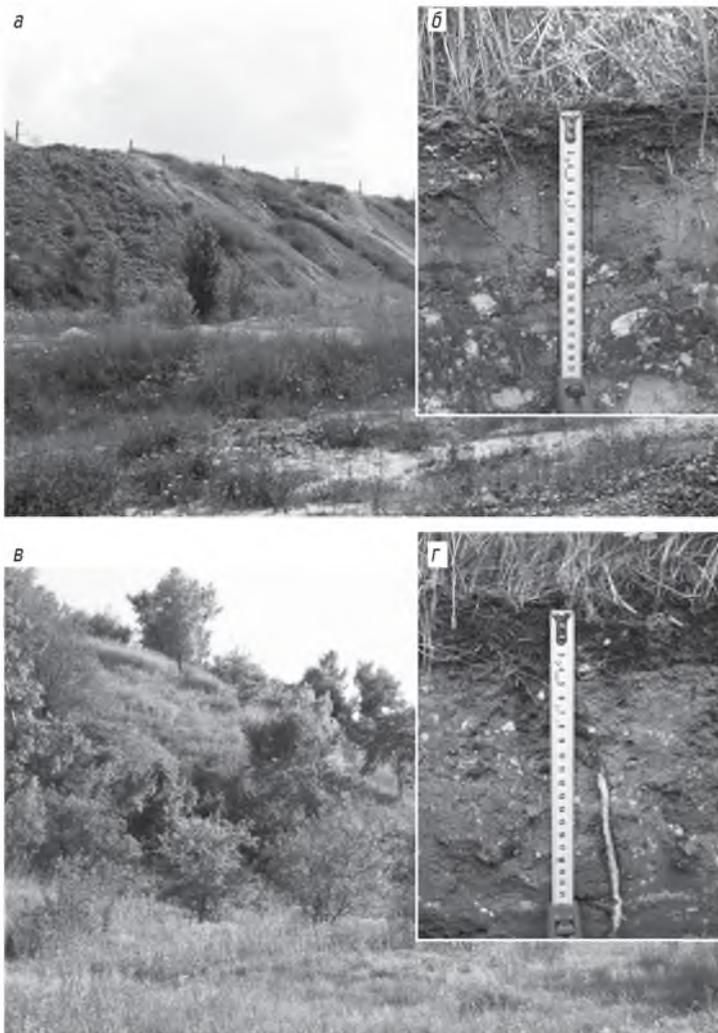
ких отвальных комплексах действует много факторов, сдерживающих развитие регенерационных процессов;

- формирование отвалов гидромеханическим способом, чаще в отрицательных формах рельефа (балках); при перемещении пульпы по трубопроводам создаются довольно гомогенные смеси горных пород, поэтому состав гидроотвалов отличает более выраженная вертикальная, чем горизонтальная, дифференциация; воспроизводство биоты и почв на гидроотвалах начинается с гидроморфной стадии разной продолжительности.

Специфика овалов как ландшафтно-каскадных систем связана также с разнообразием форм рельефа, возникающих при разных способах отвалообразования. Наиболее распространенными типами техногенного рельефа являются: холмистый (автоотвалы); холмисто-грядовый (конвейерные и железнодорожные отвалы, автоотвалы с перезекскавацией и др.); грядовый (конвейерные отвалы); террасный (железнодорожные отвалы с перезекскавацией); равнинный (гидроотвалы). Таким образом, природное воспроизводство компонентов техногенных геосистем происходит в крайне нестабильных и довольно жестких условиях, связанных с активной реализацией азральных, геоморфологических, гидрологических и геохимических процессов.

Воспроизводство почв — это потенциально управляемый процесс, и при целенаправленной оптимизации условий его протекания можно обеспечить высокую эффективность ресурсовоспроизводящей функции, особенно на начальных этапах развития посттехногенных геосистем [5]. Почвообразование проходит наиболее интенсивно на суглинистых и супесчаных субстратах, водно-физические свойства которых оптимальны для быстрого заселения высшими растениями и эффективного закрепления продуктов почвообразования. Реакция той или иной растительности на свойства различных субстратов отличается индивидуальностью, однако можно выделить ряды благоприятности материнских пород для воспроизводства почвенно-растительного покрова. Из горных пород, встречающихся на отвалах ЛГОКа, можно составить ранжированный ряд по убыванию благоприятности условий самозарастания в первые 50 лет: легкий суглинок, техногенные смеси песка и продуктов выветривания железистых кварцитов (железистого дресвелита и красноцветных глин) → ожелезненный элювий с примесью мела → средний суглинок и его техногенные смеси с другими породами → карбонатный песок (смесь песка и мела) [3] (рис. 1).

