

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ЦЕНТР ПО ПРОБЛЕМАМ ЭКОЛОГИИ И ПРОДУКТИВНОСТИ ЛЕСОВ РАН  
ИНСТИТУТ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ  
ПОЧВОВЕДЕНИЯ РАН  
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНСТИТУТ МОНИТОРИНГА КЛИМАТИЧЕСКИХ  
И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ СО РАН

# **СОВРЕМЕННЫЕ КОНЦЕПЦИИ И МЕТОДЫ ЛЕСНОЙ ЭКОЛОГИИ**

**Сборник материалов Первой Всероссийской  
школы-конференции по лесной экологии  
(Томск, 25–30 августа 2013 г.)**

Томск  
2013

ление используемых явлений в пространстве, что подтверждается результатами наших предыдущих исследований [6, 7].

В результате исследования были построены карты жизнеспособности древостоев и структурного разнообразия лесных биогеоценозов для городских лесов. На рис. 1 приводится пример таких карт для лесного массива 45-й квартал. Интервалы цветовых градаций отражают значения интегральных показателей. Наиболее тёмной окраске соответствуют максимальные значения. Анализ таких карт позволяет выявить наиболее ценные в природоохранном отношении участки природной территории, выделить ядра биоразнообразия и произвести эколого-функциональное зонирование.

#### Литература

1. Абросимов К.Н. Разработка и создание универсальной GIS-совместимой основы почвенно-экологических исследований и мониторинга муниципальных образований (на примере города Королева) // Компьютерные технологии в образовании: новые достижения: Сборник материалов круглого стола 25 февраля 2010 г. МГПУ / отв. ред. О.В. Шульгина. М. : МГПУ, 2010. С. 56–62.
2. Беднова О.В. Мониторинг биоразнообразия лесных и урбоэкосистем // Мониторинг состояния лесных и городских экосистем / под ред. В.С. Шалаева, Е.Г. Мозолева. М. : МГУЛ, 2004. С. 39–51.
3. Беднова О.В. Структурное разнообразие лесных биогеоценозов как параметр лесоэкологического мониторинга городских охраняемых природных территорий // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. М. : МГУЛ, 2009. С. 182–191.
4. Берлянт А.М. Теория геоизображений. М. : ГЕОС, 2006. 262 с.
5. Дунаева Т.В., Савватеева О.А., Волков В.А., Дунаева Е.А. Результаты целевого обследования загрязнения снежного покрова территории г. Королева // Сб. статей «Научный потенциал Московской области – устойчивому развитию территорий центрального региона России». Ярославль ; Королев : Канцлер, 2009. С. 22–35.
6. Лихачев А.А. Экологическое зонирование территории городского лесного массива с использованием ГИС (на примере г. Королева) // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. 2011. № 4(80). С. 151–155.
7. Лихачев А.А. Эколого-функциональное зонирование природной территории посредством ГИС // Образование и наука для устойчивого развития. Межвузовская научно-практическая конференция и научная школа для молодых ученых и студентов: материалы конференции : в 2 ч. М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2011. Ч. 1. С. 56–58.
8. Лихачев А.А. Методика проектирования локальной экологической сети на основе городских лесных экосистем // Образование и наука для устойчивого развития. Международная научно-практическая конференция и научная школа молодых ученых и студентов : материалы конференции. М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. Ч. 2. С. 58–62.
9. Мозолева Е.Г. Информационное обеспечение урбомониторинга // Мониторинг состояния лесных и городских экосистем / под ред. В.С. Шалаева, Е.Г. Мозолева. М. : МГУЛ, 2004. С. 108–123.
10. Смирнова О.В., Ханина Л.Г., Бобровский М.В. и др. Руководство по полевой практике. Методы сбора и первичного анализа геоботанических и демографических данных // Сохранение и восстановление биоразнообразия : учебно-методическое издание. М. : Изд-во НУМЦ, 2002. С. 109–144.
11. Шпынов А.В., Стрельцов А.Б. Создание и анализ биоиндикационных карт // Очерк экологии г. Калуги. Калуга, 2000. С. 386–392.
12. Шпынов А.В., Стрельцов А.Б. Создание и анализ биоиндикационных карт в рамках экологического мониторинга города (к вопросу о городских экологических ГИС) // Материалы пятого всероссийского форума ГИС-Ассоциации «Геоинформационные технологии. Управление. Природопользование. Бизнес» (Москва, 1–5 июня 1998 г.). URL: <http://www.gisa.ru/1002.html>

