

А. С. Федоров, А. А. Сапожников, Е. В. Беликова

ВОССТАНОВЛЕНИЕ РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА БИОГЕОЦЕНОЗОВ ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ ТИХВИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ БОКСИТОВ¹

На ранних этапах развития общества воздействие человека на природную среду было незначительным. В последнее время, особенно в XX в., антропогенный пресс возрос в геометрической прогрессии. Это прежде всего относится к сельскохозяйственному производству и техногенным факторам. Как одну из наиболее острых человечество воспринимает проблему голода. Главной производительной силой земледелия служат плодородные почвы. Около половины этих земель в мире используются до истощения. Огромные площади пашни превращаются в овраги, плодородный слой смывается и выдувается. Большие площади сельскохозяйственных угодий изымаются под строительство городов, дорог, промышленных объектов, засыпаются отходами жизнедеятельности человека. Возрастают масштабы нарушения почвенного покрова в результате разработки минерально-сырьевых ресурсов. Происходит абсолютное сокращение площади пахотных земель. За исторический период человечество потеряло почти 2 млрд га продуктивных земель – больше, чем в настоящее время занято пашнями или пастбищами [1]. Факт достаточно тревожный, заставляющий вновь и вновь обратить внимание на изучение процессов восстановления антропогенно нарушенных ландшафтов.

Открытая добыча полезных ископаемых является одним из мощных факторов локально-антропогенного воздействия на природную среду. Происходит коренная трансформация ландшафта, сопровождающаяся фактическим уничтожением существовавших на месте разрабатываемого месторождения природных экосистем и созданием специфических территориальных техногенных образований, которые получили название «нарушенных земель» [2] или «техногенных ландшафтов» [3].

Изучение антропогенно нарушенных территорий требует системного подхода, предполагающего исследование взаимосвязей и взаимозависимостей между компонентами природных систем. Природная система может считаться выделенной, если: 1) определен набор ее элементов; 2) установлены внутренние и внешние связи между элементами, в том числе и системообразующие; 3) выявлены признаки, характеризующие целостность системы, ее внутреннее единство [4].

В процессе преобразований техногенных ландшафтов формируются разные по динамическим свойствам элементы – наиболее устойчивые коренные и квазикоренные фации, неустойчивые серийные, а также различные антропогенные модификации. Все они постоянно изменяются, трансформируются, переходят из одного состояния в другое, но происходят в определенной амплитуде пространства и времени – в рамках одной инвариантной структуры. Конкретно это проявляется в формировании очень устойчивых связей – отношений между всеми структурными элементами внутри данных гео- и экосистем. Главнейшие из таких связей закрепляются построением факториальных эколого-фитоценологических, пространственно-экологических и эколого-динамических рядов смен почв, фитоценозов, фаций, биогеоценозов.

Ресурсный потенциал предполагает широкую эколого-динамическую трактовку. Согласно ей, ресурсный потенциал включает не только продукционные показатели раститель-

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 05-05-64462 а).

© А. С. Федоров, А. А. Сапожников, Е. В. Беликова, 2006

ности, интенсивность биотического круговорота, видовое разнообразие, но и состав наиболее устойчивых сообществ, а также комплекс экологических условий, определяющий формирование биомассы. Исходя из этого прежде всего изучаются сопряженные типы почв и показатели почвенного плодородия. В процессе оценки ресурсного потенциала требуется нахождение двух его составляющих: ресурсной и экологической [5].

Ресурсный потенциал техногенных ландшафтов имеет небольшую величину, обусловленную в основном химическим составом пород. Однако порода подвергается процессу выветривания (физического, химического, биологического), развитию процессов почвообразования. В результате трансформации рыхлой осадочной породы формируется почвенный профиль, включая образование генетических горизонтов со всем комплексом характерных для них морфологических и физико-химических свойств, обеспечивающих восстановление экологического потенциала (совокупность условий для живых организмов) техногенных ландшафтов.

Изучение восстановления почвенного и растительного покровов проводилось на примере разновозрастных отвально-карьерных комплексов Тихвинского месторождения бокситов, расположенного в пределах западного склона Тихвинской ледниковой гряды (юго-восток Ленинградской обл.). Долгое время данный район оставался недостаточно обследованным. На территории Северо-Запада России наибольшее количество работ по вопросам восстановления почв и растительности на нарушенных землях посвящено Кольскому полуострову [6], северо-западному Приладожью [5, 7], Боровичскому месторождению огнеупорных глин в Новгородской обл. и Кингисепскому месторождению фосфоритов в Ленинградской обл. [8] и др.