Зарастание травянистой растительностью происходит на отвалах с относительно благоприятными водно-физическими свойствами субстратов. За 30 лет самозарастания на поверхности формируются разнотравно-злаковые фитоценозы с запасом надземной фитомассы 500–1000 г/м<sup>2</sup>, что приближается к зональному уровню. Однако видовое разнообразие фитоценозов остается низким (20–30 видов в одном описании), наблюдается доминирование корневищных злаков (в частности *Calamagrostis epigeios*). Зарастание древесной растительностью происходит, когда она получает конкурентные преимущества перед травянистыми сообществами — на неблагоприятных субстратах с малым количеством мелкозема. Доминируют анемохорные виды деревьев (*Betula pendula*, *Populus tremula*). Характерно, что естественные древес-



**Рис. 1. Зарастание отвала № 2 (рыхлой вскрыши) Лебединского ГОКа:**

*а* — начальная стадия (7–9 лет); *б* — новообразованная почва (14 лет) под травянистой растительностью на песчаном субстрате, подстилаемом смесью красноцветных и бурых глин, мела и супеси; *в* — самозарастающий (25 лет) участок; *г* — новообразованная почва (25 лет) под травянистой растительностью на техногенной смеси песка и мела

ные группировки отличаются от рекультивационных насаждений более высоким возобновлением и лучшим состоянием подростка.

Формирование почвенного покрова в техногенных геосистемах имеет подчиненный характер по отношению к развитию фитоценозов, хотя и проходит сингенетично. На отвалах в структуре ландшафтных катен новообразованные почвы приурочены к хорошо задернованным выположенным участкам и основанию склонов (наличие мелкозема дополнительного увлажнения — факторы благоприятствования). Степень развития почвенного покрова возрастает по мере снижения крутизны склонов и роста биомассы фитоценозов. В верхней трети склонов (трансэлювиальные позиции) фрагментарны как растительный, так и почвенный покровы («пятна» эмбриональных почв и гумусовых пленок).

Авторами исследованы разновозрастные почвы, формирующиеся на субгоризонтальных поверхностях отвалов (53 профиля),

что позволило проанализировать результаты воспроизводства их морфологического строения и физико-химических свойств. Согласно «Классификации и диагностике почв России» (2004 г.) новообразованные почвы и техногенные поверхностные образования представлены группой эмбриоземов (молодые почвы), квазиембов (преимущественно реплантоземов — трансплантированных гумусовых горизонтов) и натурфабрикатов (преимущественно литостратов — насыпных минеральных грунтов). В соответствии с распространенной классификацией почв техногенных ландшафтов [6], большинство исследованных почв являются гумусово-аккумулятивными эмбриоземами.

Профили исследованных почв техногенных ландшафтов имеют упрощенное строение, однако всегда можно выделить эмбриональные горизонты. Наибольшее развитие получают гумусовые горизонты — аккумулятивный ( $A_1$ ) и переходный ( $A_1C$ ). Ведущим процессом в молодых почвах является аккумуляция органического вещества (ОВ). К 30 годам формируется гумусовый горизонт мощностью от 30 до 60 мм (в зависимости от почвообразующей породы). Достаточно высокие скорости формирования гумусового горизонта в первые 10–15 лет почвообразования (1,5–2,5 мм в год) к 45 годам снижаются (в среднем до 1 мм в год).

Анализ физико-химических свойств новообразованных почв техногенных ландшафтов (см. таблицу) показывает интенсивное развитие их функциональных характеристик. Так, содержание ОВ в гумусовых горизонтах порой достигает 6–10 %, что соответствует фоновым показателям. Но обычно гумусированность молодых почв низкая (2–4 %), и их ОВ имеет незрелый характер. Так, отмечено низкое соотношение  $C:N$ , которое только с возрастом почв возрастает.