УДК 631.4

## АСПЕКТЫ ВЛИЯНИЯ ВЕТРОВАЛОВ НА ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОЧВ ЧЕРНЕВОЙ ТАЙГИ

*С.В. Лойко<sup>1</sup>, М.В. Бобровский<sup>2</sup>, Г.И. Истигечев<sup>1</sup>, М.А. Поданева<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Национальный исследовательский Томский государственный университет (г. Томск),  
[s.loyko@yandex.ru](mailto:s.loyko@yandex.ru)

<sup>2</sup> Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН (г. Пушкино),  
[maxim.bobrovsky@gmail.com](mailto:maxim.bobrovsky@gmail.com)

Анализ работ посвященных генезису текстурно-дифференцированных почв показывает, что в каждом исследовании можно выделить основной акцент, согласно ко-

торому строится система доказательств той или иной концепции происхождения текстурной дифференциации. Проведена группировка работ, согласно доминирующему подходу в системе доказательств, перечислим их: 1. Химический и биохимический. 2. Литолого-географический. 3. Эволюционный. 4. Морфогенетический. 5. Режимно-функциональный. 6. Биогеоценотический. 7. Модельный. 8. Генетико-географический. 9. Регионально-генетический. 10. Почвенно-покровный. Приводимые нами исследования остаточных изменений в гранулометрическом составе почв после ветровалов получены в рамках морфогенетического подхода, который заключается в детальном мезо- и макроморфологическом изучении строения фоновых почв, поиску диагностических признаков ветровалов и их изучению с использованием лабораторных и цифровых аналитических методов: детальное макрофотографирование, мезофотографирование, сканирующая-электронная микроскопия с одновременной детекцией элементного состава (приставка Quantax 70 к SEM Hitachi TM3000), гранулометрический состав различных морфологических элементов с использованием пипеточного метода Н.А. Качинского и фотоседиментометрического метода, который позволяет проанализировать образцы малой массы (0,1–0,5 г).

Объектами исследований выступили почвы и почвенный покров осиново-пихтовой высокотравной черневой тайги вершины Томь-Яйского междуречья, склоны которого заняты зональными подтаежными ландшафтами, где преобладающими почвами автономных местоположений являются темно-серые и серые почвы. Черневые экосистемы отличаются наибольшей напряженностью ветровального морфогенеза среди экосистем Сибири, что связано с: 1) благоприятными условиями для развития средне-глубоких корневых систем деревьев; 2) формированием в весенне-раннелетний и позднелетний периоды надтекстурных верховодок, благодаря чему уменьшается связанность почвенной массы и повышается ветровальность деревьев при шквалистых ветрах; 3) низкой горимостью лесов и слабой заселенностью человеком пояса черневых экосистем, что способствовало более полной реализации ветровальных потенциалов древостоя. В черневой тайге в древостое два доминанта, поэтому средняя глубина ветровалов должна была быть более стабильной, чем, например, в полидоминантных неморальных и бореально-неморальных лесах Европы. Под черневыми экосистемами развиваются текстурно-дифференцированные почвы, обладающие рядом особенностей: мощные осветленные горизонты (до 60–80 см) с монотонным строением; останцовый характер нижней части элювиальных горизонтов; ровная граница перехода от элювиальных горизонтов к текстурным, наличие резких границ между компонентами почвенного покрова. Сопоставление специфики почв и ветровального морфогенеза натолкнуло на мысль об их генетической связи и определило целью работы изучение признаков ветровального морфогенеза для выявления его роли в генезисе почв черневой тайги.