Исследуемая территория относится к южно-таежному ландшафтному району Тихвинской гряды. На западе Бокситогорского района Ленинградской обл. начиная с 1930-х годов ведется открытая разработка месторождения бокситов и известняка для глиноземного производства. Разновозрастные нарушенные в результате добычи полезных ископаемых и в настоящее время восстанавливающиеся экосистемы на относительно небольшой территории соседствуют с относительно мало затронутыми антропогенным воздействием ландшафтами. Своеобразие процессов восстановления почв и растительности связано с комплексом местных природных условий. Восточные районы Ленинградской обл. занимают промежуточное положение между средней и южной тайгой. Несмотря на это, среднетаежные черты растительного покрова выражены отчетливее. Господствующим типом растительности является древесный. Соотношение лесных формаций на территории восточных районов Ленинградской обл. следующее: ельники – 35%, сосняки – 34%, березняки – 23%, осинники – 8%. Возраст древесных пород снижается, что является следствием интенсивной эксплуатации (вырубок). В растительном покрове естественных ландшафтов преобладают ельники-черничники и ельники кислично-черничные, произрастающие на дерново-подзолистых и дерново-подзолистых глеевых суглинистых почвах водораздельных равнин, сменяющиеся ельниками кислично-папоротниковыми на таких же почвах склонов долин рек. Из вторичных лесов представлены березняки с примесью осины и ели, появляющиеся по вырубкам и гарям на месте коренных ельников. В схеме почвенно-географического районирования эта территория относится к Валдайскому болотно- и полуболотно-подзолисто-дерново-подзолисто-песчано-суглинисто-конечно-моренному округу [9]. Как показали проведенные исследования, в ненарушенном почвенном покрове изучаемого района преобладают подзолистые и дерново-подзолистые почвы, развивающиеся на красно-бурых суглинках, на песчаных озерно-ледниковых отложениях формируются Al-Fe-гумусовые почвы.

При изучении антропогенно-преобразованных ландшафтов использовались сравнительно-географический, профильно-генетический, сравнительно-исторический и картографический методы. Проводилось полевое исследование почв с закладкой почвенных разрезов, описанием морфологического строения почвенного профиля, отбором образцов из каждого генетического горизонта. Диагностика и обозначения почвенных горизонтов проводились согласно классификации почв [10], описание растительности – в соответствии с общепринятыми методиками на пробных площадках площадью 400 м². Растительные сообщества склонов, площадь которых могла быть меньше указанной, описывались в естественных границах. Основной принцип выбора и закладки почвенно-геоботанических профилей на рекультивируемых территориях – время отсыпки отвала с интервалом приблизительно 20 лет. Для исследований были выбраны три месторождения: Батьковское южное, отвал образован 5 лет назад и расположен в окрестностях населенного пункта Батьково; Веселецкое, отвал появился 25 лет назад и находится в окрестностях пос. Веселец; Батьковское северное месторождение бокситов, отвал возник 55 лет назад и расположен в 1,2 км к северо-северо-востоку от населенного пункта Батьково.

На ключевых участках определялись состав растительности (видовой, экоморфный, экологический, фитоценотический) и ее структура (вертикальное строение, горизонтальное сложение, функциональная структура).

Почвообразующими породами являются элювий бокситовой породы (включая массивы бокситовой породы, крупные валуны, щебень боксита и мелкодисперсную землистую массу), супеси, суглинки и реже глины. Изначальное происхождение этих пород различно: они представляют собой переотложенные в ходе разработки полезных ископаемых породы вскрыши (ледниковые красно-бурые суглинки плейстоценового возраста, иногда с щебнем карбонатных пород) и вмещающей толщи (суглинисто-глинистые морские отложения нижнего карбона, алевроитовые песчаники, известняки). В качестве непосредственных субстратов для поселения растений и развития процессов почвообразования в большинстве случаев выступают супесчано-суглинистые отложения, составляющие верхнюю часть толщи отвала, которые образовались в результате проведения обязательного для любого горнодобывающего предприятия этапа горнотехнической рекультивации, служащего основой для биологической рекультивации отвалов.

Формирование почв происходит под влиянием процессов почвообразования: биогенной аккумуляции и подзолистого. Кроме того, при трансформации почвообразующих пород и развитии почв имеют место элементарные почвенные процессы: биогенной аккумуляции, оподзоливания, выщелачивания, элювиальный, иллювиальный, а также процессы, связанные с накоплением Fe и Al (сиалитного, ферсиалитного и алитного).