Специфика почвообразования на отвалах вскрышных пород КМА связана с высоким содержанием карбонатов в техногенных субстратах. Однако выщелачивание, сопровождающее почвообразование, способствует растворению карбонатов и снижению щелочности почв. Так, в почвах 40-летнего возраста, развивающихся на меловых породах, содержание карбонатов в горизонте  $A_1$  ниже в 1,6 раза, чем в породе. В отвалах железорудных карьеров часто находятся породы с высоким содержанием Fe. Его содержание в профиле эмбриоземов позволяет выявить генетические различия, которые весьма существенны, что, в свою очередь, рассматривается как диагностический показатель характера, интенсивности и направленности почвенных процессов [7]. Почвообразование сопровождается выносом Fe из верхних горизонтов почв: к 30-летнему возрасту его содержание в горизонте  $A_1$  ниже, чем в материнской породе в 1,5–2 раза. При лесном почвообразовании процесс обезжелезивания горизонта  $A_1$  почти в 2 раза более интенсивный, чем в почвах с травянистыми ценозами. В целом прогрессивные изменения новообразованных почв определяют снижение дисбаланса физико-химических свойств техногенных субстратов.

Почвенно-хронологическая информация по новообразованным почвам посттехногенных геосистем КМА позволила диффе-

Химические свойства новообразованных почв техногенных ландшафтов Лебединского и Стойленского ГОКов

| Возраст, лет | Горизонт   | Содержание, % |                  |                              |               | рН водной вытяжки |
|--------------|------------|---------------|------------------|------------------------------|---------------|-------------------|
|              |            | ОВ            | $N_{\text{общ}}$ | CO <sub>2</sub> (карбонатов) | Fe (по Тамму) |                   |
| 18           | A+AB       | 4,88          | 0,501            | Н.о.                         | 0,06          | 8,21              |
| 32           | A+AB       | 3,92          | 0,028            | 12,08                        | 0,05          | 8,84              |
| 33           | A          | 5,30          | 0,284            | 2                            | 0,76          | 8,23              |
|              | AB         | 4,00          | 0,225            | 2,1                          | 0,69          | 8,19              |
| 34           | A          | 5,14          | 0,257            | 1,08                         | 2,1           | 7,9               |
|              | AB         | 4,15          | 0,431            | 0,81                         | 2,65          | 7,83              |
| 35           | A          | 6,56          | 0,452            | Н.о.                         | 0,31          | 8,37              |
|              | AB         | 5,30          | 0,256            | 4,27                         | 0,23          | 8,32              |
| 35           | A          | 3,86          | 0,175            | 4,38                         | 0,42          | 8,34              |
|              | AB         | 2,18          | 0,175            | 3,94                         | 0,50          | 8,27              |
|              | C          | 1,09          | 0,147            | 4,38                         | 0,65          | Н.опр.            |
| 39           | A+AB       | 2,41          | 0,161            | 7,09                         | 0,44          | 8,44              |
| 43           | A+AB       | 4,78          | 0,091            | 3,7                          | 5,70          | 8,3               |
| 44           | A+AB       | 2,34          | 0,182            | Н.о.                         | 0,73          | 7,83              |
| 45           | A          | 5,06          | 0,273            | 1,91                         | 1,26          | 8,11              |
|              | AB         | 4,70          | 0,182            | 2,55                         | 0,88          | 8,24              |
| ~10000*      | A, 0–10 см | 13,03         | 0,718            | 1,05                         | 0,32          | 5,3               |

\* Заповедный участок «Ямская степь». Н.о. — не обнаружено; Н.опр. — не определяли.

ренцировать по литологическим типам техногенных субстратов разработанные модели формирования мощности гумусового горизонта  $H$  почв во времени  $t$  (рис. 2).

По уравнениям авторами рассчитана скорость формирования гумусового горизонта почв  $\Delta H$  в различных субстратных условиях, которые можно считать нормативами воспроизводства почв в техногенных ландшафтах. Установлено, что максимальное значение  $\Delta H$  выше на суглинках (до 2,5 мм/год) и достигается быстрее (в первые 20 лет), чем на песках или мелах. Например, на отвале рыхлой вскрыши ЛГОКа среднегодовое количество  $H$  новообразованной почвы составило 24,46 т/га, а на отвале скальной вскрыши — 11,75 т/га. За 30–50 лет такие темпы воспроизводства почв позволяют формировать гумусовый горизонт мощностью 6–10 см. Формирование гумусового горизонта на отвалах сопровождается длительной фиксацией углерода, что может в определенной степени компенсировать его техногенную эмиссию. По расчетам авторов, в новообразованных почвах посттехногенных геосистем скорость фиксации углерода может достигать 60 г/(м<sup>2</sup>·год). В то же время при нанесении плодородного слоя почвы на отвалы в нем происходит преимущественно потеря ОВ.