Роль ветровалов в процессах текстурной дифференциации, формировании новообразований связанных с процессами изменения и миграции тонкодисперсной фазы продуктивно рассматривать с учетом трех компонентов педогенного механизма осветления:

1. Почвенная вода (раствор) в состоянии, описываемом гидрологическими константами, в соответствии с которыми она перемещается в гравитационном поле, переноса частицы.

2. Вещества, разрушающие и растворяющие «почвенные клеи», а также элементарные частицы (то есть так называемые «агенты оподзоливания»). Из-за их действия развиваются процессы дезагрегирования и диспергирования почвенных агрегатов и микроагрегатов, выщелачивается целый спектр нерастворимых или слаборастворимых веществ, протекает селективное минералого-гранулометрическое выветривание (вызывают его органические кислоты и комплексообразователи, поступающие из подстилки и/или возникающие в результате брожения при кратковременном оглеении, а также само понижение ОВП).

3. Механическая сила, то есть всё то, что связано со всевозможными механическими воздействиями на почву, приводящими к:

а) усилению процессов дезагрегирования и диспергирования (за счёт давления на агрегаты, микрокавитации от падающих капель), поставляющих материал для партлюкации / лессиважа и увеличивающих свободную поверхность частиц подвергающихся далее селективному мин.-гран. выветриванию;

б) выносу менее осветлённого (ещё не осветлённого) материала из глубины почвы на её поверхность;

в) заглублению материала осветлённого на поверхности и в верхних горизонтах почвы в её вглубь.

Из трёх компонентов, первый является облигатным, вторые два факультативными, так как уже одного перемещения влаги по профилю при высоком записывающем потенциале субстрата будет достаточно для обезыливания, однако наибольшей силы процессы осветления достигают при совокупном действии трёх перечисленных агентов. В гумидной зоне всегда действуют первый компонент, второй в зависимости от состояния биологического и геогенного факторов играет большую или меньшую роль. Третий же компонент может, как практически отсутствовать, так и играть выраженную роль, иногда большую, чем второй компонент, например, в описанных Н.А. Караваевой [1] окультуренных почвах, развивающихся под влиянием агролессиважа. Верхние почвенные горизонты в оптимальной природной обстановке под лесом в гумидной зоне постоянно промываются нисходящими токами воды, испытывают атаку органических хелатирующих и кислотных агентов, пониженных значений Eh, что сопровождается механическими воздействиями, вызванными постоянными биотурбационными воздействиями. Верхние 50–70 см нативной почвы своего рода «био-механический реактор», в котором создаются условия для разделения крупных и мелких фракций, с последующим выносом последних или продуктов их разрушения. М.В. Бобровским [2] предложено различать два аспекта морфологической реализации процессов осветления: *форму* и *содержание*. Эти два аспекта по-разному соотносятся с описанными выше компонентами механизма осветления. Содержание, то есть субстантивная характеристика элювиальных горизонтов, обусловлено протеканием множества элементарных почвообразовательных процессов, как то лессиваж, кислотный гидролиз, выщелачивание и растворение, более широкий процесс селективного минералого-гранулометрического выветривания, ещё более широко понимаемое элювирование, как результат возникновения кратковременного оглеения на фоне застойно-промывного водного режима, биогенное оподзоливание по Фокину и т.д. На содержание влияют и механические воздействия: агролессиваж (современный или археологический), осветление на поверхности обнажённой почвы на выбросах или ветровалах.

Форма подразумевает то, как расположены в пространстве осветлённые горизонты и морфоны, их мощность и характер границ. Форма, как и содержание, полигенетичная категория. С одной стороны она может определяться физико-химическими процессами, которые придают границам фронтальный, а переходам градиентный характер и турбационными воздействиями, вызывающими формирование искажений, резких переходов, мозаики морфонов, заглубление границ, а при длительном развитии гомогенизацию мозаичного профиля, заглубление и перемещение в пределах профиля материала из области действия определённых физико-химических и механических субстантивных процессов туда, где они не действуют.