Первичный процесс трансформации отвалов начинается с выветривания пород и поселения на них растений, не требовательных к элементам минерального питания. Через 5 лет на Батьковском южном отвале сформировалась практически не дифференцированная толща красного цвета, слабо вскипающая от HCl и представленная мелкоизмельченным материалом бокситовой породы. Поверхностный слой прочно сцементирован, на глубине 2–8 см слой менее плотный, с 8 см сложение очень плотное. Сплошной растительности нет, наблюдаются единичные мелкие растения на значительном расстоянии друг от друга. Разреженная группировка состоит из трех видов (*Tussilago farfara* L. + *Lathyrus pratensis* L. + *Trifolium medium* L.). Реакция среды $pH_{водн}$ в верхнем слое отвала (0–5 см) составляет 7,8, содержание гумуса — 0,4% (таблица).

На Веселовском месторождении бокситов через 25 лет после отсыпки отвала выделен эдафо-фитоценоотический ряд. На верхней площадке отработанного отвала открытой разработки бокситов формируется дерново-литогенная маломощная супесчаная почва на вторичных красно-бурых глинах, в профиле которой выделяются горизонты A₁, AC, C. Исходный материал подвергается выветриванию, порода раздробляется, усиливается процесс химического и биологического воздействия, и во внешнюю среду увеличивается приток доступных для живых организмов элементов питания. Растительность на этом участке отвала – разнотравно-злаковый луг. Преобладающие виды: овсяница овечья (*Festuca ovina*), донник белый (*Melilotus albus*), щучка дернистая (*Deschampsia cespitosa* (L.) Beauv.), вейник наземный (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth), луговик извилистый (*Avenella flexuosa* (L.) Drejs). Общее проективное покрытие травостоя достигает 85%. Видовое многообразие представлено 20 видами. Выявленные виды растительности предпочитают почвы, богатые элементами минерального питания и не требовательные к влаге. Данные по изменению pH свидетельствуют о некотором увеличении кислотности в слое 5–10 см, что связано с образованием кислых органических продуктов при трансформации растительных остатков. Содержание гумуса в горизонте A₁ достигает 2% и с глубиной резко снижается (см. таблицу).

В средней части склона формируется дерновая элювиальная маломощная легкосуглинистая почва, которая имеет более дифференцированный профиль на генетические горизонты (A₁ – AB – B – C). Наблюдается образование горизонтов биогенной аккумуляции, элювиального и иллювиального с содержанием гумуса соответственно 2,7, 1,2 и 1,4%. Этому способствуют промывной водный режим и растительность, развивающаяся на данном элементе ландшафта. Растительность представлена смешанной группировкой. Преобладающие виды:

Изменение показателей кислотности и содержания гумуса в почвах

Показатель	A ₁	A ₁ A ₂ , АВ*,	B, (B _g), A ₂ **	BC ** (BC _g), AC*	C, C _g *
<i>Примитивная супесчаная (Батьковское южное, 5-летнее)</i>					
pH _{водн}	7,8				
Гумус, %	0,4				
<i>Дерновая литогенная маломощная супесчаная (Веселовский отвал, верхняя часть профиля)</i>					
pH _{водн}	7,2			*7,8	8,2
Гумус, %	2,1			0,8	0,12
<i>Дерновая элювиальная маломощная легкосуглинистая (Веселовский отвал, средняя часть профиля)</i>					
pH _{водн}	7,6	8,1*	8,3		8,5
Гумус, %	2,7	1,2*	1,4		0,02
<i>Дерново-карбонатная оподзоленная глееватая среднесуглинистая (Веселовский отвал, нижняя часть профиля)</i>					
pH _{водн}	8,0	8,1	8,4	8,4**	
Гумус, %	5,1	1,5	1,2	0,16**	
<i>Дерново-карбонатная маломощная легкосуглинистая (Батьковское северное, верхняя часть профиля)</i>					
pH _{водн}	8,1	8,4*	8,6		8,6
Гумус, %	5,4	3,8*	1,4		0,12
<i>Дерново-карбонатная выщелоченная среднесуглинистая (Батьковское северное, средняя часть профиля)</i>					
pH _{водн}	7,5	7,0*	7,4		7,6
Гумус, %	5,6	4,7*	1,5		0,12
<i>Дерново-карбонатная маломощная намывтая легкосуглинистая (Батьковское северное, нижняя часть профиля)</i>					
pH _{водн}	7,5	7,8*			8,2
Гумус, %	6,4	5,0*			0,2
<i>Дерново-среднеподзолистая на ледниковых валунных суглинках, естественная ненарушенная почва</i>					
pH _{водн}	6,3	5,7	5,1**	5,9	6,7*
Гумус, %	8,2	7,1	1,0**	2,8	0,3*

Пр и м е ч а н и е. Звездочки у цифры указывают генетический горизонт.