Несмотря на высокие темпы почвообразования на начальном этапе, к 40–50-летнему возрасту почвы достигают порядка 10%-ной морфологической зрелости фоновых почв, поэтому невозможно ожидать полного восстановления почвенного покрова в техногенных ландшафтах за счет природных механизмов в сколь-нибудь приемлемые сроки. Однако уровень функционирования молодых почв позволяет создавать довольно значительную продукцию фитоценозов, интенсивно преобразовывать субстрат и в полной мере реализо-

вать восстановительно-биосферную функцию [8]. Почвы техногенных ландшафтов уже к 15 годам устойчиво выполняют главные экосистемные функции: разложение ОВ, аккумуляцию элементов-биофилов, инактивацию токсикантов и др. Кроме того, они в сочетании с хорошим задержанием значительно снижают темпы денудации и усиливают физико-химическое преобразование техногенных субстратов (литосферная функция). Поэтому управление природным воспроизводством почв должно быть составной частью мероприятий по экологической реабилитации постпромышленных ландшафтов.

Таким образом, естественное формирование почвенно-растительного покрова в посттехногенных геосистемах КМА — важный природный процесс, имеющий биосферное значение. Его

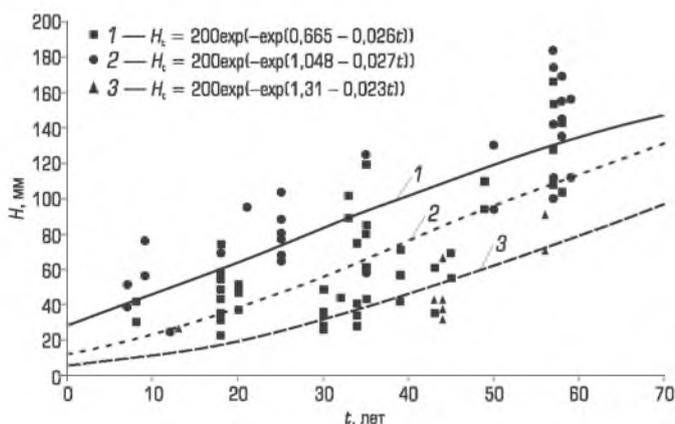


Рис. 2. Тренды формирования мощности гумусового горизонта почв  $H$  в различных субстратных условиях: 1 — суглинок; 2 — песок и супесь; 3 — мел

протекание обеспечивается естественными источниками энергии и не требует существенного вмешательства человека. Для ренатурации техногенных геосистем необходимо создать благоприятные условия для протекания биотических процессов, придать ренатурируемым землям особый охранный статус (земли ренатурационного фонда) путем включения в экологический каркас территории, что позволит исключить повторные нарушения.

Ренатурирование техногенных геосистем, как и традиционная рекультивация, может проходить в два этапа. На горнотехническом этапе должны быть устранены факторы, снижающие эффективность зарастания техногенных субстратов (правило оптимизации эдафотопы). Это неблагоприятные эдафические и почвообразовательные свойства, а также геодинамически и эрозионно опасная форма и крутизна склонов. При этом спектр горных пород, пригодных для ренатурирования, шире, чем для сельскохозяйственной рекультивации, что связано с возможностью подбора адаптированных растительных группировок (правило оптимальных биолитокомбинаций). Ренатурационный потенциал субстратов с неблагоприятными свойствами (фитотоксичные, плотные породы) может быть повышен экранированием и (или) мелиоративными мероприятиями (известкованием, пескованием, глинованием, внесением органики, структурообразователей и др.). В ряде случаев целесообразно конструирование литогенной матрицы будущих почв, например водупорных горизонтов, что особенно важно для лесной ренатурации [3]. Разработка технологий ускоренного восстановления растительного биоразнообразия позволяет в полной мере использовать потенциал плодородия, полученный от активизации восстановления почв, обеспечить создание базового элемента вторичных экосистем, развитие зооценоза и биоразнообразия животных [9]. Для быстрого формирования почвенно-растительного покрова можно использовать специальные ренатурационные смеси на основе суглинков с добавлением стимуляторов гумусоаккумуляции (например, осадка коммунальных сточных вод, гумусированного материала, органических отходов животноводства или перерабатывающей промышленности), сеносеменной смеси дикорастущих трав.

Таким образом, для обеспечения оптимальной ренатурации целесообразен акцент не столько на подбор адаптированных к данным условиям лесомелиоративных мероприятий, сколько на

выбор наиболее эффективной в ландшафтной сукцессии траектории воспроизводства почвенно-растительного покрова, обеспеченной комплиментарным характером геолого-геоморфологических, биотических и почвообразовательных условий.