В работе М.В. Бобровского [1] показано, что процесс осветления, так же как и гумусонакопление, происходит практически полностью на поверхности, а далее уже турбационными процессами происходит погружение материала вглубь профиля. Однако формирование контактно-подзолистых горизонтов указывает на большую роль внутрипочвенного осветления. По всей видимости, в природе условия для проявления осветления могут возникать как на поверхности, так и на глубине. При этом на

поверхностное осветление наибольшую роль будет оказывать состояние надземного блока экосистемы, тогда как на внутрипочвенное – водный режим и литология. В процессах поверхностного осветления значительную роль играет механический компонент, вызывающий лессиваж и партлювацию, контактное внутрипочвенное осветление связано в основном с процессами снятия красящих пленок с поверхности минералов, растворения «почвенных клеев».

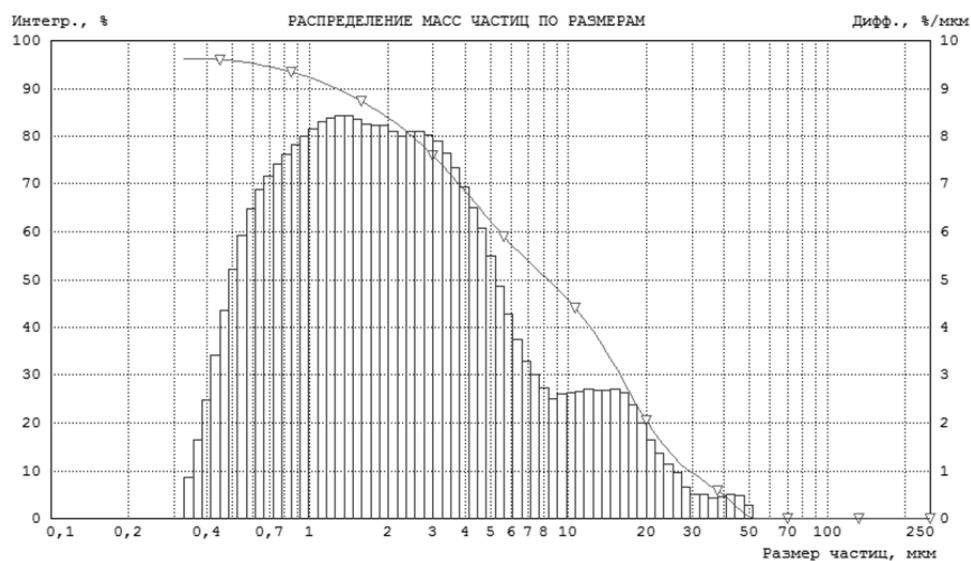
Ветровальные педотурбации в описанной схеме являются ключевым элементов обеспечивающим механической компоненты текстурной дифференциации. Многочисленными работами [3–7 и мн. др.] установлено, что свойства почв при ветровалах изменяются не только в пределах провернутого слоя, но и в залегающих по ним горизонтах. При зарастании и нивелировании ветровальных почвенных комплексов образованных глубокими вывалами часть ветровальных признаков сохраняется неопределенно долго, вплоть до следующего вывала, относясь к изменениям необратимого характера [2, 3, 4, 6, 7]. В почвах подвергавшихся значительному воздействию ветровалов за голоцен «накопились» необратимые изменения (в том числе связанные с гранулометрическим составом), поэтому применение к ним моделей педогенеза предполагающих постепенное, последовательное протекание почвенных процессов будет неадекватно, так как они искажены турбационной моделью. Изучение масштабов этих искажений поможет прояснить многие вопросы, связанные с генезисом почв и почвенного покрова.