подмаренник северный (*Galium boreale* L.), донник белый (*Melilotus albus* L.), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.). Общее проективное покрытие травостоя составляет 75%. Видовое многообразие на пробной площадке представлено 10 видами. В данной части склона создается определенный дефицит влаги, а эти растения способны переносить краткую, но не очень сильную засуху, и среди них преобладает мелколиственное разнотравье.

В нижней части склона распространена дерново-слабоподзолистая глееватая среднесуглинистая почва на красно-бурых глинах (A₁ – A₁A₂ – B_g – BC_g – C_g). Для нее свойственно значительное содержание гумуса (5,1%) за счет высокой продуктивности растений, большого количества растительных остатков и намыва органических веществ с более высоких элементов рельефа. Экологические условия (влажность, микроклимат, обеспеченность элементами минерального питания, аэрация) формируют растительную ассоциацию – ивняк разнотравно-злаковый, в состав которой входят: ива козья (*Salix caprea* L.), лисохвост луговой

(*Alopecurus pratensis* L.), тимофеевка луговая (*Phleum pratense* L.), ежа сборная (*Dactylis glomerata*), клевер средний (*Trifolium medium* L.), чина лесная (*Lathyrus sylvestris* L.). Общее проективное покрытие – от 25 до 40%. Проективное покрытие травостоя: общее – 70%, истинное – 40–45%. Количество видов на участке – 16.

Эдафо-фитоценотический ряд на Батьковском северном отвале после выработки месторождения бокситов также расположен на сходных элементах рельефа. Через 55 лет на верхней площадке склона сформировалась дерново-карбонатная маломощная легкосуглинистая почва ($A_1 - AB - B_{Ca} - C_{Ca}$) на вторичных красно-бурых глинах с достаточно высоким содержанием гумуса в гумусово-аккумулятивном горизонте (5,4%). Растительность представлена комплексами: щучка дернистая (*Deschampsia cespitosa*) + ястребинка обыкновенная (*Hieracium vulgatum* Fries), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Wigg.) + бодяк полевой (*Cirsium arvense* (L.) Scop.) + чина лесная (*Lathyrus sylvestris* L.) + горошек мышиный (*Vicia cracca* L.). Общее проективное покрытие – до 40%, истинное покрытие – 15–18%. Количество видов на участке – 7.

В средней части склона отвала наблюдается биогенное накопление Ca в гумусово-аккумулятивном горизонте, что подтверждается слабощелочной реакцией среды, отмечается интенсивный иллювиальный процесс, происходит выщелачивание химических элементов и прежде всего Ca, Mg, Fe и Al. Профиль почвы имеет следующий вид: $A_1 - AB - B_{Ca} - C_{Ca}$. Реакция среды уменьшается от 7,5 в верхнем горизонте до 7,0 в элювиальном и затем растет до 7,6 в почвообразующей породе. Содержание гумуса достаточно высокое, уменьшается вниз по профилю от 5,6 до 0,12%. Растительность представлена сосняком разнотравным. Общее проективное покрытие – 80%. Виды, преобладающие на участке: сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), высотой 5–7 м, клевер средний (*Trifolium medium* L.), клевер луговой (*Trifolium pratense* L.), горошек мышиный (*Vicia cracca* L.), чина луговая (*Lathyrus pratensis* L.). На пробной площадке имеются всходы сосны обыкновенной, высотой до 20 см, березы бородавчатой (*Betula pendula* Roth), лишайники. Количество видов на площадке – 11. Наличие видов семейства бобовых свидетельствует о достаточном количестве в почве подвижного Ca и других элементов минерального питания, а также о благоприятных физико-химических свойствах (хорошая аэрация, мелкокомковатая водопрочная структура).