#### Библиографический список

1. Петин А. Н., Чендев Ю. Г., Шульц Э. Типизация карьерно-отвальных комплексов Курской магнитной аномалии по ландшафтно-геохимической структуре // Изв. РАН. Сер. географическая. 2010. № 3. С. 63–66.
2. Голусов П. В., Чепелев О. А., Самофалова О. М., Суханова М. П., Афанасьев Е. Г. Посттехногенные геосистемы как ренатурационные элементы экологического каркаса территории (на примере карьерно-отвальных комплексов КМА) // Проблемы региональной экологии. 2013. № 4. С. 15–18.
3. Голусов П. В., Лисецкий Ф. Н. Воспроизводство почв в антропогенно нарушенных ландшафтах лесостепи. — М.: ГЕОС, 2009. — 210 с.
4. Эбелинг В., Эгель А., Файстель Р. Физика процессов эволюции / пер. с нем. Ю. А. Данилова. — М.: Эдиториал УРСС, 2001. — 328 с.
5. Goleusov N. V., Lisetskii F. N. Soil development in anthropogenically disturbed forest-steppe landscapes // Eurasian Soil Science. 2008. Vol. 41. № 13. P. 148–1486.
6. Андроханов В. А., Куляпина Е. Д., Курачев В. М. Почвы техногенных ландшафтов: генезис и эволюция. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004. — 159 с.
7. Двуреченский В. Г. Групповой состав железа и гумуса в почвах техногенных ландшафтов Кузбасса // Сибирский экологический журнал. 2009. № 2. С. 171–177.
8. Добровольский Г. В., Никитин Е. Д. Сохранение почв как незаменимого компонента биосферы: функционально-экологический подход. — М.: Наука, 2000. — 185 с.
9. Скрипник О. О. Розробка наукових основ технологій біогеодиверсифікації порушених ґрунними роботами земель для розбудови екологічної мережі // Екологія і природокористування. 2008. — Вип. 11. С. 55–69. 

Голусов Павел Вячеславович,  
e-mail: [goleusov@bsu.edu.ru](mailto:goleusov@bsu.edu.ru)  
Лисецкий Федор Николаевич,  
e-mail: [liset@bsu.edu.ru](mailto:liset@bsu.edu.ru)

"GORNYI ZHURNAL" "MINING JOURNAL", 2014, № 8, pp. 69–73

|                 |   |
|-----------------|---|
| <b>Title</b>    | <b>Restoration of soil and vegetation cover in post-mining geo-systems and their renaturation prospects in the area of the Kursk Magnetic Anomaly</b>   |
| <b>Author 1</b> | Name & Surname: <b>Goleusov P. V.</b><br>Company: <b>Belgorod State University (Belgorod, Russia)</b><br>Work Position: <b>Assistant Professor</b><br>Scientific Degree: <b>Candidate of Geographical Sciences</b><br>Contacts: <b>e-mail: <a href="mailto:goleusov@bsu.edu.ru">goleusov@bsu.edu.ru</a></b>   |
| <b>Author 2</b> | Name & Surname: <b>Lisetsky F. N.</b><br>Company: <b>Belgorod State University (Belgorod, Russia)</b><br>Work Position: <b>Professor</b><br>Scientific Degree: <b>Doctor of Geographical Sciences</b>   |
| <b>Abstract</b> | The article discusses the studies into the natural formation of soil and vegetation cover in post-mining areas of the Kursk Magnetic Anomaly (KMA). A new soil-and-vegetation cover is a consequence of self-organization of eco-systems (renaturation); it contributes to stable state of mining-disturbed surfaces, to carbon fixation and growth of biological productivity. Surface phytomass of grass groups approaches the zonal level in 30–40 years. Naturally formed embryo soil in dumps forms humus layer to 100 mm thick in a few decades and performs key eco-functions of soil. Soil formation rate largely depends on lithological composition of man-made substrates and can reach 2 mm/yr under favorable conditions. High self-restoration potential of forest–steppe eco-systems can be utilized in renaturation of dumps in KMA. The authors suggest approaches to renaturation of post-mining geosystems.<br>The research was carried out under financial support of the government assignment given to higher education institutions of the RF Ministry of Education in the field of scientific work and under the grant for research in the priority trends of the social-and-economic development of the Belgorod Region (Agreement No. G-03 dated Nov 11, 2013). |