Морфогенетический анализ почв черневой тайги показал широкую распространенность необратимых изменений гранулометрического состава на месте ветровальных котлов (снивелированные ветровальные западины) как на уровне морфемно-морфонной мозаики, так и почвенного профиля в целом. Рассмотрим некоторые из них. В гумусово-элювиальных горизонтах встречаются два типа морфем, состоящих из отмытого пылеватого материала в порах, – белесые «черточки» и «глазки». «Черточки» представляют собой заполненные цилиндрические поры (червороины, корневые ходы). Их формирование связано с отмывкой тонкодисперсной фракции на незащищенной растительностью поверхности западины и кома. «Черточки» распространены под полиморфонами с ярко выраженным комплексом ветровальных признаков. Формирование «глазков» связывается с обезыливанием поверхности агрегатов, либо поверхностными процессами сепарации и накопления пылеватой фракции в микролакунах, которые в дальнейшем погребаются при заплывании западины. Они имеют легкий гранулометрический состав и малые размеры (до 2 см). Было показано, что содержание илистой фракции в материале «глазка» в среднем в 1,9 раза меньше, чем во вмещающей массе (рис. 1) Осветление материала происходит как за счет выноса ила, так и мелкопылеватой фракции, более крупные частицы сохраняют стабильность.

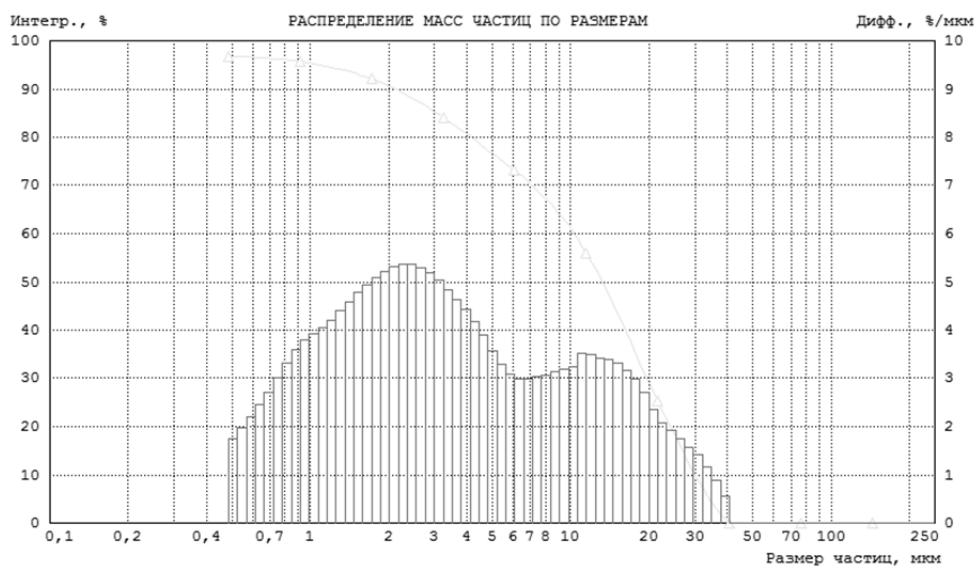
Останцовый тип перехода от текстурных горизонтов к (гумусово-)элювиальным или остаточнo-гумусовым иллювиально-трансформированным горизонтам. Рассматривается в работах А.И. Гоголева, В.О. Таргульяна [8], В.Д. Тонконогова [9] и связан с географическими особенностями деградации текстурной толщи. Представляет собой модификацию субэлювиального горизонта, когда в осветленный и облегченный материал элювиального горизонта, включены более тяжелые и плотные буроокрашенные островные фрагменты (останцы) материала текстурного горизонта. Нами формирование останцов связывается с включением обломков текстурного горизонта вынесенных вывалом в массу осветленных горизонтов при заполнении западины вывала.

Анализ элементного состава на микроанализаторе (приставка Quantax 70 к SEM Hitachi TM3000) показал, что в нижних частях гумусово-элювиальных и остаточнo-гумусовых горизонтов к останцам зачастую приурочены области накопления гидроксидов железа. Останцы благодаря большому содержанию илистой фракции выступают зонами, вокруг которых формируются железистые примазки. В ожелезненных

останцах в среднем в 1,5 раза больше содержание железа, чем во внутривершинной массе. Останцы без хроматических признаков ожелезнения имеют содержание железа приблизительно равное внутривершинной массе.