В нижней, аккумулятивной части техногенного ландшафта формируется дерново-литогенная маломощная намытая легкосуглинистая почва на вторичных красно-бурых глинах. Профиль почвы небольшой по мощности и имеет следующие горизонты: $A_1 - AB - C$. Реакция среды слабощелочная. Содержание гумуса самое высокое из всех изучаемых почв (от 6,4% в A_1 , 5,0% в AB и до 0,21% в почвообразующей породе).

Растительная ассоциация – ивняк разнотравный. Проективное покрытие почвы: 50–80% под группировками мхов и тростником, среднее по всей пробной площади – 42–45%. Преобладающие виды: ива козья (*Salix caprea* L.), клевер средний (*Trifolium medium* L.), горошек мышиный (*Vicia cracca* L.), василек луговой (*Centaurea jacea* L.), ястребинка обыкновенная (*Hieracium vulgatum* Fries.). Количество видов на участке – 16. Из-за достаточно существенного повышения влажности почвы преобладают влаголюбивые виды и растения, требовательные к плодородию.

Для анализа процессов восстановления почв и растительности на отвалах после добычи полезных ископаемых было проведено сравнение с естественной, не нарушенной антропогенной деятельностью территорией. Пробная площадка была заложена в 2,5 км на восток от г. Пикалево. Почва дерново-среднеподзолистая супесчаная на ледниковых валунных суглинках, наиболее распространенная в данном районе и имеющая следующее строение профиля: $A_1 - A_1A_2 - A_2 - B - BC - C$. Реакция среды почвы слабокислая, содержание гумуса изменяется от 7,6% в гумусовом горизонте до 1% в подзолистом, затем повышается до 2,8% в иллювиальном и резко снижается до 0,3% в BC горизонтах.

Растительная ассоциация представлена ельником гераниево-марьянниковым. Проективное покрытие почвы – 90%. Преобладающие виды: ель обыкновенная (*Picea abies* (L.) Karst), марьянник дубравный (*Melampyrum nemorosum* L.), герань лесная (*Geranium sylvaticum* L.), кислица обыкновенная (*Oxalis acetosella* L.), земляника лесная (*Fragaria vesca* L.). Количество видов на учетной площади – 21.

Результаты полевых наблюдений позволяют выявить изменение почвенного и растительного покровов во времени. Для этого проведем сравнительный анализ почв и растительности на одинаковых элементах ландшафтов и различающихся по времени восстановления экологического потенциала биогеоценозов.

Пробные площадки, расположенные в верхней части почвенно-геоботанических профилей, значительно отличаются друг от друга. На Батьковском южном отвале, образованном за 5 лет до начала исследований, почвообразующий субстрат практически не дифференцирован, нельзя выделить какие-либо почвенные горизонты, растительный покров представлен единичными мелкими растениями и создаются условия для первичных сукцессий. В отличие от него, на верхнем участке Веселецкого отвала, возникшего 25 лет назад, наблюдаются процесс биогенной аккумуляции, начальная дифференциация профиля на горизонты А, АС и С. Растительный покров также значительно изменяется. Растительность представлена разнотравно-злаковым лугом, появляется большое количество видов растений, конкурирующих между собой, проективное покрытие увеличивается. На Батьковском северном отвале, образованном 55 лет назад, почва на верхней части почвенно-геоботанического профиля имеет полно развитый профиль, характерный для зональных типов почв. Растительность становится комплексной, появляются доминирующие и содоминирующие виды.

Почвы в средней части Веселовского и Батьковского северного отвалов по развитию процессов почвообразования мало отличаются друг от друга, а выявленные различия в них связаны в большей степени с составом почвообразующих пород, прежде всего с количеством карбонатов. Различия в растительном покрове более значительны и являются следствием большего количества влаги и лучшей обеспеченности элементами минерального питания. На Веселовском отвале растительность представлена смешанной группировкой, а Батьковском северном – растительной ассоциацией сосняк разнотравный. Происходит довольно значительное изменение структуры и состава растительного покрова, увеличивается проективное покрытие.

Изменения в нижней части почвенно-геоботанического профиля не так значительны и отмечаются в основном в растительном покрове. Ивняк разнотравно-злаковый Веселовского отвала становится на Батьковском северном отвале ивняком разнотравным. Главным образом меняется травяной ярус, злаковые виды практически полностью вытесняются разнотравьем.

Результаты исследований позволяют прийти к следующим выводам:

1. Восстановление ресурсного потенциала антропогенно нарушенных биогеоценозов начинается с наиболее консервативного компонента природных систем – почв, которые создают необходимые условия для начала первичных сукцессий растительности. Под влиянием факторов почвообразования формируются почвы, проходя различные стадии развития от примитивных, маломощных до полно развитых, распространенных на этой территории, восстанавливаются их состав и свойства.