А



Б

Рис. 1. Распределение гранулометрических фракций: А – горизонт АЕЛ (фон); Б – пылеватый глязок

В сравнении с почвообразующей породой железа в останцах больше в 1,2–1,6 раза. При этом рисунок распределения останцов и уровни накопления в них железа схожи в почвах, существенно различающихся по степени оподзоленности в пределах микрокатен черновой тайги (светло-серые и темно-серые глееватые почвы). Всё это свидетельствует о том, что в современных условиях в нижней части элювируемых горизонтов останцы не разрушаются элювиальными процессами, имеют ветровальный, а не остаточно-элювиальный генезис. Отметим, что сказанное относится лишь к

тем останцам, которые «прижаты» к текстурному горизонту, залегающие же в верхней части гумусово-элювиального горизонта несут признаки осветления и обезыливания (от 0 до 35–45 см).

Анализ строения почв на траншеях показывает, что ветровальные полиморфны-котлы (на месте бывших западин) в сравнении с вмещающими горизонтами имеют более высокую степень осветления. К глубоким полиморфонам-котлам приурочены области усечения остаточно-гумусовых горизонтов, или горизонтов с признаками остаточной гумусированности. Так в серой почве области усечения остаточно-гумусированного горизонта приурочены к участкам с большей глубины текстурного горизонта. Сохранившиеся фрагменты остаточно-гумусированного горизонта примыкают к участкам с меньшей глубиной залегания текстурного горизонта («холмики»). Это подтверждает роль вывалов в углублении гумусово-элювиальных горизонтов за счет разрушения текстурного и остаточно-гумусированного.

Данные по гранулометрическому составу почв показывают (рис. 2), что в дерново-подзолистых, светло-серых и серых почвах, затронутых глубокими вывалами, происходит уменьшение содержания илистой фракции как по средним образцам в полиморфонах-котлах (сравнение с «фоном»), так и в отдельных морфемах («глазки», «черточки» – сравнение с вмещающей массой). Это свидетельствует о том, что в черневой тайге вывалы могут усиливать обезыленность материала в пределах глубины педотурбации. Однако на отдельных глубинах полиморфона-котла в темно-серой почве обнаружено утяжеление гранулометрического состава в сравнении с фоном. Это связано с переносом более тяжелого по гранулометрическому составу остаточно-гумусового и обломков текстурного при турбации, однако даже в таких местах отмечены участки с отмытым и осветленным материалом – белесовато-серые плавающие комки, пылеватые «глазки» и «черточки».

В текстурных горизонтах залегающих ниже полиморфонов-котлов обнаружено усиление выраженности иллювиального максимума содержания илистой фракции, в сравнении с прилегающими фоновыми участками, что можно объяснить активизацией лессиважа при ветровале.

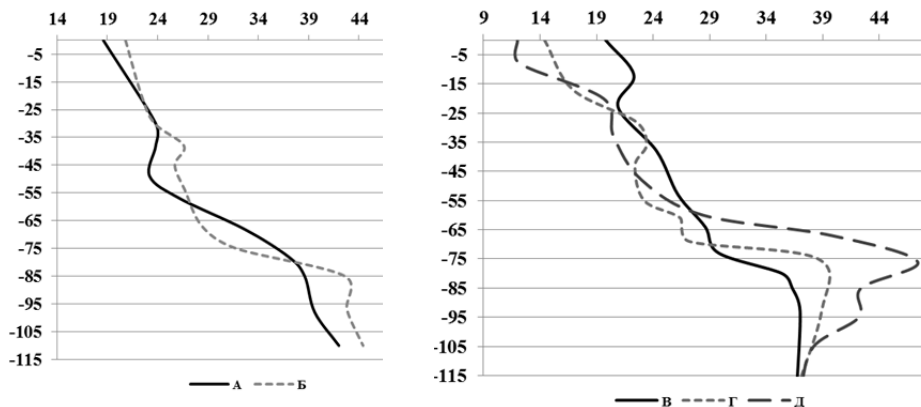


Рис. 2. Профильное распределение содержания илистой фракции в почвах: *А* – темно-серая почва, условно фоновая по отношению к ветровальным признакам; *Б* – темно-серая почва, край вывального полиморфона-котла, располагается в 40 см от предыдущей (*А*); *В* – темно-серая почва, край ареала; *Г* – серая почва, центральная полиморфона-котла, расположена в 80 см от предыдущей почвы (*В*); *Д* – светло-серая почва, центр полиморфона-котла

Эволюция почв элювиального ряда южной тайги Западной Сибири в субатлантичском периоде голоцена характеризуется усилением выраженности в почвах признаков подзолистого процесса и увеличением доли почв в почвенном покрове с деградировавшим остаточно-гумусовым горизонтом. Дерново-подзолистые почвы, как

наиболее продвинутые в отношении процессов «стирающих» остаточно-гумусовый горизонт, приурочены к наиболее дренируемым придолинным участкам, по микрорельефу занимая выпуклые позиции. Аналогичные закономерности характерны и для северной экотональной части ареала черневой тайги Томь-Яйского междуречья. В изученных микрокатенах от микроводоразделов через склоны ложбин к их тальвегам эволюционно происходит «отступление» почв с остаточно-гумусовыми горизонтами от бортов к центрам ложбин. Об этом свидетельствуют многократные находки в текстурных горизонтах светло-серых и дерново-подзолистых почв микроводоразделов темно- или серогумусовых морфонов, по содержанию илистой фракции практически не отличающихся от вмещающей массы. При этом в элювиальных горизонтах почв с находками следы бывших темных и обогащенных илом гумусовых горизонтов слабо выражены и прижаты к текстурному горизонту. Как показали полученные при изучении траншей данные, процесс эволюционного «отступления» остаточно-гумусовых горизонтов (для которых характерно и большее содержание илистой фракции) может ускоряться при активизации ветровального морфогенеза. Он приводит к усилению обезыливания, перемещению более осветленных верхних горизонтов вглубь профиля, формированию белесых морфонов и морфем, которые в дальнейшем биотурбационными процессами включаются во вмещающую массу, приводя к общему уменьшению содержания илистой фракции осветленных горизонтов.

*Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант 12-04-31514 мол\_а).*

#### **Литература**

1. Караваева Н.А. Агрогенная память почв // Память почв. М. : Изд-во ЛКИ, 2008. С. 578–616
2. Бобровский М.В. Лесные почвы Европейской России. М. : Товарищество научных изданий КМК, 2010. 359 с.
3. Samonil P., Kamil K., Hort L. 2010. The role of tree uprooting in soil formation: a critical literature review. Geoderma DOI: 10.1016/j.geoderma.2010.03.018.
4. Васенев И.И., Таргульян В.О. Ветровал и таежное почвообразование. М. : Наука, 1995. 247 с.
5. Дмитриев Е.А., Карпачевский Л.О., Сворцова Е.Б. Роль вывалов в формировании почвенного покрова в лесах // Генезис и экология почв Центрально-лесного государственного заповедника. М. : Наука. 1979. С.111–120.
6. Пономаренко Е.В. Методические подходы к анализу сукцессионных процессов в почвенном покрове // Сукцессионные процессы в заповедниках России и проблемы сохранения биологического разнообразия. СПб. : РБО, 1999. С. 34–57.
7. Сворцова Е.Б., Уланова Н.Г., Басевич В.Ф. Экологическая роль ветровалов. М. : Лесная промышленность, 1983. 192 с.
8. Гоголев А.И., Таргульян В.О. Переходные горизонты почв с глинисто-дифференцированным профилем как результат процессов педогенной дифференциации // Почвоведение. 1994. № 6. С. 5–14.
9. Тонконогов В.Д. Автоморфное почвообразование в тундровой и таежной зонах Восточно-Европейской и Западно-Сибирской равнин. М. : Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, 2010. 304 с.

УДК 630.502.75 (571.6)

## **МОНИТОРИНГ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА ТЕРРИТОРИИ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА «БАСТАК»**

***Е.С. Лонкина***

*ФГБУ «Государственный заповедник «Бастак» (г. Биробиджан), lonkina83@mail.ru*

Экологический мониторинг – система регулярных длительных наблюдений в пространстве и во времени, дающая информацию о состоянии окружающей среды с целью оценки прошлого, настоящего и прогноза в будущем параметров окружающей среды, имеющих значение для человека.