2. Восстановление растительности начинается с первичных сукцессий, в ходе которых идет процесс первоначального формирования биоценоза – заселение нового пространства первыми, пионерными формами жизни, отбор конкретных условий среды и конкуренции за средства жизни. С момента образования почвы создаются условия для вторичных сукцессий, которые развиваются в направлении восстановления биоценозов. Можно выделить следующие этапы смены растительности: через 5, 25 и 55 лет в верхней части

почвенно-геоботанического профиля – разряженная группировка – разнотравно-злаковый луг – растительный комплекс, в средней части – смешанная группировка – растительная ассоциация сосняк разнотравный, в нижней части – растительная ассоциация ивняк разнотравно-злаковый – растительная ассоциация ивняк разнотравный.

3. С течением времени биоценозы и их свойства меняются. Через 5 лет наблюдается бедность жизненных форм и выделяются только виды, не предъявляющие высоких требований к экологическим условиям. Со временем растительный покров обогащается новыми жизненными формами, появляются древесные виды. За счет увеличения количества видов (до 20) закономерно обогащается видовой состав. На отвалах после 55 лет с момента отсыпки в результате конкуренции между произрастающими видами растений формируется сообщество, в котором наиболее успешными оказываются виды, наиболее приспособленные к условиям местообитания и характерные для данной стадии сукцессии, создается более сложная вертикальная структура растительности (мохово-лишайниковый и травяной, кустарничковый и древесный ярусы). Происходит выравнивание горизонтальной структуры, с течением времени в растительном покрове в составе сообщества выделяются доминирующие виды.

Summary

Fedorov A. S., Sapojnikov A. A., Belikova E. V. Recovery of resource potential of biogeocenose of man-caused landscapes of Tikhvin bauxite-field.

Characteristics of recovery of soils and vegetation of man-caused landscapes are investigated. It is discovered that the renewal of resource potential on anthropogenic-disturbed territories depends on weathering of a soil generating layer, climate conditions and accumulation of mobile forms of mineral elements supply. Soils recovery starts with primitive and weak soils to advanced soils widespread on this territory, soil mixture and characteristics are recovered. The research results enable to distinguish the following steps of vegetation shifts in the upper part of soil-geobotanical profile in 5, 25 and 55 years: grouping-motley grass-cereal meadow – vegetative complex, in middle part – mixed grouping – vegetative association diffused grouping – motley grass pinery, in the lower part – vegetative association osier-bed – motley grass cereals – vegetative association osier-bed motley grass.

Литература

1. *Шафранов О. Д.* Эколого-агрохимическая оценка плодородия дерново-подзолистых почв Волго-Вятского региона при длительном сельскохозяйственном использовании: Автореф. докт. дис. Казань, 2005.
2. *Классификация нарушенных земель для рекультивации: ГОСТ 17.5.1.02-85.* М., 1985.
3. *Восстановление техногенных ландшафтов Сибири (теория и технология) / Отв. ред. С. С. Трофимов.* Новосибирск, 1977.
4. *Ильина И. С.* Структурно-динамический подход при классификации и районировании растительного покрова (на примере пойменных экосистем). СПб., 1999.
5. *Федоров А. С., Окунева Е. Ю.* К оценке ресурсного потенциала лугов Северо-Западного Приладожья // *Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 7: Геология, география.* 1999. Вып. 3 (№ 21).
6. *Переверзев В. Н., Свейструп Т. Е., Стрелкова М. С.* Антропогенные изменения подзолистых почв северной Фенноскандии. Апатиты, 2002.
7. *Исаченко Г. А., Резников А. И.* Динамика ландшафтов тайги Северо-Запада Европейской России. СПб., 1996.
8. *Абакумов Е. В., Лисицина О. В.* Начальные стадии почвообразования и самозарастания карьерно-отвальных комплексов Ленинградской области // *Материалы по изучению русских почв / Под ред. Б. Ф. Апарина, С. Н. Чукова.* СПб., 2003. Вып. 4 (31).
9. *Гагарина Э. И., Матинян Н. Н., Счастливая Л. С., Касаткина Г. А.* Почвы и почвенный покров Северо-Запада России. СПб., 1995.
10. *Классификация и диагностика почв СССР / Отв. ред. Е. Н. Иванова.* М., 1977.

Статья поступила в редакцию 17 марта 2006 г.